

**ESTABELECIMENTO DE NORMAS DRIS E DIAGNÓSTICO  
NUTRICIONAL DO CAFEIRO CONILON ORGÂNICO E  
CONVENCIONAL NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

**FÁBIO LUIZ PARTELLI**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE  
DARCY RIBEIRO- UENF**

**CAMPOS DO GOYTACAZES – RJ**

**AGOSTO – 2004**

**ESTABELECIMENTO DE NORMAS DRIS E DIAGNÓSTICO  
NUTRICIONAL DO CAFEIRO CONILON ORGÂNICO E  
CONVENCIONAL NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

**FÁBIO LUIZ PARTELLI**

"Tese apresentada ao Centro de Ciências e  
Tecnologias Agropecuárias da Universidade  
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,  
como parte das Exigências para obtenção do  
título de Mestre em Produção Vegetal"

**Orientador: Prof. Henrique Duarte Vieira**

CAMPOS DO GOYTACAZES – RJ  
AGOSTO – 2004

**ESTABELECIMENTO DE NORMAS DRIS E DIAGNÓSTICO  
NUTRICIONAL DO CAFEIRO CONILON ORGÂNICO E  
CONVENCIONAL NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

**FÁBIO LUIZ PARTELLI**

"Tese apresentada ao Centro de Ciências e  
Tecnologias Agropecuárias da Universidade  
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,  
como parte das exigências para obtenção do  
título de Mestre em Produção Vegetal"

Aprovada em 27 de agosto de 2004

Comissão Examinadora:

---

Aureliano Nogueira da Costa (Doutor, Solos e Nutrição de Plantas) - INCAPER

---

Prof. Pedro Henrique Monnerat (Ph.D, Nutrição de Plantas) - UENF

---

Prof. Alexandre Pio Viana (Doutor, Produção Vegetal) - UENF

---

Prof. Henrique Duarte Vieira (Doutor, Produção Vegetal) – UENF  
Orientador

***Aos meus pais:  
Hermes e Rosa***

***“Cada dia é um grandioso presente dado por DEUS  
a cada um de nós, assim, nunca permitamos que  
as dificuldades envenenem nossas atitudes”.***

***Pensamos sempre positivo!!!  
Fábio Luiz Partelli***

## AGRADECIMENTOS

À DEUS, por nos dar muito mais que pedimos.

Aos meus pais pelos ensinamentos, muitos deles adquiridos através de seus exemplos. Agradeço também pelo apoio, alegrias, entusiasmo e pelo amor.

Aos meus irmãos, pela simplicidade e apoio.

Agradeço aos amigos que me proporcionaram bons momentos, que me ajudaram nos trabalhos e a “crescer”, e que foram em muitos momentos a minha família.

Ao professor Henrique Duarte Vieira pela oportunidade, ensinamentos e companheirismo.

Aos professores Alexandre Pio Viana, Pedro Henrique Monnerat e ao pesquisador Aureliano Nogueira da Costa, pela atenção e sugestões.

Aos professores do CCA-UFES e da UENF, pelo convívio e ensinamentos.

Aos funcionários da UENF que me auxiliaram a realização deste trabalho.

À UENF, pela estrutura, na qual, proporcionou a realização deste trabalho e pela bolsa.

À FAPERJ, pelo apoio financeiro do trabalho e pela bolsa.

À MIBASA e BIOSYSTEMS, por terem contribuído para realização da coleta no campo.

Ao INCAPER, pela realização das análises de solo.

Aos agricultores, que abriram as “porteiras” de suas propriedades, para podermos realizar as coletas.

## BIOGRAFIA

**Fábio Luiz Partelli**, filho de Hermes Joaquim Partelli e Rosa Maria Traspadini Partelli, nascido em Linhares, Espírito Santo, aos 06 dias de julho de 1979.

Formou-se em Técnico em Agropecuária em 1997, pela Escola Família Agrícola de Boa Esperança (Mepes).

Em março de 1998 iniciou o curso de Agronomia pela Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, onde foi bolsista de extensão e iniciação científica por 18 e 12 meses, respectivamente, e bolsista de iniciação científica do CNPq por 12 meses, sob orientação do Prof. José Augusto Teixeira do Amaral.

Em novembro de 2002 graduou-se em Agronomia pela Universidade Federal do Espírito Santo - UFES.

Em março de 2003 iniciou o curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, em nível de Mestrado, pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF.

## SUMÁRIO

**RESUMO**

**ABSTRACT**

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>01</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>04</b>
<b>2.1. Análise econômica da cafeicultura</b>	<b>04</b>
<b>2.2. Produção orgânica</b>	<b>06</b>
<b>2.3. Características do cafeeiro conilon (<i>Coffea canephora</i> Pierre)</b>	<b>08</b>
<b>2.4. Funções dos nutrientes, sintomas e condicionamento de         deficiência e excesso no cafeeiro</b>	<b>09</b>
<b>2.4.1. Nitrogênio (N)</b>	<b>09</b>
<b>2.4.2. Fósforo (P)</b>	<b>10</b>
<b>2.4.3. Potássio (K)</b>	<b>11</b>
<b>2.4.4. Cálcio (Ca)</b>	<b>12</b>
<b>2.4.5. Magnésio (Mg)</b>	<b>12</b>
<b>2.4.6. Enxofre (S)</b>	<b>13</b>
<b>2.4.7. Boro (B)</b>	<b>13</b>
<b>2.4.8. Cobre (Cu)</b>	<b>14</b>
<b>2.4.9. Ferro (Fe)</b>	<b>15</b>
<b>2.4.10. Manganês (Mn)</b>	<b>15</b>
<b>2.4.11. Zinco (Zn)</b>	<b>16</b>
<b>2.4.12. Cloro (Cl)</b>	<b>17</b>
<b>2.4.13. Molibdênio (Mo)</b>	<b>17</b>

2.4.14. Níquel (Ni)	17
2.5. Época e modo de adubar o cafeeiro	18
2.6. Métodos de recomendação de adubação para cafeeiros	19
2.7. Métodos baseados em análise foliar	19
2.7.2. Níveis críticos e faixa de suficiência	20
2.7.3. Fertigramas	20
2.7.4. Desvio percentual do ótimo – DOP	20
2.7.5 - Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação DRIS	21
3. TRABALHOS	26
Estabelecimento de normas Dris em cafeeiro conilon orgânico e convencional no Estado do Espírito Santo	26
Resumo	26
Abstract	27
Introdução	28
Material e métodos	30
Resultados e discussão	34
Conclusões	42
Agradecimentos	43
Referências bibliográficas	43
Diagnóstico nutricional em cafeeiro conilon orgânico e convencional no Estado do Espírito Santo, utilizando o Dris	48
Resumo	48
Abstract	49
Introdução	49
Material e métodos	52
Resultados e discussão	55
Conclusões	60
Agradecimentos	60
Referências bibliográficas	60
Avaliação do diagnóstico nutricional Dris e Dris com inclusão da matéria seca utilizando diferentes critérios	66



<b>Resumo</b>	<b>66</b>
<b>Abstract</b>	<b>67</b>
<b>Introdução</b>	<b>67</b>
<b>Material e métodos</b>	<b>70</b>
<b>Resultados e discussão</b>	<b>72</b>
<b>Conclusões</b>	<b>77</b>
<b>Agradecimentos</b>	<b>77</b>
<b>Referências bibliográficas</b>	<b>77</b>
<b>4. RESUMOS E CONCLUSÕES</b>	<b>82</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>84</b>

## RESUMO

PARTELLI, Fábio Luiz; Engenheiro Agrônomo, M.S.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; agosto, 2004; **Estabelecimento de normas DRIS e diagnóstico nutricional do cafeeiro conilon orgânico e convencional no Estado do Espírito Santo**. Prof. Orientador: Henrique Duarte Vieira. Prof. Conselheiro: Pedro Henrique Monnerat e Alexandre Pio Viana.

O Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) é um método para verificar desequilíbrio nutricional de uma planta e/ou lavoura, que tem sido utilizado por muitos pesquisadores em várias culturas. A afirmação de que a norma DRIS deve ser regional é relatado por vários autores, entretanto, não há relatos indicando se estas normas proporcionam diagnósticos nutricionais semelhantes em diferentes formas de cultivo, como por exemplo, orgânico e convencional. Os objetivos deste trabalho foram: (a) estabelecer normas DRIS em cafeeiro conilon, cultivados de forma orgânica e convencional; (b) realizar um diagnóstico nutricional das lavouras da região do norte do Estado, utilizando as normas DRIS estabelecidas; (c) analisar de forma crítica a contribuição e as diferenças nos procedimentos do DRIS para a avaliação do estado nutricional. Foram quantificados os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, em 40 lavouras sob cultivo convencional e 56 lavouras sob o cultivo orgânico. Para comparar as duas normas utilizou-se o teste “t” de Student, com nível crítico de 1%. Os diagnósticos nutricionais foram realizados, utilizando normas orgânicas e convencionais, por intermédio do DRIS com a incorporação da matéria seca, empregando a fórmula preconizada por Jones (1981), verificando a frequência dos índices dos nutrientes. Procedeu-se também, o diagnóstico por intermédio do DRIS e DRIS com incorporação da matéria seca, utilizando quatro critérios, todas as relações entre nutrientes, relações que apresente maior razão da variância,

menor coeficiente de variação (CV) e o valor da relação maior que 1, quantificando a frequência do nutriente cujo índice foi mais negativo e mais positivo, a correlação entre o teor do nutriente com seu índice e a correlação entre produtividade e Índice de Balanço Nutricional (IBN), usando nível crítico de 1%. Os teores médios dos nutrientes P, Ca e S foram maiores nos cafeeiros cultivados de forma orgânica, e o K, B e Zn foram maiores no cultivo convencional. Foram encontradas grandes diferenças no diagnóstico nutricional ao adotar normas distintas, devido à ocorrência de diferentes teores entre as duas formas de cultivo, indicando, que deve se utilizar normas específicas para cada forma de cultivo. Os nutrientes que ocorreram com maior frequência nas lavouras orgânicas como limitante foram Mn, P, Fe, Cu e N, sendo o K, B e Cu como excessivos. Nas lavouras convencionais o Mn, N e P foram os nutrientes considerados mais limitantes, e o Cu, Mn e B como excessivos. Os diferentes métodos e critérios de cálculo de índices resultaram em diagnósticos com representativas diferenças para determinados nutrientes. Não há necessidade de se ter lavouras de baixa produtividade para estabelecer as normas DRIS. O DRIS com incorporação da matéria seca apresentou correlação mais elevada entre a produtividade e IBN, em relação ao DRIS, bem como, entre o nutriente e seu respectivo índice.

## ABSTRACT

PARTELLI, Fábio Luiz; Agronomist Engineer, M.S.; North Fluminense State University Darcy Ribeiro; August, 2004; **Establishment of norms DRIS and nutritional diagnosis of organic and conventional the conilon coffee tree in the State of the Espírito Santo**. Prof. Adviser: Henrique Duarte Vieira. Prof. Council member: Pedro Henrique Monnerat and Alexandre Pio Viana.

The Diagnose and Recommendation Integrated System (DRIS) is a method to verify nutritional disequilibrium of a plant and/or farming, that has been used for many researchers in some cultures. The affirmation of that norm DRIS must be regional is told by some authors, however, does not have stories indicating if this norms provide diagnostic similar nutritional in different forms of culture, for example, organic and conventional. The objectives of this work had been: (a) to establish norms DRIS in coffee tree conilon, cultivated of organic and conventional form; (b) to carry through a nutritional diagnosis of the farmings of the region of the north of the State, using established norms DRIS; (c) to analyze of critical form the contribution and the differences in the procedures of the DRIS for the evaluation of the nutritional state. The foliar texts of N, P had been quantified, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn and Zn, in 40 farmings under conventional culture and 56 farmings under the organic culture. To compare the two norms was used the test "t" of Student, with critical level of 1%. The nutritional diagnostic had been carried through, using public administration ruleses and conventional, for intermediary of the DRIS with the incorporation of the dry substance, using the formula praised by Jones (1981), verifying the frequency of the indices of the nutrients. The diagnosis for intermediary, was also proceeded from DRIS and DRIS with incorporation of the dry substance, using four criterious, all the relationship between nutrients, relations that greater presents reason of the variance, minor variation coefficient

(CV) and the value of the relation biggest than 1, quantifying the frequency of the nutrient whose index of nutrient was more negative and more positive, the correlation enters the text of the nutrient with its index and the correlation between productivity and Index of Balance Nutritional (IBN), using critical level of 1%. The average texts of the nutrients P, Ca and S had been bigger in the cultivated coffee trees of organic form, and the K, B and Zn had been bigger in the conventional culture. Great differences in the nutritional diagnosis when adopting had been found distinct norms, due to text occurrence different between the two forms of culture, indicating, that it must use specific norms for each form of culture. The nutrients that had occurred more frequently in the organic farmings as limitation had been Mn, P, Fe, Cu and N, being the K, B and Cu as extreme. In the conventional farmings the Mn, N and P had been the considered nutrients limitation more, and the Cu, Mn and B as extreme. The different methods and criterious of calculation of indices had resulted in disgnostic with representative determined differences for nutrient. It does not have necessity of if having farmings of low productivity to establish norms DRIS. The DRIS with incorporation of the dry substance presented higher correlation of the one than the DRIS between productivity and IBN, as well as, between the nutrient and its respective index.

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil a cafeicultura é uma das atividades agrícolas mais importantes em função de sua representatividade, pois é rentável, gera divisas e fixa o homem no campo, promovendo melhor a interiorização e o desenvolvimento (Matiello, 1998; Silva e Costa, 1995). Segundo o Centro de Desenvolvimento Tecnológico do Café - CETCAF (2004), no Estado do Espírito Santo a cafeicultura é a atividade que mais emprega, gerando de forma direta 362.000 postos de trabalho no campo e 150.000 postos indiretos, sendo cultivado em uma área de 526.810 hectares, em 56.169 propriedades, que correspondem a 68,2% das propriedades rurais capixabas. Na safra de 2002/2003 o Estado produziu 2.500.000 sacas beneficiadas de café arábica e 6.500.000 de sacas beneficiadas de café conilon (Brasil, 2002). Da área cultivada 60%, é ocupada com conilon, sendo 80% dos plantios instalados em pequenas propriedades de base familiar, com área de até 10 hectares (Café & Cultura, 2000).

O cultivo de café de forma orgânica criou um nicho de mercado muito peculiar de cafés especiais. Esse seguimento do mercado de café especial segundo Perkins (2000), é o que mais cresce no mundo, chegando nos últimos cinco anos a uma taxa de crescimento de 500% ao ano. No cultivo de café orgânico existem alguns pontos favoráveis, dentre eles, o enquadramento no mercado justo (mercado solidário, proveniente da agricultura familiar e que preserva os recursos naturais), a não existência de barreiras ambientais e a existência de um mercado comprador, disposto a pagar maior valor econômico,

variando de 30 a 50% (Pedini, 2000). Entretanto, possui limitações, como o custo de certificação, deficiência de profissionais especializados em agricultura orgânica, alto custo de insumos devido, principalmente, ao seu transporte e falta de pesquisas específicas, sobretudo em questões nutricionais.

A adubação é um dos fatores que mais está ligado ao custo de produção, mas oferece um retorno satisfatório quando realizada de maneira correta. Portanto, é necessário reduzir o custo de produção para elevar a lucratividade, entretanto, sem diminuir a produtividade das lavouras. A utilização eficiente dos adubos é possível a partir de um diagnóstico nutricional com identificação do nutriente a ser aplicado, em quantidade, época e forma de aplicação correta. Outro fator importante que deve ser levado em consideração é que o uso eficiente dos adubos diminui a contaminação do lençol freático e/ou cursos d'água.

Estudos visando o diagnóstico sobre questões nutricionais com base nos tecidos vegetais têm se mostrado muito vantajoso, pelo fato da própria planta ser o extrator dos nutrientes no solo, possibilitando uma avaliação direta de seu estado nutricional (Beaufils, 1973). O Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação – DRIS preconizado por Beaufils (1973), incorpora o conceito de balanço nutricional ou de equilíbrio entre os minerais no tecido das plantas (Rathfon e Burger, 1991). Esta técnica se baseia no cálculo de índices para cada nutriente, avaliados em função da relação das razões dos teores de cada elemento com os demais, comparando-os dois a dois, com as relações padrões, cuja composição mineral é obtida de uma população de plantas de alta produtividade. As normas DRIS são mais precisas e oferecem maior segurança, quando desenvolvidas localmente (Dara et al., 1992; Reis Jr, 1999; Reis Jr e Monnerat, 2003a). Segundo Leite (1992), Wadt (1999) e Martinez et al. (2000), o DRIS permite identificar a seqüência dos nutrientes de deficiência a excesso e verificar limitações de ordem não nutricional.

A cafeicultura orgânica no Brasil e no Estado do Espírito Santo, está expandindo, e atualmente se apresenta como forma alternativa para os agricultores. Existem no Norte do Espírito Santo lavouras altamente produtivas sob os sistemas de cultivo convencional e orgânico, razão pela qual este trabalho poderá dar suporte aos produtores e técnicos sobre questões nutricionais dos cafeeiros, cultivados sob estes dois sistemas.

O objetivo deste trabalho foi: estabelecer padrões referência ou normas DRIS a partir de lavouras de alta produtividade de cafeeiro conilon, cultivados em dois diferentes sistemas, o orgânico e o convencional;

Realizar simultaneamente um diagnóstico nutricional das lavouras de café conilon da região norte do Estado do Espírito Santo, utilizando as normas DRIS estabelecidas para os cultivos orgânico e convencional;

Analisar de forma crítica a contribuição e as diferenças nos procedimentos de cálculos para o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação na avaliação do estado nutricional das lavouras de café.



## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Análise econômica da cafeicultura**

A produção mundial de café em 2002/2003 foi de 125.051.000 sacas beneficiadas de 60 kg (Estados Unidos, 2002), onde 70% da produção foi proveniente de propriedades rurais inferiores a 10 hectares, sendo cultivado por 25 milhões de produtores (Gresser e Tickell, 2002), considerando todas as pessoas envolvidas na atividade de produção. Coelho (2002), relata que no início dos anos 90 as vendas mundiais de café no varejo foram de US\$ 30 bilhões por ano e em 2001 foram de US\$ 70 bilhões. O café é o segundo produto com maior valor agregado, só perdendo para o petróleo (Caixeta et al., 2000).

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, desde meados do século XIX, quando a cafeicultura passou a ser uma atividade expressiva no mundo econômico (Matiello, 1998), chegando a produzir na safra 2002/2003 um total de 48.480.000 sacas beneficiadas (Brasil, 2003). A área plantada de café atinge 2,3 milhões de hectares, estando presente em 1850 municípios e em 300 mil propriedades, empregando direta e indiretamente 8,4 milhões de pessoas na atividade (Coelho, 2002).

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação - FAO, (2000), citado por Leite e Silva (2000), o consumo mundial de café cresceu de 1970 a 1998 a uma taxa de 1,17% ao ano, tendo uma projeção para 2008 de um consumo de 116 milhões de sacas (Saes e Farina, 1999). O

consumo “per capita” brasileiro tem crescido, pois, em 1985 era de 2,4 kg habitante<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> equivalente a 6,4 milhões de sacas (Saes e Farina, 1999), e em 2002, segundo a Associação Brasileira da indústria do Café – ABIC (2004), o consumo passou para 4,8 kg habitante<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>, sendo consumido um total de 13,6 milhões de sacas. Segundo Saes e Farina (1999), o café é a quarta bebida na preferência nacional, depois da água, refrigerante e sucos naturais.

O café, torrado e tomado moderadamente (quatro xícaras regulares por dia) pode proporcionar várias vantagens, dentre elas, o estímulo à atenção e concentração, ativação da memória, combate a radicais livres e outras. Além disso, o café pode prevenir a depressão e desestimular o consumo de álcool, cigarros e drogas ilícitas. Isto pode ser comprovado devido as lactonas (ácidos clorogênicos) presentes no café, que possuem a capacidade de bloquear os receptores opióides, da mesma forma que a naltrexona e a nelexona (Lima, 1991; Encarnação e Lima, 2003).

Segundo Saes e Farina (1999) e Vieira e Carvalho (2000), a partir da globalização, observaram-se algumas tendências, dentre elas: uma nova ordem econômica mundial que se impôs ao promover o crescimento da concorrência; a desregulamentação generalizada dos mercados; novas tendências de consumo e a busca de produtos diferenciados (café gelado em lata, “cappuccino”, “shake”, balas de café, etc); concentração do setor industrial em conglomerados de grande influência nos países consumidores (grande concentração de indústrias e da intermediação da comercialização de café); incorporação ao mercado de países produtores com grande potencial de produção e custo competitivos; desenvolvimento do mercado de cafés especiais com ênfase na qualidade e respeito ao consumidor; interligação dos mercados financeiros e de “commodities”, com a introdução do mercado de opções e derivativos em seu comércio; criação dos fundos de pensão como agente do mercado; crescimento do consumo interno; mudanças no hábito de consumo, e aparecimento de consumidores mais exigentes com a formação de segmentos de mercado voltados para o consumo de cafés diferenciados.

## 2.2. Produção orgânica

Segundo Brasil (1999), o sistema orgânico de produção agropecuária e industrial, é aquele em que se adotam tecnologias que otimizem o uso de recursos naturais e socioeconômicos, respeitando a integridade cultural e tendo por objetivo a auto-sustentação no tempo e no espaço, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energias não renováveis e a eliminação do uso de agrotóxicos e outros insumos artificiais tóxicos, organismos geneticamente modificados-OGM/transgênicos, ou radiações ionizantes em qualquer fase do processo de produção, armazenamento e de consumo, e entre os mesmos, privilegiando a preservação da saúde ambiental e humana, assegurando a transparência em todos os estágios da produção e da transformação.

A agricultura orgânica é um sistema de produção agropecuária baseado no manejo de práticas que restauram, mantêm e promovem a harmonia ecológica do meio, havendo uma interação, entre biodiversidade, ciclos biológicos das espécies vegetais e animais e atividades biológicas do solo, sem o uso de produtos químicos tóxicos ao ambiente. Deve ser, economicamente viável, ecologicamente sustentável, socialmente justa e culturalmente aceitável (Alvarenga et al., 2002).

A agricultura moderna trouxe paradoxais problemas de perda de fertilidade dos solos, aumento do número e incidência de espécies que passaram a ser consideradas pragas e doenças das plantas (Paschoal, 1995), ao lado dos inegáveis progressos da Ciência Agrônoma no Século XX em termos de conhecimentos e de produtividade por unidade de área a curtos prazos. Paralelamente, ocorreram decréscimos da qualidade alimentar e ambiental, tanto por perdas de qualidade nutritiva, como pela contaminação de alimentos e degradação do meio por agroquímicos e exploração inadequada das culturas. Nesse contexto, a agricultura orgânica desponta no início do Século XXI como o novo paradigma para a solução de parte desses problemas promovendo, assim, um desenvolvimento rural sustentável (Darolt, 2000; Pedini, 2000; Penteado, 2000; Deffune, 2001; Theodoro, 2001; Ricci et al., 2002).

Atualmente no Mundo existem cerca de 23 milhões de hectares que são manejados organicamente em aproximadamente 400.000 propriedades,

representando aproximadamente 1% do total das terras agrícolas do mundo (Yussefi, 2003). De acordo com Kortbech-Olesen, (2003) citado por Darolt (2003), o comércio mundial de alimentos orgânicos (considerando 16 países Europeus, América do Norte e Japão) movimentou aproximadamente, US\$ 17,5 bilhões em 2000, e cerca de US\$ 21 bilhões em 2001, e pode atingir entre US\$ 23 a 25 bilhões em 2003 e US\$ 29 a 31 bilhões em 2005.

Na América Latina, o cultivo orgânico está em grande expansão, associado em grande parte ao aumento da demanda por produtos livres de agrotóxicos, que não degradam a natureza, e pelo elevado custo de produção da agricultura convencional, associado ao baixo poder aquisitivo dos agricultores. Atualmente na América Latina, 4,7 milhões de hectares são cultivados de forma orgânica por 75.000 produtores. Em termos numéricos de produtores orgânicos, o Peru se destaca, ficando o Brasil em segundo lugar, onde foram cultivados 275.576 hectares por 14.868 produtores em 2001, ocupando 0,08% das terras agricultáveis do país, isto, sem considerar o recente acréscimo de cerca de 500.000 hectares de pastagens orgânicas (Darolt, 2003).

