



Capítulo 6

Fertilização do cafeeiro visando o desenvolvimento sustentável

José Francisco Teixeira do Amaral

Luiz Carlos Prezotti

Marcelo Antonio Tomaz

Wagner Nunes Rodrigues

Lima Deleon Martins

Waldir Cintra de Jesus Junior

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda por alimentos tem acarretado a busca pelo aumento de produção, que pode se dar pela ampliação da área de plantio ou por incremento da produtividade das culturas. O aumento de área de plantio tem sido restringido pelos órgãos ambientais para preservação dos biomas sensíveis ao manejo agrícola. O foco principal tem sido dado ao incremento da produtividade, que permite aumento de produção sem a abertura de novas áreas. Para isto é necessário o uso de tecnologias que, se utilizadas adequadamente, se constituem em importantes ferramentas para se atingir as metas propostas, mas se utilizada de forma inadequada pode causar danos ao ambiente.

A busca por materiais genéticos mais produtivos tem proporcionado aumento significativo de produtividade, mas, também, maior dependência de insumos como fertilizantes e defensivos, demandando cada vez mais de pesquisas voltadas às novas fontes e formulações de nutrientes, novos produtos para controle de pragas e doenças, novas máquinas e equipamentos para manejo das culturas, entre outras.

Atualmente, com o aumento da consciência ambiental, medidas têm sido tomadas para tornar a agricultura mais sustentável, buscando o emprego de técnicas que reduzam os danos ambientais e possibilite a perpetuação da oferta de alimentos.

Dentre estas medidas podem ser citadas: a busca por variedades mais resistentes à pragas e doenças e mais eficientes na absorção e utilização dos nutrientes, a manutenção da estrutura física e biológica do solo por meio do plantio direto e manejo da matéria orgânica, uso de resíduos para permitir a reciclagem de nutrientes, agricultura de precisão para racionalizar o uso de insumos, controle da erosão, equipamentos e técnicas para uso eficiente da água, etc.

Além da aplicação das técnicas de mitigação dos danos ambientais proporcionados pela atividade agrícola, é necessário o monitoramento dos indicadores de sustentabilidade, para mensurar as alterações das variáveis químicas, físicas e biológicas do solo, água e ar.

2. EFICIÊNCIA NO USO DE FERTILIZANTES NA CAFEICULTURA

A busca por uma cafeicultura sustentável tem estimulado pesquisas que visam identificar mecanismos responsáveis pela maior eficiência nutricional das plantas. Estes estudos se caracterizam como uma ferramenta essencial para o desenvolvimento sustentável da cafeicultura, pois prioriza a proporção de nutriente aplicado em relação ao ganho de produtividade, maximizando a produção da cultura, com o menor investimento possível.

A reduzida produtividade das culturas se deve, em grande parte, ao desbalanço de elementos minerais no solo. A correção da acidez e a fertilização do solo com base na sua análise, bem como a utilização de técnicas adequadas de manejo são fundamentais para alcançar boas produtividades (BALIGAR & FAGERIA, 1998).

Em razão da baixa fertilidade dos solos e do elevado custo dos fertilizantes, é necessário que seja ampliado o número de trabalhos que objetivam a seleção de plantas mais eficientes na absorção e utilização dos nutrientes.

2.1. Conceitos de eficiência nutricional

Diversos conceitos de eficiência nutricional são encontrados na literatura, com variações de acordo com o nutriente, a espécie e o autor, por essa razão os mecanismos relacionados à aquisição e utilização de nutrientes devem ser bem interpretados para que equívocos não sejam cometidos (TOMAZ & AMARAL, 2008).

De forma generalizada o termo eficiência nutricional é utilizado para caracterizar plantas em sua capacidade de absorver e utilizar nutrientes, sendo também relacionada à produção econômica por unidade de fertilizante aplicado, bem como à eficiência de absorção, translocação e utilização de nutrientes (BALIGAR & FAGERIA, 1998).

Plantas mais eficientes na absorção, translocação e utilização de nutrientes poderão ser mais interessantes para uso no manejo de solos com baixa fertilidade natural, por apresentarem maior capacidade de adaptação e melhor desempenho (CALDEIRA et al., 2002).

2.2. Eficiência nutricional do cafeeiro

Embora a literatura seja vasta em relação às informações sobre a nutrição mineral do cafeeiro, são poucos os trabalhos em relação à eficiência nutricional desta cultura.

