

**DRIS no diagnóstico nutricional de Café (*Coffea arabica* L.) para a região  
Norte do estado do Paraná**

**RICARDO AUGUSTO DA SILVA**

**DRIS no diagnóstico nutricional de Café (*Coffea arabica* L.) para a região  
Norte do estado do Paraná**

**RICARDO AUGUSTO DA SILVA**

Dissertação apresentada a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração: Produção Vegetal

Orientador: Professor Dr. José Eduardo Creste

633.73  
S586d

Silva, Ricardo Augusto da.

DRIS no diagnóstico nutricional de Café (*Coffea arabica* L.) para a região Norte do estado do Paraná / Ricardo Augusto da Silva. – Presidente Prudente, 2012.

66f.: il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) -  
Universidade do Oeste Paulista – Unoeste,  
Presidente Prudente, SP, 2012.

Bibliografia.

Orientador: Professor Dr. José Eduardo Creste

1. DRIS. 2. Café. 3. Nutrição. I. Título.

**RICARDO AUGUSTO DA SILVA**

**DRIS no diagnóstico nutricional de Café (*Coffea arabica* L.) para a região  
Norte do estado do Paraná**

Dissertação apresentada a Pró-Reitoria de  
Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do  
Oeste Paulista, como parte dos requisitos  
para obtenção do título de Mestre em  
Agronomia - Área de Concentração:  
Produção Vegetal

Presidente Prudente, 5 de Dezembro de 2012

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Orientador José Eduardo Creste  
Universidade do Oeste Paulista – Unoeste  
Presidente Prudente-SP

---

Prof. Dr. Carlos Sérgio Tiritan  
Universidade do Oeste Paulista – Unoeste  
Presidente Prudente-SP

---

Prof. Dr. Tadeu Takeyoshi Inoue  
Universidade Estadual de Maringá – UEM  
Maringá - PR

## DEDICATÓRIA

Dedico aos meus Pais Sebastião Aurélio da Silva e Lizete Ap. Schelbauer da Conceição da Silva, as minhas irmãs Heloisa Celis da Silva e Renata Camila da Silva e a todos que ajudaram a concretizar mais um dos meus sonhos, afinal, a caminhada continua.

## **AGRADECIMENTOS**

A DEUS, pela vida, saúde, inteligência minha e de todos que participaram do trabalho.

Ao orientador professor Dr. José Eduardo Creste, pela parceria, compreensão, convivência e transmissão de conhecimentos relacionados a pesquisa e conduta pessoal e profissional.

Aos membros da banca examinadora Dr. Carlos Sérgio Tiritan da UNOESTE e Dr. Tadeu Takeyoshi Inoue da UEM.

A todos os Professores, ao Coordenador do Curso e funcionários da UNOESTE, pelo companheirismo e compreensão.

A minha namorada Alizete Braido de Oliveira, pelo apoio e compreensão durante todo o trabalho.

Aos colegas de trabalho do Instituto EMATER Carlos Alberto Diorio, Cesar Lopes Scucuglia, Valter Pessoa, e aos amigos Carlos Eduardo Peixoto Fontes, Jorge Maurino da Silva e Luiz Marcelo Franzin que também me apoiaram durante a realização do Curso.

A todos os colegas de Mestrado, em especial Wellington Guerra, Anderson Guerra, Lucas Oliveira, Isabela Rigolin, Thadeu Spósito, Antônio e Marcela que estiveram juntos durante todo período na UNOESTE, foram momentos valiosos.

A gerência regional do EMATER de Londrina, representada pelos colegas Sergio Luiz Carneiro e Ildefonso José Haas, pelo apoio prestado durante todo o curso.

Ao grupo de profissionais que trabalham com a cadeia produtiva do Café do Instituto EMATER, representado pelo extensionista e amigo Cilésio Abel Demoner pelo apoio e acreditar no trabalho.

Aos servidores públicos da prefeitura de Pitangueiras e a administração, representada pelo Prefeito Cristovon Videira Ripol e Vice Prefeita Valkiria Ribeiro dos Santos.

Ao Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), pela parceira na realização do trabalho, representado pelo Diretor Presidente Florindo Dalberto e Diretor Técnico-Científico Armando Androcioli Filho. A Dra. Heverly Moraes, pela ajuda na obtenção dos dados meteorológicos e aos Doutores Ademir Calegari e Rafael Fuentes Llanillo pelo apoio.

A todos os agricultores familiares de Pitangueiras – PR, em especial aos que participaram deste trabalho, cedendo os dados e material para pesquisa, meu muito obrigado pela confiança e paciência.

Aos amigos Médico Veterinário M.Sc Rogério Morcelles Dereti da EMBRAPA Gado de Leite, Engenheiro Agrônomo Dr. Moacir José Sales Medrado da MCA Consultoria, Professor M.Sc. Arney Eduardo do Amaral Ecker, Engenheira Agrônoma Maria Helena da Cruz da COAPROCOR, ao amigo Engenheiro Agrônomo Ademir Pimentel e a família Yamada de Mamborê - PR, pela parceria e apoio.

Aos agricultores familiares de Corumbataí do Sul - PR Manoel Valério da Silva e Marcos Tonatto Junior pelo incentivo e parceria.

Por fim, agradecer as estagiárias Aline Sarri Gonçalves (2010), Janaína Aparecida Ferreira da Silva (2011) e Sara Fernanda da Cruz Labegalini (2012), componentes da equipe da unidade municipal do Instituto EMATER de Pitangueiras e também os auxiliares administrativos Tarcísio Duarte e Eliane Cheron Sauran e o secretário Eugênio Sauran Filho, membros da Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente de Pitangueiras, obrigado equipe.

*"Porque o senhor é quem dá a sabedoria, e de sua boca é que procedem a ciência e a prudência (Provérbios cap. 2, ver. 6 – 7)"*



## RESUMO

### **DRIS no diagnóstico nutricional de Café (*Coffea arabica* L.) para a região Norte do estado do Paraná**

Devido à carência do conhecimento relativo à cultura do café arábica, aliada ao sucesso encontrado pela utilização do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) em diversas culturas. O objetivo deste trabalho foi de formar um banco de dados, mediante resultados de análise foliar e registro de produtividade para o estabelecimento das normas DRIS para Café na região Norte do Paraná, bem como estabelecer critérios para aplicação de fertilizantes para a produção de café. O trabalho foi realizado entre os meses de Fevereiro de 2011 à Fevereiro de 2012 (safra 2011/2012), em propriedades rurais situadas no município de Pitangueiras – PR, com coordenadas geográficas 23° 14' 03" S e 51° 35' 06" W, estando a uma altitude de 600 m. Foram coletadas amostras de folhas de 75 lotes de lavouras de café (*Coffea arabica* L.), presentes em 69 propriedades rurais com as variedades IAPAR 59, IPR 98, IPR 99, Catuaí, Mundo Novo e Tupi. As amostras foram acondicionadas em sacos de papel e transportadas para o laboratório, onde foram lavadas, secadas, moídas e submetidas à análise química de tecido vegetal. Obteve-se o estabelecimento das normas DRIS para a diagnose nutricional de Café (*Coffea arabica* L.) para o Norte do Estado do Paraná, utilizando como padrão, a produtividade de 55 sc ha<sup>-1</sup>. Observou-se nos dados das amostras do ponto de corte escolhido (acima de 55 sc ha<sup>-1</sup>) que a deficiência maior foi do nutriente K, seguido do Cu e Zn. Quanto aos teores dos nutrientes excessivos, verificou-se nos nutrientes Zn e Fe, S e Mn.

**Palavras-chave:** Café Adensado, Análise de Folhas, Fertilidade do Solo, Adubação, Nutrição Mineral de Plantas.

## ABSTRACT

### DRIS diagnosis of nutritional Coffee (*Coffea arabica* L.) in the North of Paraná State

Due to the lack of knowledge on the culture of Arabica coffee, coupled with the success found by the use of the Integrated Diagnosis and Recommendation (DRIS) across cultures. The aim was to form a database through foliar analysis results and record productivity for the establishment of standards for DRIS Café in northern Paraná, and establish criteria for applying fertilizer to coffee production. The work was conducted between the months of February 2011 to February 2012 (2011/2012 harvest), on farms located in the municipality of Pitangueiras - PR, with geographic coordinates 23rd 14 '03 "S and 51 35' 06" W, with an altitude of 600 m. We collected leaf samples from 75 batches of coffee plantations (*Coffea arabica* L.), present in 69 farms with varieties IAPAR 59, IPR 98, IPR 99, Catuaí, Mundo Novo and Tupi. The samples were placed in paper bags and transported to the laboratory where they were washed, dried, ground and subjected to chemical analysis of plant tissue. Obtained the establishment of DRIS norms for nutritional diagnosis of Coffee (*Coffea arabica* L.) to the north of Paraná, using as standard, the productivity of 55 sc ha<sup>-1</sup>. It was observed in the data of the samples of the cutoff chosen (above 55 sc ha<sup>-1</sup>) was greater than the nutrient deficiency K, followed by Cu and Zn. As for excessive levels of nutrients, it was found nutrients Zn and Fe, S and Mn.

**Keywords:** Dense Coffee, Analysis of Leaves, Soil Fertility, Fertilization, Mineral Nutrition of Plants.

## **LISTA DE SIGLAS**

EMATER – Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural

IAPAR – Instituto Agronômico do Paraná

IAC – Instituto Agronômico de Campinas

SEAB – Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná

DERAL – Departamento de Economia Rural do Paraná

## LISTA DE FIGURAS

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| FIGURA 1 -  | Mapa do Estado do Paraná mostrando a localização do município de Pitangueiras. | 28 |
| FIGURA 2 -  | Relação entre a produtividade das amostras de café e o teor de Nitrogênio.     | 36 |
| FIGURA 3 -  | Relação entre a produtividade das amostras de café e o teor de Fósforo.        | 37 |
| FIGURA 4 -  | Relação entre a produtividade das amostras de café e o teor de Potássio.       | 38 |
| FIGURA 5 -  | Relação entre a produtividade das amostras de café e o teor de Cálcio.         | 39 |
| FIGURA 6 -  | Relação entre a produtividade das amostras de café e o teor de Magnésio.       | 40 |
| FIGURA 7 -  | Relação entre a produtividade das amostras de café e o teor de Enxofre.        | 41 |
| FIGURA 8 -  | Relação entre a produtividade das amostras de café e o teor de Boro.           | 42 |
| FIGURA 9 -  | Relação entre produtividade das amostras de café e teor de Cobre.              | 43 |
| FIGURA 10 - | Relação entre a produtividade das amostras de café e o teor de Ferro.          | 44 |
| FIGURA 11 - | Relação entre a produtividade das amostras de café e o teor de Manganês.       | 45 |
| FIGURA 12 - | Relação entre a produtividade das amostras de café e o teor de Zinco.          | 46 |

## LISTA DE TABELAS

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| TABELA 1 -  | Exigências climáticas para cultivo do cafeeiro.  | 17 |
| TABELA 2 -  | Temperatura X Crescimento Médio Diário de Raízes de Café   | 18 |
| TABELA 3 -  | Quantidades totais de nutrientes (em gramas) removidos por cafeeiros jovens durante o desenvolvimento.   | 23 |
| TABELA 4 -  | Dados climáticos no período de 1976 a 2011 da Estação Meteorológica do IAPAR em Londrina - PR.   | 29 |
| TABELA 5 -  | Resultado de análise de solos de áreas com cultivo de café na profundidade de 0 a 20 cm.   | 30 |
| TABELA 6 -  | Características das variedades de café utilizadas para elaboração do banco de dados do DRIS Café para a região Norte do estado do Paraná.  | 31 |
| TABELA 7 -  | Distribuição de número de observações por nível de produtividade para definição das normas do DRIS.  | 47 |
| TABELA 8 -  | Valores médios de macro e micronutrientes em folhas de cafeeiro em função da fase de desenvolvimento da planta para a diferenciação das sub populações de alta produtividade (A) e de baixa produtividade (B). | 47 |
| TABELA 9 -  | Resultados dos cálculos da correlação entre IBN e matrizes DRIS de diferentes níveis de corte para a cultura do cafeeiro no Paraná.  | 48 |
| TABELA 10 - | Resultados das análises químicas dos lotes de folhas de café, utilizadas para o teste das normas desenvolvidas, segundo os diferentes critérios.   | 48 |
| TABELA 11 - | Valores médios e as relações possíveis entre os nutrientes, variância, coeficiente de variação, relação de variância entre sub populações A e B e (Teste F).   | 51 |
| TABELA 12 - | Diagnóstico nutricional de plantas de cafeeiro segundo as normas desenvolvidas para produtividades acima de 55 sc ben ha <sup>-1</sup> .   | 54 |
| TABELA 13 - | Relação dos nutrientes estudados, faixas de padrões existentes e normas DRIS estabelecidas para o cafeeiro.  | 56 |