No Brasil o café orgânico é produzido desde a década de 70 e é comercializado no mercado internacional para o Japão, Estados Unidos e Europa (Theodoro et al., 2002). Na atualidade, a comercialização de café orgânico tem se restringido quase que unicamente à exportação, pois ainda não há uma demanda no mercado interno. Segundo Pedini (2000), nota-se um salto na produção brasileira de café orgânico, onde no ano de 1995, exportou-se 432 sacas, e em 2000 exportou-se 60.000 sacas (Caixeta e Pedini, 2002).

O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES, realizou um levantamento no Brasil e constatou que em 2001, haviam 419 produtores certificados de café orgânico, ocupando uma área plantada de 13.000 hectares (Massey Ferguson, 2004).

De acordo com Theodoro (2002), nas últimas três décadas tem-se constatado que o “commodities” agrícola tradicional como o café, requer escalas de produção para compensar a queda de preços, bem como os custos crescentes de produção que resultam na redução do lucro. Entretanto, os sistemas de produção orgânica estabelecem boa oportunidade, principalmente, aos pequenos agricultores, pois, podem mostrar um bom desempenho econômico, mas utiliza mais mão-de-obra e o manejo é complexo.

### 2.3. Características do cafeeiro conilon (*Coffea canephora* Pierre)

O cafeeiro conilon é uma planta diplóide ( $2n = 22$  cromossomos), apresentando auto-incompatibilidade gametofítica, sendo, portanto, auto-estéril e alógama (Conagin e Mendes, 1961; Carvalho e Fazuoli, 1993). Em regiões quentes e úmidas pode atingir até cinco metros de altura e é multicaule. As folhas são grandes (9 a 20 cm), elípticas lanceoladas, com bordos bem ondulados, nervuras salientes, com limbo verde claro. As flores são de cor branca, em grande número por inflorescência e por axila foliar. Os frutos possuem em média 1,5 cm de comprimento e 1,2 cm de largura. As sementes são de tamanho médio de 1,0 cm de comprimento e 0,7 cm de largura (Melo et al., 1998).

O cafeeiro conilon encontra boas condições de desenvolvimento em altitudes baixas, entre 0 a 400 metros; temperatura média ideal entre 22 e 26 °C, sendo prejudiciais temperaturas inferiores a 17 °C e superiores a 32 °C (Dadalto e Barbosa, 1995), pois a temperatura foliar pode atingir até 10 °C acima da temperatura ambiente (Mota, 1988, citado por Amaral, 1991).

Dentre os fatores que influenciam a produtividade da cultura, destacam-se os aspectos econômicos-conjunturais, climáticos, manejo da cultura, irrigação, controle de pragas e doenças, além dos cultivares utilizados, onde o clima exerce influência na altura da planta, crescimento dos ramos e número de flores (Jamillo-Robledo e Valencia-Aristazábal, 1980; Rena et al., 1998), sendo que os cafeeiros crescem mais rapidamente na fase de formação do que na fase de produção (Amaral, 1991; Carvalho et al., 1993). Isto, devido ao maior potencial de crescimento do meristema terminal da haste ortotrópica principal do cafeeiro quando mais jovem, assim, com o avanço da idade, o mesmo apresenta redução acentuada no crescimento (Fazuoli, 1986).

No que se refere à bebida o café conilon é mais encorpado, menos aromático e tem pouca acidez (Leite e Silva, 2000), sendo apropriado para solubilização e elaboração de “blends”, por ser bebida neutra (Silva e Leite, 2000). A bebida do café conilon por apresentar uma acidez mais baixa e, por ter mais sólidos solúveis, é muito usado em cafés solúveis (Reuvas et al., 1997), segmento que tem apresentado boas oportunidades, pois há um aumento do consumo de cafés prontos, que têm atingido novos mercados como a China (Saes e Farina,

1999). O conilon também está sendo usado por empresas na elaboração de “blends” para café expresso (Reuvas et al., 1997).

## **2.4. Funções dos nutrientes, sintomas e condicionamento de deficiência e excesso no cafeeiro**

### **2.4.1. Nitrogênio (N)**

O N é constituinte de aminoácidos, amidas, proteínas, ácidos nucléicos, nucleotídeos, coenzimas, hexoaminas e outros compostos (Taiz e Zieger, 2004). Atua na expansão da área foliar, no crescimento da vegetação e na formação de botões florais, e se localiza, principalmente, nos cloroplastos das folhas, sendo essencial na atividade fotossintética, que acarretará maior produção de amido e de outros carboidratos indispensáveis para a formação e o desenvolvimento dos frutos (Taiz e Zieger, 2004; Malavolta, 1986).

Nas folhas deficientes de N, segundo Accorsi e Haag (1959), há uma menor quantidade de cloroplastos, os quais, também são menores que os encontrados nas folhas normais, estes cloroplastos apresentam cor amarelada devidamente ocasionada pela menor quantidade de clorofila, apresentando menor atividade fotossintética e, conseqüentemente, menor produção de amido.

A deficiência de N aparece inicialmente nas folhas mais velhas, pois este, apresenta alta mobilidade na planta via floema (Marschner, 1995). Nas folhas adultas, da base do ramo para a extremidade e, principalmente, nos ramos com carga, perdem o brilho e a cor verde escura, passando para um verde limão. Com a deficiência acentuada as folhas amarelecem, iniciando pelas nervuras e caminhando para as folhas mais novas. Em casos mais acentuados as folhas velhas ficam esbranquiçadas e a cor verde não volta às folhas, iniciando, assim, a desfolha, seca dos ponteiros e depauperamento da planta. Estas plantas também estão mais sujeitas ao ataque de cercosporiose e de ferrugem (Matiello et al., 2002).

A deficiência ocorre pela falta de suprimento do elemento, principalmente, na época de granação dos frutos, devido a um grande deslocamento do elemento (Marschner, 1995). A deficiência também é crítica em lavouras de alta carga pendente, quando a relação folhas/frutos é pequena (Guimarães et al., 2002).

Problemas no sistema radicular, períodos de estiagem que impedem a absorção do elemento e excesso de precipitação, que lixiviam, com facilidade os adubos nitrogenados, também fazem com que o elemento fique deficiente na planta (Matiello et al., 2002), além disso, solos com pouca matéria orgânica e/ou pouca mineralização da mesma, fornecem pouco nitrogênio (Malavolta, 1986).

O excesso do N, provoca alterações nas relações N/P e N/K das folhas. A vegetação torna-se muito exuberante em relação à frutificação, refletindo danos na produtividade (Malavolta, 1986). Este fato é mais comum em regiões montanhosas, de clima frio e úmido e com excesso de nebulosidade, favorecendo também o ataque de *phoma* e *pseudomonas* em cafeeiro arábica (Matiello et al., 2002).

#### **2.4.2. Fósforo (P)**

O P é constituinte de ácidos nucleicos, nucleotídeos, coenzimas, fosfolípidios, ácido fítico, fosfato, açúcares e outros. Influi na síntese e armazenamento de energia, compondo a Adenosina Trifosfato (ATP). Participa também, de reações de esterificação com açúcares e outros compostos envolvidos na respiração e na fotossíntese (Taiz e Zieger, 2004).

No plantio é comum grande aplicação de insumos contendo P, pois este, praticamente, não sofre lixiviação no perfil do solo (Guerra et al., 1996). Logo, com o desenvolvimento da planta, baixa-se à proporção de P nas misturas de adubos, em relação ao N e K, pois, as raízes passam a explorar maior volume de solo, extraíndo assim, maiores quantidades de P. O elemento é pouco exigido pela planta, entretanto, sua absorção é mais intensa na estação chuvosa e na época de desenvolvimento dos frutos (Malavolta, 1986).

A deficiência visual de P ocorre inicialmente nas folhas velhas, devido a sua alta mobilidade no floema (Marschner, 1995). As folhas mais velhas perdem o brilho e apresentam manchas amarelas desuniforme, evoluindo para cores vermelho-arroxeadas, podendo tomar todo o limbo da folha. Em casos de deficiência mais severas, que geralmente acontece nos períodos de estiagem prolongada, as folhas se apresentam com manchas marrons e necrose na extremidade da folha (Malavolta, 1986; Matiello et al., 2002), ocorre também redução do sistema radicular e desfolha (Malavolta et al., 1993). Segundo

Guimarães et al. (2002), os sintomas de deficiência de P são mais comuns em regiões altas e frias.

Excesso de P pode fazer com que as plantas apresentem sintomas da falta de Cu, Fe, Mn e Zn, pois o seu excesso diminui a absorção e/ou transporte para a parte aérea destes nutrientes (Malavolta et al., 1993). O excesso de P pode ser ocasionado pela deficiência de Zn (Marschner, 1995).

### **2.4.3. Potássio (K)**

O K influi na atividade enzimática, sendo requerido como cofator de mais de 40 enzimas, atua na síntese e transporte dos carboidratos, além disso, participa ativamente da regulação da turgescência (Taiz e Zieger, 2004) e melhoria da resistência do cafeeiro às pragas e doenças, à seca e ao frio (Matiello, et al., 2002). O Potássio é importante na fotossíntese, abertura e fechamento de estômatos, respiração e circulação de seiva (Taiz e Zieger, 2004). Ocorre também, uma correlação positiva entre o teor de K nas folhas e o seu conteúdo de amido, ou seja, baixando o nível de K diminui a produção de amido, acarretando, menor desenvolvimento da planta e produtividade, influenciando a bianualidade do cafeeiro (Malavolta, 1986).

A deficiência de K é pouco observado em campo, devido à queda rápida das folhas. As folhas velhas apresentam a ponta e os bordos sem brilho e amarelados, evoluindo para pontos escuros e necrose nas margens das folhas. Quando a deficiência fica mais acentuada há seca de ramos, desfolha e chochamento de frutos (Malavolta, 1986; Matiello et al., 2002).

A deficiência pode ocorrer por falta de K disponível no solo ou deficiência induzida, por seca, e até mesmo por excesso de calagem, devido ao antagonismo com Mg e Ca (Malavolta, 1986; Guimarães et al., 2002). A deficiência é mais intensificada no período de granação dos frutos (Matiello et al., 2002). O excesso pode causar desfolha e queda de frutos, possivelmente, devido ao desequilíbrio de Mg e Ca (Malavolta, 1986; Matiello et al., 2002).



#### **2.4.4. Cálcio (Ca)**

O Ca influi na estruturação da planta, sendo constituinte da lamela média das paredes celulares, atua como cofator de enzimas, e como mensageiro secundário na regulação metabólica (Taiz e Zieger, 2004). Atua na ramificação (Matiello et al., 2002), no sistema radicular (Accorsi e Haag, 1959), na retenção de folhas, desenvolvimento das gemas, maturação dos frutos e formação de proteínas (Guimarães et al., 2002). O Ca também é utilizado no fuso mitótico durante a divisão celular (Taiz e Zieger, 2004) e, aumenta a germinação e crescimento do pólen (Marschner, 1995).

A deficiência de Ca aparece inicialmente nas folhas novas, devido a sua baixa mobilidade na planta (Marschner, 1995), esta deficiência aparece no primeiro par de folhas, apresentando bordos amarelados, da ponta para a base, permanecendo o centro da folha mais verde. Esta coloração amarelada passa a branquicenta, atingindo toda a folha, ficando a nervura central verde. Em casos mais severos pode ocorrer a seca de ramos, desfolha e morte das extremidades das raízes (Matiello et al., 2002).

A absorção de Ca é menor quando há altas concentrações de K, Mg e  $\text{NH}_4$  no solo (Guimarães et al., 2002). Esta carência também ocorre em solos ácidos, fato este associado à toxidez de alumínio e manganês (Matiello et al., 2002).

#### **2.4.5. Magnésio (Mg)**

O Mg participa ativamente na formação da clorofila, ou seja, no metabolismo energético da planta e é ativador das enzimas relacionadas com o metabolismo energético e tem relação com o transporte de P e carboidratos nas plantas, além disso, o Mg tem um papel específico na ativação de enzimas envolvidas na respiração, fotossíntese e síntese de DNA e RNA (Taiz e Zieger, 2004).

O Mg é facilmente redistribuído na planta (Marschner, 1995). O sintoma de deficiência inicial é o aparecimento de cloroses internervais, que em seguida se expandem gradualmente na direção das margens das folhas. Em casos mais severos aparecem necroses nas pontas das folhas, podendo também levar à

queda de folhas (Guimarães et al., 2002). Os sintomas são muito semelhantes entre a espécie conilon e arábica (Almeida e Garcia, 1980).

Esta deficiência está geralmente associada a solos ácidos ou em situações que provoquem desequilíbrio, como excesso de adubação de K ou uso de calcário calcítico (Matiello et al., 2002). A seca também pode levar a planta a sofrer deficiência de Mg (Guimarães et al., 2002).

#### **2.4.6. Enxofre (S)**

O S é componente da cisteína, cistina, metionina e proteínas, é constituinte do ácido lipóico, coenzimas A, tianina pirofosfato, glutatona, biotina, adenosina-5-fosfossulfato e 3-fosfoadenosina (Taiz e Zieger, 2004). Participa na síntese de clorofila (Taiz e Zieger, 2004) e é muito importante no desenvolvimento do sistema radicular (Guimarães et al., 2002).

Os sintomas iniciais de deficiência começam nas folhas mais novas, as quais, apresentam uma cor verde – amarelada. A clorose apresenta-se com uma faixa larga que compreende a nervura principal e se estende até o meio da lamina foliar (Franco e Inforzato, 1946). Este amarelecimento reflete a falta de clorofila nos cloroplastos (Accorsi e Haag, 1959).

A deficiência em campo tende a crescer, ocasionada pela falta e/ou redução da matéria orgânica no solo e pelo uso de adubos, geralmente, sem S (Matiello et al., 2002).

#### **2.4.7. Boro (B)**

O boro está envolvido no alongamento celular e no metabolismo de ácidos nucléicos e afeta a atividade enzimática (Taiz e Zieger, 2004). Seu principal papel na planta pode estar relacionado à sua influência na regulação do metabolismo de carboidratos (Taiz e Zieger, 2004). Inlui no crescimento do cafeeiro, participando da divisão celular, do crescimento de células e da parede celular (Matiello et al., 2002) e é importante na formação do tubo polínico, sendo fundamental para fecundação da flor (Guimarães et al., 2002).

Devido a alta exigência de B por parte das regiões em crescimento intenso, é comum a morte das gemas terminais quando este encontra-se

deficiente (Malavolta, 1986). A carência se apresenta nas folhas novas, ficando estas deformadas, afiladas, pequenas, com bordos arredondados e superfície granulada. Pode ocorrer superbrotamento, e em deficiências graves, as folhas recém nascidas apresentam pontuações negras corticosas junto à nervura principal, provocando o seu entortamento (Matiello et al., 2002), podendo ocorrer também morte da ponta das raízes (Malavolta, 1986).

A deficiência deste elemento pode ser provocada pela falta do mesmo no solo, falta de matéria orgânica, seca (dificuldade de mineralização da matéria orgânica e de absorção do elemento), excesso de chuva (lixiviação), falta de Ca (diminui a absorção de B) e excesso de calagem e de N (Malavolta, 1986).

O excesso de B causa toxidez, ficando as folhas manchadas de verde-amarelo e em casos severos ocorrem queima nos bordos das folhas (Matiello et al., 2002), pode ocorrer também morte das raízes (Malavolta et al., 1993).

#### **2.4.8. Cobre (Cu)**

O Cobre é componente do ácido ascórbico oxidase, tirosinase, monoamina oxidase, uricase, citocromo oxidase, fenolase, lacase e plastocianina, participa como catalisador nos processos de respiração e de oxidação, além disso, participa do metabolismo de proteínas e carboidratos, atua na transferência de elétrons, síntese de plastoquinona e lignina e na formação e fertilização do pólen (Taiz e Zieger, 2004).

A deficiência ocorre inicialmente nas folhas mais novas, deixando-as onduladas na parte superior, com nervuras salientes, encurvando-se para baixo. Na evolução dos sintomas, a deficiência passa para as folhas mais velhas, que além de encurvadas para baixo, apresentam a nervura central e a faixa próxima mais clara, um pouco esbranquiçada, podendo levar também à morte de raízes (Matiello et al., 2002).

A deficiência pode ser induzida pelo excesso de matéria orgânica, adubação fosfatada pesada, encharcamento do solo, calagem excessiva, excesso de N na adubação (Guimarães et al., 2002) e excesso de íons ferrosos (Matiello et al., 2002).

Os sintomas de toxidez são: pequeno desenvolvimento e morte de raízes (Malavolta et al., 1993); clorose nas folhas; e, queda e secamento das folhas

(Guimarães et al., 2002). Este excesso geralmente ocorre devido a várias pulverizações à base de Cu para o controle de ferrugem.

#### **2.4.9. Ferro (Fe)**

Esse elemento é importante na formação da clorofila e na respiração, é constituinte de vários metabólicos, está envolvido com o transporte de elétrons, participa da redução do nitrato e do sulfato e, da produção de enzimas (Taiz e Zieger, 2004).

A deficiência de Fe ocorre, principalmente, nas folhas novas, devido à sua baixa mobilidade na planta (Marschner, 1995), e esta deficiência pode aparecer de forma mais acentuada quando a planta está em crescimento rápido (Guimarães et al., 2002). As folhas novas ficam amareladas, até quase brancas e as nervuras mantêm a cor verde normal, formando um reticulado bem visível (Matiello et al., 2002).

Fatores como excesso de calagem elevando o pH, prejudica a absorção de Fe (Guimarães et al., 2002). Pode ocorrer deficiência por efeito de má drenagem, excesso de matéria orgânica (Matiello et al., 2002) e em solos com pH muito ácido o teor de Mn pode ficar muito alto, dificultando a absorção do Fe (Malavolta, 1986).

#### **2.4.10. Manganês (Mn)**

O Mn é requerido para a atividade de algumas desidrogenases, descarboxilases, quinases, oxidases e peroxidases, atua na clivagem da água no processo fotossintético, como ativador de muitas enzimas e está envolvido em processos de oxidação e redução no sistema de transporte de elétrons (Taiz e Zieger, 2004).

A deficiência do Mn causa amarelecimentos fortes, chegando à esbranquiçar a folha e ocasionar ligeira redução do tamanho das folhas novas, que ficam mais lisas, apresentando manchas verdes irregulares. Esta deficiência é provocada por excesso de calagem e falta d'água, e ocorre, principalmente, em solos arenosos (Matiello et al., 2002).

O Mn de modo geral é mais prejudicial pela sua toxidez, que está associada à solos ácidos, onde, há redução do tamanho das folhas e pequenas pontuações cloróticas nas mesmas, havendo um decréscimo na produtividade, pode ocorrer também amarelecimento e queda das folhas mais velhas, morte dos ramos e queda de frutos, podendo levar a planta à morte (Guimarães et al., 2002). Esta toxidez está associada à solos ácidos, uso contínuo de doses elevadas de adubos nitrogenados acidificantes (Malavolta, 1986).

#### **2.4.11. Zinco (Zn)**

O Zn é constituinte da álcool desidrogenase, desidrogenase glutâmica, anidrase carbônica e outras. Atua no controle da expressão de gen, integridade da membrana (Taiz e Zieger, 2004) e na regulação da absorção do P (Marschner, 1995). Participa como “catalisador” na formação do triptofano, é precursor do ácido indol acético (Taiz e Zieger, 2004), hormônio este responsável pelo crescimento meristemático, influenciando, assim, diretamente no crescimento da parte aérea do cafeeiro (Matiello et al., 2002).

A anomalia ocasionada por deficiência de Zn se caracteriza pela presença de folhas pequenas e tortas e inicia-se nas folhas mais novas. As nervuras formam uma rede verde contra um fundo pálido de tecido amarelado, que em geral, há uma faixa estreita de tecido verde aos lados da nervura principal. Quando a carência é mais severa, as folhas especialmente as mais novas, ficam quebradiças e têm aspecto coriáceo, os ramos ficam com menor número de folhas (Malavolta, 1986; Malavolta, 1993). Os internódios foliares na extremidade dos ramos ficam curtos, pode ocorrer morte dos ramos e as brotações formam rosetas, ficando as plantas cinturadas e os frutos pequenos (Matiello et al., 2002).

A deficiência é mais acentuada em solos do cerrado, solos arenosos e solos desgastados, com pobreza deste elemento (Malavolta, 1986; Matiello et al., 2002). Esta deficiência é induzida por calagem excessiva, alto teor de Mn, N, Cu e P (Matiello et al., 2002). Em excesso as folhas mais velhas ficam amareladas quase de cor de gema de ovo (Malavolta et al., 1993), provoca também redução na produtividade (Matiello et al., 2002).

#### **2.4.12. Cloro (Cl)**

Participa da clivagem da água, no processo fotossintético, está envolvido na neutralização de cátions e no equilíbrio osmótico das plantas e estimula a bomba de ATPases no tonoplasto (Taiz e Zieger, 2004).

Não é conhecido, até o momento a deficiência de Cl em cafeeiro (Malavolta, 1986; Malavolta et al., 1993; Guimarães et al., 2002; Matiello et al., 2002).

A toxidez pode ocorrer por excesso de aplicação do cloreto de potássio (Malavolta, 1986; Guimarães et al., 2002) em solos com lençol freático muito profundo ou em períodos de seca (Malavolta, 1986). As plantas ficam com suas folhas apresentando um secamento nas pontas e margem e queda de frutos (Guimarães et al., 2002).

#### **2.4.13. Molibdênio (Mo)**

Está envolvido com várias enzimas, principalmente a nitrogenase (fixação do  $N_2$ ), na redução do nitrato e é constituinte da xantina desidrogenase (Taiz e Zieger, 2004).

As folhas com deficiência de Mo ficam com manchas verde-amareladas, alongadas no sentido das nervuras secundárias um pouco distantes das margens, as folhas se curvam para baixo até as margens se tocarem, estes sintomas aparecem primeiro em folhas velhas. Estas deficiências são difíceis de serem encontradas em campo (Guimarães et al., 2002). A principal causa de deficiência pode estar relacionada à acidez do solo (Malavolta, 1993).

#### **2.4.14. Níquel (Ni)**

O Ni forma complexos estáveis, por exemplo, com cisteína e citrato e em níquel-enzima, está ligado à vários elementos (Taiz e Zieger, 2004). O Ni é essencial por ser componente da urease (Marschner, 1995).

## 2.5. Época e modo de adubar o cafeeiro

A época de adubação depende do período de maior consumo de nutrientes para o seu desenvolvimento vegetativo e produtivo (Quadro 1), que guarda relação direta com as condições climáticas (Matiello et al., 2002). No Brasil o cafeeiro cresce ativamente a partir das primeiras chuvas em setembro – outubro. No outono e inverno, com a redução das chuvas e da temperatura, além do efeito nutricional e do fotoperiodismo, a planta de café arábica entra em repouso (Amaral, 1991). Em relação à frutificação, a quantidade de nutrientes exigida na fase de florada e chumbinho é menor, tendo um aumento significativo, a partir da passagem dos frutos para um estágio de verde-aquoso, na granação, até a maturação dos frutos (Quadro 1). Trabalhos têm mostrado que há uma correlação entre necessidade de crescimento e a aplicação de adubos (Matiello et al., 2002).

**Quadro 1** - Períodos de crescimento vegetativo e de consumo de nutrientes (NPK) pelo cafeeiro arábica

Estações do ano	Primavera		Verão			Outono			Inverno			
	Meses											
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Dist. chuvas (mm)	82	108	183	296	157	151	181	96	54	40	24	25
Cresc. Veg. (%)		16		33		24		16		11		
Frutificação	Florada		Chumbinho Verde			Cereja						
Consumo em	N	8		13		30		49				
% de N, P, K	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	9		17		38		36				
para os frutos	K <sub>2</sub> O	6		22		32		40				

Fonte: Matiello et al. (2002).