Em estudo comparativo entre cultivares de café arábica, Matiello (1991) constatou que o Catuaí é menos exigente em nutrientes quando comparado ao Mundo Novo, e que este apresenta maior exigência em magnésio e zinco e menor em boro do que a cultivar Catuaí. Também estudando as exigências nutricionais dessas duas cultivares, Correa et al. (1983), concluíram que o Catuaí é menos eficiente na utilização de nitrogênio e enxofre e mais eficiente na utilização de cobre, em relação ao Mundo Novo.

Avaliando a eficiência nutricional de plantas de café arábica ao nitrogênio e ao potássio, Pereira (1999) discriminou, com base na eficiência de utilização de N e K, algumas linhagens de cafeeiros arábica eficientes.

Estudando a eficiência na produção de frutos e alocação relativa de nutrientes em quatro cultivares de café arábica (Acaia IAC 474 19, Icatu Amarelo IAC 3282, Rubi MG 1192 e Catuaí Vermelho IAC 99) em três níveis de adubação, Amaral et al. (2010) relataram que a eficiência de utilização de nutrientes para produção de frutos foi diferente entre os cultivares somente nos níveis de adubação normal e alto (1,4 vezes a recomendação feita para o nível normal). Os autores também observaram uma tendência de superioridade do Rubi MG 1192 e do Catuaí Vermelho IAC 99, principalmente no maior nível de adubação e essa melhor utilização de nutrientes para produção de frutos pode explicar o melhor desempenho desses cultivares quanto à produtividade nos referidos níveis de adubação.

Para a alocação relativa dos nutrientes nas partes vegetativas dos cultivares de cafeeiro estudado, Amaral et al. (2010) concluíram que não houve diferenças entre os cultivares na alocação relativa de nutrientes no caule. E em relação aos níveis de adubação, concluíram que a alocação de N, P, K e Mg no caule foi maior no nível baixo de adubação (0,4 vezes a recomendação feita para o nível normal). Para os ramos, verificaram-se diferenças entre cultivares na alocação relativa de nutrientes apenas no nível baixo de fertilização para os nutrientes P e Ca e no nível normal para o N.

Relatos de estudos de eficiência nutricional de plantas da espécie *C. canephora* Pierre ex. Froehner são escassos na literatura. Destaca-se o estudo de Reis Júnior & Martinez (2002), onde apresentam que o conilon não suplanta a eficiência de absorção e translocação de fósforo e zinco, quando comparado ao café arábica (cultivar Catuaí), porém dentro da comparação, o conilon mostra-se mais eficiente na utilização, de P e Zn.

Outros estudos de eficiência nutricional em cafeeiros também envolveram micronutrientes (SOUZA et al., 2001; REIS JÚNIOR & MARTINEZ, 2002; ZABINI, 2004). Na comparação entre três variedades, Souza et al. (2001) constataram que a variedade Catuaí foi mais eficiente na utilização de zinco que a Icatu, e esta mais eficiente que a Mundo Novo, quando cultivadas em vasos com solo sob doses crescentes de zinco.

Com intuito de estudar a seleção, a caracterização e a tolerância diferencial à deficiência de zinco de progênies de café arábica, por intermédios de parâmetros de eficiência nutricional, Zabini (2004) analisou quatro progênies de cafeeiro arábica quanto à eficiência de zinco. A progênie UFV 4066-5 mostrou-se pouco exigente e eficiente em baixo suprimento de zinco; a UFV 4066-3 foi exigente e eficiente em alto suprimento de zinco; a progênie Caturra Vermelho 4 foi intermediária quanto à exigência e eficiência nutricional para zinco; e a IAC 4376-5 apresentou-se pouco exigente e pouco eficiente nutricionalmente quanto ao zinco. O que leva a concluir que existe variabilidade na absorção deste micronutriente entre progênies de café.

A eficiência nutricional pode, também, ser alterada sob a influência de técnicas de cultivo empregadas na cafeicultura, baseado neste fato Tomaz et al. (2003) e Tomaz et al. (2009) investigaram a eficiência nutricional de plantas de café arábica enxertadas. Nesse estudo concluiu-se que a eficiência nutricional quanto a utilização de N, P, S, Ca, e Mg pelas plantas de cafeeiro variou em função da combinação enxerto/porta-enxerto. Segundo Dominghetti et al. (2010), maiores índices de translocação dos nutrientes, à exceção do S, são observados em mudas de café arábica enxertadas sob mudas de café conilon, o que é confirmado também por Tomaz et al. (2009).