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO.....  | 14 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA.....   | 16 |
| 2.1 Cultura do Cafeeiro – Aspectos Gerais.....                             | 16 |
| 2.2 Fisiologia do Cafeeiro.....  | 17 |
| 2.3 Cultivo do Cafeeiro em Sistema Adensado.....                           | 20 |
| 2.4 Aspectos Nutricionais do Cafeeiro.....                                 | 22 |
| 2.5 Sistema DRIS.....  | 25 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS.....  | 27 |
| 3.1 Caracterização Climática.....  | 28 |
| 3.2 Caracterização dos Solos.....  | 29 |
| 3.3 Coleta de Dados, Tratos Culturais e Cultivares.....                    | 30 |
| 3.4 Métodos.....   | 32 |
| 3.4.1 Forma de Interpretação dos Resultados.....                           | 34 |
| 3.4.2 Definição do Índice de Balanço Nutricional (IBN).....                | 34 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....  | 35 |
| 4.1 Estudo das Relações entre a Composição Foliar e a Produção.....        | 35 |
| 4.1.1 Macronutrientes.....   | 35 |
| 4.1.2 Micronutrientes.....   | 41 |
| 4.2 Desenvolvimento da Metodologia DRIS na Cultura do Cafeeiro.....        | 46 |
| 4.2.1 Definição das normas foliares.....                                   | 47 |
| 4.2.2 Apresentação das normas de acordo com os parâmetros nutricionais.... | 50 |
| 4.2.3 Relação DRIS estabelecida e faixas de padrões existentes .....       | 56 |
| 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....   | 57 |
| 6. CONCLUSÕES.....   | 58 |
| REFERÊNCIAS.....   | 59 |

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L) está presente em diversas regiões do Estado do Paraná, seja na forma de cultivo tradicional ou adensado. Na Região Norte do Paraná não é diferente, sendo que até meados da década de 90, predominava o cultivo tradicional, que consistia na adoção de espaçamentos maiores (entrelinhas e entre plantas) e a partir deste período o cultivo de café no sistema adensado, com a adoção de cultivares desenvolvidas pelos pesquisadores (fitotecnistas e melhoristas) do IAPAR, foi amplamente difundido entre os agricultores, como forma de diversificação das atividades produtivas desta região e melhoria na geração de renda.

A adoção deste sistema de produção é interessante para este tipo de agricultor, pois com área reduzida, mão-de-obra familiar, a família consegue um retorno financeiro maior por área explorada. Desta forma o cultivo de café em sistema adensado nas regiões cafeeiras do Paraná (Norte, Noroeste e Norte Pioneiro) é uma importante exploração para a agricultura familiar, gerando renda, empregando mão-de-obra e fornecendo produtos de boa qualidade ao mercado nacional e internacional.

O estado do Paraná possui hoje 74.854 ha de café (SEAB/DERAL, 2012), sendo que desses 54,75% são em sistema adensado. Vale ressaltar, que com pouca área de café no estado, a produção é de 1.845.466,66 milhões de sacas beneficiadas de 60 kg, representando 5,85% da produção nacional e produtividade de 23,4 sc ha<sup>-1</sup>, maior que a do Brasil.

A profissionalização da exploração desta atividade é de extrema importância, pois se tornam cada vez mais elevados os custos de insumos e mão de obra. Assim, deve-se racionalizar a produção, aumentar a produtividade e melhorar a qualidade do produto oferecido. Muitos avanços têm sido observados, buscando a eficiência no cultivo do cafeeiro, com plantas mais produtivas através de melhoramento genético, maior qualidade de bebida e resistência a doenças. Os fabricantes de defensivos têm oferecido também produtos mais eficientes no combate a pragas e doenças, menos tóxicos e mais seletivos aos inimigos naturais.

Apesar destes avanços, o conhecimento profundo sobre a nutrição mineral do cafeeiro, objetivando a recomendação de adubação racional mostra-se um dos passos mais relevantes a serem considerados. Ocorre que muitas vezes

este fator não é observado com a importância exigida, sendo utilizadas técnicas não preconizadas pela pesquisa, não respeitando sequer recomendações básicas de calagem e adubação.

A nutrição da planta do cafeeiro é considerada como um dos principais fatores de sucesso na produção, pois o desequilíbrio nutricional da planta acaba por acarretar em perdas de produtividade além de problemas com doenças, favorecimento ao ataque de pragas, além do uso indiscriminado de nutrientes pode favorecer o desequilíbrio químico do solo. A forma comum de suprir as necessidades nutricionais da planta é feita, realizando somente análise química dos solos e quando se faz análise foliar os resultados são comparados a índices tabelados sendo os níveis de nutrientes analisados de forma isolada, não se considerando a interação entre estes (SCUCUGLIA, 2012).

Embora tenha ocorrido a partir de 1956 o desenvolvimento do Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação - DRIS (Diagnosis and Recommendation Integrated System), que relaciona os teores de nutrientes e os analisa aos pares, tendo como fundamento a Diagnóstico Fisiológico (BEAUFILS, 1957), esta metodologia ainda não é bem conhecida e/ou divulgada aos técnicos de campo.

Estudos, com algumas culturas, utilizando o DRIS, têm sido realizados, inclusive no Brasil, com boas perspectivas (BATAGLIA; SANTOS, 1990; CRESTE, 1996; CRESTE; NAKAGAWA, 1997; BATAGLIA et al., 2004; WADT, 2005; PARTELLI; VIEIRA; COSTA, 2005; PARTELLI et al., 2006a; PARTELLI et al., 2006b; CAMPOS, 2009; PIPERAS; CRESTE; ECHER, 2009; CRESTE; ECHER, 2010; LANA et al., 2010; FARNEZI; SILVA; GUIMARÃES, 2009; FARNEZI et al., 2010). Devido a carência do conhecimento relativo à cultura do café arábica, aliada ao sucesso encontrado pela utilização do DRIS em diversas culturas, procurou-se neste trabalho conhecer alguns dos principais nutrientes e as interações entre eles que influenciam a produção do cafeeiro, bem como algumas das variáveis capazes de afetá-los, e então derivar os seus resultados para o estabelecimento do método DRIS nessa cultura de acordo com as condições edafoclimáticas predominantes para região Norte do Estado do Paraná.



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Cultura do Cafeeiro – Aspectos Gerais

O Brasil possui uma área de 329.941.393 milhões de hectares e 5.175.489 milhões de estabelecimentos, sendo que desse montante 1.547.085 milhões de ha são de café arábica plantado, presentes em 200.859 mil estabelecimentos, resultando em uma produção de 31.495.316 milhões de sacas beneficiadas de 60 kg (IBGE, 2009), o que demonstra a importância da atividade para o país.

O Paraná possui hoje 74.854 ha de café (SEAB/DERAL, 2012), sendo que desses 54,75% são em sistema adensado. Vale ressaltar, que com pouca área de café no estado, a produção é de 1.845.466,66 milhões de sacas beneficiadas de 60 kg, mostrando a importância da cultura para o estado. Porém, para que essa atividade continue sendo rentável para os agricultores, há necessidade de aumentar a produtividade e tornar a cafeicultura mais competitiva.

Para continuar a busca por maiores produtividades em menores áreas, surgiu em meados da década de 90 o sistema de cultivo de café adensado, no qual consiste em reduzir o espaçamento entrelinhas e entre plantas da lavoura cafeeira, observando o tipo de solo, topografia e linhagens, que devem ter porte mais reduzido e com menor diâmetro de copa (MENDES et al., 1997).

O primeiro grão de café foi trazido para o Brasil, em 1733, pelo sargento-mor da coroa Portuguesa no Maranhão Francisco de Melo Palheta, que comprou o café “capaz de crescer” possivelmente em alguma espécie de mercado paralelo em Caiena, capital da Guiana Francesa, já que na Guiana era proibido o comércio de sementes e mudas de café, a modo de impedir sua propagação (MOREIRA, 2007), sendo que em fins do século XVIII deu-se o início do cultivo do café na parte sudoeste do País, principalmente no Estado do Rio e em Minas Gerais, aparecendo então as primeiras plantações realmente comerciais e a partir de 1830 o Brasil se firmou como o principal produtor mundial (DIAS apud INSTITUTO BRASILEIRO DE POTASSA, 1965).

Os cafeeiros da espécie *arabica* são originários da Etiópia, no continente Africano, onde se desenvolveu sob ambiente de sub-bosques de sombra moderada, indicando ser uma espécie não tolerante a temperaturas extremas

(VALENTINI et al., 2010). No Brasil, existem duas espécies de cafeeiro que são cultivadas comercialmente (*Coffea arabica* e *Coffea canephora*). A seguir, tem-se conforme Favarin (2011) a classificação taxonômica da espécie utilizada no trabalho:

- Família: *Rubiaceae*
- Gênero: *Coffea*
- Espécie: *Coffea arabica* L.

Quanto às exigências climáticas, o cafeeiro tem grande adaptação aos diferentes tipos de clima. A temperatura, precipitação, umidade, luminosidade e fotoperiodismo são os principais fatores climáticos que apresentam maior importância para o cafeeiro, conforme a Tabela 1.

**TABELA 1** – Exigências climáticas para cultivo do cafeeiro.

---

FATORES CLIMÁTICOS

---

|                          |                  |
|--------------------------|------------------|
| Precipitação média ideal | 1.500 à 1.900 mm |
| Temperatura média ideal  | 19 e 22°C        |

---

Fonte: EMBRAPA, 2006.

## 2.2 Fisiologia do Cafeeiro

O cafeeiro tem como característica porte arbustivo (2 – 4 m), tronco cilíndrico, raiz pivotante, profunda e amplamente ramificadas próximo a superfície do solo. Trata-se de uma planta com metabolismo  $C_3$ , que reduz o  $CO_2$  a carboidratos pelo ciclo de Calvin e combina enzimaticamente  $CO_2$  e água do ambiente por uma molécula aceptora contendo 5 átomos de carbono, para gerar a molécula de gliceraldeído-3-fosfato, tendo o ciclo completado pela regeneração do acceptor de cinco carbonos ribulose-1,5-bifosfato RuBP (TAIZ; ZEIGER, 2006), sendo que a folha de café faz muito menos fotossíntese quando exposta à plena luz solar do que à luz difusa (FRANCO, 1965), aproveitando melhor os feixes de luz em relação as plantas em pleno sol (MARTINS, 2011), por isso que a proposta de se arborizar moderadamente os cafezais se torna viável, haja visto que resulta numa atenuação dos efeitos das condições climáticas extremas e proporciona maior sustentabilidade ao sistema (PEZZOPANE; PEDRO JR; GALLO, 2007), podendo incrementar maiores produtividades e portanto, maiores rendas.

O crescimento do sistema radicular do café, como todo crescimento da planta, depende das condições climáticas, sendo que há um aumento significativo

na razão do crescimento entre as temperaturas de 17 e 26°C, conforme Tabela 2 abaixo.

**TABELA 2** – Temperatura X Crescimento Médio Diário de Raízes de Café

| T °C    | Cresc. Méd. Diário (mm) |
|---------|-------------------------|
| 17 - 19 | 1,1                     |
| 20 - 22 | 2,5                     |
| 23 - 24 | 3,5                     |
| 25 - 27 | 4,5                     |
| 28 - 29 | 4,2                     |
| 30 - 32 | 4,2                     |

Fonte: FRANCO, 1965.

A formação de folhas ocorre durante todo ano e varia muito conforme as condições climáticas. Para a região Centro Sul do Brasil, um maior número de folhas é produzido no período quente e chuvoso (outubro a março) (INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ, 1981). Reis et al. (2009), em trabalho avaliando a atividade da redutase do nitrato e glutamina sintetase em folhas de cafeeiro durante o desenvolvimento dos frutos, concluíram que a atividade da redutase do nitrato e glutamina sintetase, o N foliar e a concentração de proteínas solúveis totais tendem a diminuir a medida que a maturação dos frutos aumenta e essas variáveis são positivamente e significativamente correlacionadas com a produção de café.