O modo de adubação ou de localização do adubo para o cafeeiro, está relacionado, principalmente, à idade e espaçamento da lavoura. Resultados experimentais têm indicado que a exceção da adubação de plantio, os adubos devem se distribuídos em cobertura, próximo, ou sob a saia do cafeeiro, pois, a adubação localizada, em riscos rasos ou enterrada, reduz a absorção pelo sistema radicular, resultando em menor produtividade. Este comportamento está

relacionado com a distribuição do sistema radicular do cafeeiro, que, na fase adulta, possui cerca de 70 a 80% das raízes até os 30 cm de profundidade, e 50% nos 10 cm superficiais do solo (Matiello et al., 2002).

## **2.6. Métodos de recomendação de adubação para cafeeiros**

A adubação de cafeeiro adulto e na fase de formação deve se levar em consideração o seu estado vegetativo, potencial de produção e carga pendente, além das características de solo e os adubos a serem utilizados (Matiello et al., 2002). Vários são os métodos de recomendação de adubação baseado em análise de solo, dentre eles pode-se citar: Método de extração (restituição); indicação pela retirada de nutrientes; indicação de adubação por módulo; e indicação através de aproximação, sendo o último muito utilizado.

## **2.7. Métodos baseados em análise foliar**

O diagnóstico nutricional das lavouras cafeeiras pela utilização de análises de tecidos foliares disponibiliza subsídios para a interpretação da desordem nutricional. Sabe-se que as análises de solos apresentam algumas limitações, dentre elas, dificuldade na determinação correta dos teores de nitrogênio e de micronutrientes (Elwali e Gascho, 1984). Daí a necessidade de se empreender a análise de tecidos vegetais, especialmente de folhas (Bragança et al., 2001), pelo fato da própria planta ser o extrator dos nutrientes no solo, possibilitando uma avaliação direta de seu estado nutricional (Beaufils, 1973).

O fato de se escolher a folha dentre os outros tecidos vegetais, é devido esta ser o centro das atividades fisiológicas da planta, local de produção de carboidratos, desempenha importante função no metabolismo de constituintes, é o principal local para onde são transportados os nutrientes absorvidos pelas raízes (Bhargava e Chadha, 1988), além disso, apresentam facilidade de coleta.



### **2.7.2. Níveis críticos e faixa de suficiência**

O uso de níveis críticos e faixas de suficiência, que de acordo com Baldock e Schulte (1996), apresenta facilidade de interpretação dos dados e independência entre os índices, entretanto, apresenta como desvantagem poucas categorias de diagnóstico, indefinição quanto à severidade da deficiência, aguda ou não, e indefinição do nutriente quanto à sua ordem de limitação.

### **2.7.3. Fertigramas**

Os fertigramas são gráficos construídos com círculos concêntricos, com tantas divisões radiais quantos forem os elementos a serem plotados. A sua utilização permite fazer uma análise visual das concentrações de cada nutriente em particular e a análise do estado nutricional da lavoura como um todo, tomando por base os níveis críticos pré-estabelecidos (Martinez et al., 1999). Entretanto, estuda o elemento isoladamente, é de difícil visualização e não permite identificar o elemento mais limitante na produção.

### **2.7.4. Desvio percentual do ótimo – DOP**

Esse método permite conhecer o percentual de desvio da concentração de um nutriente em relação à norma e a ordem de limitação nutricional em determinada amostra. É de fácil aplicação e interpretação. O índice negativo indica deficiência e um índice positivo, excesso e índice igual a zero indica concentração ótima. O somatório dos valores absolutos dos índices DOP calculados para os nutrientes analisados representam um índice de balanço nutricional e permite comparar o estado nutricional da lavoura analisada e, quanto maior o valor, maior será o desequilíbrio (Martinez et al., 1999). No entanto, estuda o elemento isoladamente, e a visualização pode confundir, e não faz uma interação entre os nutrientes.

### 2.7.5 - Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação – DRIS

O diagnóstico do estado nutricional de uma planta e/ou lavoura depende de valores de referência, tais como nível ótimo e crítico e faixa ótima para a concentração dos nutrientes, principalmente para as folhas, entretanto, estes valores de referência são geralmente estabelecidos em experimentos de calibração, em ambientes controlados (Bhargava e Chadha, 1988), devendo ser aplicados na avaliação de espécies cultivadas sob as mesmas condições do ensaio, o que torna a identificação do estado nutricional muito restrita. Ocorre também que estes valores estão sujeitos a constantes revisões, em consequência da introdução de novos materiais, novas formas de cultivo e ambientes diferenciados, o que exigiria outros ensaios (Wadt et al., 1998a), o que para culturas perenes demandariam tempo e um elevado gasto de recursos.

Deste modo, uma alternativa prática e eficiente seria o uso de informações nutricionais associadas à respectiva produtividade de várias lavouras comerciais de uma determinada região e, com estes dados obter valores de referência baseado em lavouras de alta produtividade (Beaufils, 1973).

Estudos sobre questões nutricionais de tecidos vegetais têm se mostrado muito vantajosos, pelo fato da própria planta ser o extrator dos nutrientes do solo, possibilitando uma avaliação direta de seu estado nutricional (Beaufils, 1973). O Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação – DRIS preconizado por Beaufils (1973), incorpora o conceito de balanço nutricional ou de equilíbrio entre os nutrientes nos tecidos das plantas (Rathfon e Burger, 1991). Esta técnica possibilita realizar o diagnóstico nutricional de uma planta e/ou lavoura, no qual, se baseia no cálculo de índices para cada nutriente, avaliados em função da relação das razões dos teores de cada elemento com os demais, comparando-os dois a dois, com outras relações padrões, cuja composição mineral é obtida de uma população de plantas altamente produtivas. As normas DRIS são mais precisas e oferecem maior segurança, quando desenvolvidas localmente (Dara et al., 1992; Reis Jr, 1999; Reis Jr e Monnerat, 2003a).

O DRIS apresenta algumas desvantagens, pois há dependência entre os índices (Baldock e Schulte, 1996) e não indica resposta à adição do nutriente considerado limitante (Hallmark e Beverly, 1991). Entretanto, segundo Beverly (1993), o DRIS é muito eficiente no diagnóstico nutricional das plantas,

propiciando a determinação da seqüência nutricional, de deficiência a excesso nas culturas, sendo que, índice DRIS positivo indica que o nutriente está acima do nível ótimo, enquanto que índice DRIS negativo indica que o nutriente está abaixo do nível ótimo (Baldock e Schulte, 1996), e quanto mais o índice do nutriente aproximar-se do valor zero, indica que o elemento está mais próximo do equilíbrio (Payne et al., 1990).

O diagnóstico nutricional através dos índices DRIS fornece também o Índice de Balanço Nutricional - IBN (Sumner, 1977), que possibilita verificar o equilíbrio nutricional de diversas lavouras, indicando, que quanto menor o seu valor, menor é o desequilíbrio nutricional da lavoura amostrada (Leite, 1993; Baldock e Schulte, 1996). Segundo Leite (1993), Wadt (1999) e Martinez et al. (2000), o diagnóstico utilizando o DRIS, também pode verificar se há limitações de ordem não nutricional, ou seja, lavouras que apresentam baixo IBN e baixa produtividade.

De acordo com Reis Jr e Monnerat (2003b), as normas DRIS são úteis para estudar os desequilíbrios nutricionais e aumentar a produtividade da cultura, quando se realiza a correção do nutriente indicado no diagnóstico. Arboleda et al. (1988), relataram também que os diagnósticos realizados através do DRIS e com posterior correção do nutriente, proporcionaram maior teor foliar e maior produtividade do cafeeiro. Entretanto, fatores como déficit hídrico, genótipo cultivado, problemas fitossanitários, espaçamento e outros, podem influenciar no teor foliar e, principalmente, na produtividade da planta. Deste modo, verifica-se que o DRIS é um bom método para verificar desequilíbrio nutricional de uma planta e/ou lavoura, mas possui algumas limitações.

O diagnóstico nutricional, com a incorporação dos índices de matéria seca - M-DRIS, indicado por Hallmark et al. (1987), segundo Leite, (1993), aumenta, o poder de diagnose, principalmente para o cafeeiro, que pode ter ciclo bianual de produtividade. Na obtenção do índice M-DRIS, usam-se além das relações entre os nutrientes a concentração deste, comparando-os com as normas (Hallmark et al., 1987). Este método preconiza neutralizar algumas limitações do DRIS, pela incorporação de uma medida real de suficiência do elemento no cálculo do índice, podendo diminuir a possibilidade de um diagnóstico errôneo, em casos onde há maior concentração ou diluição e as relações dos nutrientes prevalecem constantes, entretanto, o M-DRIS reintroduz a idade da amostragem sobre a

concentração do elemento no processo de diagnóstico. A lógica do método pode ser compreendida com base nos possíveis efeitos de diluição e de concentração dos nutrientes da amostra.

A escolha da forma de expressão da relação entre dois nutrientes a ser utilizada no cálculo do índice DRIS é assunto de várias discussões. Segundo Wadt (1996), o motivo para se trabalhar com apenas uma forma de expressão, baseia-se na suposição de que ambas as formas (direta e inversa) de uma mesma relação indicam o balanço nutricional no mesmo sentido, havendo diferenças apenas no grau de estimativa do equilíbrio nutricional. Wadt et al. (1999), relatam que, teoricamente, todas as relações entre nutrientes podem conduzir a uma diluição dos índices DRIS, ocasionada por relações que apresentam grande probabilidade de gerar valores para estas funções, próximos ou igual a zero, ocasionando perda de capacidade do método de discriminar o estado nutricional da planta.

Beaufils (1973), sugere a escolha da relação que apresente uma diferença estatística significativa entre as variâncias dos grupos de baixa e alta produtividade, ou simplesmente, apresente maior razão (Hartz et al., 1998), havendo, assim, a necessidade de se ter um banco de dados com lavouras de baixa produtividade para estabelecer as normas e, conseqüentemente, realizar o diagnóstico. O teste F, proposto por Letsch (1985), é um dos métodos mais utilizados para efetuar a escolha da relação, e é sugerido por Payne et al. (1990), Bailey et al. (1997), Hartz et al., (1998), Nick (1998), Wadt et al. (1999), Reis Jr et al. (2002) e Reis Jr et al. (2003a), no entanto, há outras sugestões de critérios para escolha das relações, que ainda carecem de informações, como o uso da expressão em que o valor da relação seja maior que 1, pois facilita no diagnóstico (Reis Jr, 1999) e uso da relação que apresente menor coeficiente de variação (CV), o que é considerado um bom critério para verificar variabilidade. Entretanto, Bataglia e Santos (1990), Alvarez V. e Leite (1992) e Leite (1993), utilizaram nos seus trabalhos todas as relações entre nutrientes e obtiveram diagnósticos satisfatórios.

O índice DRIS permite definir o grau de desvio dos nutrientes da amostra, qual sua localização em relação ao estado nutricional, se adequado, em deficiência ou em excesso, indicando a amplitude de cada situação, sendo assim, pode-se afirmar que um índice de - 6, usando constante de sensibilidade igual a

10 ( $z = -0,6$ ), indica que o nutriente está a 0,6 desvios-padrão à esquerda da norma, o que sugere afirmar, baseado na distribuição normal padrão (Teste  $z$ ), que o estado nutricional de um determinado nutriente está dentro dos 45,2 % da população ao redor da média, índice que Bataglia et al. (2001), consideraram o nutriente como sendo limitante. Um índice entre -10 e 10, indica que a amostra está entre os 68,3 % da população centrada (Álvarez, V. e Leite, 1999), índice que segundo Reis Jr (1999), é limiar para um nutriente ser considerado deficiente ou excessivo, desde que este seja maior em valor absoluto que o IBNm. Assim, o fato de utilizar um determinado índice para aferir deficiência ou excesso de um nutriente em uma planta e/ou lavoura, vai depender do índice estabelecido.

Outra forma, que pode ajudar a separar nutrientes limitantes daqueles não limitantes é o uso do IBN médio - IBNm (Wadt, 1996), que tem o intuito de melhorar a interpretação dos resultados dos índices DRIS. Para isso, foi desenvolvido o método do Potencial de Resposta à Adubação – PRA (Quadro 2). Neste método, são definidas cinco classes de probabilidade de resposta à adubação, (resposta positiva, positiva ou nula, nula, negativa ou nula e negativa), comparando-se o índice calculado para um dado nutriente e o Índice de Balanço Nutricional médio – IBNm (Wadt, 1996).

**Quadro 2** – Critérios para a interpretação dos valores dos índices de nutrientes com base no método PRA. IN = índice DRIS do nutriente e IBNm = índice de balanço nutricional médio

Estado nutricional	Potencial de resposta à adubação	Critério
Deficiente e limitante	Positiva, com alta probabilidade (p)	1. $IN < 0$ 2. $ IN  > IBNm$ 3. IN é o índice de menor valor
Provavelmente deficiente	Positiva ou nula, com baixa probabilidade (pz)	1. $IN < 0$ 2. $ IN  > IBNm$
Equilibrado	Nula (n)	1. $ IN  \leq IBNm$
Provavelmente em excesso	Negativa ou nula, com baixa probabilidade (nz)	1. $IN > 0$ 2. $ IN  > IBNm$
Em excesso	Negativa, com alta probabilidade (n)	1. $IN > 0$ 2. $ IN  > IBNm$ 3. IN é o índice de maior valor

Fonte: Wadt (1996).

### **3. TRABALHOS**

#### **ESTABELECIMENTO DE NORMAS DRIS EM CAFEIEIRO CONILON ORGÂNICO E CONVENCIONAL NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

##### **RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi estabelecer e comparar padrões de referência e propor valores de teores foliares considerados adequados, a partir de lavouras de alta produtividade de cafeeiro conilon, cultivados de forma orgânica e convencional na região norte do Estado do Espírito Santo. Determinaram-se os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn em 40 lavouras sob cultivo convencional e 56 lavouras sob o cultivo orgânico. Foram selecionadas, para estabelecer as normas DRIS (média, desvio padrão e coeficiente de variação), 23 lavouras sob cultivo convencional, com produtividade igual ou superior a 60 sacas por hectare e 22 lavouras orgânicas com produtividade igual ou superior a 40 sacas. Para comparar as normas estabelecidas, utilizou-se o teste “t” de Student, com nível crítico de 1% e realizaram-se diagnósticos nas lavouras orgânicas e convencionais, utilizando normas orgânicas e convencionais, através do DRIS com a incorporação da matéria seca, verificando a frequência do

nutriente cujo índice foi mais negativo e mais positivo. Os nutrientes que apresentaram maior frequência de índices DRIS mais negativo nas lavouras orgânicas foram Mn, Cu, N e P utilizando normas orgânicas, e Fe, Zn e K, ao utilizar normas convencionais. Nas lavouras convencionais, a maior frequência de nutrientes com índice mais negativo foi Mn, Cu e P, ao utilizar normas convencionais e Cu, Ca, P e S, ao utilizar normas orgânicas. Estas variações são decorrentes de diferenças de teores entre as duas formas de cultivo, ocasionando diagnósticos diferentes. Cada forma de cultivo deve ter normas específicas.

## **ESTABLISHMENT OF NORMAS DRIS IN COFFEE PLANT ORGANIC AND CONVENTIONAL CONILON IN THE STATE OF ESPÍRITO SANTO**

### **ABSTRACT**

The objective of this work was to establish and to compare reference patterns and to propose adequate values of leaf nutrient concentrations, starting from farmings of high productivity of conilon coffee plant, cultivated in organic and conventional way in the north area of Espírito Santo State. Leaf concentration of N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn and Zn were determined in 40 farmings under conventional cultivation and 56 farmings under organic cultivation. To establish DRIS norms (mean, standard deviation and coefficient of variation), 23 farmings under conventional cultivation, with productivity equal or greater than 60 bags per hectare and 22 organic farmings, with productivity equal or greater than 40 bags. To compare the established norms, the test "t" of Student was used, at 1% level. Diagnoses in organic and conventional farmings were done using organic and conventional DRIS norms, through DRIS with the incorporation of dry matter data verifying the frequency of the nutrient whose index was more negative or more positive. The nutrients that presented greater index frequency DRIS more negative in the organic farmings were Mn, Cu, N and P, using organic norms and Fe, Zn and K, when using conventional norms. In the conventional farmings the largest



frequency of nutrients with more negative index were Mn, Cu and P, when using conventional norms and Cu, Ca, P and S, when using organic norms. These variations, can be attributed to differences in leaf nutrient concentration in the two farming systems, causing differences in diagnostic results every farming system should be diagnosed by its specific norms.

## INTRODUÇÃO

O diagnóstico do estado nutricional de uma planta e/ou lavoura depende de valores de referência, tais como nível ótimo e crítico e faixa ótima para a concentração dos nutrientes, principalmente para as folhas, entretanto, estes valores de referência são geralmente estabelecidos em experimentos de calibração, em ambientes controlados (Bhargava e Chadha, 1988), devendo ser aplicados na avaliação de espécies cultivadas sob as mesmas condições do ensaio, o que torna a identificação do estado nutricional muito restrita. Ocorre também, que estes valores estão sujeitos às constantes revisões, em consequência da introdução de novos materiais, novas formas de cultivo e ambiente diferenciados, o que exigiria outros ensaios (Wadt et al., 1998a), que para culturas perenes demandariam tempo e um elevado gasto de recursos.

Deste modo, uma alternativa prática e eficiente seria o uso de informações nutricionais associadas à respectiva produtividade de várias lavouras comerciais de uma determinada região e, com estes dados obter valores de referência baseado em lavouras de alta produtividade (Beaufils, 1973).

Estudos utilizando a diagnose foliar têm se mostrado muito vantajosos, pelo fato da própria planta ser o extrator dos nutrientes no solo, possibilitando uma avaliação direta de seu estado nutricional (Beaufils, 1973). O Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação – DRIS preconizado por Beaufils (1973), incorpora o conceito de balanço nutricional ou de equilíbrio entre os minerais nos tecidos das plantas (Rathfon e Burger, 1991). Esta técnica, possibilita realizar o diagnóstico nutricional de uma planta e/ou lavoura, na qual, se baseia no cálculo de índices para cada nutriente, avaliados em função da relação das razões dos teores de cada elemento com os demais, comparando-os dois a dois com outras

relações padrões, cuja composição mineral é obtida de uma população de plantas altamente produtivas. As normas DRIS são mais precisas e oferecem maior segurança, quando desenvolvidas localmente (Dara et al., 1992; Reis Jr, 1999; Reis Jr e Monnerat, 2003a).

Segundo Leite (1993), Wadt (1999) e Martinez et al. (2000), o diagnóstico utilizando o DRIS, também pode verificar se há limitações de ordem não nutricional, ou seja, lavouras que apresentam baixo Índice de Balanço Nutricional (IBN) e baixa produtividade. De acordo com Reis Jr e Monnerat (2003b), as normas DRIS são úteis para estudar os desequilíbrios nutricionais e aumentar a produtividade da cultura, quando se realiza a correção do nutriente indicado no diagnóstico.

Arboleda et al. (1988), relataram que os diagnósticos realizados através do DRIS e com posterior correção do nutriente, proporcionaram maior teor foliar e maior produtividade do cafeeiro. Entretanto, fatores como déficit hídrico, genótipo cultivado, problemas fitossanitários, espaçamento e outros, podem influenciar no teor foliar e, principalmente, na produtividade da planta. Deste modo, verifica-se que o DRIS é um bom método para verificar desequilíbrio nutricional de uma planta e/ou lavoura, mas possui algumas limitações.

A afirmação de que a norma DRIS deve ser regional é relatado por Dara et al. (1992), Reis Jr (1999) e Reis Jr e Monnerat (2003a), entretanto, não há relatos indicando se estas normas proporcionam diagnósticos nutricionais semelhantes em diferentes formas de cultivo, por exemplo, orgânico e convencional.

O cafeeiro conilon apresenta grande importância no agronegócio brasileiro e, atualmente, há um aumento nos cultivos orgânicos. No cultivo de café orgânico existem pontos favoráveis, como enquadramento no mercado justo (mercado solidário, proveniente da agricultura familiar, que preserva os recursos naturais), a não existência de barreiras ambientais e a existência de um mercado altamente comprador, disposto a pagar 30 a 40% a mais pelo produto (Penteado, 2000), entretanto, possui limitações como custo de certificação, falta de profissionais especializados em agricultura orgânica e falta de pesquisas específicas, principalmente sobre questões nutricionais.

Na região Norte do Estado do Espírito Santo existem lavouras altamente produtivas sob os sistemas de cultivo convencional e orgânico, portanto, este

trabalho poderá dar suporte científico sobre questões nutricionais dos cafeeiros, cultivados sob estes dois sistemas, sendo pioneiro para o café orgânico. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi estabelecer e comparar os padrões de referência e propor valores de teores foliares considerados adequados obtidos a partir de lavouras de alta produtividade de cafeeiro conilon, cultivados de forma orgânica e convencional.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

As coletas de folhas foram efetuadas em lavouras de café conilon, cultivadas de forma orgânica e convencional, localizadas no Norte do Estado do Espírito Santo, onde predomina clima tropical, quente e úmido no verão, e inverno seco, com precipitação anual média de 1200 mm, concentrando-se entre os meses de novembro e janeiro. A temperatura média anual é de 23°C, sendo as médias máxima e mínima de 29°C e 18°C, respectivamente. O solo predominante é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, tendo fertilidade de média a baixa e pH em torno de 5,0 (Espírito Santo, 1994). A região apresenta em sua grande maioria altitude entre 0 a 200 metros, com relevo diversificado, tendo áreas planas, ondulações suaves e relevo fortemente acidentado (Willadino, 1986).

Foram selecionadas 96 lavouras em propriedades rurais representativas da região, sendo 40 lavouras sob o cultivo convencional (utilização de adubos altamente solúveis e agrotóxicos) e, 56 lavouras sob o cultivo orgânico (certificadas ou em processo de certificação), com no mínimo 30 meses de conversão no ato da colheita, tempo este, superior ao necessário para a lavoura ser considerada orgânica (Brasil, 1999).

Com o objetivo de auxiliar no diagnóstico, foram realizados levantamentos de vários itens sobre as lavouras, dentre eles, insumos utilizados, idade, espaçamento, número de hastes ortotrópicas por hectare, tipo de irrigação utilizada, existência de consórcio, e outros. Posteriormente, foram realizados os procedimentos de coleta de folhas, onde se coletaram aproximadamente 150 folhas em 50 plantas por lavoura, distribuídas aleatoriamente. As folhas coletadas

estavam situadas no terceiro e/ou quarto nó do ramo plagiotrópico, a partir do ápice do ramo, localizado no terço mediano superior das plantas (Fullin e Dadalto, 2001). A coleta foi realizada nos meses de dezembro de 2003 e janeiro de 2004.

As folhas amostradas foram devidamente colocadas em sacos de papel apropriados e submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar regulada a 70°C, por 72 horas. Depois as folhas foram moídas em moinho tipo Wiley (com peneiras de 20 mesh), e colocadas em tubos de polipropileno devidamente fechados. A análise do teor de N foi realizada pelo método de Nessler, após a digestão do material seco com ácido sulfúrico e água oxigenada. O teor de P foi analisado colorimetricamente pelo método do molibdato. Quantificou-se o teor de K por fotômetro de chama, os teores de Ca, Mg, Mn, Zn, Fe e Cu foram analisados por espectrofotometria de absorção atômica e o teor de S foi analisado por turbidimetria após digestão do material seco com ácido nítrico e ácido perclórico. O teor de B foi analisado por colorimetria com azometina-H, depois da incineração do material vegetal em mufla a 550°C (Malavolta et al., 1997; Silva, 1999).

Foi montado um banco de dados separando as duas formas de cultivo e, lavouras de alta e baixa produtividade, contendo os teores dos nutrientes e as respectivas produtividades. Foram consideradas lavouras de alta produtividade, as que apresentaram produtividade igual ou superior a 60 sacas de café beneficiadas de 60 kg por hectare, para as lavouras convencionais e, igual ou superior a 40 sacas por hectare para as lavouras orgânicas. Isto porque, 40 ou 60 sacas considera-se ótima produtividade para o cafeeiro, portanto, se padronizar 60 sacas para as lavouras orgânicas, não será encontrado, ainda, número suficiente de lavouras para estabelecimento das normas.

Posteriormente, foi realizado teste de Lilliefors, estabelecendo o valor de 1% como nível crítico de probabilidade, para verificar a normalidade dos valores referentes aos teores de cada nutriente dos grupos de lavouras de alta produtividade, como o utilizado por Leite (1993) e Reis Jr (1999). A escolha deste teste é justificada, pois é usado para estudar variâncias estimadas e calculadas e não apresenta restrições a pequenas amostras (Dallal e Wilkinson, 1986). As lavouras as quais os teores de nutrientes apresentaram distribuição normal, foram usadas para estabelecer as normas DRIS (média, desvio padrão e coeficiente de

variação). Após este procedimento foram calculadas, separadamente, as relações dos nutrientes das diferentes populações.

Para verificar as diferenças entre as normas estabelecidas utilizou-se o teste “t” de Student, visto que, ao trabalhar com dois tratamentos (cultivo orgânico e convencional) os resultados dos testes são iguais (Sampaio, 1998), entretanto, o teste “t” possui a capacidade de informar com segurança se há diferença ou não entre as médias, em situações que a variância é homogênea ou heterogênea. Ao avaliar muitas repetições ocorre maior possibilidade de ocorrer o erro tipo I (rejeitar a hipótese de nulidade, sendo esta verdadeira), sendo assim, utilizou-se um nível crítico de 1% de probabilidade, porque este é mais rigoroso, vindo portanto, a diminuir a possibilidade de ocorrer erro tipo I (Sampaio, 1998), pois, teores nutricionais, podem estar sujeitos a muitas variações, ocasionadas pelo ambiente, sendo assim, a possibilidade de uma afirmação de diferença entre as duas normas será menor.

Para comparar as duas normas estabelecidas (orgânica e convencional), foi realizado diagnóstico nutricional através do DRIS, com a incorporação da matéria seca, onde quantificou quantas vezes os nutrientes apresentaram-se com índice mais negativo e mais positivo nas lavouras orgânicas, utilizando normas DRIS de um banco de dados provenientes de lavouras orgânicas e outro de lavouras convencionais, estabelecidas neste trabalho. O diagnóstico nutricional das lavouras convencionais foi realizado a partir de normas orgânicas e normas convencionais, também estabelecidas neste trabalho.

Na obtenção dos índices dos nutrientes usaram-se as relações e as concentrações dos nutrientes, comparando com as normas, como é feito no M-DRIS (Hallmark et al., 1987).

Para o cálculo da relação normal reduzida dos teores de dois nutrientes, utilizou-se o método de Jones (1981), que é uma modificação da fórmula original de Beaufils (1973), mas, apresentada na forma estudentizada. Utilizou-se este método, devido a sua facilidade de operação (Alvarez V. e Leite, 1999), fornecer bom diagnóstico (Santos, 1997; Nick, 1998; Wadt et al., 1998a; Alvarez V. e Leite, 1999), apresentar diagnósticos semelhantes aos outros métodos (Wadt et al., 1998b), e segundo Mourão F<sup>o</sup> et al. (2002), foi superior aos métodos de Beaufils (1973) e Elwali e Gascho, (1984).

Método de Jones (1981):

$$f(Y/X) = (Y/X_a - Y/X_n) k / s$$

em que,  $f(Y/X)$  é a função calculada da relação de nutrientes Y e X;  $Y/X_a$  é a relação de nutrientes da amostra a ser diagnosticada;  $Y/X_n$ , relação de nutrientes da norma;  $s$  é o desvio padrão da relação  $Y/X_n$ ; e  $k$  constante de sensibilidade que neste trabalho foi igual a 10, usada para transformar os índices DRIS em números maiores.

O índice DRIS de um nutriente representa a média aritmética dos quocientes do teor de um determinado nutriente com os teores dos demais nutrientes. Neste trabalho utilizou as relações diretas e inversas, a qual é sugerida por Alvarez V. e Leite (1999), e todas as relações de nutrientes como utilizado por Bataglia e Santos (1990), Alvarez V. e Leite (1992) e Leite (1993), na qual, obtiveram bons resultados.

$$\text{Índice } X = \frac{\{f(Y/X_1) + f(Y/X_2) + \dots + f(Y/X_n)\} - \{f(Z_1/X) + f(Z_2/X) + \dots + f(Z_m/X)\}}{n + m}$$

em que,  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$  são os nutrientes que aparecem no denominador das relações com o nutriente X;  $Z_1, Z_2, \dots, Z_m$  são os nutrientes que aparecem no numerador das relações com o nutriente X;  $n$ , número de funções onde o nutriente X aparece no numerador; e  $m$  o número de funções onde o nutriente X aparece no denominador.

O índice de balanço nutricional – IBN (Sumner, 1977), consiste no somatório, em valor absoluto de todos os índices envolvidos e foi obtido pela seguinte expressão:

$$\text{IBN: } |índice x| + |índice x'| + \dots + |índice n|$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para estabelecer as normas DRIS foram selecionadas 22 lavouras sob cultivo orgânico e 23 sob cultivo convencional, as quais apresentaram alta produtividade e os teores de nutrientes seguiram distribuição normal (Quadro 1 e 2), número este considerado suficiente, segundo Reis Jr (1999), Mourão F<sup>o</sup> et al. (2002) e Reis Jr e Monnerat (2003b).

**Quadro 1** – Média, desvio padrão e coeficiente de variação dos teores de nutrientes das lavouras de café conilon de alta produtividade, sob o cultivo orgânico e convencional e, verificação de diferença entre os teores de nutrientes pelo teste “t” de Student a 1% de probabilidade

Nutrientes	Lavouras orgânicas			Lavouras convencionais			Teste t (1%)
	Média	Desvio Padrão	CV	Média	Desvio Padrão	CV	
N (g kg <sup>-1</sup> )	27,6	1,43	5,19	26,4	1,53	5,80	NS
P (g kg <sup>-1</sup> )	1,63	0,12	7,42	1,43	0,17	12,1	**
K (g kg <sup>-1</sup> )	16,7	2,01	12,0	18,5	1,67	9,06	**
Ca (g kg <sup>-1</sup> )	13,5	1,13	8,36	11,6	2,24	19,2	**
Mg (g kg <sup>-1</sup> )	3,54	0,62	17,6	3,56	0,48	13,5	NS
S (g kg <sup>-1</sup> )	2,09	0,24	11,6	1,77	0,34	19,0	**
B (mg kg <sup>-1</sup> )	54,5	8,97	16,5	62,4	7,21	11,6	**
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	16,1	5,02	31,2	12,0	4,28	35,7	NS
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	112	42,8	38,1	106	11,9	11,2	NS
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	73,9	24,3	32,9	85,0	41,9	49,3	NS
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	8,90	1,07	12,1	10,9	1,45	13,3	**

NS = Não significativos;

\*\* = Significativo (P < 1%).

No Quadro 2 são descritas todas as relações entre os nutrientes, informando média, coeficiente de variação (CV) e desvio padrão, fornecendo suporte para fazer o diagnóstico através do DRIS de lavouras orgânicas e convencionais, utilizando a fórmula de Beaufils (1973), ou Jones (1981), ou ainda

a fórmula de Elwali e Gascho (1984) e, fornece a possibilidade de trabalhar com a metade ou todas as relações entre nutrientes. Com a utilização dos dados descritos no Quadro 1, pode-se também, realizar diagnóstico através do M-DRIS (Hallmark et al. (1987), e fornecer uma referência imediata dos teores considerados adequados, dos respectivos nutrientes.

**Quadro 2** – Média, desvio padrão e coeficiente de variação das relações dos teores de nutrientes das lavouras de café conilon de alta produtividade, sob o cultivo orgânico e convencional e verificação de diferença entre elas pelo teste “t” de Student a 1% de probabilidade

Relações	Lavouras orgânicas			Lavouras convencionais			Teste t (1%)
	Média	Desvio Padrão	CV	Média	Desvio Padrão	CV	
N/P	16,99	1,492	8,78	18,79	2,482	13,21	**
N/K	1,676	0,188	11,19	1,444	0,152	10,53	**
N/Ca	2,059	0,181	8,8	2,338	0,380	16,25	**
N/Mg	8,037	1,496	18,61	7,538	0,985	13,07	NS
N/S	13,52	1,817	13,44	15,45	3,007	19,47	NS
N/B	0,522	0,108	20,6	0,429	0,058	13,54	**
N/Cu	1,893	0,647	34,17	2,509	0,995	39,63	NS
N/Fé	0,283	0,113	39,83	0,251	0,027	10,73	NS
N/Mn	0,431	0,208	48,19	0,382	0,174	45,42	NS
N/Zn	3,132	0,304	9,71	2,465	0,314	12,74	**
P/N	0,059	0,005	8,58	0,054	0,007	12,86	**
P/K	0,099	0,014	14,37	0,078	0,010	12,30	**
P/Ca	0,122	0,014	11,58	0,126	0,022	17,44	NS
P/Mg	0,475	0,092	19,35	0,408	0,076	18,65	NS
P/S	0,798	0,103	12,94	0,829	0,153	18,41	NS
P/B	0,031	0,006	20,98	0,023	0,005	19,85	**
P/Cu	0,110	0,031	28,19	0,135	0,051	38,15	NS
P/Fe	0,017	0,007	40,15	0,014	0,002	16,79	NS
P/Mn	0,026	0,013	49,83	0,021	0,010	47,33	NS
P/Zn	0,186	0,026	13,91	0,132	0,017	12,54	**
K/N	0,604	0,069	11,42	0,700	0,076	10,89	**
K/P	10,25	1,404	13,69	13,07	1,554	11,89	**



K/Ca	1,245	0,186	14,95	1,625	0,245	15,08	**
K/Mg	4,867	1,088	22,35	5,292	0,958	18,10	NS
K/S	8,138	1,272	15,63	10,73	1,847	17,22	**
K/B	0,315	0,07	22,36	0,300	0,048	15,85	NS
K/Cu	1,125	0,332	29,54	1,734	0,610	35,16	**
K/Fe	0,175	0,086	48,99	0,176	0,026	14,60	NS
K/Mn	0,263	0,142	53,91	0,265	0,114	43,07	NS
K/Zn	1,902	0,351	18,47	1,716	0,212	12,38	NS
Ca/N	0,489	0,043	8,85	0,440	0,079	18,02	NS
Ca/P	8,299	0,898	10,82	8,205	1,524	18,57	NS
Ca/K	0,822	0,131	15,97	0,630	0,107	19,99	**
Ca/Mg	3,898	0,614	15,75	3,308	0,710	21,46	NS
Ca/S	6,585	0,853	12,95	6,722	1,446	21,51	NS
Ca/B	0,252	0,037	14,48	0,188	0,039	20,72	**
Ca/Cu	0,916	0,305	33,23	1,075	0,379	35,26	NS
Ca/Fe	0,137	0,052	38,22	0,111	0,025	22,46	NS
Ca/Mn	0,208	0,095	45,55	0,163	0,069	42,19	NS
Ca/Zn	1,536	0,235	15,32	1,083	0,244	22,55	**
Mg/N	0,129	0,024	19,05	0,135	0,019	14,00	NS
Mg/P	2,175	0,38	17,45	2,543	0,540	21,23	NS
Mg/K	0,217	0,055	25,23	0,196	0,039	19,79	NS
Mg/Ca	0,262	0,040	15,36	0,315	0,063	19,89	**
Mg/S	1,724	0,324	18,76	2,073	0,436	21,02	**
Mg/B	0,066	0,01	14,99	0,058	0,010	18,07	**
Mg/Cu	0,237	0,078	32,7	0,337	0,138	40,90	NS
Mg/Fe	0,037	0,016	44,22	0,034	0,005	16,21	NS
Mg/Mn	0,055	0,029	52,3	0,051	0,022	42,61	NS
Mg/Zn	0,404	0,094	23,35	0,334	0,075	22,48	**
S/N	0,075	0,011	14,5	0,067	0,014	20,43	NS
S/P	1,274	0,169	13,27	1,253	0,284	22,62	NS
S/K	0,126	0,020	15,94	0,096	0,020	20,56	**
S/Ca	0,154	0,020	13,37	0,155	0,034	21,79	NS
S/Mg	0,600	0,116	19,28	0,503	0,104	20,74	NS
S/B	0,039	0,006	16,07	0,029	0,007	23,60	**
S/Cu	0,139	0,04	28,52	0,166	0,065	39,26	NS
S/Fe	0,021	0,01	44,76	0,017	0,004	21,90	NS
S/Mn	0,033	0,02	61,59	0,026	0,013	49,85	NS
S/Zn	0,237	0,05	21,01	0,165	0,039	23,68	**
B/N	1,989	0,387	19,47	2,371	0,322	13,59	**
B/P	33,61	6,028	17,94	44,45	7,452	16,77	**

B/K	3,336	0,789	23,67	3,413	0,515	15,08	NS
B/Ca	4,047	0,616	15,22	5,517	1,022	18,52	**
B/Mg	15,61	2,502	16,03	17,82	3,066	17,20	**
B/S	26,45	3,934	14,89	36,47	7,829	21,47	**
B/Cu	3,669	1,234	33,65	5,813	2,063	35,49	**
B/Fe	0,553	0,222	40,18	0,596	0,106	17,74	NS
B/Mn	0,832	0,378	45,45	0,902	0,408	45,21	NS
B/Zn	6,262	1,468	23,45	5,848	1,085	18,55	NS
Cu/N	0,589	0,194	32,95	0,456	0,165	36,22	NS
Cu/P	9,818	2,802	28,54	8,552	3,473	40,61	NS
Cu/K	0,977	0,334	34,24	0,654	0,249	38,12	**
Cu/Ca	1,195	0,343	28,71	1,042	0,361	34,66	NS
Cu/Mg	4,599	1,3	28,27	3,402	1,173	34,47	**
Cu/S	7,799	2,369	30,38	6,931	2,583	37,27	NS
Cu/B	0,298	0,084	28,32	0,191	0,061	31,78	**
Cu/Fe	0,173	0,101	58,56	0,116	0,046	39,95	NS
Cu/Mn	0,247	0,131	52,97	0,162	0,068	41,76	NS
Cu/Zn	1,870	0,723	38,65	1,135	0,505	44,50	**
Fe/N	4,100	1,613	39,33	4,025	0,431	10,71	NS
Fe/P	69,75	28,68	41,12	75,58	12,55	16,61	NS
Fe/K	6,947	2,826	40,68	5,813	0,913	15,70	NS
Fe/Ca	8,357	3,175	37,98	9,411	1,784	18,96	NS
Fe/Mg	33,08	14,9	45,05	30,31	5,056	16,68	NS
Fe/S	55,23	21,89	39,64	62,02	12,81	20,66	NS
Fe/B	2,095	0,793	37,85	1,730	0,311	17,98	NS
Fe/Cu	7,981	4,399	55,12	10,24	4,740	46,30	NS
Fe/Mn	1,652	0,679	41,07	1,535	0,684	44,56	NS
Fe/Zn	12,75	5,099	39,99	9,922	1,625	16,37	NS
Mn/N	2,691	0,929	34,51	3,214	1,545	48,07	NS
Mn/P	45,72	15,72	34,38	60,89	32,60	53,53	NS
Mn/K	4,521	1,641	36,3	4,617	2,246	48,65	NS
Mn/Ca	5,476	1,767	32,26	7,332	3,469	47,31	NS
Mn/Mg	21,60	8,471	39,22	24,00	12,08	50,33	NS
Mn/S	36,24	12,18	33,6	49,45	25,27	51,10	NS
Mn/B	1,368	0,464	33,87	1,382	0,717	51,89	NS
Mn/Cu	4,952	2,037	41,14	7,508	3,628	48,32	**
Mn/Fe	0,730	0,341	46,7	0,813	0,434	53,43	NS
Mn/Zn	8,394	2,897	34,52	7,935	4,024	50,71	NS
Zn/N	0,322	0,032	9,83	0,412	0,050	12,29	**
Zn/P	5,486	0,829	15,12	7,676	0,969	12,63	**

Zn/K	0,543	0,100	18,38	0,592	0,076	12,81	NS
Zn/Ca	0,665	0,099	14,9	0,960	0,177	18,42	**
Zn/Mg	2,598	0,576	22,16	3,114	0,587	18,85	**
Zn/S	4,381	0,862	19,68	6,339	1,346	21,24	**
Zn/B	0,170	0,045	26,78	0,177	0,035	19,82	NS
Zn/Cu	0,619	0,249	40,19	1,034	0,416	40,26	**
Zn/Fe	0,090	0,032	36,61	0,104	0,018	17,14	NS
Zn/Mn	0,138	0,064	46,54	0,157	0,070	44,42	NS

NS = Não significativos;

\*\* = Significativo ( $P < 1\%$ ).

Através do teste “t” com nível crítico de 1% de probabilidade (Quadro 2), pode-se verificar diferenças das relações de nutrientes, entre as duas formas de cultivos nas seguintes relações: N/P, N/K, N/Ca, N/B, N/Zn, P/N, P/K, P/B, P/Zn, K/N, K/P, K/Ca, K/S, K/Cu, Ca/K, Ca/B, Ca/Zn, Mg/Ca, Mg/B, Mg/Zn, S/K, S/B, S/Zn, B/N, B/P, B/Ca, B/Mg, B/S, B/Cu, Cu/K, Cu/Mg, Cu/B, Cu/Zn, Mn/Cu, Zn/N, Zn/P, Zn/Ca, Zn/Mg, Zn/S e Zn/Cu. No Quadro 1, ocorrem diferenças entre teores médios dos nutrientes P, K, Ca, S, B e Zn, vindo a confirmar que há diferenças entre as duas normas, indicando que estas além de serem regionalizadas (Dara et al., 1992; Reis Jr, 1999; Reis Jr e Monnerat, 2003a), devem ser específicas para uma determinada forma de cultivo, por exemplo orgânico e convencional.

Ao comparar diferença entre o teor de N das duas normas (Quadro 1), verificou-se que a hipótese de nulidade foi aceita, pois, possivelmente, a forma de disponibilizar N para as plantas foram executadas em quantidades suficientes e equiparadas, pois as lavouras convencionais receberam por ano, três ou quatro adubações com adubos químicos, simples ou com formulados, contendo N, P, K, e a grande maioria das lavouras orgânicas receberam adubos orgânicos nas folhas, esterco e compostos, no qual possuem N, além de outros nutrientes em sua constituição (Kiehl, 1985), e em muitas lavouras orgânicas estavam sendo cultivadas nas entre linhas do cafeeiro espécies de leguminosas que apresentam simbiose com bactérias, promovendo a fixação de N (Calegari, 1998). Ocorreram também, teores foliares semelhantes entre o Mg, Cu, Fe e Mn, indicando que estes nutrientes não tiveram alterações, ocasionado pelas diferentes formas de tratamentos culturais.

Observa-se no Quadro 1 que o teor foliar médio de P das lavouras orgânicas foi superior ao teor médio das lavouras convencionais, possivelmente isto ocorreu, porque a maioria das lavouras orgânicas foi adubada com formulação comercial contendo P, nos anos anteriores, e muitas atualmente, receberam fosfato natural, matéria orgânica e rochas com altos teores de silicato e, o P praticamente não sofre lixiviação, mas sim adsorção (Guerra et al., 1996). A adsorção do P pode ser menor com a utilização de matéria orgânica, pois segundo Rheinheimer et al. (2003), maior teor de matéria orgânica no solo pode diminuir a capacidade máxima de adsorção de P e a energia de ligação do fosfato aos grupos funcionais dos colóides inorgânicos do solo, fazendo com que o P fique mais disponível para as plantas. Fato semelhante ocorre com a utilização de silicato ou calcário mais silicato, o qual atua, principalmente, na diminuição da energia de ligação do fosfato (Smyth e Senchez, 1980, citado por Novais e Smyth, 1999).

No que diz respeito ao K, percebe-se que este apresenta maiores teores foliares nas lavouras sob cultivo convencional, provavelmente, este fato pode estar relacionado a grandes aplicações de formulados concentrados contendo cloreto de potássio e, nas lavouras orgânicas, a principal forma de adicionar K, é através dos restos provenientes do beneficiamento do café, e este material nem sempre é disponibilizado em quantidade equivalentes às aplicações de K, feitas nas lavouras convencionais.

As lavouras orgânicas apresentaram teor foliar médio de S superior aos das lavouras convencionais, onde, esta diferença pode estar relacionada à adição de matéria orgânica, pois, esta proporciona efeito benéfico indireto, pela complexação de Al e Fe e a conseqüente diminuição de adsorção ou precipitação de sulfato, além disso, com a mineralização da matéria orgânica ocorre a restituição do S (Kiehl, 1985) e, segundo Valente (1985), esterco de suínos e bovinos possuem teores próximos de 0,6 % de S em sua composição, além disso, é verificado que as lavouras convencionais, praticamente, não recebem adubos simples e/ou formulados contendo S.

Nota-se, que o teor foliar de Ca em lavouras convencionais encontra-se mais baixo em relação às lavouras orgânicas. Este fato pode estar relacionado ao antagonismo de K com o Ca, onde excesso do primeiro ocasiona deficiência do segundo (Marschner, 1995), visto que, as lavouras convencionais receberam

elevadas aplicações de adubos contendo K. Veloso et al. (1998), ao trabalharem com pimenta-do-reino em solução nutritiva, verificaram que com a omissão do K, houve aumento no teor de Ca e P nas folhas e nas plantas, em relação ao tratamento usando todos os nutrientes.

Os nutrientes B e Zn apresentaram maior teor foliar médio nas lavouras convencionais, provavelmente, isto ocorreu, devido à adição de adubos formulados contendo B e Zn em sua formulação.

Percebe-se no Quadro 1, que os coeficientes de variação (CV) foram superiores a 31% para os micronutrientes Fe, Mn e Cu, nas lavouras orgânicas e a 35% para o Mn e Cu nas lavouras convencionais, indicando que estes nutrientes apresentaram maior variação em torno da média, no entanto, os macronutrientes Ca, P e N apresentaram CV inferiores a 9% nas lavouras orgânicas e o K e N, CV inferiores a 10% nas lavouras convencionais, indicando que estes nutrientes apresentaram menor variação em torno da média, vindo a sugerir que estes apresentam maior equilíbrio que os demais nutrientes. Ao observar o CV do Ferro no cultivo convencional, verifica-se que este, é bem inferior ao encontrado nas lavouras orgânicas, entretanto, para o Ca ocorre o inverso.

Comparando os diagnósticos nutricionais nas lavouras orgânicas e convencionais, utilizando normas orgânicas e normas convencionais estabelecidas neste trabalho, para ambos grupos de lavouras, através das freqüências do nutriente, com o índice sendo mais negativo ou mais positivo (Quadro 3), verifica-se que houve grande diferença entre os diagnósticos, ao utilizar normas distintas. Por exemplo, a ordem de freqüência dos nutrientes com índice mais negativo nas lavouras orgânicas foram Mn, Cu, N, P, Fe, K=Zn=Mg, B e Ca e nenhuma para o S, utilizando normas orgânicas. Entretanto, ao utilizar normas convencionais a freqüência que mais vezes ocorreu foram Fe, Zn, K, B, Mn, Mg e Cu, enquanto o N, P, Ca e S não apareceram nenhuma vez como nutriente com índice mais negativo. Nas lavouras convencionais a maior freqüência de nutrientes com índice mais negativo foram Mn, Cu e P, ao utilizar normas convencionais, no entanto, ao utilizar normas orgânicas foram Cu, Ca, P e S.

Assim, o diagnóstico de lavouras orgânicas utilizando normas convencionais e o diagnóstico de lavouras convencionais através de normas

orgânicas é incorreto, pois fornece diagnóstico bem diferente daquele que utiliza as normas específicas. Estas diferenças entre os procedimentos são maiores que as demonstradas, pois, houve diagnóstico em que um determinado índice de nutriente passou a ser mais limitante em uma lavoura e deixou de ser na outra, mascarando a diferença entre os procedimentos. Assim, esta diferença entre diagnósticos, vem a confirmar que as normas devem ser específicas para cada forma de cultivo.

**Quadro 3** – Frequência de nutriente com índice mais negativo (+ NE) e mais positivo (+ PO), nas 56 lavouras orgânicas e nas 40 lavouras convencionais, utilizando normas orgânicas (Normas Org.) e normas convencionais (Normas Conv.) da região, para ambos grupos de lavouras, por intermédio DRIS com incorporação da matéria seca

Nutrientes	Frequência							
	Lavouras Orgânicas				Lavouras Convencionais			
	Normas Org.		Normas Conv.		Normas Org.		Normas Conv.	
	+ NE	+ PO	+ NE	+ PO	+ NE	+ PO	+ NE	+ PO
N	7	0	0	3	4	0	2	1
P	6	7	0	9	9	0	5	2
K	3	13	6	5	0	4	2	2
Ca	1	0	0	2	9	1	1	3
Mg	3	4	2	3	0	1	4	1
S	0	1	0	6	6	1	4	1
B	2	8	5	0	0	8	4	5
Cu	10	7	1	20	11	0	5	9
Fé	4	5	24	7	0	0	2	5
Mn	17	3	3	0	1	11	9	9
Zn	3	8	15	1	0	14	2	2

## **CONCLUSÕES**

Os nutrientes que apresentaram maior freqüência de índice DRIS mais negativo, nas lavouras orgânicas foram Mn, Cu, N e P, utilizando normas orgânicas e Fe, Zn e K ao utilizar normas convencionais.

Nas lavouras convencionais a maior freqüência de nutrientes com índice mais negativo foram Mn, Cu e P, ao utilizar normas convencionais, no entanto, ao utilizar normas orgânicas foram Cu, Ca, P e S.

Houve diferença em 41 relações de nutrientes dentre as 110, entre as duas formas de cultivo.

Os teores médios dos nutrientes P, Ca e S foram maiores nos cafeeiros cultivados de forma orgânica, e o K, B e Zn foram maiores no cultivo convencional.

As normas DRIS devem ser específicas para cada forma de cultivo, orgânico e convencional.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro - FAPERJ, MIBASA - Mineração Barreto, Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural - INCAPER, BIOSYSTEMS e aos Agricultores.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Alvarez V., V. H., Leite, R. A. (1992) Fundamentos estatísticos das fórmulas usadas para cálculos dos Índices dos nutrientes no Sistema Integrado de

Diagnose e Recomendação – DRIS. *Anais da Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas*, 20, Piracicaba: SBCS, p. 186-188.

Alvarez V., V. H., Leite, R. A. (1999) Fundamentos estatísticos das fórmulas usadas para cálculo dos índices DRIS: DRIS um aliado do diagnóstico nutricional de plantas. *Boletim informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 01: 20-25.

Arboleda, C. V., Arcila, J. P., Martinez, R. B. (1988) Sistema integrado de recomendación y diagnosis: uma alternativa para la interpretación del análisis foliar en café. *Agronomia Colombiana*, Bogotá, 5: 17-30.

Bataglia, O. C., Santos, W. R. dos. (1990) Efeito do procedimento de cálculo e da população de referência nos índices do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 14: 339-344.

Beaufils, E. R. (1973) *Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS)*. A general scheme of experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition. University of Natal, Pietermaritzburg. South Africa. 132p. (Soil Science Bulletin, 1).

Bhargava, B. S., Chadha, K. L. (1988) Leaf nutrient guide for fruit and plantation crops. *Fert. News*, 33, p. 21-29.

Brasil (1999) Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa n. 7, de 17 de maio de 1999. Dispõe sobre normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 19 de maio 1999. Seção 1.

Calegari, A. (1998). Espécies para cobertura de solo: *Plantio direto: pequena propriedade sustentável*. Londrina: Iapar, 255p. (Circular, 101).



- Dallal, G. E., Wilkinson, L. (1986) An analytic approximation to the distribution of 'Lilliefors' test for normality. *The Amer. Statist.*, 40: 294–296.
- Dara, S. T., Fixen, P. E., Gelderman, R. H. (1992) Sufficiency level and Diagnosis and Recommendation Integrated System approaches for evaluating the nitrogen status of the corn. *Agronomy Journal*, 84: 1.006-1.010.
- Elwali, A. M. O., Gascho, G. J. (1984). Soil testing, foliar analysis, and DRIS as guides for sugarcane fertilization. *Agronomy Journal*, 76: 466-470.
- Espírito Santo (Estado) (1994). Secretaria de Estado de Ações Estratégicas e Planejamento. *Informações municipais do Estado do Espírito Santo 1994*. Vitória: Departamento Estadual de Estatística, v. 1. 803p.
- Fullin, E. A., Dadalto, G. G. (2001) Avaliação da fertilidade do solo e do estado nutricional das plantas. In: Dadalto, G. G., Fullin, E. A. (ed.) *Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo. (quarta aproximação)*. Vitória: SEEA e INCAPER, p. 21-55.
- Guerra, J. G. M., Almeida, D. L. de, Santos, G. de A., Fernandes, M. S. (1996). Conteúdo de fósforo orgânico em amostras de solos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 31: p. 291-299.
- Hallmark, W. B., Mooy, C. J. de, Pesek, J. (1987) Comparison of two DRIS methods for diagnosing nutrient deficiencies. *Journal of Fertilizers Issues*, Manchester, 4: 151-158.
- Jones, W. W. (1981) Proposed modifications of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for interpreting plant analyses. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, New York, 12: 785-794.
- Kiehl, E. J. (1985) *Fertilizantes orgânicos*. São Paulo: Agronômica Ceres. 492p.

- Leite, R. A. (1993) *Avaliação do estado nutricional do cafeeiro conilon no Estado do Espírito Santo utilizando diferentes métodos de interpretação de análise foliar*. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 87p.
- Malavolta, E., Vitti, G. C., Oliveira, S. A. de (1997) *Avaliação do estado nutricional das plantas; princípios e aplicações*. Piracicaba, Patafos, 319p.
- Marschner, H. *Mineral nutrition of higher plants*. London: Academic Press. 1995. 889p.
- Martinez, H. E. P., Sousa, R. B. de, Alvarez, V. H., Menezes, J. F. S., Oliveira, J. A. de, Guimarães, P. G., Alvarenga, A. de P., Fontes, P. C. R. (2000) Avaliação da fertilidade do solo, padrões para diagnose foliar e potencial de resposta à adubação de lavouras cafeeiras de Minas Gerais. *In: Zambolim, L. (ed.) Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade*. Viçosa: UFV, p. 209-238.
- Mourão F<sup>o</sup>, F. de A., Azevedo, J. C., Nick, J. A. (2002) Funções e ordem da razão dos nutrientes no estabelecimento de normas DRIS em laranja “Valência”. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 37: 185-192.
- Nick, J. A. (1998) *DRIS para cafeeiros podados*. Tese (Mestrado em Agronomia) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Esalq, 87p.
- Novais, R. F. de, Smyth, T. J. (1999). *Fósforo em solo e planta em condições tropicais*. Viçosa: DPS, 399p.
- Penteado, S. R. (2000) *Introdução à agricultura orgânica*. Campinas: Editora Grafimagem, 110p.
- Rathfon, R. A., Burger, J. A. (1991) Diagnosis and recommendation integrated system modifications for Fraser Fir Christmas trees. *Soil Sci. Soc. Amer. Journal*, 55: 1026-1031.

- Reis Jr, R. dos A. (1999) *Diagnose nutricional da cana-de-açúcar com o uso da sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS)*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Campos do Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 141p.
- Reis Jr, R. dos A., Monnerat, P. H. (2003a) Norms establishment of the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) for nutritional diagnosis of sugarcane. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 38: 277-282.
- Reis Jr, R. dos A., Monnerat, P. H. (2003b). DRIS norms validation for sugarcane crop. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 38: 379-385.
- Rheinheiner, D. S., Anghinoni, I. Conte, E. (2003). Sorção de fósforo em função do teor inicial e de sistemas de manejo de solos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27: 41-49.
- Sampaio, I. B. M. (1998) *Estatística Aplicada a Experimentação Animal*. Belo Horizonte, FEPMUZ, 221p.
- Santos, W. R. dos. (1997) Avaliação do equilíbrio nutricional dos macronutrientes em citros com diferentes adubações. Tese (Mestrado em Agronomia) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Esalq, 112p.
- Silva, F. C. da. (org) (1999). *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Brasília: EMBRAPA, 370p.
- Sumner, M. E. (1977) Use of the DRIS system in foliar diagnosis of crops at high yield levels. *Communication In Soil Science and Plant Analysis*, 8: 251-268.
- Valente, C. F. (1985). *Efeitos do biofertilizante, em diferentes níveis de adubação química, sobre o solo e sobre a produção de feijão cultivado em casa de vegetação*. Tese (Mestrado), Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 47p.

- Veloso, C. A. C., Muraoka, T., Malavolta, E., Carvalho, J. G. de. (1998). Diagnose de deficiência de macronutrientes em pimenta-do-reino. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 33: 1889-1896.
- Wadt, P. G. S., Novais, R. F., Alvarez V, V. H., Fonseca, S., Barros, N. F. (1998a) Valores de referência para macronutrientes em eucalipto obtidos pelos métodos Dris e chance matemática. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 22: 685-692.
- Wadt, P. G. S., Novais, R. F., Alvarez V, V. H., Fonseca, S., Barros, N. F. (1998b) Três métodos de cálculo do dris para avaliar o potencial de resposta à adubação de árvores de eucalipto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 22: 651-660.
- Wadt, P. G. S. (1999) Loucos em terras de doidos: DRIS um aliado do diagnóstico nutricional de plantas. *Boletim informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 24: 15-19.
- Willadino, G. (coord.) (1986) *Atlas escolar do Espírito Santo*. Rio de Janeiro: FAE, 91p.

## **DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL EM CAFEIEIRO CONILON ORGÂNICO E CONVENCIONAL NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, UTILIZANDO O DRIS**

### **RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi realizar o diagnóstico nutricional no cafeeiro conilon cultivados de forma orgânica e convencional na região Norte do Espírito Santo. Determinou-se os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, produtividade e tratos culturais de 40 lavouras sob o cultivo convencional e 56 lavouras sob o cultivo orgânico. O diagnóstico nutricional foi realizado utilizando normas DRIS específicas, através do DRIS com incorporação da matéria seca, empregando a fórmula preconizada por Jones (1981). Quatro critérios de diagnóstico foram utilizados para considerar o nutriente como sendo limitante ou excessivo. O equilíbrio nutricional entre as lavouras orgânicas e convencionais foi próximo. A ordem de importância do nutriente como sendo limitante ou excessivo foi alterada para vários nutrientes de acordo com critério limiar específico, entretanto, a ordem de importância de limitação e excesso prevaleceu, quando o nutriente foi o mais freqüente. Menor índice do nutriente em valor absoluto afere mais nutrientes como sendo excessivos ou limitantes. Os nutrientes que ocorreram mais vezes, nas lavouras orgânicas, como sendo deficientes foram Mn, P, Fe, Cu e N, sendo o K, B e Cu como excessivos. Nas lavouras convencionais o Mn, N e P foram os nutrientes considerados mais limitantes, e o Cu, Mn e B como excessivos.

## **DIAGNOSIS NUTRICIONAL IN ORGANIC AND CONVENTIONAL COFFEE PLANT CONILON IN THE STATE OF ESPIRITO SANTO, USING THE DRIS**

### **ABSTRACT**

The objective of this work was to carry through the nutrient diagnosis in the conilon coffee plant cultivated of organic and conventional form of the region north of the State of Espírito Santo. Leaf concentration of N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn and Zn were determined and productivity in 40 farmings under conventional cultivation and 56 farmings under organic cultivation. The nutrient diagnosis was carried through using specific norms DRIS, through DRIS with the incorporation of dry matter data, using the formula praised by Jones (1981). Three criteria of diagnosis had been used to consider the nutrient as being limitation or extreme. The nutrient balance between organic and conventional farmings was next. The order of importance of the nutrient as being limitation or extreme was modified for some nutrients in the measure where if dumb the criterion that determines an index threshold I specify in the two systems of culture, however, the importance order prevailed, when the nutrient was expressive. The nutrients that had occurred more times, in the organic farmings, as being limitation Mn, P, Fe, Cu and N had been, being the K, B and Cu as extreme. In the conventional farmings the Mn, N and P had been the considered nutrients limitation more, and the Cu, Mn and B as extreme.

### **INTRODUÇÃO**

O diagnóstico do estado nutricional de uma lavoura e/ou planta depende de valores de referência, tais como nível ótimo e crítico e faixa ótima para a concentração dos nutrientes, principalmente para as folhas, entretanto, estes valores de referência são geralmente estabelecidos em experimentos de

calibração, em ambientes controlados (Bhargava e Chadha, 1988), devendo ser aplicados na avaliação de espécies cultivadas sob as mesmas condições do ensaio, o que torna a identificação do estado nutricional muito restrita. Deste modo, uma alternativa prática e eficiente seria o uso de informações nutricionais associadas à respectiva produtividade de várias lavouras comerciais de uma determinada região e com estes dados obter valores de referência baseado em lavouras de alta produtividade (Beaufils, 1973).

Estudos utilizando a diagnose foliar têm sido muito eficientes, pois a planta é o próprio extrator de nutrientes do solo, possibilitando um diagnóstico nutricional direto e preciso (Beaufils, 1973). A correta interpretação de resultados de análises foliares, proporciona informações que favorecem o uso racional de insumos, evita desperdício, melhora o equilíbrio nutricional das plantas e, conseqüentemente, proporciona aumento da produtividade. Portanto, preconiza-se a utilização de métodos que disponibilizam subsídios para um diagnóstico nutricional eficiente e prático, a partir de resultados analíticos das folhas de uma planta e/ou lavoura.

O Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação – DRIS, preconizado por Beaufils (1973), incorpora o conceito de balanço nutricional ou de equilíbrio entre os minerais nos tecidos das plantas (Rathfon e Burger, 1991). Esta técnica se baseia no cálculo de índices para cada nutriente, avaliados em função da relação das razões dos teores de cada elemento com os demais, comparando-os dois a dois, com outras relações consideradas padrões, cuja composição mineral é obtida de uma população de plantas altamente produtivas (Beaufils, 1973).

O DRIS apresenta algumas desvantagens, pois, não indica resposta à adição do nutriente considerado limitante (Hallmark e Beverly, 1991), e há dependência entre os índices (Baldock e Schulte, 1996). No entanto, segundo Beverly (1993), o DRIS é bastante eficiente no diagnóstico nutricional das plantas, propiciando a determinação da seqüência nutricional, de deficiência a excesso, sendo que, índice DRIS positivo indica que o nutriente está acima do nível ótimo, enquanto que índice DRIS negativo indica que o nutriente está abaixo do nível ótimo (Baldock e Schulte, 1996), e quanto mais o índice do nutriente aproximar-se do valor zero, indica que o nutriente está próximo do equilíbrio nutricional (Payne et al., 1990).

O índice DRIS permite definir o grau de desvio dos nutrientes da amostra, qual sua localização em relação ao estado nutricional, se adequado, em deficiência ou em excesso, indicando a amplitude de cada situação, sendo assim, pode-se afirmar que um índice de - 6, usando a constante de sensibilidade igual a 10 ( $z = - 0,6$ ), indica que o nutriente está a 0,6 desvios- padrão à esquerda da norma, o que se sugere afirmar, baseado na distribuição normal padrão (Teste z), que o estado nutricional de um determinado nutriente está dentro dos 45,2 % da população ao redor da média, índice que Bataglia et al. (2001), consideraram o nutriente como sendo limitante. Um índice entre -10 e 10, indica que a amostra está entre os 68,3 % da população centrada em relação à distribuição normal (Alvarez, V. e Leite, 1999), índice que segundo Reis Jr (1999), é limiar para um nutriente ser considerado deficiente ou excessivo, desde que este seja maior em valor absoluto que o IBNm. Assim, ao considerar um índice de -7 a 7, tem-se 51,6 % da população centrada, o que pode ser uma porcentagem satisfatória para relatar se um determinado nutriente está limitante ou excessivo, considerando também que seu índice, seja maior em valor absoluto que o IBNm.

O diagnóstico do estado nutricional através dos índices DRIS fornece também o Índice de Balanço Nutricional - IBN (Sumner, 1977), que possibilita verificar o equilíbrio nutricional das plantas, indicando, que quanto menor o seu valor, menor é o desequilíbrio nutricional da lavoura amostrada (Leite, 1993; Baldock e Schulte, 1996). Segundo Leite (1993), Wadt (1999) e Martinez et al. (2000), o diagnóstico utilizando o DRIS, pode verificar limitações de ordem não nutricional, ou seja, lavouras que apresentam baixo IBN e baixa produtividade.

De acordo com Arboleda et al. (1988), os diagnósticos elaborados por intermédio do DRIS e com posterior correção do nutriente, proporcionaram maior teor foliar do mesmo e maior produtividade do cafeeiro. Entretanto, fatores como déficit hídrico, genótipo cultivado, problemas fitossanitários, espaçamento e outros, podem influenciar no teor foliar e, principalmente, na produtividade da planta. Deste modo, verifica-se que o DRIS é um bom método para verificar diagnóstico nutricional de uma planta e/ou lavoura, mas possui algumas limitações.

O cafeeiro conilon apresenta grande importância no agronegócio brasileiro e atualmente, há um aumento nos cultivos orgânicos. No cultivo de café orgânico existem pontos favoráveis, como enquadramento no mercado justo



(mercado solidário, proveniente da agricultura familiar, que preserva os recursos naturais), a não existência de barreiras ambientais e a existência de um mercado altamente comprador, disposto a pagar maior valor econômico, variando de 30 a 50% (Penteado, 2000), entretanto, possui limitações, como custo de certificação, falta de profissionais especializados em agricultura orgânica e falta de pesquisas específicas, principalmente, sobre questões nutricionais.

Na região Norte do Estado do Espírito Santo existem muitas lavouras sob os sistemas de cultivo convencional e orgânico, portanto, este trabalho poderá dar suporte científico sobre questões nutricionais dos cafeeiros, cultivados sob estes dois sistemas de cultivo.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi realizar o diagnóstico nutricional no cafeeiro conilon cultivados de forma orgânica e convencional, a partir de diferentes critérios de diagnóstico para considerar o nutriente como sendo limitante ou excessivo por meio de índices de nutrientes e normas DRIS orgânicas e convencionais da região Norte do Espírito Santo.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A coleta das folhas foi realizada em lavouras de café conilon, cultivadas de forma orgânica e convencional, no Norte do Estado do Espírito Santo, onde predomina clima tropical, quente e úmido no verão, e inverno seco, com precipitação anual média de 1200 mm, concentrando-se entre os meses de novembro e janeiro. A temperatura média anual é de 23°C, sendo as médias máxima e mínima de 29°C e 18°C, respectivamente. O solo predominante é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, tendo fertilidade de média a baixa e pH em torno de 5,0 (Espírito Santo, 1994). A região apresenta em sua grande maioria altitude entre 0 a 200 metros, com relevo diversificado (Willadino, 1986).

Foram selecionadas 96 lavouras em propriedades rurais representativas da região, sendo 40 lavouras sob cultivo convencional (utilização de adubos altamente solúveis e agrotóxicos) e, 56 lavouras sob cultivo orgânico (certificadas ou em processo de certificação), com no mínimo 30 meses de conversão na

colheita, tempo este, superior ao necessário para a lavoura ser considerada orgânica (Brasil, 1999).

Foram realizados levantamentos de vários itens sobre as lavouras, dentre eles, idade, espaçamento, número de hastes ortotrópicas por hectare, insumos utilizados, existência de consórcio, tipo de irrigação utilizada, e outros. Posteriormente, foram realizadas as coletas de aproximadamente 150 folhas em 50 plantas por lavoura, distribuídas aleatoriamente. As folhas coletadas estavam situadas no terceiro e/ou quarto nó do ramo plagiotrópico, a partir do ápice do ramo, localizado no terço mediano superior das plantas (Fullin e Dadalto, 2001). A coleta foi realizada nos meses de dezembro de 2003 e janeiro de 2004.

As folhas amostradas foram devidamente colocadas em sacos de papel apropriados e submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar regulada a 70°C, por 72 horas. Depois as folhas foram moídas em moinho tipo Wiley (com peneiras de 20 mesh), e colocadas em tubos de polipropileno devidamente fechados. A análise do teor de N foi realizada pelo método de Nessler, após a digestão do material seco com ácido sulfúrico e água oxigenada. O teor de P foi analisado colorimetricamente pelo método do molibdato. Quantificou-se o teor de K por fotômetro de chama, os teores de Ca, Mg, Mn, Zn, Fe e Cu foram analisados por espectrofotometria de absorção atômica e o teor de S foi analisado por turbidimetria após digestão do material seco com ácido nítrico e ácido perclórico. O teor de B foi analisado por colorimetria com azometina-H, depois da incineração do material vegetal em mufla a 550°C (Malavolta et al., 1997; Silva, 1999).

A normas DRIS (média, e desvio padrão), utilizadas para realização do diagnóstico foram provenientes de 23 lavouras convencionais e 22 lavouras orgânicas da região, as quais, apresentaram alta produtividade (igual ou superior a 60 sacas de café beneficiadas de 60 kg por hectare e igual ou superior a 40 sacas por hectare, respectivamente), e o teor de nutriente seguiu distribuição normal.

Na obtenção dos índices dos nutrientes usaram-se as relações e as concentrações dos nutrientes, comparando com as normas, como é feito no M-DRIS (Hallmark et al., 1987).

Para o cálculo da relação normal reduzida dos teores de dois nutrientes, utilizou-se o método de Jones (1981), que é uma modificação da fórmula original

de Beaufils (1973), mas, apresentada na forma estudentizada. Utilizou-se este método, devido a sua facilidade de operação (Alvarez V. e Leite, 1999), fornecer bom diagnóstico (Santos, 1997; Nick, 1998; Wadt, 1996; Wadt et al., 1998a; Alvarez V. e Leite, 1999), apresentar diagnósticos semelhantes aos outros métodos (Wadt et al., 1998b), e segundo Mourão F<sup>o</sup> et al. (2002), foi superior aos métodos de Beaufils (1973) e Elwali e Gascho (1984).

Método de Jones (1981):

$$f(Y/X) = (Y/X_a - Y/X_n) k / s$$

em que,  $f(Y/X)$  é a função calculada da relação de nutrientes Y e X;  $Y/X_a$  é a relação de nutrientes da amostra a ser diagnosticada;  $Y/X_n$ , relação de nutrientes da norma;  $s$  é o desvio padrão da relação  $Y/X_n$ ; e  $k$  constante de sensibilidade que neste trabalho foi igual a 10, usada para transformar os índices DRIS em números maiores.

O índice DRIS de um nutriente representa a média aritmética dos quocientes do teor de um determinado nutriente com os teores dos demais nutrientes. Neste trabalho utilizou as relações diretas e inversas, a qual é sugerida por Alvarez V. e Leite (1999), e todas as relações de nutrientes como utilizado por Bataglia e Santos (1990), Alvarez V. e Leite (1992) e Leite (1993), nas quais, estes autores obtiveram diagnósticos satisfatórios.

$$\text{Índice } X = \frac{\{f(Y/X_1) + f(Y/X_2) + \dots + f(Y/X_n)\} - \{f(Z_1/X) + f(Z_2/X) + \dots + f(Z_m/X)\}}{n + m}$$

em que,  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$  são os nutrientes que aparecem no denominador das relações com o nutriente X;  $Z_1, Z_2, \dots, Z_m$  são os nutrientes que aparecem no numerador das relações com o nutriente X;  $n$ , número de funções onde o nutriente X aparece no numerador; e  $m$  o número de funções onde o nutriente X aparece no denominador.

O índice de balanço nutricional - IBN (Sumner, 1977), consiste no somatório, em valor absoluto de todos os índices envolvidos e foi obtido pela seguinte expressão:

***IBN: /índice x/ + /índice x'/ + ... + /índice n/***

O índice de balanço nutricional médio – IBNm é o IBN dividido pelo número de índices envolvidos.

***IBNm: IBN/número de índices envolvidos***

Quatro diferentes critérios que proporcionam diagnósticos nutricionais foram interpretados por intermédio dos índices DRIS, nos quais, os nutrientes foram considerados limitantes ou excessivos quando os índices de nutrientes foram em valor absoluto maior que 10 e que o IBNm (Reis Jr, 1999), maior em valor absoluto do que sete e que o IBNm, pelo método do potencial de resposta à adubação (PRA) (Wadt 1996), onde se considera que o nutriente é provavelmente limitante ou excessivo, quando este apresentar índice em valor absoluto maior que o IBNm e, quando o índice foi, simplesmente, o mais negativo ou mais positivo, nos dois sistemas de cultivo, utilizando as normas regionais e específicas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Ao verificar o diagnóstico de nutrientes em que se apresentaram como mais negativo ou mais positivo, em relação aos índices que foram maiores em valor absoluto que 10 e que o IBNm (menor que -10 para considerar o nutriente como limitante e maior que 10 para considerá-lo excessivo, e ambos maiores em valor absoluto que o IBNm) (Quadro 1 e 2), nota-se que há situações em que alguns nutrientes ocorrem com maior frequência, no primeiro critério, vindo a sugerir que nestes nutrientes o índice de limitação e excesso foi inferior em valor absoluto a 10, em algumas lavouras, entretanto, há situações que os nutrientes ocorreram mais vezes como sendo limitantes ou excessivos, ao adotar o segundo critério (maior que o IBNm e 10 em valor absoluto), indicando, que mesmo o

nutriente não sendo o mais limitante ou excessivo, foi provavelmente o segundo ou o terceiro em ordem de limitação ou excesso.