3. PRÁTICA PARA ADEQUADA CONDUÇÃO NUTRICIONAL DA LAVOURA CAFEIEIRA

O manejo adequado da nutrição da lavoura cafeeira é indispensável para um sistema de produção sustentável. Para a execução correta da correção e fertilização do solo, um adequado sistema de diagnóstico da disponibilidade de nutrientes no solo e do estado nutricional das plantas deve ser executado.

O ato de diagnosticar o estado nutricional das plantas de café permite conhecer e avaliar as condições as quais as plantas estão sujeitas, sob o aspecto nutricional. Essa prática permite manejar a fertilização da cultura, tomando como base não apenas a análise do solo, mas manejando o sistema em consonância com o atual estado nutricional da cultura (FONTES, 2006).

Esta associação entre o estudo da disponibilidade de nutrientes no solo com o conteúdo em que os mesmos estão presentes no tecido vegetal é fundamental para o manejo da fertilização, já que reações complexas ocorrem no solo, e, em alguns casos, mesmo quando a análise de solo aponta que os nutrientes estão em quantidades suficientes para o desenvolvimento das plantas, os mesmos podem se apresentar em formas indisponíveis para sua aquisição (NOVAIS et al., 2007).

A análise química dos tecidos vegetais tem sido bem difundida e empregada no Estado do Espírito Santo, sendo uma prática segura de diagnose do estado nutricional, e permitindo um manejo adequado das fertilizações quando associada à análise de solo (PREZOTTI et al., 2007).

Diversos métodos podem ser empregados para diagnosticar o estado nutricional de plantas, alguns executados no solo e alguns diretamente no tecido vegetal. No solo, a análise química é a prática mais largamente empregada. No tecido vegetal, é normal a utilização de análises foliares, que podem ser interpretadas através de diferentes métodos, como o método do nível crítico, da faixa de suficiência e o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS). Esses diversos métodos devem ser empregados de maneira integrada, objetivando conhecer o sistema solo-planta e permitir a adoção de um manejo consciente da fertilização, resultando em uma adubação mais eficiente e sustentável.

Considerando os métodos de diagnóstico nutricional baseados na análise dos tecidos vegetais, o órgão vegetal geralmente utilizado é a folha, onde acontecem inúmeros processos metabólicos, refletindo bem as mudanças nutricionais sofridas pelo vegetal. Uma recomendação atualmente adotada para a cultura do café para amostragem de folhas para análise é a proposta por Malavolta (1992). Esse autor indica que a coleta das folhas deve ser realizada na época de primavera-verão. A lavoura deve ser dividida em talhões homogêneos e, para cada talhão, deve ser realizada a coleta de 100 folhas para compor uma amostra representativa da área. A coleta deve ser realizada em pelo menos 25 plantas, na altura do terço médio, amostrando folhas do terceiro ou quarto par de ramos plagiotrópicos representativos em cada ponto cardeal, podendo o ramo amostrado apresentar frutos ou não (CHAVES, 1982).

Dentre os diversos métodos que podem ser empregados para a interpretação das análises foliares, as faixas de suficiência são largamente utilizadas devido à sua simplicidade. Este método propõe a comparação entre os teores dos nutrientes determinados pela análise foliar com os teores considerados adequados para a cultura em cada região produtora (Tabela 1), determinados em lavouras de referência através de ensaios de calibração (NOVAIS et al., 2007).

Tabela 1. Teores nutricionais foliares considerados adequados para o cafeeiro em diferentes locais

Nutriente	Locais			
	Brasil		Colômbia	Costa Rica
	Minas Gerais	Espírito Santo		
----- Macronutrientes (g kg ⁻¹) -----				
N	27 - 32	29 - 32	25 - 30	23 - 28
P	1,5 - 2,0	1,2 - 1,6	1,1 - 1,5	1,2 - 2,0
K	19 - 24	18 - 22	15 - 18	17 - 27
Ca	10 - 14	10 - 13	7 - 13	8 - 11
Mg	3,1 - 3,6	3,1 - 4,5	3,5	2,0 - 3,5
S	1,5 - 2,0	1,5 - 2,0	-	2,0
----- Micronutrientes (mg kg ⁻¹) -----				
B	60 - 80	40 - 80	40 - 60	60 - 100
Cu	8 - 16	8 - 16	-	6 - 12
Fe	90 - 180	70 - 180	90 - 140	75 - 275
Mn	120 - 210	50 - 200	50 - 220	50 - 150
Zn	8 - 16	10 - 20	-	15 - 20
Mo	0,15 - 0,20	-	-	-

Fonte: Malavolta, 1996; Prezotti et al., 2007.