As alterações nas relações hídricas no cafeeiro são de extrema importância, pois mesmo pequenas modificações podem reduzir intensamente o crescimento e as perdas na produção cafeeira, que decorrentes de deficiência hídrica, estão relacionadas com o estágio de desenvolvimento das plantas (ANDRADE, 2010). Batista et al. (2010) concluíram, em trabalho avaliando a anatomia foliar e potencial hídrico na tolerância de cultivares de café ao estresse hídrico em Minas Gerais, que a avaliação do potencial hídrico e a caracterização anatômica das plantas poderá ser um importante instrumento no apoio do melhoramento genético do cafeeiro em relação à escolha de cultivares tolerantes ao déficit hídrico, sendo que o consumo hídrico do cafeeiro varia em consequência da demanda evaporativa da atmosfera, do método de irrigação e do índice de área foliar (LENA; FLUMIGNAN; FARIA, 2011).

Vale ressaltar que o conhecimento da influência das condições climáticas, em especial precipitação e temperatura sobre a fisiologia do cafeeiro é de extrema importância para a condução da lavoura, sendo que a espécie *arabica* se desenvolve melhor em uma faixa de temperatura de 18 à 21 °C (GUIMARÃES; MENDES, 1998a).

O cafeeiro pertence as plantas de dias curtos, por isso a planta floresce quando é submetida a dias de 8 horas de luz (FRANCO, 1965), os botões crescem até cerca de 6 a 8 mm e cessam o seu crescimento, entrando em dormência, permanecendo dormentes até que haja um período seco seguido de chuva (INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ, 1981). Segundo Moens (1968), o desenvolvimento floral do cafeeiro é dividido em indução, iniciação, diferenciação, crescimento/desenvolvimento, latência e antese. No Brasil, o desenvolvimento floral dos cafeeiros ocorre em épocas sujeitas às geadas, cuja ocorrência moderada ou severa, nessa fase, sem utilização de medidas de proteção, implica em graves prejuízos na produção do ano seguinte (MORAIS et al., 2008).

O cafeeiro possui seis fases fenológicas distintas, sendo duas vegetativas e quatro reprodutivas, sendo elas: 1ª fase – Vegetação e formação de gemas foliares (setembro a março); 2ª fase – Indução, desenvolvimento, maturação e dormência das gemas florais (abril a agosto); 3ª fase – Florada e expansão dos frutos (setembro a dezembro); 4ª fase – Granação dos frutos (janeiro a março ano seguinte); 5ª fase – Maturação dos frutos (abril a junho); 6ª fase – Repouso e senescência (julho e agosto) (MEIRELES et al., 2004).

O fruto do cafeeiro passa por cinco estádios de formação: chumbinho, expansão rápida, crescimento suspenso, granação e maturação (LAVIOLA et al., 2007), onde o fruto tem forte acúmulo de matéria seca nos estádios de expansão rápida, granação e maturação, neste último estágio, o acúmulo de matéria seca pelo fruto perdurou até o momento da colheita (LAVIOLA et al., 2007). Durante a formação do fruto do cafeeiro e nos diversos estádios do seu desenvolvimento, existem variações na concentração e conteúdo dos elementos acumulados, assim como na produção de matéria seca (LAVIOLA et al., 2007). A qualidade da bebida do café depende da composição química do grão, determinada por fatores genéticos, tratos culturais e característica do ambiente e é influenciada por modificações no grão atribuídas a distúrbios fisiológicos (FAVARIN et al., 2004).

### 2.3 Cultivo do Cafeeiro em Sistema Adensado

Atualmente, existe uma tendência de se reduzir o espaçamento de plantio das culturas anuais e perenes, visando um melhor aproveitamento de área e incrementos na produtividade, porém é preciso considerar, para um manejo eficaz, a influência dos espaçamentos sobre a bienalidade e o crescimento do cafeeiro (PEREIRA et al., 2011). Segundo Instituto Brasileiro do Café (1981) o uso de menores espaçamentos, proporciona uma maior densidade de plantas por área, o que leva a uma melhor produtividade, principalmente nas primeiras safras, porém requer um maior investimento inicial e a partir do fechamento da lavoura (encontro dos ramos plagiotrópicos dos cafeeiros nas entrelinhas e entre as plantas), a mesma necessita ser podada ou ter ruas eliminadas (THOMAZIELLO et al., 1999).

Pereira et al. (2011), em experimento realizado com o objetivo de avaliar as conseqüências na redução do espaçamento entre as linhas e entre as plantas na linha sobre o crescimento, produtividade e a bienalidade do cafeeiro, concluíram que a redução no espaçamento entre as linhas e entre as plantas na linha de plantio aumentam a produtividade da lavoura cafeeira. Pavan et al. (1999) realizaram experimento no Norte do Estado do Paraná avaliando a densidade populacional de cafeeiros para melhorar a fertilidade de um latossolo e concluíram que a alta população de plantas de café (7100 plantas por hectare) aumentou a matéria orgânica do solo, a disponibilidade de nutrientes e reduziu a acidez do solo, assim mostrou-se como uma alternativa para melhorar a fertilidade do solo, observando uma tendência maior de estoque de Carbono (C) nos espaçamentos mais adensados (1 X 0,5 e 1 X 1 m) (GEBRIM, 2004).

Outro ponto positivo do cultivo do café em sistema adensado é que o mesmo concentra o uso de mão-de-obra no período de colheita, comparativamente ao sistema tradicional (DORETTO, 2011), fator importante na redução de custos da lavoura cafeeira. O sistema de cultivo do cafeeiro em sistema adensado, não era uma prática comumente utilizada até os anos 80, onde populações de 5000 plantas ha<sup>-1</sup> estariam próximas do ideal (RENA; MAESTRI apud CASTRO; FERREIRA; YAMADA, 1987).

A função básica do adensamento de plantas de café é otimizar a exploração das plantas pela luz, água e nutrientes (PAVAN; CHAVES; ANDROCIOLI FILHO, 1994) e nas lavouras acarreta em diminuição da infestação por bicho-mineiro

(*Perileucoptera coffeela*), menor densidade de plantas invasoras, aumento no rendimento de operações de fertilização (TOLEDO; BARROS, 1999). No entanto, com o fechamento do cafezal, é necessário a adoção de técnicas de manejo da lavoura como podas ou eliminação de ruas (GUIMARÃES; MENDES, 1998b).

Silva et al. (2004), em experimento realizado no Sul do Estado de Minas Gerais, avaliaram os efeitos de densidades de plantio e de manejo da calagem sobre os atributos da fertilidade de um LATOSSOLO e sobre o estado nutricional e produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) e concluíram que os métodos de manejo da calagem mostraram-se eficientes para corrigir a acidez do solo até a profundidade de 10 cm e que o adensamento da lavoura resultou em um acréscimo médio de 14 e 33 sacas de café ha<sup>-1</sup>, respectivamente, na 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> colheitas, reafirmando que o adensamento da lavoura proporciona ganhos de produtividade e melhoria da fertilidade do solo, pois uma lavoura no sistema adensado, com 10000 plantas por hectare, por exemplo, facilmente produz cerca de 3 litros de café cereja por planta aos 2,5 anos após o plantio, o que resulta em cerca de 60 sacas de 60 kg de café beneficiado por hectare. Uma lavoura no livre crescimento, com por exemplo 2500 plantas por hectare, somente produziria 15 sacas, na mesma situação (MENDES; GUIMARÃES, 1997).

Outra função importante do sistema de cultivo adensado nos cafezais é com relação ao controle de plantas daninhas, haja visto que a densidade de plantas de café é maior, o que dificulta o crescimento das mesmas. Em experimentos realizados em Viçosa – MG, avaliando a interferência de plantas daninhas no crescimento e nutrição de plantas jovens de *Coffea arabica* L., Fialho (2010) pode concluir que o aumento da densidade de plantas daninhas promove maior alocação de fotoassimilados para parte aérea em detrimento ao sistema radicular do cafeeiro, o que não acontece em sistema de cultivo de café adensado, porque existe uma utilização mais eficiente da radiação solar, da água e dos minerais e, possivelmente um melhor controle natural das plantas invasoras (NASCIMENTO, 2008).

Mas, para que esse sistema de plantio de café continue resultando em todos os benefícios citados anteriormente, faz-se necessário o desenvolvimento de cultivares adaptadas a esse sistema. Carvalho et al. (2006) avaliaram, em experimento realizado no Sul do Estado de Minas Gerais, testando produtividade de progênies de cafeeiro em dois sistemas de plantio e concluíram que para ambos os

sistemas (convencional e adensado) pode-se utilizar qualquer uma das cultivares, uma vez que as mesmas apresentaram resultados semelhantes.

#### **2.4 Aspectos Nutricionais do Cafeeiro**

O cafeeiro, por ser uma planta perene e com porte arbustivo, tem exigências nutricionais diferenciadas, de acordo com seu ciclo fenológico, sendo que a nutrição equilibrada dos cafeeiros, através do fornecimento de uma adubação balanceada, de acordo com as exigências nutricionais e a disponibilidade do solo, resulta em maior produtividade e sanidade das plantas (INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ, 1981).

Mas, objetivando a formação de uma boa lavoura cafeeira, faz-se necessário uma atenção especial nas mudas a serem plantadas. Assis (2010) relata que o desenvolvimento das mudas de cafeeiro é superior com o uso de fonte de P solúvel, em relação à fonte de solubilidade gradual, independentemente da dose e altas doses de P adicionadas ao solo levaram ao aumento do P foliar, acarretando redução dos teores de Zn solúvel em folhas de mudas de cafeeiro (ARAÚJO, 2010). Dias et al. (2009) concluíram, em experimento realizado que avaliou a qualidade das mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L) produzidas em tubetes com substrato artificial suplementado com fontes de material orgânico em diferentes proporções que o húmus de minhoca adicionado ao substrato artificial na proporção de 80% ou em uso exclusivo (100%) acrescido de fertilizantes de liberação gradual aumentou a área foliar das mudas de cafeeiro e, como consequência, proporcionou acúmulo de massa seca tanto na parte aérea como no sistema radicular.

Para que a lavoura cafeeira seja produtiva, faz-se necessário estabelecer uma boa adubação, considerando fatores como a fertilidade do solo, diagnose foliar, exigências nutricionais do cafeeiro e marcha de absorção (Tabela 3), cultivar, espaçamento e expectativa de produção futura. Assim, um programa de adubação, considerando estas variáveis pode proporcionar uma recomendação de adubação mais precisa.

**TABELA 3** – Quantidades totais de nutrientes (g) removidos por cafeeiros jovens durante o desenvolvimento.

| Elemento                      | Idade (anos) |       |       |       |       |       |        |        |
|-------------------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
|                               | 1            | 1½    | 2     | 2 ½   | 3 ½   | 4     | 4 ½    | 5      |
| N                             | 1,29         | 10,77 | 28,27 | 43,30 | 80,45 | 84,24 | 94,73  | 117,47 |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 0,11         | 1,83  | 3,67  | 4,32  | 9,38  | 9,89  | 14,38  | 16,33  |
| K <sub>2</sub> O              | 1,43         | 15,18 | 20,85 | 35,21 | 85,45 | 70,88 | 116,85 | 121,32 |
| CaO                           | 0,63         | 6,65  | 22,80 | 29,33 | 64,65 | 59,61 | 76,67  | 77,11  |
| MgO                           | 0,32         | 0,80  | 2,16  | 10,25 | 22,33 | 13,18 | 25,10  | 23,47  |
| Peso Seco (g)                 | 76           | 750   | 2.665 | 3.625 | 6.103 | 6.748 | 8.115  | 10.174 |

Fonte: CATANI; MORAES, 1958 apud INSTITUTO BRASILEIRO DE POTASSA, 1965.

Malavolta (1965) relata que, examinando os dados da Tabela 3, enquanto a absorção do nitrogênio, potássio e cálcio se eleva, intensamente, à medida que a planta se desenvolve em idade, a absorção do fósforo e a do magnésio aumenta de modo muito menos pronunciado e o nitrogênio é bastante exigido pelo cafeeiro para alavancar o crescimento rápido da planta e a formação de folhas, bem como a ramificação dos ramos plagiotrópicos, sendo que o excesso é prejudicial à qualidade da bebida (MALAVOLTA, 1993). O fósforo exerce a importante função estrutural de compor a molécula de ATP (Adenosina Trifosfato), já o potássio é exigido principalmente no período de frutificação, sendo importante também na fotossíntese, respiração e redistribuição de fotoassimilados, bem como na abertura e fechamento dos estômatos e regulação do potencial de água das células. O cálcio é importante no crescimento e desenvolvimento de raízes, retenção de folhas, desenvolvimento de gemas, maturação dos frutos e na formação de proteínas (GUIMARÃES; MENDES, 1998c), bem como na composição estrutural da parede celular.