**Quadro 1** – Diagnósticos nutricionais de 56 lavouras de café orgânico, utilizando normas geradas de lavouras orgânicas de alta produtividade da região, utilizando o DRIS com incorporação da matéria seca e quatro critérios para considerar o nutriente como limitante ou excessivo<sup>(1)</sup>

Nutrientes	Critérios de diagnóstico nutricional							
	Índices negativos (Limitantes)				Índices positivos (Excessivos)			
	+NE	>10	>7	>IBNm	+PO	>10	>7	>BNm
N	7	7	9	14	0	0	0	1
P	6	10	13	19	7	6	11	11
K	3	2	4	7	13	16	22	26
Ca	1	2	4	5	0	1	3	3
Mg	3	4	5	8	4	6	8	10
S	0	3	6	7	1	2	3	7
B	2	3	5	5	8	11	12	18
Cu	10	12	13	16	7	12	17	19
Fe	4	10	15	16	5	4	6	8
Mn	17	19	23	25	3	3	5	8
Zn	3	5	6	8	8	9	11	11

<sup>(1)</sup> Nutriente em que o índice foi mais negativo (+NE), mais positivo (+PO), Índice de nutriente maior que 10 em valor absoluto e, maior que o IBNm (>10), Índice de nutriente maior que sete em valor absoluto e, maior que o IBNm (>7) e Índice de nutriente maior que o IBNm em valor absoluto (>IBNm).

Observando os três critérios que se baseiam em um determinado índice limiar (10, 7 e IBNm) para considerar que um nutriente é limitante ou excessivo, verifica-se, que a frequência dos nutrientes vai aumentando à medida que o valor numérico em valor absoluto do índice do nutriente diminui. Deste modo, de acordo com o critério adotado, a importância de limitação ou excesso é alterada nos dois grupos de lavouras (Quadro 1 e 2).

**Quadro 2** – Diagnósticos nutricionais de 40 lavouras de café convencional, utilizando normas geradas de lavouras convencionais de alta produtividade da região, utilizando o DRIS com incorporação da matéria seca e quatro critérios para considerar o nutriente como limitante ou excessivo <sup>(1)</sup>

Nutrientes	Critérios de diagnóstico nutricional							
	Índices negativos (Limitantes)				Índices positivos (Excessivos)			
	+NE	>10	>7	>IBNm	+PO	>10	>7	>IBNm
N	2	2	7	11	1	0	1	3
P	5	4	10	10	2	2	3	4
K	2	0	2	3	2	1	5	7
Ca	1	1	3	8	3	4	5	7
Mg	4	3	7	8	1	2	3	5
S	4	3	3	8	1	1	3	4
B	4	3	5	8	5	3	9	10
Cu	5	6	7	9	9	10	15	17
Fe	2	2	5	6	5	6	9	9
Mn	9	8	11	13	9	8	12	12
Zn	2	2	6	8	2	4	5	8

<sup>(1)</sup> Nutriente em que o índice foi mais negativo (+NE), mais positivo (+PO), Índice de nutriente maior que 10 em valor absoluto e, maior que o IBNm (>10), Índice de nutriente maior que sete em valor absoluto e, maior que o IBNm (>7) e Índice de nutriente maior que o IBNm em valor absoluto (>IBNm).

Estes relatos indicam que o fato de utilizar um determinado índice para aferir deficiência ou excesso de um nutriente em uma planta e/ou lavoura, vai depender do rigor pré-estabelecido, ou seja, menor índice do nutriente em valor absoluto afere, excesso ou limitação em maior número (maior frequência), assim, indicará mais nutrientes como sendo limitantes e excessivos, e maior índice do nutriente em valor absoluto indicará menos nutrientes como limitantes ou excessivos (menor frequência). Portanto, é plausível que se use como critério limiar de limitação, índices menores quando se tem elevada tecnologia, alta produtividade pendente, ou quando se deseja obter elevada produtividade, isto se as limitações estiverem relacionadas à nutrição. Sendo assim, o método PRA, segue esta tendência, pois verifica-se em alguns trabalhos uma correlação negativa entre produtividade e IBN (Leite, 1993; Wadt, 1996; Wadt et al., 1998a; Wadt, 1999; Martinez et al., 1999), entretanto, esta correlação geralmente é

baixa, pois há casos de lavouras com baixo IBN com baixa produtividade, portanto, não é regra adotar este critério.

Ao verificar a ordem de importância dos nutrientes como sendo o mais limitante nas lavouras orgânicas, percebe-se que o Fe é o quinto na ordem de importância (Quadro 1), entretanto, ao considerar o critério que considera o nutriente limitante quando o índice do nutriente for menor que -10 e maior que o IBNm em valor absoluto, o Fe passa a ser o terceiro e, o segundo quando considera o critério limiar igual ou menor que -7 e maior que o IBNm em valor absoluto. A ordem de importância do nutriente como sendo limitante ou excessivo foi alterada para vários nutrientes na medida em que se muda o critério que determina um índice limiar específico, nos dois sistemas de cultivo, no entanto, a ordem de importância de limitação e excesso prevaleceu constante quando o nutriente ocorreu com maior frequência (mais importante).

A média do IBN das lavouras orgânicas e convencionais que apresentaram produtividade igual e superior a 40 sacas beneficiadas de 60kg por hectare, foram respectivamente, 63,06 e 66,65, vindo a indicar que o equilíbrio nutricional dos dois grupos de lavouras são próximos. Entretanto, a média do IBN das lavouras orgânicas com produtividade inferior a 40 sacas por hectare foi de 104,99, sugerindo, que um dos principais motivos da baixa produtividade, de muitas destas lavouras, pode estar relacionado à desequilíbrios nutricionais.

Ao realizar o diagnóstico nas lavouras orgânicas (Quadro 1) e convencionais (Quadro 2), observa-se que o nutriente que ocorreu mais vezes como limitante foi o Mn, independente do critério de diagnóstico utilizado. Leite (1993) e Costa et al. (2000), também relataram que o Mn apresentou-se, em situações específicas, como um nutriente problemático por deficiência para o cafeeiro conilon no Espírito Santo. Esta grande frequência de deficiência no grupo de lavouras, possivelmente, está relacionada ao alto pH em determinados solos, fato este que segundo Marschner (1995) e Matiello et al. (2002) deixa o Mn menos disponível para as plantas. Provavelmente, a elevação do pH ocorreu devido a excesso de aplicação de calcários e falta de incorporação do mesmo, pelos agricultores, pois, ao verificar o histórico destas lavouras, constatou-se que haviam solos que receberam calcário sem uma prévia análise de solo e em muitos casos a dose recomendada foi para camada de 0 a 20 centímetros do solo e este não foi devidamente incorporado ao solo.

O Mn também ocorreu com grande freqüência como sendo o nutriente mais excessivo no grupo de lavouras convencionais, fato também relatado por Leite (1993). Este excesso, possivelmente, está associado à solos ácidos, possivelmente, ocasionado pelo uso contínuo de doses elevadas de adubos nitrogenados acidificantes, o que levaria a uma grande disponibilidade de Mn, pois, este fica muito solúvel em pH ácido (Marschner, 1995; Malavolta, 1986).

Outros nutrientes como o Cu, P, e N também apresentaram elevada freqüência como sendo nutriente limitante da produção, nos dois grupos de lavouras e o Fe nas lavouras orgânicas. Esta deficiência, possivelmente, deve estar relacionada à baixa concentração destes nutrientes no solo, por origem e/ou por cultivos consecutivos, pois o cafeeiro extrai grande quantidade de nutrientes do solo (Matiello et al., 2002), e em muitas lavouras os nutrientes não foram adicionados, ou foram adicionados em quantidades insuficientes. Estes solos são originalmente pobres quimicamente e devido a um manejo inadequado são encontrados solos com baixo pH e outros com alto, o que pode ter influenciado negativamente na absorção destes nutrientes (Malavolta, 1986).

Corroborando os resultados observados, outros trabalhos realizados no Espírito Santo com cafeeiro conilon relatam que o Cu foi o segundo nutriente importante em ordem de limitação (Leite, 1993), e que o P apresentou grande importância como sendo nutriente limitante nas lavouras de baixa e média produtividade (Costa et al., 2000), e que o Fe foi considerado o nutriente problemático como sendo mais limitante (Costa et al., 1998). Veloso et al. (2003), descrevem que o P foi considerado o nutriente mais limitante para o cafeeiro conilon, cultivado na região da Transamazônica.

Outros nutrientes como o B e Cu também se destacaram como nutrientes considerados excessivos nos dois grupos de lavouras.



## CONCLUSÕES

Menor índice do nutriente em valor absoluto afere mais nutrientes como sendo excessivos ou limitantes.

O IBN das lavouras orgânicas e convencionais foi próximo.

A ordem de importância do nutriente como sendo limitante ou excessivo é alterada para vários nutrientes em razão do critério que determina um índice limiar específico nos dois sistemas de cultivos.

A ordem de importância de limitação e excesso prevaleceu quando o nutriente foi o mais freqüente.

Os nutrientes que ocorreram com maior freqüência nas lavouras orgânicas como limitante foram Mn, P, Fe, Cu e N, sendo o K, B e Cu como excessivos.

Nas lavouras convencionais o Mn, N e P foram os nutrientes considerados mais limitantes, e o Cu, Mn e B como excessivos.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro - FAPERJ, MIBASA - Mineração Barreto, Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural - INCAPER, BIOSYSTEMS e aos agricultores.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarez V., V. H., Leite, R. A. (1992) Fundamentos estatísticos das fórmulas usadas para cálculos dos Índices dos nutrientes no Sistema Integrado de

Diagnose e Recomendação – DRIS. *Anais da Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas*, 20, Piracicaba: SBCS, p. 186-188.

Alvarez V., V. H., Leite, R. A. (1999) Fundamentos estatísticos das fórmulas usadas para cálculo dos índices DRIS: DRIS um aliado do diagnóstico nutricional de plantas. *Boletim informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 01: 20-25.

Arboleda, C. V., Arcila, J. P., Martinez, R. B. (1988) Sistema integrado de recomendación y diagnosis: uma alternativa para la interpretación del análisis foliar en café. *Agronomia Colombiana*, Bogotá, 5: 17-30.

Bataglia, O. C., Santos, W. R. dos. (1990) Efeito do procedimento de cálculo e da população de referência nos índices do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 14: 339-344.

Bataglia, O. C., Santos, W. R. dos, Quaggio, J. A. (2001) Monitoramento nutricional de cafezais usando o critério de faixas de suficiência e o DRIS. *Anais do Simpósio Brasileiro de Pesquisa dos Cafés do Brasil*, 2, CD-ROM, Brasília: Embrapa Café, p. 2576-2581.

Baldock, J. O., Schulte, E. E. (1996) Plant analysis with standardized scores combines DRIS and sufficiency range approaches for corn. *Agronomy Journal*. 88: 448-456.

Beaufils, E. R. (1973) *Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS)*. A general scheme of experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition. University of Natal, Pietermaritzburg. South Africa. 132p. (Soil Science Bulletin, 1).

Beverly, R. B. (1993) DRIS diagnose of soybean nitrogen, phosphorus, and potassium status are unsatisfactory. *Journal of Plant Nutrition*, 16:1.431-1.447.

- Bhargava, B. S., Chadha, K. L. (1988) Leaf nutrient guide for fruit and plantation crops. *Fert. News*, 33, p. 21-29.
- Brasil (1999) Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa n. 7, de 17 de maio de 1999. Dispõe sobre normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 19 de maio 1999. Seção 1.
- Costa, A. N. da, Bragança, S. M., Costa, A. de F. S. da, Wadt, P. G.S. (1998) Aplicação do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) no cafeeiro conilon (*Coffea canephora*), no Estado do Espírito Santo. *Anais do Fertibio*, 23, Caxambu: UFLA, p. 606.
- Costa, A. N. da, Bragança, S. M., Lani, A. A. (2000) Levantamento nutricional do cafeeiro conilon pelo DRIS, no Espírito Santo. Anais do Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 1, Poços de Caldas: Embrapa Café, p. 1333-1335.
- Elwali, A. M. O., Gascho, G. J. (1984). Soil testing, foliar analysis, and DRIS as guides for sugarcane fertilization. *Agronomy Journal*, 76: 466-470.
- Espírito Santo (Estado) (1994). Secretaria de Estado de Ações Estratégicas e Planejamento. *Informações municipais do Estado do Espírito Santo 1994*. Vitória: Departamento Estadual de Estatística, v. 1. 803p.
- Fullin, E. A., Dadalto, G. G. (2001) Avaliação da fertilidade do solo e do estado nutricional das plantas. In: Dadalto, G. G., Fullin, E. A. (ed.) *Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo. (quarta aproximação)*. Vitória: SEEA e INCAPER, p. 21-55.
- Hallmark, W. B., Mooy, C. J. de, Pesek, J. (1987) Comparison of two DRIS methods for diagnosing nutrient deficiencies. *Journal of Fertilizers Issues*, Manchester, 4: 151-158.

- Hallmark, W. B., Beverly, R. B. (1991) Review - an update in the use of the Diagnosis and Recommendation Integrated System. *Journal of Fertilizers Issues*, Manchester, 8: 74-88.
- Jones, W. W. (1981) Proposed modifications of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for interpreting plant analyses. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, New York, 12: 785-794.
- Leite, R. A. (1993) *Avaliação do estado nutricional do cafeeiro conilon no Estado do Espírito Santo utilizando diferentes métodos de interpretação de análise foliar*. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 87p.
- Malavolta, E. (1986) Nutrição, adubação e calagem para o cafeeiro. In: Rena, A. B., Malavolta, E., Rocha, M., Yamada, T. (ed.) *Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: Patafos, p. 165-274.
- Malavolta, E., Vitti, G. C., Oliveira, S. A. de (1997) *Avaliação do estado nutricional das plantas; princípios e aplicações*. Piracicaba, Patafos, 319p.
- Marschner, H. *Mineral nutrition of higher plants*. London: Academic Press. 1995. 889p.
- Martinez, H. E. P., Sousa, R. B. de, Alvarez, V. H., Menezes, J. F. S., Oliveira, J. A. de, Guimarães, P. G., Alvarenga, A. de P., Fontes, P. C. R. (2000) Avaliação da fertilidade do solo, padrões para diagnose foliar e potencial de resposta à adubação de lavouras cafeeiras de Minas Gerais. In: Zambolim, L. (ed.) *Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade*. Viçosa: UFV, p. 209-238.
- Matiello, J. B., Santinato, R., Garcia, A. W. R., Almeida, S. R., Fernandes, D. R. (2002) *Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações*. Rio de Janeiro: MAPA/SARC/PROCAFÉ, 387p.

- Mourão F<sup>o</sup>, F. de A., Azevedo, J. C., Nick, J. A. (2002) Funções e ordem da razão dos nutrientes no estabelecimento de normas DRIS em laranjeira “Valência”. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 37: 185-192.
- Nick, J. A. (1998) *DRIS para cafeeiros podados*. Tese (Mestrado em Agronomia) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Esalq, 87p.
- Payne, G. G., Rechcigl, J. E., Stephenson, R. L. (1990) Development of Diagnosis and Recommendation Integrated System norms for Bahiagrass. *Agronomy Journal*. 82: 930-930.
- Penteado, S. R. (2000) *Introdução à agricultura orgânica*. Campinas: Editora Grafimagem, 110p.
- Rathfon, R. A., Burger, J. A. (1991) Diagnosis and recommendation integrated system modifications for Fraser Fir Christmas trees. *Soil Sci. Soc. Amer. Journal*, 55: 1026-1031.
- Santos, W. R. dos. (1997) Avaliação do equilíbrio nutricional dos macronutrientes em citros com diferentes adubações. Tese (Mestrado em Agronomia) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Esalq, 112p.
- Silva, F. C. da. (org) (1999). *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Brasília: EMBRAPA, 370p.
- Sumner, M. E. (1977) Use of the DRIS system in foliar diagnosis of crops at high yield levels. *Communication In Soil Science and Plant Analysis*, 8: 251-268.
- Veloso, C. A. C., Souza, F. R. S. de Corrêa, J. R. V. Ribeiro, S. I., Oliveira Jr, M. C. M. de, Carvalho, E. J. M. (2003) Avaliação do estado nutricional do cafeeiro (*Coffea canephora*) na região da Tranzamazônica. Anais do Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil e Workshop Internacional do Café & Saúde, 3, Porto Seguro: Embrapa Café, p. 397-398.

- Wadt, P. G. S. (1996) *Os métodos da chance matemática e do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) na avaliação nutricional de plantios de eucalipto*. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 123p.
- Wadt, P. G. S., Novais, R. F., Alvarez V, V. H., Fonseca, S., Barros, N. F. (1998a) Valores de referência para macronutrientes em eucalipto obtidos pelos métodos Dris e chance matemática. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 22: 685-692.
- Wadt, P. G. S., Novais, R. F., Alvarez V, V. H., Fonseca, S., Barros, N. F. (1998b) Três métodos de cálculo do Dris para avaliar o potencial de resposta à adubação de árvores de eucalipto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 22: 651-660.
- Wadt, P. G. S. (1999) Loucos em terras de doidos: DRIS um aliado do diagnóstico nutricional de plantas. *Boletim informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 24: 15-19.
- Willadino, G. (coord.) (1986) *Atlas escolar do Espírito Santo*. Rio de Janeiro: FAE, 91p.

## **AVALIAÇÃO DO DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL DRIS E DRIS COM INCORPORAÇÃO DA MATÉRIA SECA UTILIZANDO DIFERENTES CRITÉRIOS**

### **RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi avaliar o DRIS e DRIS com a incorporação da matéria seca, e quatro critérios que usam todas as relações entre nutrientes, relações que apresentem maior razão da variância, menor coeficiente de variação (CV) e o valor da relação maior que 1. Determinaram-se os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn e as respectivas produtividades, de 56 lavouras de café conilon sob cultivo orgânico na região Norte do Estado do Espírito Santo. O diagnóstico nutricional nas lavouras orgânicas foi realizado utilizando normas DRIS específicas, através do DRIS e DRIS com incorporação da matéria seca usando quatro critérios de escolha da relação de nutrientes, empregando a fórmula preconizada por Jones 1981. Verificou-se a frequência do nutriente cujo índice foi mais negativo e positivo, a correlação entre o teor do nutriente e o seu índice e a correlação entre produtividade e Índice de Balanço Nutricional (IBN), usando nível crítico de 1%. Os diferentes métodos e critérios de cálculo de índices, resultaram em diagnósticos com relativas diferenças para determinados nutrientes. Não há necessidade de se ter lavouras de baixa produtividade para estabelecer as normas DRIS. O DRIS com incorporação da matéria seca apresentou correlação mais elevada entre a produtividade e IBN, bem como, entre o teor do nutriente e o seu índice.

## **EVALUATION OF DIAGNOSIS NUTRICIONAL DRIS AND DRIS WITH INCLUSION OF DRY MATTER DATA USING DIFFERENT CRITERIA**

### **ABSTRACT**

The objective of this work was to evaluate the DRIS and DRIS with incorporation of dry matter data, and four criterious that use all the relations between nutrients, relations that greater presents reason of the variance, minor variation coefficient (CV) and the value of the relation biggest than 1. Leaf concentration of N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn and Zn were determined and productivity in 56 farmings under organic cultivation in the north of the State of the Espírito Santo. The nutrient diagnosis in the organic farmings was carried through using specific norms DRIS, through DRIS and DRIS with incorporation of dry matter data using four criterious of choice of the relation of nutrients, using the formula praised by Jones 1981. It was verified frequency of the nutrient whose index was more negative and positive, the correlation enters the text of the nutrient and its index and the correlation between productivity and Index of Balance nutrient (IBN), using critical level of 1%. The different methods and criteria of calculation of indices, had resulted in disgnostic with relative determined differences for nutrient. It does not have necessity of if having farmings of low productivity to establish norms DRIS. The DRIS with incorporation of the dry substance presented higher correlation between the productivity and IBN, as well as, enters the text of the nutrient and its index.

### **INTRODUÇÃO**

Estudos utilizando a diagnose foliar têm sido muito eficientes, pois a planta é o próprio extrator de nutrientes do solo, possibilitando um diagnóstico nutricional direto e preciso (Beaufils, 1973). A correta interpretação de resultados



de análises foliares, proporciona informações que favorecem o uso racional de insumos, evita desperdício, melhora o equilíbrio nutricional das plantas e, conseqüentemente, proporciona aumento da produtividade. Portanto, preconiza-se a utilização de métodos que disponibilizam subsídios para um diagnóstico nutricional eficiente e prático, a partir de resultados analíticos das folhas de uma planta e/ou lavoura.

O Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação – DRIS, preconizado por Beaufils (1973), incorpora o conceito de balanço nutricional ou de equilíbrio entre os minerais nos tecidos das plantas (Rathfon e Burger, 1991). Esta técnica se baseia no cálculo de índices DRIS para cada nutriente, avaliados em função da relação das razões dos teores de cada elemento com os demais, comparando-os dois a dois, com outras relações padrões, cuja composição mineral é obtida de uma população de plantas altamente produtivas (Beaufils, 1973).

O DRIS apresenta algumas desvantagens, pois há dependência entre os índices (Baldock e Schulte, 1996) e não indica resposta à adição do nutriente considerado limitante (Hallmark e Beverly, 1991). Entretanto, segundo Beverly (1993), o DRIS é muito eficiente no diagnóstico nutricional das plantas, propiciando a determinação da seqüência nutricional, de deficiência a excesso nas culturas, sendo que, índice DRIS positivo indica que o nutriente está acima do nível ótimo, enquanto que índice DRIS negativo indica que o nutriente está abaixo do nível ótimo (Baldock e Schulte, 1996), e quanto mais o índice do nutriente aproximar-se do valor zero, indica que o elemento está mais próximo do equilíbrio (Payne et al., 1990).

O diagnóstico do estado nutricional através dos índices DRIS fornece também o Índice de Balanço Nutricional – IBN (Sumner, 1977), que possibilita verificar o equilíbrio nutricional de diversas lavouras, indicando, que quanto menor o seu valor, menor é o desequilíbrio nutricional da lavoura amostrada (Leite, 1993; Baldock e Schulte, 1996). Segundo Leite (1993), Wadt (1999) e Martinez et al. (2000), o diagnóstico utilizando o DRIS, pode verificar se há limitações de ordem não nutricional, ou seja, lavouras que apresentam baixo IBN e baixa produtividade. De acordo com Reis Jr e Monnerat (2003b), as normas DRIS são úteis para estudar os desequilíbrios nutricionais e aumentar a produtividade da cultura, quando se efetua a correção do nutriente indicado no diagnóstico. Arboleda et al. (1988), relatam também que os diagnósticos elaborados mediante

DRIS e com posterior correção do nutriente, proporcionaram maior teor foliar e maior produtividade das plantas do cafeeiro. Entretanto, fatores como déficit hídrico, genótipo cultivado, problemas fitossanitários, espaçamento e outros, podem influenciar no teor foliar e principalmente na produtividade da planta. Deste modo, verifica-se que o DRIS é um bom método para verificar diagnóstico nutricional de uma planta e/ou lavoura, mas possui algumas limitações.

O diagnóstico nutricional, com a incorporação dos índices de matéria seca - M-DRIS, indicado por Hallmark et al. (1987), segundo Leite (1993), aumenta, o poder de diagnose, principalmente para o cafeeiro, que pode apresentar ciclo bianual de produtividade. Na obtenção do índice M-DRIS, usam-se além das relações entre os nutrientes a concentração deste, comparando-os com as normas (Hallmark et al., 1987). Este método preconiza neutralizar algumas limitações do DRIS, pela incorporação de uma medida real de suficiência do elemento no cálculo do índice, podendo diminuir a possibilidade de um diagnóstico errôneo, em casos onde há maior concentração ou diluição e as relações dos nutrientes prevalecem constantes, entretanto, o M-DRIS reintroduz a idade do tecido foliar sobre a concentração do elemento no processo de diagnóstico. A lógica do método pode ser compreendida com base nos possíveis efeitos de diluição e de concentração dos nutrientes da amostra.

A escolha da forma de expressão da relação entre dois nutrientes a ser utilizada no cálculo do índice DRIS é assunto de várias discussões. Segundo Wadt (1996), o motivo para se trabalhar apenas com uma forma de expressão, baseia-se na suposição de que ambas as formas (direta e inversa) de uma mesma relação indicam o balanço nutricional no mesmo sentido, havendo diferenças apenas no grau de estimativa do equilíbrio nutricional. Wadt et al. (1999), relatam que, teoricamente, todas as relações entre nutrientes podem conduzir a uma diluição dos índices DRIS, ocasionada por relações que apresentam grande probabilidade de gerar valores para estas funções, próximos ou igual a zero, ocasionando perda de capacidade do método de discriminar o estado nutricional da planta.

Beaufils (1973), sugere que se escolha a relação que apresente uma diferença estatística significativa entre as variâncias dos grupos de baixa e alta produtividade, ou simplesmente apresente maior razão (Hartz et al., 1998), havendo, assim, a necessidade de se ter um banco de dados com lavouras de

baixa produtividade para estabelecer as normas e conseqüentemente realizar o diagnóstico. O teste F, proposto por Letsch (1985), é um dos métodos mais utilizados para efetuar a escolha da relação, e é sugerido por Payne et al. (1990), Bailey et al. (1997), Hartz et al. (1998), Nick (1998), Wadt et al. (1999), Reis Jr et al. (2002) e Reis Jr et al. (2003a), no entanto, há outras sugestões de critérios para escolha das relações, que ainda carecem de informações, como o uso da expressão em que o valor da relação seja maior que 1, pois, facilita no diagnóstico (Reis Jr, 1999) e uso da relação que apresente menor coeficiente de variação (CV), o que é considerado um bom critério para verificar variabilidade. Entretanto, Bataglia e Santos (1990), Alvarez V. e Leite (1992), e Leite (1993), utilizaram nos seus trabalhos todas as relações entre nutrientes e obtiveram diagnósticos satisfatórios.

Neste contexto o objetivo deste trabalho foi avaliar de que forma os dois métodos: DRIS e DRIS com inclusão da matéria seca, e quatro critérios: todas as relações entre nutrientes, relações que apresente maior razão da variância, menor CV e o valor da relação maior que 1, usando,  $\text{g.kg}^{-1}$  para macronutrientes e  $\text{mg.kg}^{-1}$  para micronutrientes, influenciam no diagnóstico nutricional.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A coleta das folhas foi efetuada em lavouras de café conilon, cultivadas de forma orgânica localizadas no Norte do Estado do Espírito Santo, onde predomina clima tropical, quente e úmido no verão, e inverno seco, com precipitação anual média de 1200 mm, concentrando-se entre os meses de novembro e janeiro. A temperatura média anual é de 23°C, sendo as médias máxima e mínima de 29°C e 18°C, respectivamente. O solo predominante é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, tendo fertilidade de média a baixa e pH em torno de 5,0 (Espírito Santo, 1994).

Foram selecionadas 56 lavouras, na qual, coletaram-se aproximadamente 150 folhas em 50 plantas por lavoura, distribuídas aleatoriamente. As folhas coletadas estavam situadas no terceiro e/ou quarto nó do ramo plagiotrópico, a partir do ápice do ramo, localizado no terço mediano superior das plantas (Fullin e

Dadalto, 2001). A coleta foi realizada nos meses de dezembro de 2003 e janeiro de 2004.

Foi montado um banco de dados, separando as lavouras de alta e baixa produtividade, contendo os teores dos nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn) e as respectivas produtividades. Foram consideradas lavouras de alta produtividade, as que apresentaram produtividade igual ou superior a 40 sacas de café beneficiadas de 60 kg por hectare e lavouras de baixa produtividade as que apresentaram produtividade inferior a 40 sacas por hectare.

A norma DRIS (média, e desvio padrão), utilizada para realização do diagnóstico foi proveniente de 22 lavouras, entre as 56, as quais, apresentaram alta produtividade e teores de nutrientes com distribuição normal.

Os cálculos dos índices dos nutrientes foram realizados por meio do DRIS e DRIS com a incorporação da matéria seca, como é feito no M-DRIS (Hallmark et al., 1987), usando todas as relações entre nutrientes, relações que apresentaram maior razão da variância, menor CV e valor da relação maior que 1.

Para avaliar as oito diferentes formas dos cálculos dos índices, quantificaram-se quantas vezes os nutrientes apresentaram-se mais negativos e mais positivos. Verificou-se a correlação entre o teor do nutriente com o seu respectivo índice e correlação entre produtividade e IBN, usando nível crítico de 1% de probabilidade.

Para o cálculo da relação normal reduzida dos teores de dois nutrientes, utilizou-se o método de Jones (1981), que é uma modificação da fórmula original de Beaufils (1973), mas, apresentada na forma estudentizada. Utilizou-se este método devido a sua facilidade de operação, (Alvarez V. e Leite, 1999), fornecer bom diagnóstico (Santos, 1997; Nick, 1998; Wadt, 1996; Wadt et al., 1998a; Alvarez V. e Leite, 1999), apresentar diagnósticos semelhantes aos outros métodos (Wadt et al., 1998b), e segundo Mourão F<sup>o</sup> et al. (2002), foi superior aos métodos de Beaufils (1973) e Elwali e Gascho, (1984).

Método de Jones (1981):

$$f(Y/X) = (Y/Xa - Y/Xn) k / s$$

em que,  $f(Y/X)$  é a função calculada da relação de nutrientes Y e X;  $Y/X_a$  é a relação de nutrientes da amostra a ser diagnosticada;  $Y/X_n$ , relação de nutrientes da norma;  $s$  é o desvio padrão da relação  $Y/X_n$ ; e  $k$  constante de sensibilidade que neste trabalho foi de 10, usada para transformar os índices DRIS em números inteiros (Reis Jr, 1999).

O índice DRIS de um nutriente representa a média aritmética dos quocientes do teor de um determinado nutriente com os teores dos demais nutrientes. Neste trabalho utilizaram-se as relações diretas e inversas, a qual é sugerida por Alvarez V. e Leite, (1999), pois, uma função ( $f = N/P$ ) positiva, representa alto N comparado com P e baixo P relativo a N, portanto, contribui positivamente para o índice N e negativamente para o índice P.

$$\text{Índice } X = \frac{\{f(Y/X_1) + f(Y/X_2) + \dots + f(Y/X_n)\} - \{f(Z_1/X) + f(Z_2/X) + \dots + f(Z_m/X)\}}{n + m}$$

em que,  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$  são os nutrientes que aparecem no denominador das relações com o nutriente X;  $Z_1, Z_2, \dots, Z_m$  são os nutrientes que aparecem no numerador das relações com o nutriente X;  $n$ , número de funções onde o nutriente X aparece no numerador; e  $m$  o número de funções onde o nutriente X aparece no denominador.

O índice de balanço nutricional – IBN, consiste no somatório, em valor absoluto, de todos os índices envolvidos (Sumner, 1977), e foi obtido pela seguinte expressão:

$$\text{IBN: } |\text{índice } x| + |\text{índice } x'| + \dots + |\text{índice } n|$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso de diferentes procedimentos de cálculos para se obter a relação normal reduzida dos teores de dois nutrientes, geraram diagnósticos distintos (Quadro 1), entretanto, está situação é incorreta, desde que o diagnóstico do

estado nutricional da lavoura não deve depender do tipo de procedimento adotado.

**Quadro 1** – Frequência de índices de nutrientes em que se apresentaram mais negativo (+N) e mais positivo (+P), nas 56 lavouras de café orgânico, considerando os dois métodos (DRIS e DRIS com inclusão da matéria seca) e os quatro critérios<sup>(1)</sup>

Procedimentos para cálculo dos índices de nutrientes									
Nutrientes	Ordem de limitação	DRIS com inclusão da matéria seca				DRIS			
		TR	> 1	< CV	> RV	TR	> 1	< CV	> RV
N	+L	7	11	11	10	7	11	14	11
	+E	0	0	0	0	0	0	0	0
P	+L	6	11	7	7	5	8	6	5
	+E	7	7	7	7	7	7	7	6
K	+L	3	1	2	2	3	1	1	2
	+E	13	13	15	13	13	13	13	11
Ca	+L	1	0	0	0	1	0	0	1
	+E	0	1	1	1	0	1	1	1
Mg	+L	3	3	3	3	3	3	3	3
	+E	4	4	4	4	4	4	4	4
S	+L	0	0	0	0	0	0	0	1
	+E	1	1	1	2	1	1	1	1
B	+L	2	2	2	2	2	2	2	2
	+E	8	8	6	9	8	8	8	10
Cu	+L	10	8	9	9	10	9	9	10
	+E	7	7	6	6	7	7	7	7
Fe	+L	4	4	5	8	4	3	5	6
	+E	5	4	4	4	5	4	4	4
Mn	+L	17	14	15	14	18	17	15	14
	+E	3	3	3	1	3	3	3	3
Zn	+L	3	2	2	1	3	2	1	1
	+E	8	8	9	9	8	8	8	9

<sup>(1)</sup> Uso de todas as relações entre nutrientes (TR), relações em que o valor é maior que 1 (> 1), relações que apresentem menor coeficiente de variação (< CV) e relações que apresentem maior razão da variância (> RV).

Comparando entre si os oito procedimentos de diagnóstico nutricional nas lavouras orgânicas, verificou-se que apenas o Mg não apresentou diferença em sua quantificação, seja como nutriente com índice mais negativo ou com índice mais positivo (Quadro 1). Esta igualdade de ocorrência no diagnóstico também ocorreu para o N como o nutriente com índice mais positivo e para o B em ocorrência como o nutriente com índice mais negativo.

Ocorreu diagnóstico nutricional próximo entre os oito procedimentos em relação à quantificação do nutriente que se apresentou como nutriente mais positivo. Porém, houve relativa diferença no diagnóstico dos nutrientes que se apresentaram como mais negativos, principalmente, para o N, P, K, Fe, Mn e Zn. Estas diferenças entre os procedimentos são maiores que as apresentadas no Quadro 1, pois, houve diagnóstico em que um determinado índice de nutriente passou a ser mais negativo em uma lavoura e deixou de ser na outra, encobertando a diferença entre os procedimentos, entretanto, a variação numérica dos índices foram pequenas.

Ao utilizar como método o DRIS e o DRIS com inclusão da matéria seca e todas as relações entre nutrientes, verificou-se que praticamente não houve diferença entre os dois procedimentos, como também é relatado por Nick (1998), portanto, ambos quantificaram mais vezes o Zn, Mn e K, como sendo os nutrientes mais negativos, em relação aos outros seis procedimentos que utilizam a metade das relações de nutrientes. No entanto, utilizando todas as relações de nutrientes, os métodos DRIS e DRIS com inclusão da matéria seca, quantificaram o N menos vezes, como sendo o nutriente mais negativo.

Contudo, ocorreram relativas diferenças entre os dois métodos quando se utilizou a metade das relações de nutrientes. O mesmo ocorreu quando se utilizou o mesmo critério de escolha de relação de nutrientes usando o DRIS ou o DRIS com inclusão da matéria seca.

O uso da relação que apresentou maior razão da variância não afetou de forma importante o diagnóstico, como já foi relatado por Wadt et al. (1998b) ao trabalhar com eucalipto.

Com intuito de avaliar os métodos e critérios utilizados neste trabalho foi realizada a correlação entre os nutrientes e seus respectivos índices, e a correlação entre a produtividade e o IBN (Quadro 2). Deste modo, pode-se verificar que houve uma elevada correlação linear entre os nutrientes e seus

índices ( $P < 1\%$ ), (Quadro 2), permitindo assim, sugerir que os índices podem ser utilizados no diagnóstico nutricional. As correlações entre nutrientes e respectivos índices, de maneira generalizada apresentaram-se mais elevadas para os micronutrientes e menores para o N e Ca.

**Quadro 2** – Valores de correlação ( $r$ ) entre o teor de nutriente e seu respectivo índice, correlação entre produtividade e Índice Balanço Nutricional (PxIBN), e média do IBN (Méd. IBN) das 56 lavouras de café orgânico, considerando os dois métodos (DRIS e DRIS com inclusão da matéria seca) e os quatro critérios<sup>(1)</sup>, usando nível crítico de 1% de probabilidade

Nutrientes e índice	Procedimentos para cálculo dos índices de nutrientes							
	DRIS com inclusão da matéria seca				DRIS			
	TR	> 1	< CV	> RV	TR	> 1	< CV	> RV
N x IN	0,57	0,71	0,68	0,58	0,51	0,59	0,53	0,46
P x IP	0,91	0,81	0,95	0,90	0,89	0,85	0,92	0,86
K x IK	0,86	0,89	0,87	0,87	0,85	0,86	0,84	0,84
Ca x Ica	0,73	0,75	0,67	0,68	0,67	0,67	0,54	0,55
Mg x IMg	0,84	0,83	0,83	0,83	0,83	0,79	0,80	0,79
S x IS	0,80	0,78	0,82	0,80	0,77	0,72	0,76	0,73
B x IB	0,79	0,84	0,81	0,77	0,76	0,81	0,78	0,73
Cu x Icu	0,39	0,94	0,94	0,98	0,93	0,93	0,93	0,98
Fe x Ife	0,95	0,97	0,96	0,89	0,95	0,95	0,95	0,84
Mn x IMn	0,92	0,99	0,99	0,82	0,91	0,98	0,98	0,80
Zn x Izn	0,95	0,94	0,95	0,97	0,93	0,91	0,94	0,96
Med. IBN	88,5	89,8	90,6	98,9	82,4	82,9	83,8	93,0
PxIBN	-0,376	-0,368	-0,365	-0,344	-0,352	-0,330	-0,327	-0,316

<sup>(1)</sup> Uso de todas as relações entre nutrientes (TR), relações em que o valor é maior que 1 ( $> 1$ ), relações que apresentem menor coeficiente de variação ( $< CV$ ) e relações que apresentem maior razão da variância ( $> RV$ ).

Ocorreram pequenas diferenças entre a correlação de nutrientes com os seus respectivos índices (Quadro 2), entre alguns procedimentos, entretanto, os valores médios de correlação apresentaram-se mais elevados quando utilizou o DRIS com inclusão da matéria seca, possivelmente, devido à incorporação do



efeito de concentração do nutriente, mesmo este tendo apresentado menor interferência no diagnóstico comparado com a utilização deste procedimento para dois ou três nutrientes.

Ao verificar a eficiência do diagnóstico com o uso da relação cujo valor da razão da variância foi maior, como utilizado por Beauflis (1973), Letzsch (1985), Payne et al. (1990), Bailey et al. (1997), Hartz et al. (1998), Nick (1998), Wadt et al. (1999) e Reis Jr et al. (2003a), percebe-se que este apresentou valores menores de correlação entre o teor do nutriente e seu índice, em relação aos demais procedimentos (Quadro 2), inclusive ao procedimento que não usa critério de variabilidade amostral (relação  $> 1$ ), que segundo Wadt (1999), é fundamental para escolha da relação. Este fato sugere que não há necessidade de se ter lavouras de baixa produtividade, além das de alta produtividade para se estabelecer normas DRIS.

Maiores valores de IBN ocorreram ao utilizar a relação cuja razão da variância foi maior (Quadro 2), pois os índices de nutrientes apresentaram maiores valores. Este fato também é relatado por Wadt et al. (1999), ao realizar o diagnóstico em cafeeiro conilon, utilizando todas as relações de nutrientes e as relações definidas pelo teste F, no entanto, os autores descrevem que não foi possível concluir, através do teste Qui-quadrado, qual foi o melhor critério, mas citam que a maior amplitude de valores do IBN pode diagnosticar desequilíbrio nutricional mais facilmente. Entretanto, determinar se um nutriente é potencialmente limitante ou excessivo, depende do critério adotado, que segundo Wadt (1996) pode ser um índice maior em valor absoluto que o IBN médio ou índice maior em valor absoluto que 10 e que o IBN médio, segundo Reis Jr (1999), entre outros critérios.

A definição da fórmula mais adequada também pode ser estabelecida por meio da correlação entre produtividade e o IBN da lavoura (Mourão F<sup>o</sup> et al., 2002), sendo assim, neste estudo verificou-se que a melhor correlação entre a produtividade e o IBN foi quando utilizou o DRIS com inclusão da matéria seca, usando todas as relações de nutrientes, seguido do uso da relação maior que 1 e menor CV, ficando o procedimento que se adotou o critério de maior razão da variância com uma correlação menor, vindo portanto, a sugerir que é possível estabelecer as normas DRIS sem haver a necessidade de se ter lavouras de baixa produtividade.

## CONCLUSÕES

Os diferentes métodos e critérios de cálculo de índices resultaram em diagnósticos nutricionais com representativas diferenças para determinados nutrientes.

É possível estabelecer as normas DRIS sem haver a necessidade de se ter lavouras de baixa produtividade.

O DRIS com incorporação da matéria seca apresentou correlação mais elevada do que o DRIS entre a produtividade e IBN, assim como, entre o nutriente e seu respectivo índice.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro - FAPERJ, MIBASA - Mineração Barreto, Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural - INCAPER, BIOSYSTEMS e aos agricultores.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarez V., V. H., Leite, R. A. (1992) Fundamentos estatísticos das fórmulas usadas para cálculos dos Índices dos nutrientes no Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação – DRIS. *Anais da Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas*, 20, Piracicaba: SBCS, p. 186-188.

Alvarez V., V. H., Leite, R. A. (1999) Fundamentos estatísticos das fórmulas usadas para cálculo dos índices DRIS: DRIS um aliado do diagnóstico

nutricional de plantas. *Boletim informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 01: 20-25.

Arboleda, C. V., Arcila, J. P., Martinez, R. B. (1988) Sistema integrado de recomendación y diagnosis: uma alternativa para la interpretación del análisis foliar en café. *Agronomia Colombiana*, Bogotá, 5: 17-30.

Bailey, J. S., Beattie, J. A. M., Kilpatrick, D. J. (1997) The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for diagnosing the nutrient status of grassland swards I. Model establishment. *Plant and Soil*, 197: 127-135.

Baldock, J. O., Schulte, E. E. (1996) Plant analysis with standardized scores combines DRIS and sufficiency range approaches for corn. *Agronomy Journal*. 88: 448-456.

Bataglia, O. C., Santos, W. R. dos. (1990) Efeito do procedimento de cálculo e da população de referência nos índices do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 14: 339-344.

Beaufils, E. R. (1973) *Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS)*. A general scheme of experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition. University of Natal, Pietermaritzburg. South Africa. 132p. (Soil Science Bulletin, 1).

Beverly, R. B. (1993) DRIS diagnose of soybean nitrogen, phosphorus, and potassium status are unsatisfactory. *Journal of Plant Nutrition*, 16:1.431-1.447.

Elwali, A. M. O., Gascho, G. J. (1984). Soil testing, foliar analysis, and DRIS as guides for sugarcane fertilization. *Agronomy Journal*, 76: 466-470.

Espírito Santo (Estado) (1994). Secretaria de Estado de Ações Estratégicas e Planejamento. *Informações municipais do Estado do Espírito Santo 1994*. Vitória: Departamento Estadual de Estatística, v. 1. 803p.

- Fullin, E. A., Dadalto, G. G. (2001) Avaliação da fertilidade do solo e do estado nutricional das plantas. *In: Dadalto, G. G., Fullin, E. A. (ed.) Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo. (quarta aproximação)*. Vitória: SEEA e INCAPER, p. 21-55.
- Hallmark, W. B., Mooy, C. J. de, Pesek, J. (1987) Comparison of two DRIS methods for diagnosing nutrient deficiencies. *Journal of Fertilizers Issues*, Manchester, 4: 151-158.
- Hallmark, W. B., Beverly, R. B. (1991) Review - an update in the use of the Diagnosis and Recommendation Integrated System. *Journal of Fertilizers Issues*, Manchester, 8: 74-88.
- Hartz, T. K., Miyao, E. M., Valencia, J. G. (1998) DRIS evaluation of the nutritional status of processing tomato. *Hortscience*, 33: 830-832.
- Jones, W. W. (1981) Proposed modifications of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for interpreting plant analyses. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, New York, 12: 785-794.
- Leite, R. A. (1993) *Avaliação do estado nutricional do cafeeiro conilon no Estado do Espírito Santo utilizando diferentes métodos de interpretação de análise foliar*. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 87p.
- Letzsch, W. S. (1985) Computer program for selection of norms for use in the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, New York, 16: 339-347.
- Martinez, H. E. P., Sousa, R. B. de, Alvarez, V. H., Menezes, J. F. S., Oliveira, J. A. de, Guimarães, P. G., Alvarenga, A. de P., Fontes, P. C. R. (2000) Avaliação da fertilidade do solo, padrões para diagnose foliar e potencial de resposta à adubação de lavouras cafeeiras de Minas Gerais. *In: Zambolim, L. (ed.) Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade*. Viçosa: UFV, p. 209-238.

- Mourão F<sup>o</sup>, F. de A., Azevedo, J. C., Nick, J. A. (2002) Funções e ordem da razão dos nutrientes no estabelecimento de normas DRIS em laranjeira “Valência”. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 37: 185-192.
- Nick, J. A. (1998) *DRIS para cafeeiros podados*. Tese (Mestrado em Agronomia) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Esalq, 87p.
- Payne, G. G., Rechcigl, J. E., Stephenson, R. L. (1990) Development of Diagnosis and Recommendation Integrated System norms for Bahiagrass. *Agronomy Journal*. 82: 930-930.
- Rathfon, R. A., Burger, J. A. (1991) Diagnosis and recommendation integrated system modifications for Fraser Fir Christmas trees. *Soil Sci. Soc. Amer. Journal*, 55: 1026-1031.
- Reis Jr, R. dos A. (1999) *Diagnose nutricional da cana-de-açúcar com o uso da sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS)*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Campos do Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 141p.
- Reis Jr, R. dos A., Corrêa, J. B., Carvalho, J. G., Guimarães, P. T. G. (2002) Diagnose nutricional de cafeeiros da região sul de Minas Gerais: normas DRIS e teores foliares adequados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Brasília, 26: 801-808.
- Reis Jr, R. dos A., Monnerat, P. H. (2003a) Norms establishment of the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) for nutritional diagnosis of sugarcane. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 38: 277-282.
- Reis Jr, R. dos A., Monnerat, P. H. (2003b). DRIS norms validation for sugarcane crop. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 38: 379-385.
- Santos, W. R. dos. (1997) Avaliação do equilíbrio nutricional dos macronutrientes em citros com diferentes adubações. Tese (Mestrado em Agronomia) –

Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Esalq, 112p.

Sumner, M. E. (1977) Use of the DRIS system in foliar diagnosis of crops at high yield levels. *Communication In Soil Science and Plant Analysis*, 8: 251-268.

Wadt, P. G. S. (1996) *Os métodos da chance matemática e do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) na avaliação nutricional de plantios de eucalipto*. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 123p.

Wadt, P. G. S., Novais, R. F., Alvarez V, V. H., Fonseca, S., Barros, N. F. (1998a) Valores de referência para macronutrientes em eucalipto obtidos pelos métodos Dris e chance matemática. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 22: 685-692.

Wadt, P. G. S., Novais, R. F., Alvarez V, V. H., Fonseca, S., Barros, N. F. (1998b) Três métodos de cálculo do Dris para avaliar o potencial de resposta à adubação de árvores de eucalipto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 22: 651-660.

Wadt, P. G. S. (1999) Loucos em terras de doidos: DRIS um aliado do diagnóstico nutricional de plantas. *Boletim informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 24: 15-19.

Wadt, P. G. S., Novais, R. F., Alvarez V, V. H., Bragança, S. M. (1999) Alternativas de aplicação do “DRIS” à cultura de café conilon (*Coffea canephora* Pierre). *Scientia Agrícola*, Piracicaba, 56: 83-92.

## RESUMO E CONCLUSÕES

Na região Norte do Estado do Espírito Santo existem lavouras altamente produtivas de café conilon, sob os sistemas de cultivo convencional e orgânico, as quais, ainda carecem de um sistema de diagnose nutricional mais eficiente e completo, portanto, este trabalho poderá dar suporte científico sobre questões nutricionais dos cafeeiros, cultivados sob estes dois sistemas, sendo pioneiro para o café orgânico. Neste contexto, o primeiro objetivo deste trabalho foi estabelecer e comparar os padrões de referência e propor valores de teores foliares considerados adequados obtidos a partir de lavouras de alta produtividade de cafeeiro conilon, cultivados de forma orgânica e convencional. O segundo trabalho teve como objetivo realizar um diagnóstico nutricional das lavouras da região, utilizando as normas DRIS estabelecidas. Já o terceiro estudo, teve a finalidade de avaliar o DRIS e DRIS com incorporação da matéria seca, e critérios que usam todas as relações entre nutrientes, relações que apresente maior razão da variância, menor coeficiente de variação (CV) e o valor da relação maior que 1.

Os resultados encontrados sugerem as seguintes conclusões:

Os teores médios dos nutrientes P, Ca e S foram maiores nos cafeeiros cultivados de forma orgânica, e o K, B e Zn foram maiores no cultivo convencional;

Foram encontradas grandes diferenças no diagnóstico nutricional ao adotar normas distintas, devido à ocorrência de diferentes teores entre as duas

formas de cultivo, indicando que deve se utilizar normas específicas para cada forma de cultivo;

Menor índice do nutriente em valor absoluto afere mais nutrientes como sendo excessivos ou limitantes.

O IBN das lavouras orgânicas e convencionais foi próximo, 66,06 e 66,65, respectivamente;

A ordem de importância do nutriente como sendo limitante ou excessivo é alterada para vários nutrientes em razão do critério que determina um índice limiar específico nos dois sistemas de cultivos;

A ordem de importância de limitação e excesso prevaleceu quando o nutriente foi o mais freqüente;

Os nutrientes que ocorreram com maior freqüência nas lavouras orgânicas como limitante foram Mn, P, Fe, Cu e N, sendo o K, B e Cu como excessivos;

Nas lavouras convencionais o Mn, N e P foram os nutrientes considerados mais limitantes, e o Cu, Mn e B como excessivos;

Os diferentes métodos e critérios de cálculo de índices resultaram em diagnósticos nutricionais com representativas diferenças para determinados nutrientes;

É possível estabelecer as normas DRIS, sem haver a necessidade de se ter lavouras de baixa produtividade;

O DRIS com incorporação da matéria seca apresentou correlação mais elevada do que o DRIS entre a produtividade e IBN, assim como, entre o nutriente e seu respectivo índice.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIC (Associação Brasileira da indústria do Café). (2004) *Indicadores da Indústria do Café no Brasil*. Disponível em <<http://www.abic.com.br/estatisticas.html#graf1>>. Acesso em: 8 de agosto 2004.

Accorsi, W. R., Haag, H. P. (1959) Alterações morfológicas e citológicas do cafeeiro cultivado em solução nutritiva, decorrentes das deficiências e excessos de macronutrientes. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiros"*, 16, Piracicaba: ESAUQ, p. 17-36.

Almeida, S. R., Garcia, A. W. R. (1980) Nota sobre novos sintomas de deficiência de fósforo e magnésio em cafeeiros em condições de campo, no sul de Minas. *Anais do Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras*, 8, Campos do Jordão: IBC/GERCA, p. 323-325.

Alvarenga. M.I.N., Martins, M., Paula, M. B. de (2002) Manejo ecológico da propriedade cafeeira orgânica: Café orgânico. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 23: 21-31.

Alvarez V., V. H., Leite, R. A. (1992) Fundamentos estatísticos das fórmulas usadas para cálculos dos Índices dos nutrientes no Sistema Integrado de

Diagnose e Recomendação – DRIS. *Anais da Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas*, 20, Piracicaba: SBCS, p. 186-188.

Alvarez V., V. H., Leite, R. A. (1999) Fundamentos estatísticos das fórmulas usadas para cálculo dos índices DRIS: DRIS um aliado do diagnóstico nutricional de plantas. *Boletim informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 01: 20-25.

Amaral, J. A. T. (1991) *Crescimento vegetativo e estacional do cafeeiro e suas inter-relações com fontes de nitrogênio e fotoperíodo, fotossíntese e assimilação de nitrogênio*. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 139p.

Arboleda, C. V., Arcila, J. P., Martinez, R. B. (1988) Sistema integrado de recomendación y diagnosis: uma alternativa para la interpretación del análisis foliar en café. *Agronomia Colombiana*, Bogotá, 5: 17-30.

Bailey, J. S., Beattie, J. A. M., Kilpatrick, D. J. (1997) The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for diagnosing the nutrient status of grassland swards I. Model establishment. *Plant and Soil*, 197: 127-135.

Baldock, J. O., Schulte, E. E. (1996) Plant analysis with standardized scores combines DRIS and sufficiency range approaches for corn. *Agronomy Journal*, 88: 448-456.

Bataglia, O. C., Santos, W. R. dos. (1990) Efeito do procedimento de cálculo e da população de referência nos índices do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 14: 339-344.

Bataglia, O. C., Santos, W. R. dos, Quaggio, J. A. (2001) Monitoramento nutricional de cafezais usando o critério de faixas de suficiência e o DRIS. *Anais do Simpósio Brasileiro de Pesquisa dos Cafés do Brasil*, 2, CD-ROM, Brasília: Embrapa Café, p. 2576-2581.

- Beaufils, E. R. (1973) *Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS)*. A general scheme of experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition. University of Natal, Pietermaritzburg. South Africa. 132p. (Soil Science Bulletin, 1).
- Beverly, R. B. (1993) DRIS diagnose of soybean nitrogen, phosphorus, and potassium status are unsatisfactory. *Journal of Plant Nutrition*, 16:1.431-1.447.
- Bhargava, B. S., Chadha, K. L. (1988) Leaf nutrient guide for fruit and plantation crops. *Fert. News*, 33, p. 21-29.
- Bragança, S. M., Lani, J. A., De-Muner, L. H. (2001) *Café conilon: Adubação e calagem*. Vitória: Incaper, 31p. (Circular técnica, 01)
- Brasil (1999) Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa n. 7, de 17 de maio de 1999. Dispõe sobre normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 19 de maio 1999. Seção 1.
- Brasil. (2002) *Safra 2003/2004. 2º estimativa (pré colheita) junho 2003*. Ministério da Agricultura e do Abastecimento e Companhia Nacional de abastecimento. Brasília, 08p.
- Brasil. (2003) *Café beneficiado safra 2003/2004*. Ministério da Agricultura e do Abastecimento e Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília, 12p.
- Café & Cultura. (2000) Café conilon. *Brasil 500 anos*, Belo Horizonte, ano 1, n. 2, p. 43.
- Caixeta, I. F., Pedini, S. (2002) Comercialização de café orgânico: Café orgânico. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 23: 149-152.

- Caixeta, G. Z. T., Rosado, P. L., Lima, J. E. de, Gomes, M. F. M. (2000) *Parcela de participação, qualidade e preço do café no mercado mundial*. Belo Horizonte: EPAMIG, 47p. (Boletim Técnico, 60)
- Calegari, A. (1998). Espécies para cobertura de solo: *Plantio direto: pequena propriedade sustentável*. Londrina: Iapar, 255p. (Circular, 101).
- Carvalho, A., Fazuoli, L.C. (1993) Café. In: Furlani, A. M. C., Viégas, G.P. (org.) *O Melhoramento de Plantas no Instituto Agrônomo*. Campinas: Instituto Agrônomo, p. 29-76.
- Carvalho, C. H. S., Rena, A.B., Pereira, A. A., Cordeiro, A. T. (1993) Relação entre a produção, teores de N, P, K, Ca, Mg, amido e seca de ramos do 'Catimor' (*Coffea arabica* L.). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 28: 665-673.
- CETCAF (Centro de Desenvolvimento Tecnológico do Café) (2004) *Posição do Espírito Santo*. Disponível em: <<http://www.cetcaf.com.br/Links/cafeicultura%20capixaba.htm>>. Acesso em: 7 de agosto 2004.
- Coelho, M. J. H. (ed.) (2002) *Café do Brasil: o sabor amargo da crise*. Florianópolis: Contag, 55p.
- Conagin, C. H. T. M., Mendes, A. J. T. (1961) Pesquisas citológicas e genéticas em três espécies de *Coffea*: Auto incompatibilidade em *Coffea canephora*. *Bragantia*, Campinas, 20: 787-804.
- Costa, A. N. da, Bragança, S. M., Costa, A. de F. S. da, Wadt, P. G.S. (1998) Aplicação do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) no cafeeiro conilon (*Coffea canephora*), no Estado do Espírito Santo. *Anais do Fertibio*, 23, Caxambu: UFLA, p. 606.

- Costa, A. N. da, Bragança, S. M., Lani, A. A. (2000) Levantamento nutricional do cafeeiro conilon pelo DRIS, no Espírito Santo. Anais do Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 1, Poços de Caldas: Embrapa Café, p. 1333-1335.
- Dadalto, G. G., Barbosa, C. A. (1995) Macrozoneamento agroecológico. In: SEAG-ES (org.) *Manual técnico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo*. Vitória: SEAG-ES, p. 11-14.
- Dallal, G. E., Wilkinson, L. (1986) An analytic approximation to the distribution of 'Lilliefors' test for normality. *The Amer. Statist.*, 40: 294–296.
- Dara, S. T., Fixen, P. E., Gelderman, R. H. (1992) Sufficiency level and Diagnosis and Recommendation Integrated System approaches for evaluating the nitrogen status of the corn. *Agronomy Journal*, 84: 1.006-1.010.
- Darolt, M.R. (2000) *As Dimensões da Sustentabilidade: Um estudo da agricultura orgânica na região metropolitana de Curitiba-PR*. Curitiba, Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) - Florianópolis - PR, Universidade Federal do Paraná/Paris, 310p.
- Darolt, M. R. (2003) *Cenário Internacional: situação da agricultura orgânica em 2003*. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/Daroltmundo3.htm>>. Acesso em: 7 de abril. 2003.
- Deffune, G. (2001) Potenciais, perspectivas e metodologia de pesquisa para a cafeicultura orgânica no Brasil. *Anais do Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras*, 27, Uberaba: PROCAFÉ, p. 182-185.
- Elwali, A. M. O., Gascho, G. J. (1984). Soil testing, foliar analysis, and DRIS as guides for sugarcane fertilization. *Agronomy Journal*, 76: 466-470.
- Encarnação, R. de O., Lima, D. R. (2003) *Café & saúde humana*. Brasília: MAPA/CBPDC/ Embrapa, 64p. (Documentos, 01) ISSN. 1678-1694.

- Espírito Santo (Estado) (1994). Secretaria de Estado de Ações Estratégicas e Planejamento. *Informações municipais do Estado do Espírito Santo 1994*. Vitória: Departamento Estadual de Estatística, v. 1. 803p.
- Estados Unidos. (2002) Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. *Oferta e distribuição mundial de café em mil sacas de 61kg*. Disponível em: <<http://www.coffeebusiness.com.br/pagina.asp?pagina=producao>. Acesso em: 5 de abril 2003.
- Fazuoli, L.C. (1986) Genética e melhoramento do cafeeiro. *In*: Rena, A.B., Malavolta, E., Rocha, M., Yamada, T. (org.). *Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: Potafos, p. 87-113.
- Franco, C. M., Inforzato, R. (1946) O sistema radicular do cafeeiro nos principais tipos de solo do Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, 6: 443-478.
- Fullin, E. A., Dadalto, G. G. (2001) Avaliação da fertilidade do solo e do estado nutricional das plantas. *In*: Dadalto, G. G., Fullin, E. A. (ed.) *Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo. (quarta aproximação)*. Vitória: SEEA e INCAPER, p. 21-55.
- Guerra, J. G. M., Almeida, D. L. de, Santos, G. de A., Fernandes, M. S. (1996). Conteúdo de fósforo orgânico em amostras de solos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 31: p. 291-299.
- Guimarães, R. J., Mendes, A. N. G., Souza, C. A. S. (2002) Nutrição do cafeeiro: extração de nutrientes, calagem e gessagem nas fazes de plantio, formação e produção. *In*: Guimarães, R. J., Mendes, A. N. G., Souza, C. A. S. (ed.) *Cafeicultura*. Lavras: UFLA/FAEPE, p. 194-234.
- Gresser, C., Tickell, S. (2002) *Pobreza em sua xícara: o que há por trás da crise do café*. Brasília: Oxfam, 54p.

- Hallmark, W. B., Mooy, C. J. de, Pesek, J. (1987) Comparison of two DRIS methods for diagnosing nutrient deficiencies. *Journal of Fertilizers Issues*, Manchester, 4: 151-158.
- Hallmark, W. B., Beverly, R. B. (1991) Review - an update in the use of the Diagnosis and Recommendation Integrated System. *Journal of Fertilizers Issues*, Manchester, 8: 74-88.
- Hartz, T. K., Miyao, E. M., Valencia, J. G. (1998) DRIS evaluation of the nutritional status of processing tomato. *Hortscience*, 33: 830-832.
- Jaramilo-Robledo, A., Valencia-Aristazábal, G. (1980) Los elementos climáticos y el desarrollo de *Coffea arabica* L., en Chinchina, Colombia. *Cenicafé*, Caldas, 31: 127-143.
- Jones, W. W. (1981) Proposed modifications of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for interpreting plant analyses. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, New York, 12: 785-794.
- Kiehl, E. J. (1985) *Fertilizantes orgânicos*. São Paulo: Agronômica Ceres. 492p.
- Leite, R. A. (1993) *Avaliação do estado nutricional do cafeeiro conilon no Estado do Espírito Santo utilizando diferentes métodos de interpretação de análise foliar*. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 87p.
- Leite, C. A., Silva, O. M. da (2000) A demanda de cafés especiais. In: Zambolim, L. (ed.) *Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade*. Viçosa: UFV, p. 51-74.
- Letzsch, W. S. (1985) Computer program for selection of norms for use in the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, New York, 16: 339-347.

- Lima, D. R. (1991) *QI, café, sono e memória*. Rio de Janeiro: Científica Nacional, 121p.
- Malavolta, E. (1986) Nutrição, adubação e calagem para o cafeeiro. *In*: Rena, A. B., Malavolta, E., Rocha, M., Yamada, T. (ed.) *Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: Potafos, p. 165-274.
- Malavolta, E. (1993) *Nutrição mineral e adubação do cafeeiro*. São Paulo, Agronômica Ceres, p. 64-126.
- Malavolta, E., Fernandes, D. R., Casali, H., Romero, J. P. (1993) *Seja o doutor do seu cafezal*. Piracicaba: Potafos, 33p. (Encarte Técnico 64)
- Malavolta, E., Vitti, G. C., Oliveira, S. A. de (1997) *Avaliação do estado nutricional das plantas; princípios e aplicações*. Piracicaba, Potafos, 319p.
- Marschner, H. *Mineral nutrition of higher plants*. London: Academic Press. 1995. 889p.
- Martinez, H. E. P., Carvalho, J. G. de, Souza, R. B. de. (1999) Diagnose foliar. *In*: Ribeiro, A. C., Guimarães, P. T. G., Alvarez V., V. H. (Ed.) *Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (5ª Aproximação)*. Viçosa: UFV, p. 143-168.
- Martinez, H. E. P., Sousa, R. B. de, Alvarez, V. H., Menezes, J. F. S., Oliveira, J. A. de, Guimarães, P. G., Alvarenga, A. de P., Fontes, P. C. R. (2000) Avaliação da fertilidade do solo, padrões para diagnose foliar e potencial de resposta à adubação de lavouras cafeeiras de Minas Gerais. *In*: Zambolim, L. (ed.) *Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade*. Viçosa: UFV, p. 209-238.
- Massey Ferguson (Empresa) (2004) *O lucrativo café orgânico*. Disponível em: [http://www.massey.com.br/portugues/campo/campo\\_assunto.asp?idedicao=14&idassunto=49](http://www.massey.com.br/portugues/campo/campo_assunto.asp?idedicao=14&idassunto=49). Acesso em: 8 de agosto 2004.



- Matiello, J. B. (1998) *Café conilon: como plantar, tratar, colher, preparar e vender*. Rio de Janeiro: MM Produções Gráficas, 162p.
- Matiello, J. B., Santinato, R., Garcia, A. W. R., Almeida, S. R., Fernandes, D. R. (2002) *Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações*. Rio de Janeiro: MAPA/SARC/PROCAFÉ, 387p.
- Melo, B. de, Bartholo, G. F., Mendes, A. N. G. (1998) Café: variedades e cultivares: Cafeicultura: Tecnologia para produção. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 193: 92-96.
- Mourão F<sup>o</sup>, F. de A., Azevedo, J. C., Nick, J. A. (2002) Funções e ordem da razão dos nutrientes no estabelecimento de normas DRIS em laranjeira “Valência”. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 37: 185-192.
- Nick, J. A. (1998) *DRIS para cafeeiros podados*. Tese (Mestrado em Agronomia) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Esalq, 87p.
- Novais, R. F. de, Smyth, T. J. (1999). *Fósforo em solo e planta em condições tropicais*. Viçosa: DPS, 399p.
- Paschoal, A. D. (1995) Modelos sustentáveis de agricultura. *Agricultura Sustentável*, Jaguariúna, 2: p. 11-16.
- Payne, G. G., Rechcigl, J. E., Stephenson, R. L. (1990) Development of Diagnosis and Recommendation Integrated System norms for Bahiagrass. *Agronomy Journal*. 82: 930-930.
- Pedini, S. (2000) Produção e certificação de café orgânico. *In: Zambolim, L. (ed.) Café: Produtividade, qualidade e sustentabilidade*, Viçosa: UFV, p. 333-360.
- Penteado, S. R. (2000) *Introdução à agricultura orgânica*. Campinas: Editora Grafimagem, 110p.

- Perkins, M. (2000) *Marketing to the organic coffee niche*. Specialty Coffee Association of America. Disponível em: <<http://www.scaa.org/>>.2000. Acesso em: 20 de março 2002.
- Rathfon, R. A., Burger, J. A. (1991) Diagnosis and recommendation integrated system modifications for Fraser Fir Christmas trees. *Soil Sci. Soc. Amer. Journal*, 55: 1026-1031.
- Reis Jr, R. dos A. (1999) *Diagnose nutricional da cana-de-açúcar com o uso da sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS)*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Campos do Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 141p.
- Reis Jr, R. dos A., Corrêa, J. B., Carvalho, J. G., Guimarães, P. T. G. (2002) Diagnose nutricional de cafeeiros da região sul de Minas Gerais: normas DRIS e teores foliares adequados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Brasília, 26: 801-808.
- Reis Jr, R. dos A., Monnerat, P. H. (2003a) Norms establishment of the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) for nutritional diagnosis of sugarcane. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 38: 277-282.
- Reis Jr, R. dos A., Monnerat, P. H. (2003b). DRIS norms validation for sugarcane crop. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 38: 379-385.
- Rena, A.B., Nacif, A.P., Guimarães, P.T.G., Bartholo, G.F. (1998) Plantios adensados de café: aspectos morfológicos, ecofisiológicos, fenológicos e agronômicos: Cafeicultura: Tecnologia para produção. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 193: 61-70.
- Reuvas, E. Pinto, M. da C., Monteiro, C. da R. (1997) *Café expresso*. Brasília: SEBRAE. 24p.

- Rheinheiner, D. S., Anghinoni, I. Conte, E. (2003). Sorção de fósforo em função do teor inicial e de sistemas de manejo de solos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27: 41-49.
- Ricci, M. dos S. F., Araújo, M. dos C. F., Franch, C. M. de C. (2002) *Cultivo orgânico do café: recomendações técnicas*. Brasília: EMBRAPA. 101p.
- Saes, M. S. M., Farina, E. M. M. Q. (1999) *O agribusiness do café no Brasil*. São Paulo: LPINI, 230p.
- Sampaio, I. B. M. (1998) *Estatística Aplicada a Experimentação Animal*. Belo Horizonte, FEPMUZ, 221p.
- Santos, W. R. dos. (1997) Avaliação do equilíbrio nutricional dos macronutrientes em citros com diferentes adubações. Tese (Mestrado em Agronomia) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Esalq, 112p.
- Silva, A. E. S. da, Costa, E. B. da. (1995) Importância econômica e social. In: SEAG-ES (org.) *Manual técnico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo*. Vitória: SEAG-ES, p. 9-10.
- Silva, F. C. da (org) (1999). *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Brasília: EMBRAPA, 370p.
- Silva, O. M. da, Leite, C. A. (2000) Competitividade e custos do café no Brasil e no exterior. In: Zambolim, L. (ed.) *Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade*. Viçosa: UFV, p. 27-50.
- Sumner, M. E. (1977) Use of the DRIS system in foliar diagnosis of crops at high yield levels. *Communication In Soil Science and Plant Analysis*, 8: 251-268.

- Taiz, L., Zieger, E. (2004) *Fisiologia vegetal*. Trad. Santarém, E. R., Msrith, J. E. D. A., Astrarista, L. V., Dellenburg, L. R., Rosa, L. M. G., Oliveira, P. L. de. Porto Alegre: Arimed, 719p.
- Theodoro, V. C. de A. (2001) *Caracterização de sistemas de produção de café orgânico, em conversão e convencional*. Tese (Mestrado em Fitotecnia) - Lavras - MG, Universidade Federal de Lavras - UFLA, 214p.
- Theodoro, V. C. de A., Carvalho, J. G. de, Corrêa, J. B. (2002) Levantamento da fertilidade do solo e o estado nutricional de cafeeiros orgânicos no Estado de Minas Gerais. *Anais do Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras*, 28, Caxambu: PROCAFÉ, p. 231-234.
- Valente, C. F. (1985). *Efeitos do biofertilizante, em diferentes níveis de adubação química, sobre o solo e sobre a produção de feijão cultivado em casa de vegetação*. Tese (Mestrado), Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 47p.
- Veloso, C. A. C., Muraoka, T., Malavolta, E., Carvalho, J. G. de. (1998). Diagnose de deficiência de macronutrientes em pimenta-do-reino. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 33: 1889-1896.
- Veloso, C. A. C., Souza, F. R. S. de Corrêa, J. R. V. Ribeiro, S. I., Oliveira Jr, M. C. M. de, Carvalho, E. J. M. (2003) Avaliação do estado nutricional do cafeeiro (*Coffea canephora* Pierre) na região da Tranzamazônica. *Anais do Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil e Workshop Internacional do Café & Saúde*, 3, Porto Seguro: Embrapa Café, p. 397-398.
- Vieira, M., Carvalho, G. (2000). Perspectivas para cafés do Brasil. *In: Zambolim, L. (ed.) Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade*. Viçosa: UFV, p. 75-90.
- Wadt, P. G. S. (1996) *Os métodos da chance matemática e do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) na avaliação nutricional de plantios de*

*eucalipto*. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 123p.

Wadt, P. G. S., Novais, R. F., Alvarez V, V. H., Fonseca, S., Barros, N. F. (1998a) Valores de referência para macronutrientes em eucalipto obtidos pelos métodos Dris e chance matemática. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 22: 685-692.

Wadt, P. G. S., Novais, R. F., Alvarez V, V. H., Fonseca, S., Barros, N. F. (1998b) Três métodos de cálculo do Dris para avaliar o potencial de resposta à adubação de árvores de eucalipto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 22: 651-660.

Wadt, P. G. S. (1999) Loucos em terras de doidos: DRIS um aliado do diagnóstico nutricional de plantas. *Boletim informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 24: 15-19.

Wadt, P. G. S., Novais, R. F., Alvarez V, V. H., Bragança, S. M. (1999) Alternativas de aplicação do “DRIS” “ à cultura de café conilon (*Coffea canephora* Pierre). *Scientia Agrícola*, Piracicaba, 56: 83-92.

Willadino, G. (coord.) (1986) *Atlas escolar do Espírito Santo*. Rio de Janeiro: FAE, 91p.

Yussefi, M. (2003) Development and state of organic agriculture world - wide. In: Yussefi, M., Willer, H. (org.) *The world of organic agriculture 2003*. IFOAM Publication. 130p.