Assim, há deficiência se o teor de um nutriente no tecido amostrado estiver abaixo do limite inferior da faixa de suficiência e excesso se estiver acima do

limite superior, configurando situações de consumo de luxo ou até mesmo chegando a níveis tóxicos. Nesse método, cada nutriente é avaliado de maneira independente (BALDOCK,1999).

Outro método para diagnosticar o estado nutricional das lavouras utilizado na cultura do café, que pode ser aplicado independentemente das condições de cultivo, foi proposta por Beaufile (1973) e é conhecido como DRIS. Esta técnica tem base na curva normal reduzida de Student, o que permite eliminar efeitos da variabilidade e relacionar os nutrientes em uma sequência ordenada partindo da deficiência ao excesso (SUMNER, 1977, MARTINEZ et al., 2003).

Para a implementação do DRIS, é necessário o estabelecimento de normas ou valores padrões (WALWORTH & SUMNER, 1987). Para tal, um sólido banco de dados relacionando os teores de nutrientes nos tecidos foliares e as produtividades de lavouras padrão deve ser construído. O estudo das médias, coeficientes de variação e variâncias das relações entre os teores nutricionais permite, então, estabelecer as citadas normas.

Realizado o estabelecimento das normas DRIS, pode-se empregar a equação proposta por Beaufile (1973) para determinação de um índice para cada nutriente. Este índice compreende valores negativos e positivos, com somatório sempre resultando em zero.

Os índices negativos indicam teores nutricionais abaixo do ótimo, enquanto índices positivos indicam teores acima do mesmo. Quanto mais negativo ou mais positivo os índices, maior a discrepância entre o teor nutricional da lavoura amostrada em relação às normas, indicando maiores deficiências ou excessos nutricionais, respectivamente. Um índice DRIS igual a zero demonstra que o teor do nutriente está em um nível considerado ótimo para uma boa produtividade (BALDOCK & SCHULTE, 1996).

O sucesso da utilização do DRIS é altamente dependente da confiabilidade das observações obtidas na população padrão. A aplicação desse método deve ser sempre considerada regionalmente, não devendo ser extrapolada para outras regiões produtoras. As normas DRIS, estabelecidas para diferentes níveis de produtividade, já estão disponíveis para muitas das principais regiões produtoras de café do Brasil (COSTA, 2000; MENEZES et al., 2000; PARTELLI et al., 2006; REIS JÚNIOR et al., 2002; WADT & DIAS, 2012).

Leituras agradáveis e consistentes sobre DRIS são encontradas em Bataglia (1999), Costa (1999), Wadt (1999) e Alvarez V. & Leite (1999).

4. USO SUSTENTÁVEL DE FERTILIZANTES EM TERMOS AMBIENTAIS

Para iniciar-se uma discussão sobre o uso sustentável dos fertilizantes em termos ambientais torna-se necessário a abordagem do cenário futuro da

demanda de uso de nutrientes, sendo necessário levar em consideração o crescimento populacional e a demanda por alimentos.

4.1. Cenário futuro do uso de fertilizantes na agricultura mundial

Estima-se que o crescimento da população mundial, nos próximos oito anos, ocorrerá principalmente nos países em desenvolvimento com aumento de 5,7 bilhões de pessoas em 1995 para, 7 bilhões em 2020, sendo expressivo na África onde passará de 0,7 para 1,2 bilhões. Com isso os países em desenvolvimento serão responsáveis por cerca de 85% do aumento da demanda global de cereais e carne entre 1995 e 2020 (IFPRI, 2010).

O cenário ainda é mais preocupante em relação ao binômio população-alimentação, pois calcula-se que 680 milhões de pessoas, 12% da população mundial, poderão ser cronicamente subnutridas em 2020 (FAO, 2000), desta forma o tocante da discussão passa a ser o desenvolvimento de sistemas agrícolas com a premissa de proporcionar subsistência e renda a esta fração da população.

A lógica do uso sustentável dos fertilizantes interage com o crescimento populacional, devido a íntima ligação que o uso de insumos possui atualmente com a produção de alimentos. Com o crescimento exponencial da população, países produtores de cereais, carnes e demais alimentos bases da alimentação sofreram uma pressão por aumentos de produtividade, o que certamente levará a elevação do uso de insumos na agricultura como, por exemplo, o fertilizante. Com isso, a possibilidade de impactos ambientais negativos passa ser maior, necessitando aperfeiçoar os sistemas de produção e otimizar o uso dos adubos.

4.2. Cenário futuro do uso de fertilizantes na cafeicultura

Com o avanço das fronteiras agrícolas, pela necessidade de ganho em escala e produtividade, como para a Região Centro-Oeste, o suprimento de fertilizantes à produção agrícola nacional apresenta-se vulnerável, principalmente porque aproximadamente 70% são importados, o que leva o agricultor sentir o impacto desse movimento nos custos de produção (BRANDÃO, 2012).

Este cenário de expansão de fronteiras agrícolas aplica-se, também, à cafeicultura, tendo como exemplos os novos cultivos de café no Cerrado, em regiões do extremo Oeste Baiano e no Norte de Minas Gerais. Cabe também, ressaltar que nas áreas tradicionais de plantio existem duas ações de trabalho marcantes atualmente, a abertura de novas áreas para cultivo, quando possível, e a renovação das lavouras cafeeiras. A expansão para novas regiões, a abertura de novas áreas e a renovação dos cultivos de café deve-se a realidade atual da commodity café, por estar apresentando picos de comercialização atrativos ao produtor e pelas políticas públicas de incentivo a agricultura.

Com isso prevê-se que a demanda por fertilizantes na cafeicultura deve elevar-se, não só pelo aumento das áreas plantadas, mas também, pelo elevado grau tecnológico que se encontra a cafeicultura, sendo necessário cada vez mais o uso de níveis elevados de fertilizantes para se obter produtividades economicamente sustentáveis. Fato que se torna preocupante, pois segundo Silva et al. (2010), a cafeicultura teve avanços marcantes na genética e no controle de pragas e doenças, fazendo parte de um movimento de vanguarda, entretanto, existe ainda uma lacuna para a pesquisa avançar no aspecto nutricional das plantas e em tecnologias de adubação que resultem em maiores produtividades.

4.3. Impactos ambientais causados pelo uso de fertilizantes na cafeicultura

Como pôde ser observado, a demanda crescente em relação à produção de alimentos tem levado a utilização de produtos que influenciam diretamente no balanço de nutrientes do solo, todavia a não utilização de manejo correto pode trazer impactos negativos ao ambiente. Neste enfoque, os fertilizantes podem ser considerados contaminantes, por causarem desvios na composição normal do meio ambiente, ao fornecerem quantidades variáveis de elementos traços (MALAVOLTA, 1994), muitos deles reconhecidos como metais pesados e outros como micronutrientes para plantas e animais. Dentre os principais impactos ambientais negativos, pode-se citar o desbalanço nutricional; a redução da fertilidade dos solos; a salinização; a desertificação de áreas (zonas mortas); a contaminação dos solos, água, fauna e flora; e a redução da diversidade de espécies (MAIA, 1992).

Em relação aos impactos ambientais causados pelo uso incorreto de fertilizantes, ressalta-se o papel importante desempenhado pela matéria orgânica, seja como reservatório de água e habitat para organismos do solo, seja como depósito de nutrientes (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1995). Pois segundo Boeira, (2009) a aplicação dos fertilizantes deve ser baseada em relação às quantidades de matéria orgânica, devido o risco de que os fertilizantes sejam lixiviados para as camadas mais profundas do solo e inacessíveis às plantas, causando também impactos ambientais.

De acordo com Boeira (2009), a avaliação dos impactos ambientais causados pelo uso incorreto dos fertilizantes é dificultada nas condições tropicais devido ao número reduzido de pesquisas científicas que tenham sido obtidas nesses ambientes.

4.4. Medidas sustentáveis de uso de fertilizantes na cafeicultura

No cenário futuro de expansão da cafeicultura, uma das questões que

requerem visão estratégica é, sem dúvida, o uso sustentável de fertilizantes, assim, deve-se buscar formas de minimizar os impactos ambientais negativos causados por esta atividade. Para isso, o ponto de partida é a compreensão de que o solo é a base da produção vegetal e sua proteção é fundamental para mantê-la, sendo que a melhor forma de minimizar impactos negativos no ambiente é o uso de medidas atenuantes.

Entre as medidas atenuantes a serem tomadas para evitar os impactos ambientais negativos pelo uso de fertilizantes (CANTER, 1983; MALAVOLTA, 1994; SAMPAIO & SALCEDO, 1997), pode-se citar:

1. Adubação orgânica para a conservação e incremento dos níveis de matéria orgânica no solo;
2. Manejo e equilíbrio nutricional dos solos brasileiros, utilizando preferencialmente adubos orgânicos;
3. Tratamento correto do solo, assegurando sua estrutura, seus processos biológicos e a fertilidade do mesmo;
4. Formação de faixas de proteção de solo, utilizando a prática de curvas em nível e terraços, especialmente em áreas inclinadas;
5. Uso de sistemas eficientes de fertirrigação, adubação líquida e foliar, etc;
6. Manutenção da cobertura do solo;
7. Uso de cultivos integrados ao cafeeiro;
8. Divisão da área plantada em pequenas parcelas;
9. Planejamento e organização da unidade de produção;
10. Utilização de variedades geneticamente resistentes às adversidades locais.

Atualmente, novos pacotes tecnológicos que possuem a intenção de aumento de produtividade na cafeicultura estão aparecendo como opção de medidas atenuantes ao impacto negativo do uso de fertilizantes, sendo expressivo o uso de fertilizantes de liberação lenta e diferenciada, bem como de técnicas de geoprocessamento que preconizam a aplicação de insumos a taxa variável na área de cultivo. Este dois segmentos figuram a lista de prioridades em PD&I atual do governo brasileiro.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos últimos anos, o tema sustentabilidade tem sido focado em várias áreas do conhecimento, sendo tema de projetos de pesquisa, cursos, palestras, entre outros. Está associado à capacidade de suprimento, regeneração e recomposição dos ecossistemas. Segundo Goedert e Oliveira (2007), a sustentabilidade envolve três dimensões: Ambiental - manutenção da capacidade de sustentação dos ecossistemas, implicando seu uso de acordo com sua capacidade de oferta de

bens e serviços; Socioeconômica - melhoria da qualidade de vida das gerações atuais e futuras e retorno aos investimentos; Tecnológica - envolve a eficiência do processo produtivo, a eficiência de seus produtos e a satisfação dos usuários.

A vertente ambiental sobre o uso de acordo com sua capacidade de oferta nos leva a refletir sobre as reservas naturais de nutrientes que, em razão da forte demanda, tem sua longevidade reduzida. Com a redução das reservas naturais, o preço dos fertilizantes se eleva, aumentando o custo de produção das culturas.

Entretanto, grande parte dos nutrientes retirados pelas colheitas vai acabar em depósitos de lixo e esgoto, materiais que apresentam um grande potencial para a melhoria da fertilidade do solo visto que, além dos nutrientes, possui alto teor de matéria orgânica. Nos últimos anos, esforço tem sido despendido no sentido de avaliar os efeitos, positivos e negativos, do aproveitamento agrícola destes resíduos para reciclagem de nutrientes e ou para melhoria da qualidade do solo. A disposição deste material é complexa, mas tem grande potencial para promover o aumento da produção agrícola e melhoria da fertilidade dos solos e recuperação de áreas degradadas.

Portanto, para enfrentar o desafio de uma agricultura sustentável, pesquisadores, professores, alunos e produtores rurais estudam e testam sistemas de manejo que resultem em menos riscos de agressão ao ambiente.

6. LITERATURA CITADA

ALVAREZ V., V.H.; LEITE, R.A. Fundamentos estatísticos das fórmulas usadas para cálculo dos índices DRIS. Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.24, n.1, p.20-24, Jan./Mar. 1999.

AMARAL, J. F. T.; MARTINEZ, H. E. P.; LAVIOLA, B. G.; FERNANDES FILHO, E. I.; CRUZ, C. D. Eficiência na produção de frutos e alocação relativa de nutrientes em cultivares de cafeeiro. Revista Ceres, v. 57, n. 2, p. 253-262, 2010.

BALDOCK, J. O. Plant Analysis with Standardized Scores: status for corn, soybeans, and alfalfa. In: WADT, P. G. S.; MALAVOLTA, E. Monitoramento nutricional para a recomendação de adubação para as culturas. Piracicaba: POTAFÓS, 1999. 17 p.

BALDOCK, J. O.; SCHULTE, E. E. Plant analysis with standardized scores combines DRIS and sufficiency range approaches for corn. Agronomy Journal, v. 88, p. 448-456, 1996.

BALIGAR, V. C.; FAGERIA, N. K. Plant nutrient efficiency: towards the second paradigm. In: Siqueira, J. O. Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas. Lavras: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1998. p. 183-204.

BATAGLIA, O. C. DRIS: Origem e atualidade. Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.24, n.1, p.10-12, Jan./Mar. 1999.

BEAUFILS, E. R. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS): a general scheme for experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition. Pietermaritzburg: University of Natal, 1973. 132 p.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. São Paulo: Editora Ícone, 1995. 356 p.

BOEIRA, R. C. Lixiviação de nitrogênio em latossolo incubado com lodo de esgoto. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.33, p. 947-958, 2009.

BRANDÃO, C. H. J. Sustentabilidade na cafeicultura: recomendações a partir de uma breve análise de custo-benefício. Radares técnicos, Piracicaba - SP: CaféPoint, 2012. Disponível em: <www.cafepoint.com.br>. Acesso em: 01 ago. 2012.

CALDEIRA, M. V. W.; RONDON NETO, R. M.; SCHUMAKER, M. V. Avaliação da eficiência nutricional de três procedências australiana de acácia negra (*Acacia mearnsii* DE Wild.). Revista Árvore, v.26 n.5, p.615-620, 2002.

CANTER, L. W. Environmental Impact Assessment. Oklahoma: McGraw Hil, 1983.

CHAVES, J. C. D. Concentração de nutrientes nos frutos e folhas e exportação de nutrientes pela colheita durante um ciclo produtivo do cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv. Catuaí). 1982. 131 f. Dissertação (Mestrado em solos e nutrição de plantas). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba, 1982.

CORREA, J. B.; GARCIA, A. W. R.; COSTA, P. C. Extração de nutrientes pelos cafeeiros Mundo Novo e Catuaí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEIEIRA, 10., 1983, Poços de Caldas. Anais... Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1983. p. 117-183.

COSTA, A.N.; BRAGANÇA, S.M.; LANI, J.A. Levantamento nutricional do cafeeiro conilon pelo DRIS, no Espírito Santo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2000, Poços de Caldas, MG. Anais... Poços de Caldas: Embrapa Café, 2000. p.1333-1335.

COSTA, A.N. Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS). Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.24, n.1, p.13-15, Jan./Mar. 1999.

DOMINGHETTI, A. F.; MENDONÇA, A. C.; GUIMARÃES, A. N.; GLADYSTON, R. C.; BOTELHO, C. E.; GUEDES CARVALHO, J. Absorção, translocação e eficiência no uso dos macronutrientes em cafeeiros (*Coffea arabica* L.) enxertados em Apoatã IAC 2258 (*Coffea canephora*). Interciencia, v. 35, n. 11, p. 818-822, 2010.

FAGERIA, N. K. Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas. Brasília: EMBRAPA/CNPAP, 1989. 425 p.

FONTES, P. C. R. Diagnóstico do estado nutricional das plantas. Viçosa: UFV, 2006. 122 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Databases, FAOSTAT Agriculture Data, 2000. Obtido via base de dados FAOSTAT. 1960-1999. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 01 ago. 2012.

GOEDERT, W.J.; OLIVEIRA, S.A. Fertilidade do solo e sustentabilidade da atividade agrícola. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Ed) Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2007. 1017 p.

INTERNATIONAL FOOD POLICY RESEARCH INSTITUTE – IFPRI. World food prospects: critical issues for the early twentyfirst century. Washington: IFPRI, 2010.

MAIA, E. A. Manual de avaliação de impactos ambientais. Curitiba: IAP/GTZ, 1992.

MALAVOLTA, E. ABC da análise de solos e folhas: amostragem, interpretação e sugestões de adubação. São Paulo: Agronômica Ceres, 1992. 124 p.

MALAVOLTA, E. Avaliação nutricional do cafeeiro. In: SIMPÓSIO ESTADUAL DO CAFÉ, 2, 1996. Vitória. Resumos... Vitória: Centro de Desenvolvimento Tecnológico do Café (CETCAF), p. 83-131. 1996.

MALAVOLTA, E. Fertilizantes e seu impacto ambiental: micronutrientes e metais pesados, mitos, mistificações e fatos. São Paulo: ProduQuímica, 1994.

MARTINEZ, H.E.P.; NEVES, Y.P.; ZABINI, A.V. Produção integrada do cafeeiro: diagnóstico do estado nutricional do cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. (Ed). Produção Integrada de Café. Viçosa: UFV/DFP, 2003. p. 397-441.

MATIELLO, J. B. O café, do cultivo ao consumo. Editora Globo, 1991. 320 p.

MENEZES, J.F.S.; MARTINEZ, H.E.P.; SOUZA, R.B.; VENEGAS, V.H.A.; GUIMARAES, P.T.G.; OLIVEIRA, J.A. Normas para aplicação do DRIS para *Coffea arabica* em quatro regiões do Estado de Minas Gerais. In: FertBio 2000: biodinâmica do Solo, 2000, Anais... Santa Maria: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. p. 179.

NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade brasileira de Ciências do Solo, 2007. 1017 p.

PARTELLI, F.L.; VIEIRA, H.D.; MONNERAT, P.H.; VIANA, A.P. Estabelecimento de normas DRIS em cafeeiro conilon orgânico ou convencional no estado do Espírito Santo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 30, n. 3, p. 443-451, 2006.

PEREIRA, J. B. D. Eficiência nutricional de nitrogênio e de potássio em plantas de café (*Coffea arabica* L.). 1999. 99 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 1999.

PREZOTTI, L.C.; GOMES, J.A.; DALDALTO, G.G.; OLIVEIRA, J.A. Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo. 5ª aproximação. Vitória: SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007. 305p.

REIS JÚNIOR, R. A.; MARTINEZ, H. E. P. Adição de Zn e absorção, translocação e utilização de Zn e P por cultivares de cafeeiro. Scientia agricola, v.59, n.3, p.537-542, 2002.

REIS JÚNIOR, R. A.; CORRÊA, J. B.; CARVALHO, J. G.; GUIMARÃES, P. T. G. Diagnose nutricional de cafeeiros da região Sul de Minas Gerais: normas DRIS e teores foliares adequados. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 26, p. 801-808, 2002.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H. Diretrizes para o manejo sustentável dos solos brasileiros: região semi-árida. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO, 26., 1997. Anais... Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. CD-ROM.

SILVA, E. M. S.; REZENDE, J. C.; NOGUEIRA, A. M.; CARVALHO, G. R. Produção de mudas de cafeeiro. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. Café arábica: do plantio à colheita. Lavras: U.R. EPAMIG SM, 2010. v.1. p.223-282.

SOUZA, C. A. S.; GUIMARAES, P. T. G.; FURTINI NETO, A. E.; NOGUEIRA, F. D. Efeitos de doses de zinco via solo em três cultivares de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). Ciência e Agrotecnologia, v. 25, n. 4, p. 890-899, 2001.

SUMNER, M.E. Application of Beaufils diagnostic indices to corn data published in literature irrespective of age and conditions. Plant and Soil, v. 46, p. 359-369, 1977.

TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T. Eficiência Nutricional em Plantas. In: POLANCZYK, R. A.; CECÍLIO R. A.; MATTA, F. P.; SOARES, T. C. B.; PEZZOPANE, J. E. M; CAMPANHARO, W. A. Estudos Avançados em Produção Vegetal. Alegre: UFES/CCA, 2008, v. 1, p. 23-42.

TOMAZ, M. A.; MARTINEZ, H. E. P; CRUZ, C. D.; FREITAS, R. S.; PEREIRA, A. A.; SAKIYAMA, N. S. Eficiência relaciona a absorção e utilização de nitrogênio, fósforo e enxofre, em plantas de cafeeiros enxertadas, cultivadas em vasos. Ciência e Agrotecnologia, v. 33, n. 4, p. 993-1001, 2009.

TOMAZ, M. A.; SILVA, S. R.; SAKIYAMA, N. S.; MARTINEZ, H. E. P. Eficiência de absorção, translocação e uso de cálcio, magnésio e enxofre por mudas enxertadas de *Coffea arabica*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 27, p. 885-892, 2003.

WADT, P. G. S.; DIAS, J. R. M. Normas DRIS regionais e inter-regionais na avaliação nutricional de café Conilon. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.47, n.6, p.822-830, 2012.

WADT, P. G. S. Loucos em Terras de Doidos. Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.24, n.1, p.15-19, Jan./Mar. 1999.

WALWORTH, J. L.; SUMNER, M. E. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). In: STEWART, B. A. Advances in Soil Science. 6. ed. Springer Verlag: New York, 1987. p. 149-188.

ZABINI, A. V. Seleção, caracterização e tolerância diferencial à deficiência de zinco de progênies de cafeeiros (*Coffea arabica* L.). 2004. 118 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.