O magnésio é essencial para o cafeeiro pois atua diretamente em processos fisiológicos envolvidos com a qualidade da bebida, destacando-se a atividade fotossintética, tanto por fazer parte da estrutura das clorofilas, como também ser responsável pela manutenção do pH do estroma nos cloroplastos, influenciando diretamente na capacidade carboxilativa da enzima Rubisco. Já o enxofre é constituinte dos aminoácidos, cisteína, cistina, metionina, aminoácidos essenciais para os vegetais e está intimamente ligado ao nitrogênio, sendo inclusive



usada a relação N/S para definir o status nutricional da planta quanto a esse elemento (SOUZA, 1999). Em relação aos micronutrientes, Malavolta (2006) relata que o Boro possui várias funções nas plantas, da formação de diois à biossíntese de lignina, de raízes adventícias (em conjunção com hormônios) e à germinação do grão de pólen. O Cloro, por sua vez, é um micronutriente essencial para as plantas e participa de vários processos relacionados com a produção, absorção iônica, fotossíntese – vegetação, maior relação fonte/dreno, economia de água e crescimento celular via maior plasticidade da parede. O cobre no cafeeiro atua na melhoria da qualidade da bebida e também é constituinte da enzima Cu-Zn superóxido dismutase (Cu-Zn SOD), que tem importante papel na proteção da planta contra danos oxidativos causados pelas espécies reativas de oxigênio (ARAÚJO, 2010). O ferro e o manganês, por sua vez participam das funções das mais importantes – fotossíntese, respiração, balanço hormonal e em cafeeiros deficientes deste nutriente podem ocorrer reduções na quantidade de frutos, o que pode ser explicado pela grande demanda das flores pelo nutriente (TOMAZ, 2005). Já o molibdênio é componente de pelo menos cinco enzimas distintas que catalisam diversas reações. Por fim, o zinco é o nutriente que tem função estrutural importante, sendo constituinte de enzimas que atuam nos processos da fotossíntese, respiração e controle hormonal (MALAVOLTA, 2006), em especial, na síntese do triptofano, aminoácido precursor do Ácido Indolacético (AIA), fitormônio largamente associado ao crescimento das plantas (PEDROSA, 2008).

No estabelecimento do programa de adubação para o cafeeiro, tanto em formação como em produção, faz-se necessário realizar uma boa amostragem de solo, de forma a retirar uma amostra composta de toda a área, na faixa onde são aplicados os corretivos e fertilizantes, nas profundidades de 0 – 20 e 20 – 40 cm, bem como realizar a amostragem de folhas, coletando-se as folhas do 3º ou 4º par dos ramos produtivos, à meia altura, uma folha de cada ponto cardeal ou 1 par de cada lado do renque, totalizando 40 folhas por gleba (MALAVOLTA, 1992).

Aliado à amostragens de solo e folhas, para que o diagnóstico sobre a nutrientes das plantas seja mais preciso, pode-se utilizar de outras ferramentas, como a agricultura de precisão, visando adubações variáveis conforme a fertilidade do solo e produtividade dos talhões. Faulin (2010), em experimento com o objetivo de avaliar a influência do manejo localizado das adubações de nitrogênio, fósforo e potássio, na produtividade e estado nutricional do cafeeiro, concluiu que as

adubações de nitrogênio, fósforo e potássio, aplicadas em doses variáveis aumentaram a produtividade da lavoura de café em  $240 \text{ kg ha}^{-1}$ , quando somadas todas as safras (2004/2005 até 2007/2008), onde as adubações localizadas em doses variáveis reduziram o consumo de nitrogênio em  $134,7 \text{ kg ha}^{-1}$  e de potássio em  $82 \text{ kg ha}^{-1}$ , sendo que a resposta do cafeeiro a doses de K é diferenciada entre as safras de baixa e alta produção (SILVA et al., 2001). A maior disponibilidade de fósforo no solo em relação aos níveis recomendados promove melhor desempenho fotossintético (SILVA et al., 2010).

Porém, no monitoramento da fertilidade do solo, deve-se dar uma atenção especial ao teor de alumínio nos solos e acidez, haja visto que ambos são prejudiciais a cultura do cafeeiro. As aplicações de calcário em área total ou em faixa resultaram em produtividades médias de café beneficiado no ano de 2003 de  $2433,6$  e  $2272,2 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente (CAMILO, 2007), pois o aumento da atividade do  $\text{Al}^{3+}$  ocasionou redução nos teores de P e Ca nas folhas e raízes do cafeeiro, promovendo a diminuição do número de raízes laterais. Estas, são as principais responsáveis pela absorção de água e nutrientes (MATTIELLO et al., 2008).

Quintela (2009) em trabalho realizado com o objetivo de avaliar os parâmetros fitométricos do café (*Coffea arabica* L.) irrigado e submetido a doses de nitrogênio em diferentes fases fenológicas concluiu que a produtividade do cafeeiro com relação as doses de nitrogênio aplicados adequou ao modelo quadrático, tendo a dose de  $196,43 \text{ kg ha}^{-1}$  proporcionando a máxima eficiência econômica, com a produtividade de  $54$  sacas  $\text{ha}^{-1}$  de café beneficiado, o que representou uma redução de  $41,85\%$  em adubação nitrogenada e para cafeeiros fertirrigados por gotejamento na fase de formação, em plantio adensado, pode-se reduzir em  $30\%$  a dose de N e  $\text{K}_2\text{O}$  recomendada para o cultivo em sequeiro (SOBREIRA et al., 2011).

## 2.5 Sistema DRIS

O Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS) tem sido cada vez mais utilizado visando melhorar o diagnóstico nutricional e recomendação de fertilizantes para a cultura do cafeeiro. Souza et al. (2000) concluíram que as normas DRIS em lavouras cafeeiras do Estado de Minas Gerais devem ser regionalizadas, haja visto que as diferentes diagnoses nutricionais dos teores foliares reforçam a necessidade do estabelecimento de padrões locais para

avaliação do estado nutricional do cafeeiro no Sul de Minas Gerais (REIS JUNIOR et al., 2000). Ainda segundo esses autores, normas DRIS preliminares foram estabelecidas para cafeeiros do Sul de Minas Gerais, sendo que faz-se necessário redobrar cuidados com contaminações decorrentes de aplicações foliares de micronutrientes, haja visto que as mesmas podem prejudicar a diagnose nutricional de outros nutrientes pelo DRIS no cafeeiro (BATAGLIA; SANTOS; QUAGGIO, 2000).

O monitoramento da fertilidade dos cafezais, utilizando de análises de solos e folhas, tem sido cada vez mais recomendadas, se transformando em uma prática indispensável, visando recomendações de corretivos e fertilizantes mais equilibradas e economicamente mais interessantes. Porém, mesmo utilizando análises de solo e folhas, existem limitações que influenciam na recomendação, que com o sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) podem ser superadas, pois o sistema permite o cálculo de índices para cada nutriente, utilizando-se relações entre um determinado nutriente e os demais e comparando-as com uma população de referência (BATAGLIA et al., 2004), proporcionando a determinação da sequência de limitação nutricional (PARTELLI et al., 2006a), se configurando como um método de interpretação da análise foliar que considera o equilíbrio nutricional (FAQUIN, 2002).

Visando viabilizar o cálculo rápido do índice DRIS e índice potencial de resposta a adubação (PRA) para o cafeeiro arábica por pesquisadores, extensionistas e produtores, foi desenvolvido o programa eletrônico denominado DRIS-PRA Café – Arábica, que utilizou normas DRIS geradas a partir de uma população de referência composta por 159 lavouras de café das regiões de Patrocínio, Guaxupé, São Sebastião do Paraíso, Manhuaçu e Viçosa, cujas produtividades nos anos agrícolas de 1996 a 1999 superaram 30 sacas ha<sup>-1</sup> na média de dois anos consecutivos (LEITE et al., 2003). Andrade et al. (2005) concluíram, em trabalho realizado no Estado do Rio de Janeiro, que baseado no banco de dados gerados foi possível estabelecer normas DRIS preliminares para a cultura do cafeeiro, sendo que o cálculo do índice DRIS permitiu detectar em cada lavoura de alta produtividade amostrada a ordem decrescente dos nutrientes mais limitantes, seja por excesso quanto por deficiência.

Wadt (2005) relata que o DRIS utiliza relações entre pares de nutrientes, tanto macro quanto micro, e transforma os valores da concentração em índices que variam entre positivo e negativo. Os dados para composição das normas

DRIS podem ser oriundos tanto de experimentos de adubação como de áreas de plantios comerciais. Quando são utilizados resultados de áreas comerciais, geralmente os dados não seguem a distribuição normal, sendo necessária a normalização das populações com base em suas produtividades (PIPERAS; CRESTE; ECHER, 2009).

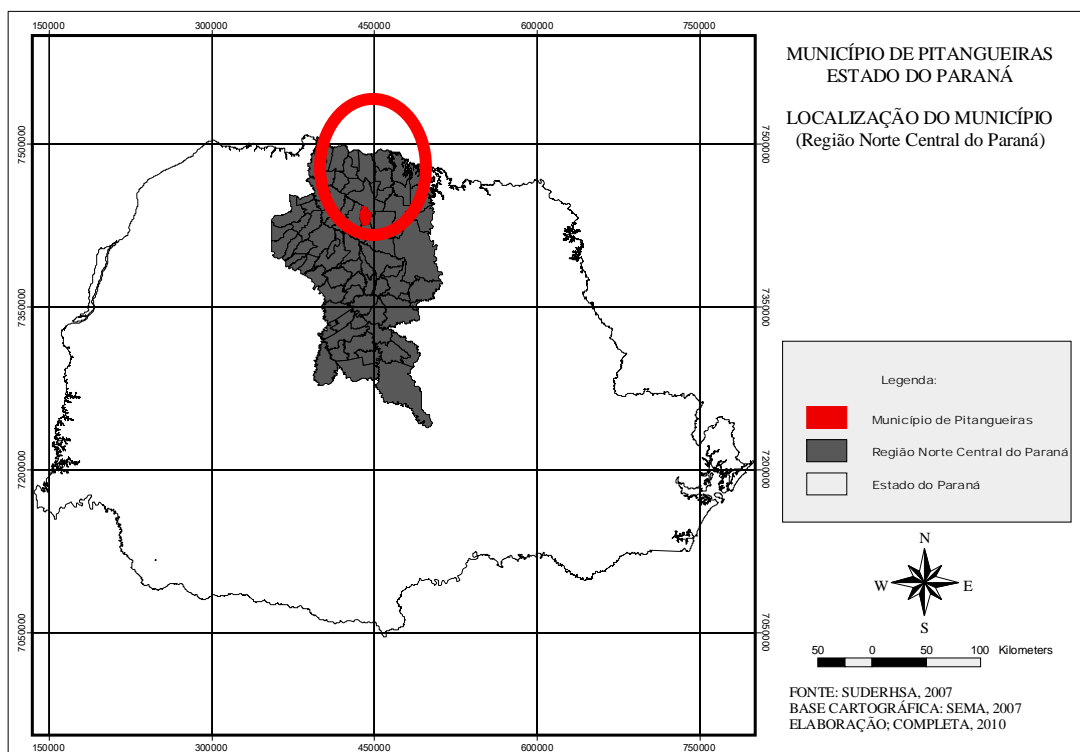
O índice DRIS permite definir o grau de desvio dos nutrientes da amostra, qual a sua localização em relação ao estado nutricional, se adequado, em deficiência ou excesso, indicando a amplitude de cada situação (PARTELLI; VIEIRA; COSTA, 2005). Com a utilização do DRIS, também podem ser observados os nutrientes mais limitantes para as culturas para os diversos locais, sendo que para a produtividade do café de sequeiro, na região do Alto Paranaíba – MG, o DRIS apontou como principais nutrientes limitantes (deficientes) o P (18,6%), Fe (15,3%), K=Mn (13,5%) e Zn=B (10,2%) nas amostras foliares, sendo que as correlações entre os índices DRIS permitiram visualizar o antagonismo e sinergismo entre os nutrientes (CAMPOS, 2009), sendo o DRIS considerado um método menos afetado por pequenos efeitos locais de ambiente e da própria planta quando comparado ao nível crítico (FARNEZI; SILVA; GUIMARÃES, 2009).

Quando o índice DRIS de um nutriente assume valor negativo, é sinal de que ocorre limitação desse nutriente por deficiência; no caso de o índice desse nutriente assumir valor positivo, indica limitação do nutriente por excesso e quanto próximo de zero estiver, indicará que a planta encontra-se nutricionalmente equilibrada (LANA et al., 2010). Farnezi et al. (2010), em trabalho realizado avaliando a qualidade da bebida do café e aspecto nutricional dos cafeeiros do Alto do Jequitinhonha – MG, através do DRIS, concluíram que o melhor equilíbrio do estado nutricional das lavouras cafeeiras proporcionou produtividade de 65 sacas  $ha^{-1}$  de café beneficiado e qualidade de bebida “mole” e “apenas mole” e que a manutenção do equilíbrio do estado nutricional da lavoura proporciona elevada produtividade e qualidade da bebida do café.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi realizado entre os meses de Fevereiro de 2011 à Fevereiro de 2012 (safra 2011/2012), em propriedades rurais situadas no município

de Pitangueiras – PR, com coordenadas geográficas 23° 14' 03" S e 51° 35' 06" W, estando a uma altitude de 600 m. A produtividade das lavouras cafeeiras estudadas neste período variou de 15 à 90 sacas ha<sup>-1</sup> de café beneficiado, sendo esta obtida na safra 2010/2011 (julho de 2011). O município de Pitangueiras fica localizado na região administrativa da Associação dos Municípios do Médio Paranapanema (AMEPAR), região Norte Central do Estado do Paraná (Figura 1).



**FIGURA 1** – Mapa do Estado do Paraná mostrando a localização do município de Pitangueiras.

Fonte: SUDERHSA, 2007.

### 3.1 Caracterização Climática

O clima do município de Pitangueiras é classificado conforme Koppen como Cfa - Clima subtropical, temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida (IAPAR, 2011). A Tabela 4

mostra os dados climáticos obtidos na estação meteorológica do Instituto Agrônômico do Paraná - IAPAR em Londrina – PR, entre 1976 e 2011.

**TABELA 4** - Dados climáticos no período de 1976 a 2011 da Estação Meteorológica do IAPAR em Londrina - PR.

| EST.: Londrina / CÓD.: 02351003 / LAT.: 23° 22' S / LONG.: 51° 10' W / ALT.: 585 m |                        |              |              |             |                   |               |             |               |
|--|------------------------|--------------|--------------|-------------|-------------------|---------------|-------------|---------------|
| PERÍODO: 1976 – 2011   |                        |              |              |             |                   |               |             |               |
| MÊS  | TEMPERATURA DO AR (°C) |              |              | U.REL       | PRECIPITAÇÃO (mm) |               | EVAPORAÇÃO  | INSOLAÇÃO     |
|  | média                  | média máxima | média mínima | média (%)   | total             | dias de chuva | total (mm)  | total (horas) |
| JAN  | 23,9                   | 29,5         | 19,6         | 77          | 218,5             | 16            | 103,9       | 200,7         |
| FEV  | 23,9                   | 29,7         | 19,6         | 76          | 188,8             | 14            | 90,9        | 191,4         |
| MAR  | 23,5                   | 29,7         | 18,8         | 73          | 138,1             | 12            | 114,3       | 221,5         |
| ABR  | 21,6                   | 28,0         | 16,6         | 71          | 110,2             | 8             | 109,3       | 227,4         |
| MAI  | 18,3                   | 24,4         | 13,4         | 74          | 111,6             | 8             | 91,8        | 216,9         |
| JUN  | 16,8                   | 23,1         | 11,9         | 75          | 87,1              | 8             | 81,4        | 208,0         |
| JUL  | 17,0                   | 23,5         | 11,6         | 69          | 68,9              | 6             | 105,0       | 228,1         |
| AGO  | 18,8                   | 25,8         | 12,8         | 62          | 52,5              | 6             | 143,9       | 237,6         |
| SET  | 20,0                   | 26,5         | 14,5         | 64          | 119,6             | 9             | 147,8       | 200,3         |
| OUT  | 22,1                   | 28,6         | 16,7         | 66          | 143,2             | 10            | 155,9       | 219,6         |
| NOV  | 23,1                   | 29,4         | 17,9         | 66          | 163,2             | 11            | 149,4       | 229,3         |
| DEZ  | 23,7                   | 29,4         | 19,0         | 72          | 202,6             | 14            | 125,6       | 217,7         |
| <b>ANO</b>   | <b>21,1</b>            | <b>27,3</b>  | <b>16,0</b>  | <b>70,5</b> | <b>1604</b>       | <b>121</b>    | <b>1419</b> | <b>2598</b>   |

Fonte: IAPAR, 2012.

### 3.2 Caracterização dos Solos

Os solos onde foram coletadas as amostras de folhas de café são classificados como LATOSSOLO VERMELHO Distroférico – (LVdf) (EMBRAPA, 2006). A Tabela 5 mostra resultados de 10 laudos de análises de solos de áreas em estudo neste trabalho, com determinações de pH em CaCl<sub>2</sub>, matéria orgânica, Al, P, K, Ca e Mg, conforme a metodologia descrita por Pavan et al. (1992) e a determinação dos Micronutrientes B, Cu, Fe, Mn e Zn conforme metodologia descrita por Embrapa (1999), com o objetivo de demonstrar as características dos solos onde são cultivadas as plantas de café no município.

**TABELA 5** - Resultado de análise de solos de áreas com cultivo de café na profundidade de 0 a 20 cm.

| LOTE<br>PESQUISADO | pH                | M.O.               | P                   | H + Al                | Al          | K           | Ca          | Mg          | Sat<br>bases        | B           | Cu          | Fe           | Mn          | Zn           |
|--------------------|-------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
|                    | CaCl <sub>2</sub> | g kg <sup>-1</sup> | mg dm <sup>-3</sup> | mmol dm <sup>-3</sup> |             |             |             | (V%)        | mg dm <sup>-3</sup> |             |             |              |             |              |
| <b>3</b>           | 5,70              | 19,52              | 225,60              | 36,8                  | 0,00        | 3,50        | 51,0        | 21,7        | 67,43               | 0,30        | 3,89        | 38,00        | -           | 24,40        |
| <b>4</b>           | 5,00              | 17,09              | 25,60               | 42,7                  | 0,00        | 1,40        | 37,0        | 13,9        | 55,05               | 0,28        | 15,7        | 20,90        | -           | 7,15         |
| <b>12</b>          | 5,00              | 19,05              | 117,80              | 46,0                  | 0,00        | 2,00        | 36,2        | 11,1        | 51,73               | 0,18        | 4,98        | 51,70        | -           | 7,09         |
| <b>13</b>          | 6,10              | 25,26              | 217,40              | 29,4                  | 0,00        | 3,00        | 46,5        | 13,1        | 68,04               | 0,12        | 4,91        | 30,40        | -           | 4,30         |
| <b>32</b>          | 6,20              | 13,79              | 229,59              | 23,6                  | 0,30        | 2,40        | 40,3        | 8,90        | 68,62               | -           | 5,50        | 42,00        | 74,0        | 32,30        |
| <b>35</b>          | 4,80              | 14,14              | 10,10               | 39,7                  | 0,00        | 1,60        | 27,5        | 10,6        | 50,00               | 0,17        | 4,07        | 56,60        | -           | 1,99         |
| <b>42</b>          | 5,00              | 22,89              | 4,70                | 57,6                  | 0,00        | 6,50        | 66,2        | 22,2        | 62,22               | 0,47        | 13,0        | 21,20        | -           | 8,80         |
| <b>52</b>          | 5,40              | 12,21              | 124,31              | 29,5                  | 0,80        | 1,30        | 30,3        | 7,20        | 56,85               | -           | 4,15        | 19,00        | 28,0        | 16,60        |
| <b>60</b>          | 5,00              | 31,17              | 127,3               | 42,7                  | 0,00        | 3,80        | 44,7        | 18,0        | 60,89               | 0,33        | 1,46        | 38,50        | -           | 20,70        |
| <b>63</b>          | 5,80              | 10,77              | 49,70               | 27,3                  | 0,00        | 2,50        | 37,0        | 13,1        | 65,83               | 0,24        | 2,29        | 19,10        | -           | 9,47         |
| <b>MÉDIA</b>       | <b>5,40</b>       | <b>18,59</b>       | <b>113,21</b>       | <b>37,5</b>           | <b>0,11</b> | <b>4,00</b> | <b>41,7</b> | <b>14,0</b> | <b>60,67</b>        | <b>0,26</b> | <b>6,00</b> | <b>33,74</b> | <b>51,0</b> | <b>13,28</b> |

Fonte: EMATER, 2011.

Observou-se uma grande variabilidade nos dados das análises de solos apresentados, demonstrando os diferentes níveis de fertilidade dos lotes pesquisados.

### 3.3 Coleta de Dados, Tratos Culturais e Cultivares

Na formação do banco de dados que alicerçou todo o desenvolvimento dos padrões nutricionais do DRIS para a cultura do cafeeiro, procurou-se armazenar informações que contivessem uma ampla variabilidade de dados, como diferentes idades, variedades, espaçamentos, tratos culturais, adubação, etc. Esta variabilidade é interessante, uma vez que, segundo Beaufils (1973), ela representará n repetições de um grande experimento desenvolvido ao acaso. Pretendeu-se detectar aspectos produtivos aleatórios, porém significativos para a caracterização dos componentes nutricionais pertencentes à produtividades elevadas.

Assim, na realização deste trabalho, foram coletadas amostras de folhas de 75 talhões de café (*Coffea arabica* L.), presentes em 69 propriedades rurais, com as variedades IAPAR 59, IPR 98, IPR 99, Catuaí, Mundo Novo e Tupi, as quais são apresentadas as características na Tabela 6.

**TABELA 6** – Características das diferentes variedades de café utilizadas para elaboração do banco de dados do DRIS Café para a região Norte do estado do Paraná.

| Características | Variedades  |            |             |             |             |            |
|-----------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|
|                 | IAPAR 59    | IPR 98     | IPR 99      | Catuaí      | Mundo Novo  | Tupi       |
| <b>Plantio</b>  | Adensado    | Adensado   | Adensado    | Adensado    | Largos      | Adensado   |
| <b>Origem</b>   | IAPAR       | IAPAR      | IAPAR       | IAC         | IAC         | IAC        |
| <b>Ciclo</b>    | Semiprecoce | Médio      | Semi-tardia | Tardio      | Médio       | Precoce    |
| <b>Ferrugem</b> | Resistente  | Resistente | Resistente  | Susceptível | Susceptível | Resistente |

Fonte: IAPAR, 2012 ; IAC, 2012.

As coletas foram realizadas nas folhas do 3<sup>o</sup> e 4<sup>o</sup> pares dos ramos localizados a meia altura da planta ao redor da mesma, conforme metodologia proposta por Malavolta (1993). O espaçamento utilizado nas áreas varia de 0,7 à 1,0 m entre plantas e 1,5 à 3,0 m entrelinhas, configurando sistema adensado de produção de café.

A adubação média realizada nos talhões amostrados tem como base a aplicação de cama de aviário (30 t ha<sup>-1</sup> em média), com a utilização na grande maioria (90%) de adubação mineral com a preferência pelo formulado 20-05-20 na dosagem média de 800 kg ha<sup>-1</sup> (considerando espaçamento de 2,5 X 0,8 m) (160 g por planta), parceladas em duas entre os meses de outubro à janeiro. Também, na metade dos talhões (50%) utilizados na pesquisa, se utiliza aplicar adubos foliares via pulverização, contendo em sua composição nutrientes como Zinco, Boro, Cobre.

A produtividade média dos talhões foi obtida com base na limpeza do café colhido e obtenção da renda, a qual se multiplicou pela quantidade de sacas de 40 kg de café em coco colhido e se divide por 60 para obter a quantidade de sacas beneficiadas, que por fim dividiu-se pela área do talhão.

As amostras de folhas foram acondicionadas em sacos de papel e transportadas para o Laboratório de Análise de Tecidos Vegetais da UNOESTE – Presidente Prudente, onde foram lavadas, secas, moídas e submetidas às análises, conforme metodologia descrita por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). Os resultados foram então utilizados para a formação do banco de dados.

Após a coleta do material e obtenção dos resultados das análises laboratoriais, conforme Beaufils (1973).



### 3.4 Métodos

O cálculo dos índices para cada nutriente foi realizado através da fórmula geral, proposta por Walworth e Sumner (1987). Para o nutriente X, o índice será:

$$\text{Índice } X = \left( \frac{f(X/A) + f(X/B) + f(X/C) + \dots + f(X/N)}{z} \right), \text{ onde:}$$

X = nutriente em estudo

A,B,C ... N = nutrientes que aparecem no numerador ou denominador das relações com o elemento X,

Z = é o número de funções envolvidos no cálculo do índice,

f(X/A) = é considerado como uma 'função intermediária', utilizada para o cálculo dos índices. Cada função intermediária é uma comparação da relação encontrada numa amostra individual com o padrão para aquela relação.

O método que foi utilizado para o cálculo das funções intermediárias foi o proposto em Jones (1981), aliado ao método proposto em Hallmarck et al. (1987), que inclui o índice da matéria seca nos cálculos. Dessa forma, considerando-se uma relação entre o nutriente X e o nutriente genérico A tem-se:

$$f(X/A) = \left( \frac{M(X/A) - m(x/a)}{s(x/a)} \right) \cdot K, \text{ onde}$$

M(X/A) = valor da relação nutricional X/A na população em estudo;

m(x/a) = valor da relação nutricional X/A na população de referência;

s(x/a) = desvio padrão da relação nutricional na população de referência,

K = constante de sensibilidade, adotada nesta equação de acordo com Bataglia e Santos (1990), para permitir valores inteiros dos índices de diagnose calculados. Possui valor arbitrário. Neste trabalho adotou-se o valor 1,0.

Foram analisadas as interações entre os nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn) que influenciam a produção do cafeeiro em sistema adensado, bem como algumas das variáveis capazes de afetá-los, derivando-se então os seus resultados para o estabelecimento do método DRIS nessa cultura.

Buscou-se analisar a correlação entre a produtividade obtida, o teor nutricional encontrado na planta através de análise foliar, além da relação dos

diferentes nutrientes. Foram estudadas as produtividades obtidas na cultura de café, em relação ao teor de nutrientes encontrados nas plantas.

Dos 75 talhões, em função de produtividades zero, eliminou-se nos procedimentos de coletas 5 talhões, totalizando portanto 70 talhões com suas 70 repetições. As informações coletadas foram agrupadas, formando-se o Banco de Dados, que serviu de base para a pesquisa. Assim, procurou-se subdividir o banco de dados (extratificação) em 5 níveis produtivos. Estes foram os níveis produtivos aleatórios escolhidos na predefinição do ponto de corte no estabelecimento da norma DRIS para a cultura do café: Acima de  $35 \text{ sc ha}^{-1}$ , acima de  $45 \text{ sc ha}^{-1}$ , acima de  $55 \text{ sc ha}^{-1}$ , acima de  $65 \text{ sc ha}^{-1}$  e acima de  $75 \text{ sc ha}^{-1}$ .

Considerando-se que, através da coleta aleatória a nível de campo, os dados obtidos apresentam distribuição normal de suas variáveis ao nível de 5%.

O primeiro passo na implementação do DRIS para uma determinada cultura é o estabelecimento das normas ou valores de referência. As normas serão consideradas representativas, desde que elas contenham todo o espectro de variabilidade da população (LETZSCH; SUMNER, 1984), existindo méritos na padronização do formato para tais banco de dados.

Uma vez estabelecidas todas as variáveis que afetam a produção, desenvolveu-se as normas foliares do DRIS, segundo a metodologia descrita em Beaufile (1973) e Walworth e Sumner (1987). Dessa forma, todo o banco de dados foram divididos em duas sub-populações (A = alta produtividade e B = baixa produtividade) em função do nível produtivo. Após este procedimento, todos os nutrientes são expressos em todas as relações possíveis entre eles e a seguir tiveram calculadas as médias, desvio padrão, variâncias, para cada concentração de nutriente, como também para as relações entre estes.

Os índices obtidos pelo DRIS são na verdade resultantes de uma equação que engloba todos os nutrientes em estudo numa função de relação entre eles. Nutrientes que aparecem no denominador da relação levarão consigo o sinal positivo, e negativo, caso apareçam no numerador (CRESTE, 1996).

Para a análise estatística foi utilizado o teste F e as médias foram comparadas pelo teste t ao nível máximo de probabilidade de 5%.

### 3.4.1 Forma de interpretação dos resultados

Após os cálculos dos índices de cada nutriente, verificou-se qual ou quais destes nutrientes poderiam estar limitando à máxima produção e desenvolvimento da cultura.

Walworth e Sumner (1987) relatam que a soma de todos os valores dos índices calculados deveria ser zero. Quanto maior a deficiência de um nutriente, mais negativo será o valor do índice, em relação aos outros nutrientes. Um índice com valor elevado e positivo indica que o nutriente está em quantidades excessivas. Teoricamente, para que ocorra o balanço nutricional adequado todos os índices devem ser iguais a zero.

De acordo com Beaufils (1973) nem sempre quando o índice de um elemento qualquer estiver próximo de zero haverá produção ótima, pois outro fator pode limitar a produção, obtendo-se com frequência baixas produções.

### 3.4.2 Definição do Índice de Balanço Nutricional (IBN)

No decorrer deste trabalho, o conceito básico do IBN foi utilizado com o propósito de se definir o nível produtivo que separaria as duas sub-populações, para a escolha das normas foliares do DRIS.

Beaufils (1973) define que a soma dos valores absolutos de todos os índices de diagnose encontrados são inversamente relacionados com a produção, sendo denominada como Índice de Balanço Nutricional (IBN). Assim haverá maiores intensidades de desequilíbrios entre os nutrientes quanto o maior for o valor do IBN.

O valor do IBN para cada amostra foi calculado através da seguinte fórmula:

$$IBN = |IN| + |IP| + |IK| + |ICa| + |IMg| + |IS| + |IB| + |ICu| + |IFe| + |IMn| + |IZn| + |IMs|$$

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Estudo das Relações entre a Composição Foliar e a Produção**

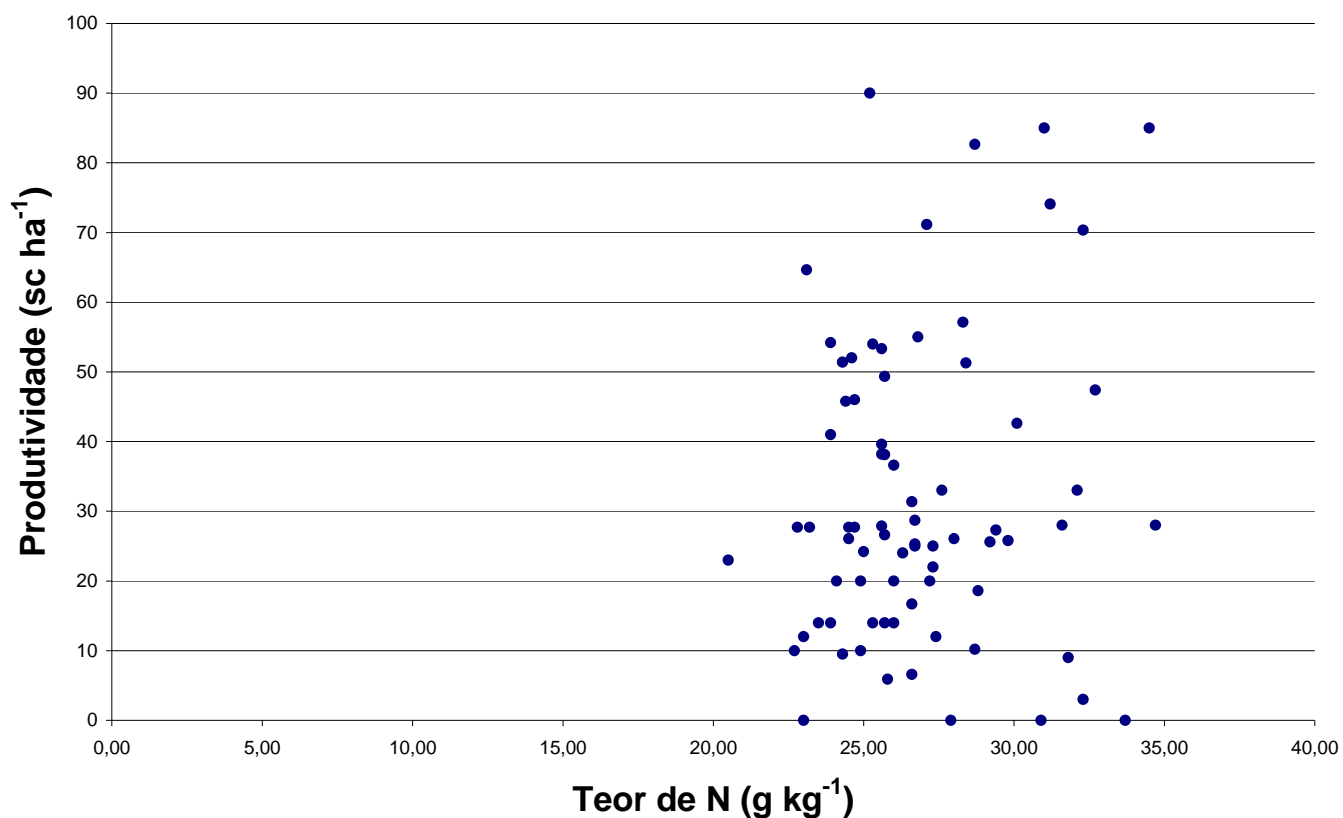
Diversos autores citam os teores adequados de cada nutriente nas folhas do cafeeiro, assim, utilizaremos para este trabalho os resultados apresentados por Malavolta (2006), publicado no Manual de Nutrição Mineral de Plantas. Assim foi feita a comparação entre as produções obtidas nas 75 amostras analisadas e os teores de macro e micronutrientes encontradas nas análises foliares destas amostras.

#### **4.1.1 Macronutrientes**

##### **A. Nitrogênio**

O teor adequado de nitrogênio nas folhas do cafeeiro é de 26 a 31 g kg<sup>-1</sup>. Observou-se na figura 2, que 46 % dos talhões (35) apresentaram teores de nitrogênio abaixo do adequado, podendo resultar em manifestação de sintomas de deficiência nas folhas. Porém, Clemente (2010) relata que dose elevada de N (6 mmol L<sup>-1</sup>) não influenciou a produção de café cereja, haja visto que a média geral da produtividade dos 75 lotes de café amostrados foi de 31,94 sc ha<sup>-1</sup>.

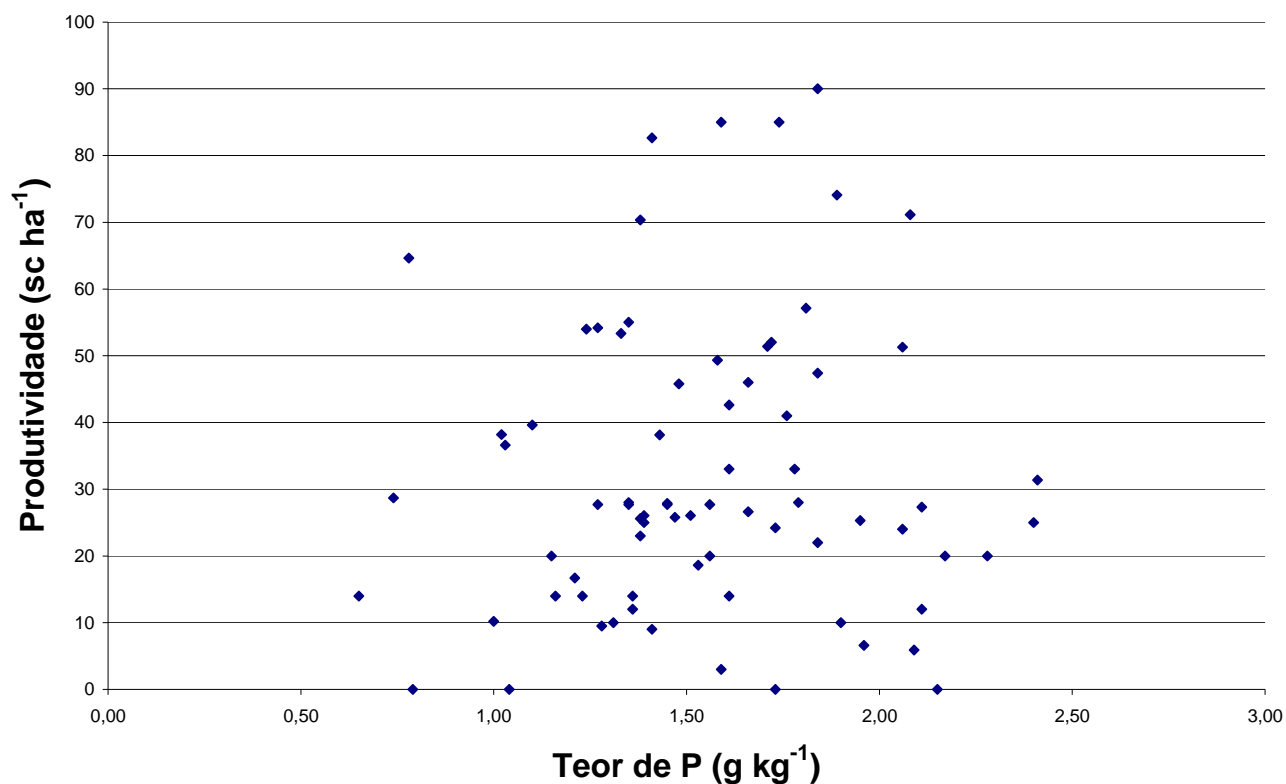
Pode-se observar que 32 talhões apresentaram teores dentro dos níveis adequados e apenas 8 com níveis de N excessivos para a cultura do cafeeiro, o que pode ser explicado pela dosagem média aplicada de adubação orgânica (cama de aviário) nessas lavouras (30 t ha<sup>-1</sup>).



**FIGURA 2** - Relação entre a produtividade das amostras de café e o teor de Nitrogênio.

### B. Fósforo

Os teores foliares de fósforo para a cultura do cafeeiro são de 1,5 à 1,9 g kg<sup>-1</sup>. Na figura 3, observou-se que mais da metade dos talhões amostrados (52%) estão com os níveis de fósforo foliares adequados (26) ou excessivos (13), porém mais da metade dos lotes (58,66%) obtiveram produtividades superiores a 25 sc ha<sup>-1</sup>, valor maior do que a produtividade média de café do estado do PR.

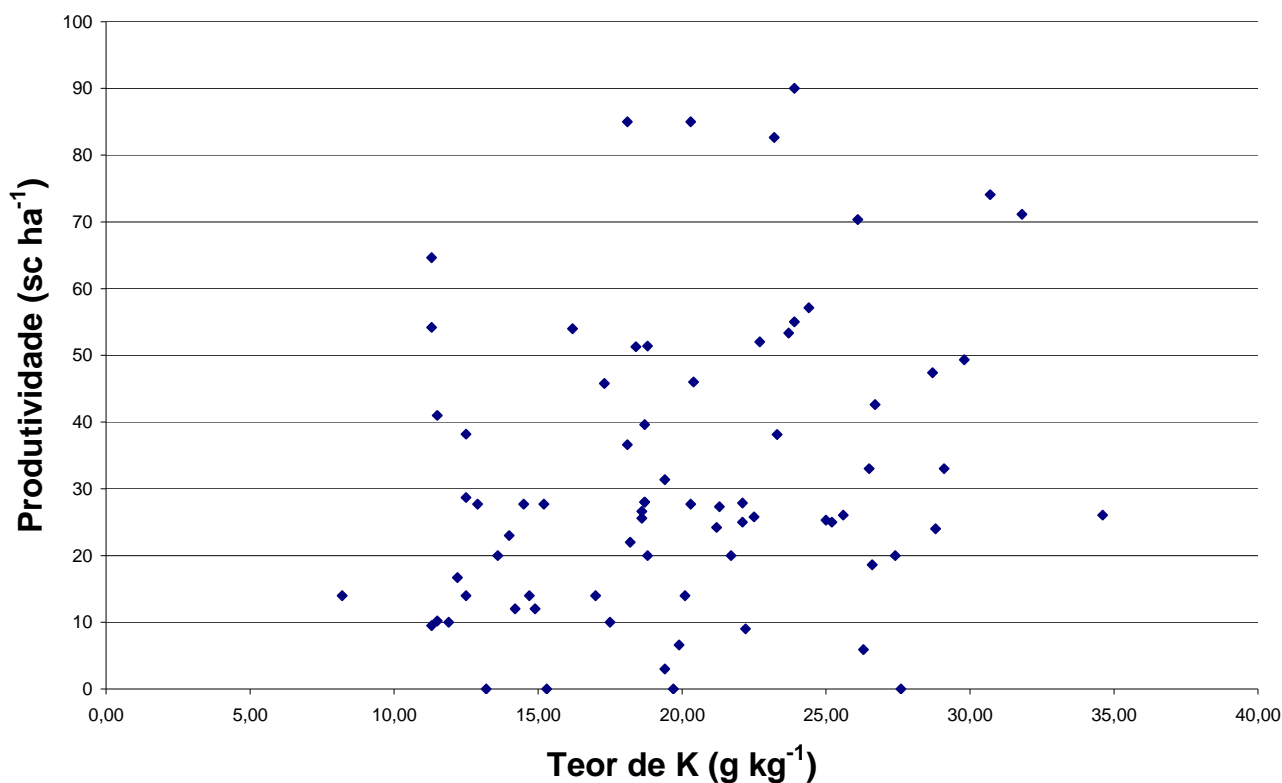


**FIGURA 3** – Relação entre a produtividade das amostras de café e o teor de Fósforo.

Observou-se também que 36 lotes amostrados apresentaram níveis de fósforo nas folhas deficientes, o que pode ser justificado pela maior fonte de adubação ser orgânica, pois na grande maioria dos solos onde estão implantadas as lavouras deste trabalho o nível de fósforo no solo é alto (em média acima de 20 mg dm<sup>-3</sup>), porém com disponibilidade de fósforo gradativa para as plantas, devido a maior parte desse fósforo se encontrar na forma química orgânica, não disponível para a absorção pelos cafeeiros.

### C. Potássio

Verifica-se na figura 4 que 39 lotes dos 75 amostrados estão com teores foliares de potássio dentro do nível adequado (22 lotes) e em excesso (17 lotes), haja visto que o teor adequado de potássio nas folhas é de 19 a 24 g kg<sup>-1</sup>.

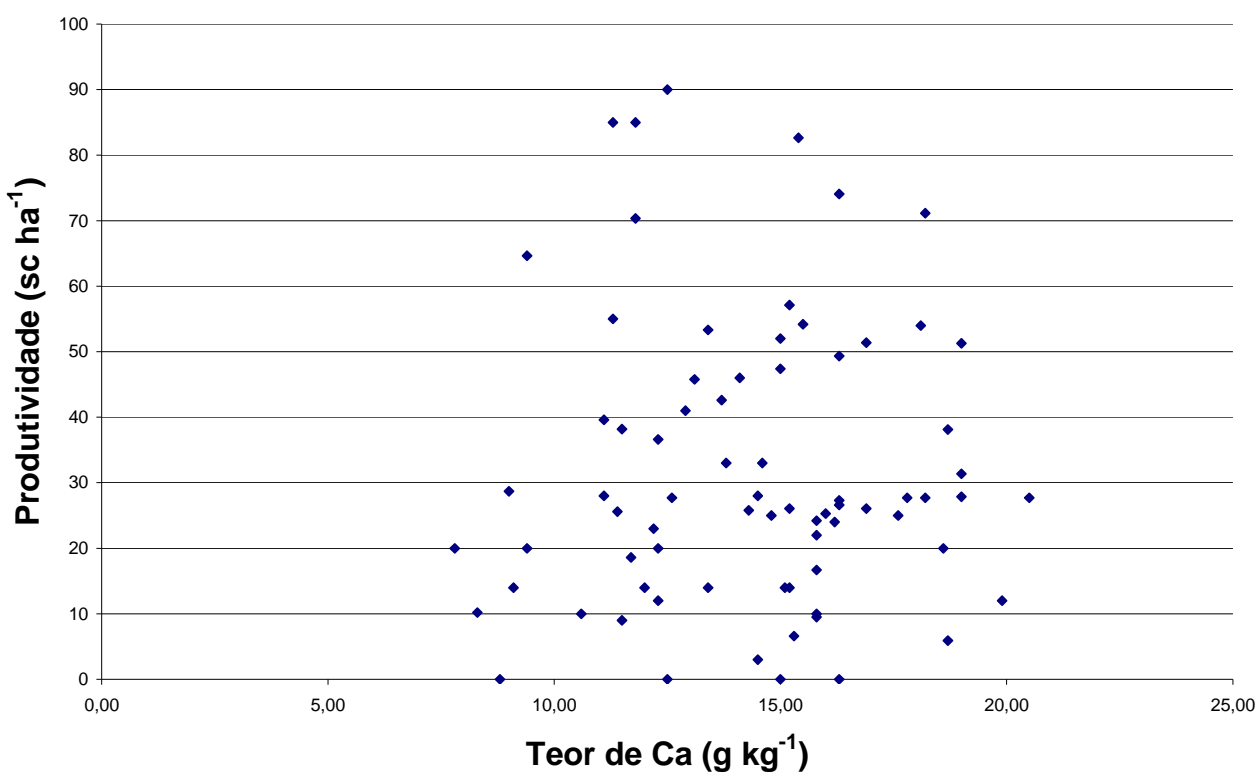


**FIGURA 4** – Relação entre a produtividade das amostras de café e o teor de Potássio.

Porém, 36 talhões apresentaram deficiência de K, segundo teores adequados descritos em Malavolta (2006), fator que pode ser atribuído pela alta produtividade dos talhões amostrados, que ocasionou alta extração do nutriente pelo cafeeiro na fase de frutificação e falta de adubação mineral na dosagem adequada de potássio nas lavouras amostradas, fato observado por Malavolta (2006), que constatou que o cafeeiro normal (sem sintomas de deficiência) utiliza 43,30% do potássio proveniente dos órgãos de reserva.

### D. Cálcio

A concentração adequada de cálcio nas folhas do cafeeiro é de 15 a 18 g kg<sup>-1</sup>. Na figura 5, pode-se perceber que 11 amostras estiveram acima do nível adequado e 27 amostras dentro do nível adequado do cálcio nos tecidos foliares, demonstrando uma variação muito grande de produtividade, pois o cálcio atua no crescimento e desenvolvimento de raízes, retenção de folhas, desenvolvimento de gemas, maturação dos frutos e na formação de proteínas (GUIMARÃES; MENDES, 1998c), haja visto que no universo dos 75 lotes amostrados, tivemos lotes com produtividades desde 0 até 90 sc ha<sup>-1</sup>.



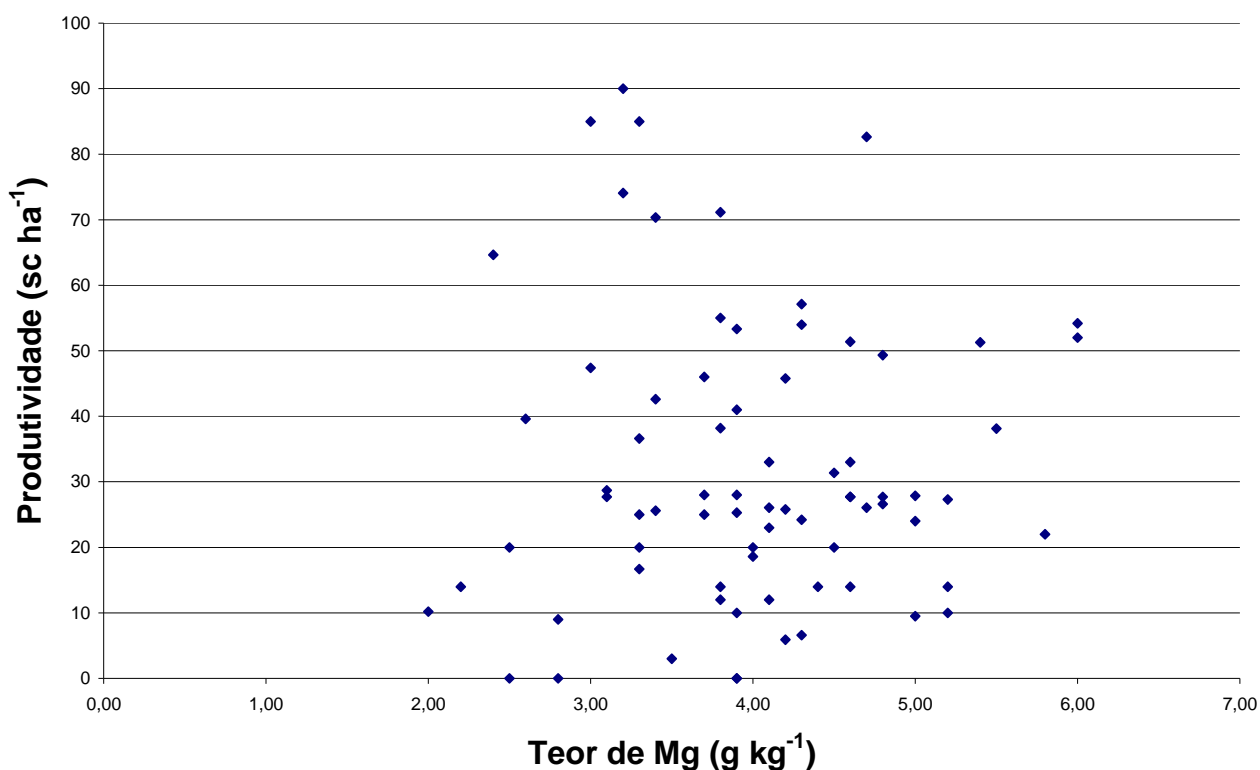
**FIGURA 5** – Relação entre a produtividade das amostras de café e o teor de Cálcio.

### E. Magnésio

Na figura 6, verificou-se que 23 lotes dos 75 lotes analisados possuem deficiência nutricional de magnésio, 34 talhões com níveis de Mg excessivos e 18 talhões com níveis de magnésio adequados, pois o teor adequado de magnésio nas folhas do cafeeiro é de 3,6 a 4,0 g kg<sup>-1</sup>, justificando assim a produtividade da maioria das lavouras amostradas, haja visto que menos Mg quer dizer menos síntese de



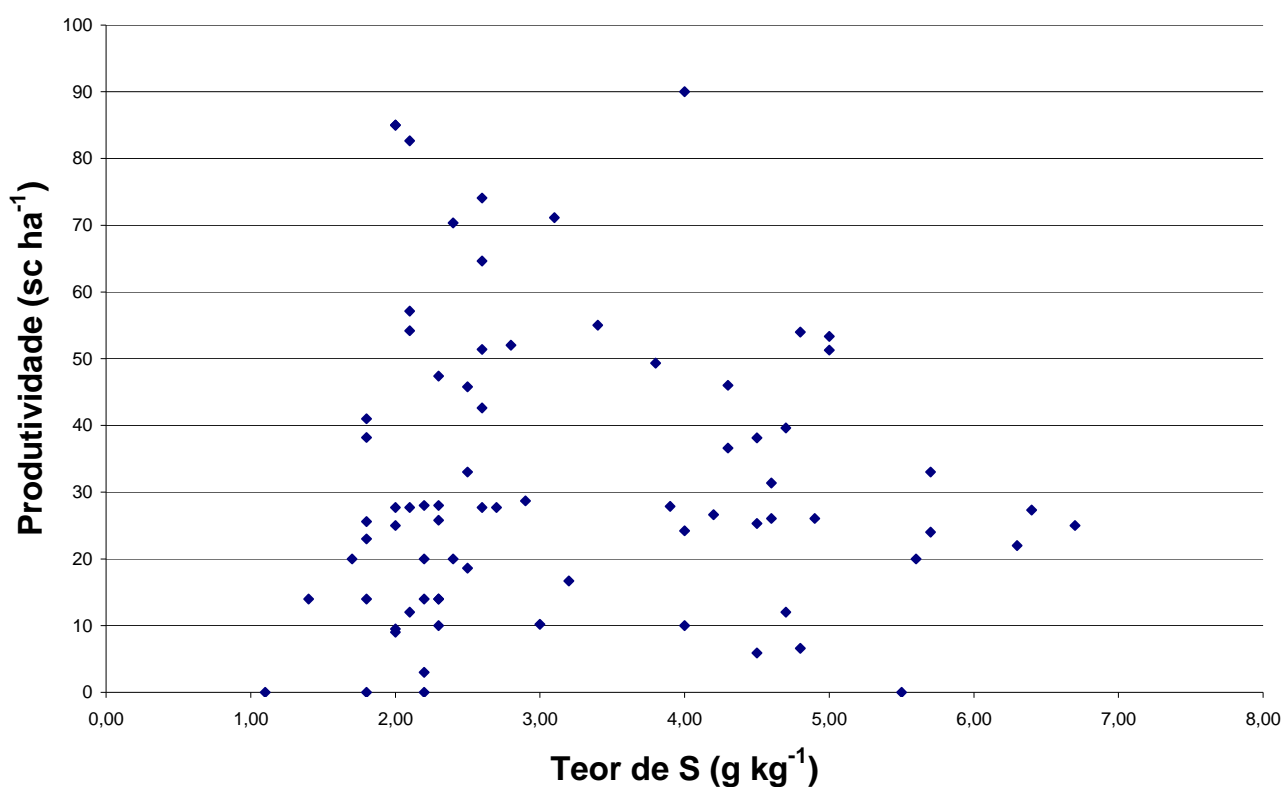
proteína, um dos componentes da qualidade (MALAVOLTA, 2006), onde 58,65% dos lotes amostrados (44) estão com produtividades acima das 25 sc ha<sup>-1</sup>.



**FIGURA 6** – Relação entre a produtividade das amostras de café e o teor de Magnésio.

## F. Enxofre

Os níveis definidos pela pesquisa como adequados para enxofre nos tecidos foliares do cafeeiro variam de 2,1 a 2,4 g kg<sup>-1</sup>. Conforme resultados das análises foliares, 43 amostras apresentaram teores excessivos, 16 se enquadraram dentro dos níveis adequados conforme Malavolta (2006) e 16 apresentaram deficiência de enxofre, que não somente no cafeeiro mas em muitas espécies, os sintomas de deficiência de S ocorrem primeiramente nas folhas jovens, muita embora, o S seja classificado como um elemento móvel na planta (SOUZA, 1999).

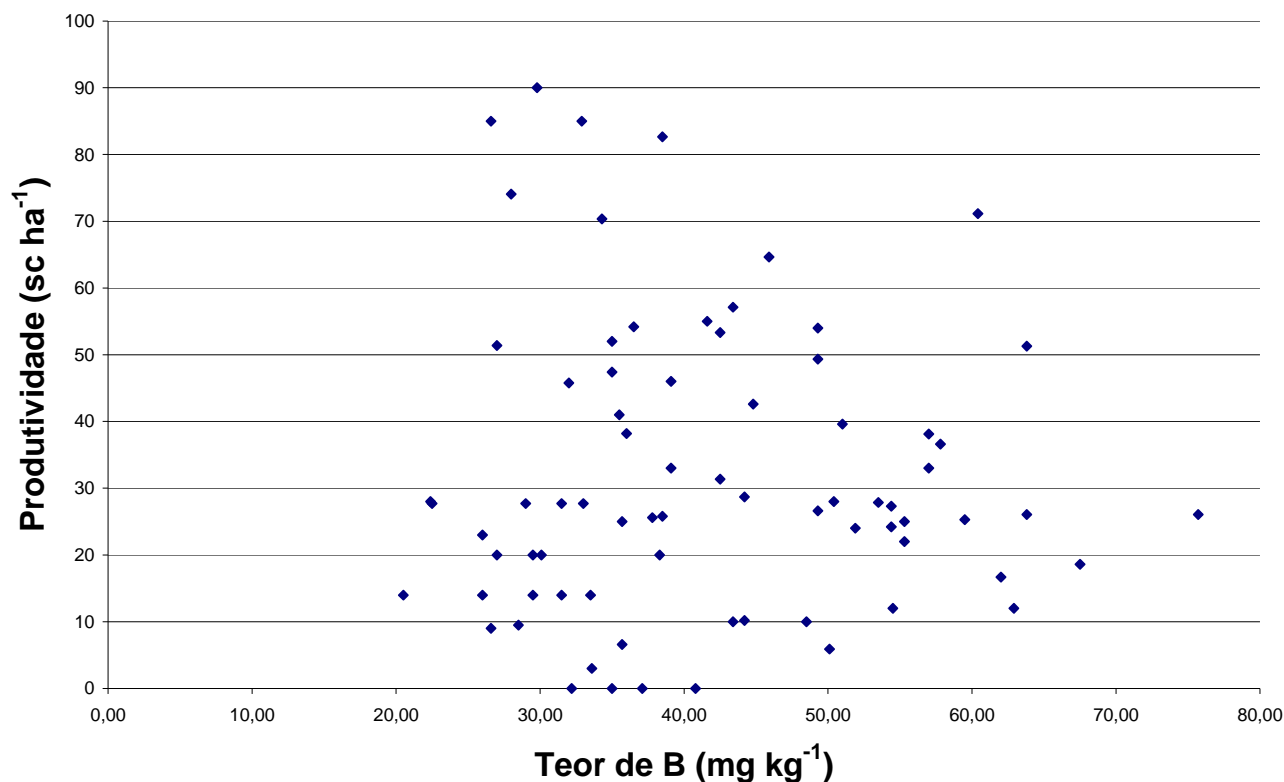


**FIGURA 7** – Relação entre a produtividade das amostras de café e o teor de Enxofre.

#### 4.1.2 – Micronutrientes

##### A. Boro

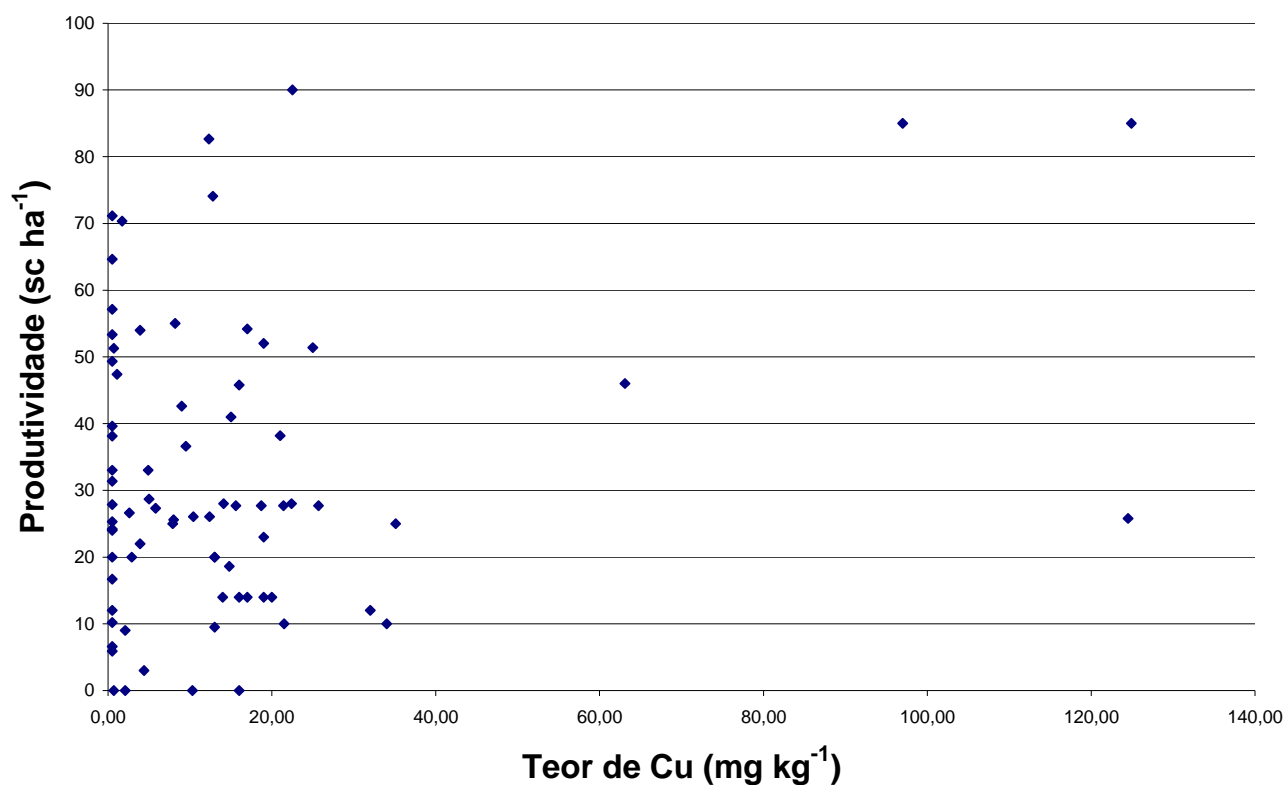
A concentração adequada de boro nos tecidos foliares do cafeeiro varia de 60 a 80 mg kg<sup>-1</sup>. A figura 8 mostra muita dispersão dos dados obtidos entre as produtividades e os teores de boro. De acordo com as análises, 7 talhões estão com teores adequados e 68 apresentam-se abaixo dos teores adequados de boro nos tecidos foliares (deficiência), resultado preocupante haja visto que Malavolta (2006) relata que o Boro possui várias funções nas plantas, da formação de diois à biossíntese de lignina, de raízes adventícias (em conjunção com hormônios) e à germinação do grão de pólen.



**FIGURA 8** – Relação entre a produtividade das amostras de café e o teor de Boro.

## B. