

## CONSTRUÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO PARA ALTAS PRODUTIVIDADES DO CAFEIEIRO DE FORMA SUSTENTÁVEL

Thiago Henrique Pereira Reis<sup>1</sup>; Paulo Tácito Gontijo Guimarães<sup>2</sup>; César Henrique Caputo de Oliveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bolsista Consórcio Pesquisa Café, [thiagohpreis@yahoo.com.br](mailto:thiagohpreis@yahoo.com.br)

<sup>1</sup> Bolsista Consórcio Pesquisa Café, [cesar\\_caputo@yahoo.com.br](mailto:cesar_caputo@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> Pesquisador, DSc, EPAMIG Sul, Lavras-MG, [paulotgg@epamig.ufla.br](mailto:paulotgg@epamig.ufla.br)

**RESUMO:** A fertilidade do solo é um dos principais fatores de produção para obter-se produtividades sustentáveis na cafeicultura. Dentro deste contexto, estratégias de manejo devem ser adotadas para a construção da fertilidade do solo em diferentes ambientes produtivos. Esse trabalho foi elaborado a partir de uma revisão ampla da literatura. Sugeriu-se um solo ideal, sob o ponto de vista dos valores de atributos e teores de nutrientes e maneira de atingir esses teores no solo. Manejo de cobertura das entrelinhas do cafeeiro com braquiárias precisa ser incluído no sistema produtivo e sugere-se manejar a adubação com base na extração e exportação apenas em solos com fertilidade já construída. O manejo e construção da fertilidade do solo sem dúvida é uma etapa fundamental para manutenção de altas produtividades. Após ter a fertilidade construída tem-se opções exclusivas para manejo da adubação do cafeeiro em um sistema que permite toda e qualquer fonte de fertilizante expressar sua melhor eficiência. Os cafeicultores e técnicos do setor devem buscar adotar as melhores práticas para uso dos fertilizantes – 4C's quantidade, época, local e fonte corretas na fase de construção, manutenção e reposição e buscar sempre a utilização de fontes fertilizantes de melhor qualidade e eficiência para obtenção da melhor rentabilidade da atividade cafeeira. Neste contexto, é fundamental a atualização constante com informações de pesquisas consistentes e geração/difusão de informações em campo.

**PALAVRAS-CHAVE:** construção da fertilidade do solo, cafeeiro, sustentabilidade

### SOIL FERTILITY BUILDING TO COFFEE SUSTAINABLE YIELD

**ABSTRACT:** Soil fertility is one of the main production factors for coffee sustainable yields. Within this context, management strategies should be adopted to building soil fertility in different productive systems. This work was elaborated from a broad literature review. An ideal soil was suggested from the point of view of attribute values and nutrient content and how to achieve these soil levels. Management of cover between rows of coffee with brachiaria needs to be included in the production system and it is suggested to manage fertilization based on extraction and export only in soils with already built fertility. The management and building soil fertility is undoubtedly a fundamental step for keeping high yields. Once fertility has been built up, there are exclusive options for managing coffee fertilization in a system that allows any source of fertilizer to express its best efficiency. Farmers and technicians in the sector should strive to adopt best practices for fertilizer using– 4R's right quantity, time, place and source in the building, maintenance and replacement phase and always seek to use better quality and efficient fertilizer sources to obtain better profitability of coffee activity. Finally, constant updating with consistent research information and field information generation / dissemination is essential.

**KEY WORDS:** Soil Fertility Building, Coffee Crop, Sustainability.

### INTRODUÇÃO

Além dos desafios de mercado vivenciados diariamente como oscilações de preços, alta de dólar, alta de insumos, rigidez de legislações agrícolas e falta de mão de obra qualificada o cafeicultor precisa preparar seu cafezal para sempre obter suas melhores produtividades. A fertilidade do solo é o segundo principal fator de produção a ser considerado para obter-se elevados tetos produtivos na agricultura (Havlin et al., 2016). Através da construção da fertilidade do solo pode-se obter aumento na eficiência de uso de nutrientes, aumento da taxa de recuperação de nutrientes, maior produção de grãos por unidade de área, diminuição do custo unitário da adubação e maior rentabilidade para o cafeicultor (Silva e Guimarães, 2016). Além disso, o manejo da fertilidade do solo é responsável diretamente por cerca de 25 a 30% dos custos de produção do cafeeiro (Sebrae, 2018), fatia importante que não deve ser negligenciada pois sem os nutrientes a planta não consegue completar seu ciclo adequadamente respondendo em queda de vigor e produtividade. Sustentabilidade é um termo amplo que deve contemplar os aspectos ambientais, sociais e econômicos no entorno da cultura de interesse, neste caso o cafeeiro. Sob os aspectos ambientais é importante considerar que quanto mais produtiva a área, maior a eficiência agrônômica local e menor a quantidade de terras necessárias para produção da mesma quantidade de alimento, ou seja, área mais produtiva é sinônimo de preservação de outras áreas. Sob os aspectos sociais a cafeicultura é responsável por um alto número de empregos diretos e indiretos mesmo quando a atividade é conduzida 100% mecanizada. Sob os aspectos econômicos, a atividade deve ser remuneradora para o cafeicultor ou

para o empreendimento, portanto, precisa dar retorno financeiro sobre o investimento da atividade. Cada um destes três aspectos ainda podem ser mais aprofundados na literatura e embasam uma filosofia de aplicação dos fertilizantes no momento, quantidade e local corretos e com a fonte adequada para este ambiente, que seria a filosofia dos 4Cs (IFA, 2009).

Através do manejo de construção da fertilidade do solo e a filosofia de adubação dos 4Cs deve-se atentar para as demandas nutricionais do cafeeiro a fim de fornecer os nutrientes antes do momento fisiológico de suas demandas, específicas de cada nutriente (Laviola et al., 2007; Laviola et al., 2009; Reis et al., 2013), a fim de se obter as maiores produtividades possíveis para aquele sistema solo-cafeeiro. Observando as demandas e escolhendo as fontes adequadas para o sistema produtivo, respeitadas suas limitações com relação ao ambiente como acidez e umidade do solo deve-se consultar os materiais técnicos locais, como por exemplo, a 5ª Aproximação (1999) e o novo Boletim 100 pra café (Quaggio et al., 2018), dentre outros, a fim de utilizar a melhor estratégia quantitativa para as produtividades sustentáveis.

Este trabalho foi proposto com o intuito de discutir a importância da construção da fertilidade do solo para o cafeeiro e da forma de trabalhar a adubação em solos de fertilidade já construída para a cultura.

## MATERIAL E MÉTODOS

Esse trabalho foi elaborado a partir de uma revisão da literatura com base em artigos de pesquisadores, Boletins Técnicos e dados de Instituições diversas no período entre 1963 e 2019. Não teve o objetivo de se fazer uma revisão sistemática, nem de redefinir-se os caminhos da fertilidade do solo para o cafeeiro, porém, uma proposta inovadora de interpretar os desafios do atual sistema produtivo de café para uma cafeicultura mais sustentável.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Construção da fertilidade do solo

A construção da fertilidade do solo é um processo bem definido na literatura e que demanda um espaço de tempo em cada ambiente para que os corretivos e condicionadores de solo reajam e que as plantas se estabeleçam inserindo carbono através de seus sistemas radiculares e parte aérea morta.

Estratégias bem definidas e consolidadas desse processo para o cafeeiro passam pela calagem e gessagem e posteriormente aplicação extra ou em correção de fosfato, potássio e micronutrientes, podendo ser revisadas nos boletins regionais de adubação pra café de Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo, Cerrados, entre outros.

Anualmente se faz necessário a amostragem do solo em profundidade padrão, de 0-20 cm, pela qual se calculam os índices de adubação e correção. Contudo, o monitoramento pelo menos bianual das camadas 0-10 cm e 20-40 cm se faz necessário para o cafeeiro de alta tecnologia visando observação de concentração de alcalinidade e nutrientes em superfície, onde os fertilizantes minerais e/ou orgânicos são aplicados e o calcário, insumo de baixa solubilidade, sem incorporação. Análises de fertilidade de amostras da profundidade 20-40 cm ou maiores (20-50 cm, 40-60 cm) permitem uma avaliação de nutrientes que estejam lixiviando no sistema produtivo, comumente potássio (K), enxofre (S) e boro (B) bem como identificam necessidade de gesso agrícola para condicionamento do solo (Guimarães e Reis, 2010).

Estas práticas permitem o acompanhamento do desenvolvimento da fertilidade ao longo do perfil do solo, que podemos também considerar, a construção do perfil do solo para o cafeeiro, cultura que vai ficar no mínimo 13 anos ou 10 safras naquele ambiente agrícola (Oliveira et al., 2019).

Através da construção da fertilidade do solo pode-se obter aumento da eficiência de uso de nutrientes, aumento da taxa de recuperação de nutrientes, maior produção de grãos por unidade de área, diminuição do custo unitário da adubação e maior rentabilidade para o cafeicultor (Silva e Guimarães, 2016).

Com base na literatura da 5ª Aproximação (1999) e novo boletim 100 (2018) podemos exemplificar na tabela 1 abaixo um solo ideal ou de fertilidade já construída para profundidade de 0-20 cm.

Tabela 1. Atributos da fertilidade de um solo de alto potencial produtivo para o cafeeiro\*.

| Teor de Argila | M.O. | V   | P (Mehlich-1)                   | P (Resina) | K   | Ca                                 | Mg   | S  | B   | Cu                              | Zn      | Mn      |
|----------------|------|-----|---------------------------------|------------|-----|------------------------------------|------|----|-----|---------------------------------|---------|---------|
| ----- % -----  |      |     | ----- mg dm <sup>-3</sup> ----- |            |     | cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> |      |    |     | ----- mg dm <sup>-3</sup> ----- |         |         |
| 0-15           |      |     | 30                              |            |     |                                    |      |    |     |                                 |         |         |
| 15-35          | 4,0  | 60- | 20                              | 40         | 120 | 3-4                                | 0,7- | 20 | 1,0 | 1,0                             | 4,0     | 10      |
| 35-60          |      | 70  | 12                              |            |     |                                    | 0,9  |    |     | (0,2)**                         | (1,2)** | (1,5)** |
| 60-100         |      |     | 8                               |            |     |                                    |      |    |     |                                 |         |         |

\*Considerado uma CTC entre 7 e 8 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Novo boletim 100 considera 20 sc/ha apenas para 1ª safra.

\*\*Cu, Zn e Mn linha de cima, extrator Mehlich-1, entre parêntesis DTPA.

**Fonte:** Adaptado de Guimarães et al. (1999) e Quaggio et al. (2018).

Um exemplo de construção de níveis de potássio no solo, baseado na literatura (Reetz, 2017) para elevar os teores do nutriente na análise de solo ao nível crítico (limite inferior da classe “bom”) de  $120 \text{ mg dm}^{-3}$ , tem-se:

Tabela 2. Exemplo de construção dos teores de potássio em análise de solo ao longo de 2 anos de cultivo para a camada de 0-20 cm.

| Valor                               | Dose  | Unidades  |
|-------------------------------------|-------|---|
| Nível desejado na análise (0-20 cm) | 120   | $\text{mg de K dm}^{-3}$  |
| Nível desejado na análise (0-20 cm) | 240   | $\text{kg de K ha}^{-1} (120 \text{ mg} \times 2.000.000 \text{ dm}^{-3})$  |
| Nível atual da análise (0-20 cm)    | 85    | $\text{mg de K dm}^{-3}$  |
| Nível atual da análise (0-20 cm)    | 170   | $\text{kg de K ha}^{-1} (120 \text{ mg} \times 2.000.000 \text{ dm}^{-3})$  |
| Fator de construção                 | 1,25  | 1,25 kg de K aplicado para aumentar 1 kg de K na análise de solo (considerada eficiência de 80% do potássio aplicado no solo via fertilizantes) |
| Fertilizante necessário             | 105,4 | $\text{kg de K}_2\text{O ha}^{-1}$  |
| Anos para aplicação                 | 2     | anos  |
| Aplicação anual                     | 52,7  | $\text{kg de K}_2\text{O ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$   |

**Fonte:** Adaptado de Reetz (2017).

A partir deste mesmo exemplo poder-se-ia calcular elevação/construção dos teores de outros nutrientes em análise de solo, como P e micros, claro, com seus respectivos índices de eficiência de uso e aproveitamento no ambiente solo-cafeeiro.

Uso de Braquiária (*Urochloa* sp) no manejo de construção da fertilidade do solo

No sistema de consórcio cafeeiro-braquiária, os resíduos vegetais são ciclados sendo aproveitados na nutrição do cafeeiro, quando são lançados sob as plantas. A quantidade e a regularidade da adição do resíduo vegetal são mais importantes do que a sincronia entre a liberação e a demanda de nutrientes pelo cafeeiro, pois o aumento dos teores de matéria orgânica, ao longo dos anos, em função dessa adição de resíduos traz inúmeros benefícios ao solo e ao cafeeiro (Figura 1).



Os solos brasileiros, muito intemperizados, são altamente dependentes da matéria orgânica do solo (MOS). O aumento desta proporciona aumento da capacidade de troca de cátions (CTC), reservatório de nutrientes do solo, e consequentemente redução da lixiviação ou perda dos nutrientes; aumento na retenção de água; aumento na disponibilidade de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo; aumento da atividade biológica do solo e aumento da capacidade tampão do solo (Oliveira et al., 2019).

Com base em dados médios de produtividade da Braquiária (Crispim e Branco, 2002) e ajuste proporcional de sua área de exploração do solo em consórcio com cafeeiro (ao redor de 30% da área para a maioria dos espaçamentos) pode-se estimar 3 cortes da planta por ciclo agrícola do café, com 5 toneladas de matéria seca de braquiária por hectare, em cada roçada.

Figura 1. Exemplo manejo de solo com perfil de fertilidade construída.

**Fonte:** Adaptado de Resende et al. (2019). Foto 1- J. Mariotti e T. Reis, Foto 2 - V. Casarin

Considerando seus teores nutricionais na MS tem-se 75 kg de N, 20,6 kg de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 193 kg de  $\text{K}_2\text{O}$ , 24,5 kg de CaO, 20,8 kg MgO, 3,5 kg de  $\text{S-SO}_4$ , 90 g de B, 55 g de Cu, 1.000 g de Fe, 475 g de Mn e 400 g de Zn em cada operação completa de roçada ou trincha do café (Guimarães et al., 2018). Cabe aqui ressaltar que para disponibilidade destes nutrientes no

ciclo da cultura é necessário a mineralização desta matéria seca, dependente de água, temperatura e microrganismos, pois alguns nutrientes como o N e o P são liberados parcialmente durante 3 anos (Ribeiro et al., 1999).

Além do contexto nutricional, o uso das braquiárias como planta de cobertura do cafeeiro nas entrelinhas também protege os solos contra os agentes erosivos, aumenta a retenção e acesso das plantas à água disponível, promove a formação e a manutenção dos agregados do solo pelas raízes e melhora a estabilidade da estrutura do solo (Favarin et al., 2018; Oliveira et al., 2019), propriedades indispensáveis para a manutenção e melhoria da qualidade físico-hídrica do sistema produtivo (Silva et al., 2019).

#### Manejo de lavouras com solos de fertilidade construída

Após atingir os índices apontados na tabela 1 como solo ideal, tem-se um ambiente produtivo estabilizado que permite fazer adubações de extração ou até de exportação em algumas situações, buscando produtividades sustentáveis e uso do aumento da eficiência dos fertilizantes, proporcionada por este patamar de tecnologia (Resende et al., 2019).

Alguns índices de extração e exportação de nutrientes pelo cafeeiro podem ser observados na tabela 3. Importante reforçar que estes números foram obtidos diretamente da planta e para serem considerados temos que utilizar o fator de eficiência e uso dos fertilizantes no ambiente solo-cafeeiro pois nenhum fertilizante, seja mineral ou orgânico, tem eficiência relativa de 100% para o fornecimento de seus nutrientes para o cafeeiro, seja via solo ou folha. Por exemplo, em ambientes de fertilidade construída a eficiência relativa de utilização do NPK é maior que em ambientes em construção, ou seja, com menor quantidade de fertilizantes consegue-se a nutrição adequada da cultura para maiores produtividades pois o ambiente permite melhor utilização do insumo.

Tabela 3. Nutrientes obtidos pela análise química dos frutos secos de café (casca e grãos) e convertidos para demanda de cada saca de 60 kg de café beneficiado produzida.

|            | ----- Macronutrientes (kg) ----- |                               |                  |      |      |      | ----- Micronutrientes (g) ----- |      |      |      |     |       | Literatura              |
|------------|----------------------------------|-------------------------------|------------------|------|------|------|---------------------------------|------|------|------|-----|-------|-------------------------|
|            | N                                | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | Ca   | Mg   | S    | Fe                              | Mn   | Zn   | Cu   | B   | Mo    |                         |
| Extração   | 6,2                              | 0,6                           | 5,9              | 2,1  | 1,1  | 0,3  | 110                             | 10   | 10   | 8,8  | 6,5 | -     | Matiello et al. (2007)  |
| Exportação | 2,6                              | 0,14                          | 2,8              | 0,3  | 0,17 | 0,14 | -                               | 3,7  | 0,5  | 2,3  | 4,4 | -     |                         |
| Exportação | 2,0                              | 0,33                          | 3,8              | 0,42 | 0,13 | 0,17 | 12,6                            | 2,94 | 4,92 | 1,88 | 3,0 | 0,007 | Malavolta et al. (1963) |

Além das práticas de manejo da fertilidade do solo e nutrição mineral do cafeeiro em ambientes de fertilidade construída deve-se considerar outros aspectos de manejo para alcance ou manutenção de tetos produtivos sustentáveis como exemplificado na Figura 2.

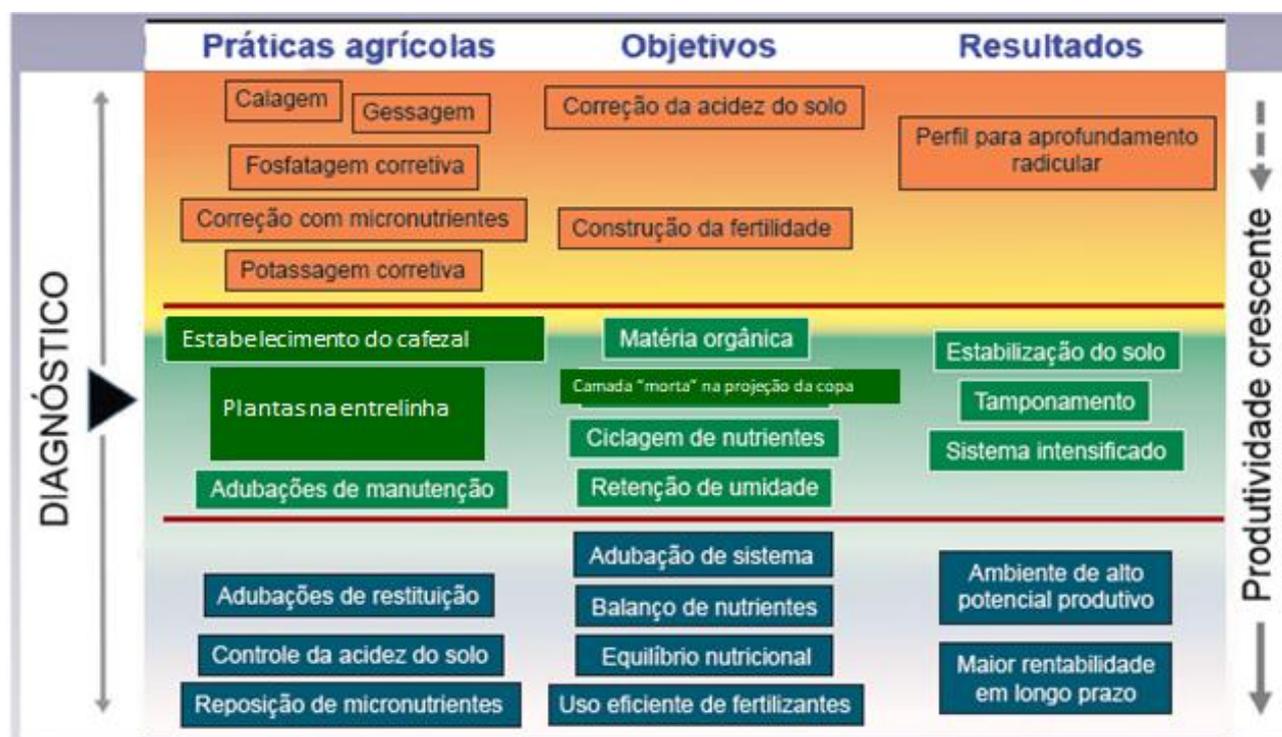


Figura 2. Diagrama esquemático do diagnóstico e priorização de práticas agrícolas para alto potencial produtivo. Fonte: Adaptado de Resende et al. (2019).

## CONCLUSÕES

- 1 - O Manejo e construção da fertilidade do solo sem dúvida é uma etapa fundamental para manutenção de altas produtividades.
- 2 - Após ter a fertilidade construída tem-se opções exclusivas para manejo da adubação do cafeeiro em um sistema que permite toda e qualquer fonte de fertilizante expressar sua melhor eficiência.
- 3 - Os cafeicultores e técnicos do setor devem buscar adotar as melhores práticas para uso dos fertilizantes – 4C's quantidade, época, local e fonte corretas na fase de construção, manutenção e reposição e buscar sempre a utilização de fontes fertilizantes de melhor qualidade e eficiência para obtenção da melhor rentabilidade da atividade cafeeira.
- 4 - Neste contexto, é fundamental a atualização constante com informações de pesquisas consistentes e geração/difusão de informações em campo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CRISPIM, S. M. A.; BRANCO, O. D. Aspectos gerais das Braquiárias e suas características na sub-região da Nhecolândia, Pantanal, MS / Sandra Mara Araújo Crispim, Oslain Domingos Branco – Corumbá: Embrapa Pantanal, 2002. 25p. – (Embrapa Pantanal. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 33).
- FAVARIN, J. L.; MOSCARDINI, D. B.; SOUZA, L. T.; BAPTISTELLA, J. L. C. Caminhos para aumentar a produtividade do café arábica. International Plant Nutrition Institute (IPNI), Informações Agronômicas n° 164, 2018.
- GUIMARAES, P. T. G.; DIAS, K. G. L.; OLIVEIRA, C. H. C. Uso de Braquiária nas entrelinhas do cafeeiro. Circular Técnica Epamig, 2018.
- GUIMARAES, P. T. G.; REIS, T. H. P. Nutrição e Adubação do Cafeeiro. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. (org). Café Arábica: do plantio à colheita. Epamig SM 2010, p.343-414.
- HAVLIN, J. L.; TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D. Soil Fertility and Fertilizers, 8 Edition. Pearson, 2016. 536p.
- IFA - International Fertilizer Industry Association. The Global “4R” Nutrient Stewardship Framework for Developing and Delivering Fertilizer Best Management Practices. 10p, 2009.
- 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, p. 980-995, 2009
- LAVIOLA, B. G.; MARTINEZ, H. M. 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, 2007.
- MALAVOLTA, E.; GRANER, E. A.; SARRUGE, J. R.; GOMES, L. Estudos sobre a alimentação mineral do cafeeiro. XI. Extração de macro e micronutrientes na colheita pelas variedades “Bourbon Amarelo, Caturra Amarelo e “Mundo Novo”. Turrialba, São José, v.13, no.3, p.188–189, 1963
- MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R. Adubação racional da lavoura cafeeira. FUNDAÇÃO PROCAFÉ, Varginha: Bom Pastor, 2007. 106 p.
- OLIVEIRA, G. C.; ZINN, Y. L.; SILVA, B. M.; SILVA, E. A.; MELO, L. B. B.; BENEVENUTE, P. A. N.; REIS, T. H. P.; OLIVEIRA, C. H. C.; GUIMARÃES, P. T. G. Soils under plastic and grass cover: effects on soil aggregation and nutrient cycling in Brazilian coffee growing. InTech Open, 2019 (No prelo)
- QUAGGIO, J. A.; TOMAZIELLO, R. A.; CANTARELA, H. VAN RAIJ, B.. Recomendações para calagem e adubação do café. Novo Boletim 100 – IAC. Simpósio sobre os avanços na nutrição do citros e café. Campinas, 2018.
- REETZ, H. F. Fertilizantes e o seu uso eficiente. Tradução: Alfredo Scheid Lopes. São Paulo: ANDA, 2017. 178p.
- REIS, T. H. P.; FURTINI NETO, A. E.; GUIMARÃES, P. T. G.; GUERRA, A. F.; OLIVEIRA, C. H. C. Estado nutricional e frações foliares de P no cafeeiro em função da adubação fosfatada. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 2013.
- RESENDE, A. V.; BORGHI, E.; GONTIJO NETO, M. M.; FONTOURA, S. M. V.; BORIN, A. L. D. C.; OLIVEIRA JUNIOR, A.; CARVALHO, M. C. S.; KAPPES, C. Balanço de Nutrientes e Manejo da Adubação em solos de fertilidade construída. In: Tópicos em Ciência do Solo, volume 10, 2019
- RIBEIRO, A.C.; GUIMARAES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação, Viçosa, MG, 1999. 359p
- SEBRAE-MG. Serviço Brasileiro de Apoio a Micro e Pequenas Empresas. Unidade de Minas Gerais. Relatório Analítico Sul de Minas, Biênio 2015/17. Cafeicultores da região de Guaxupé. Educampo Café, 2018
- SILVA, B. M.; OLIVEIRA, G. C.; SERAFIM, M. E.; CARDUCCI, C. E.; SILVA, E. A.; BARBOSA, S. M.; MELO, L. B. B.; SANTOS, W. J. R.; REIS, T. H. P.; OLIVEIRA, C. H. C.; GUIMARÃES, P. T. G. Soil Management and Efficient use of Water in Brazilian Coffee Crops. InTech Open, 2019 (No prelo)
- SILVA, C. A.; GUIMARÃES, P. T. G. Cafeeiro: vetores para aumento da produtividade. International Plant Nutrition Institute (IPNI), Informações Agronômicas n° 155, 2016.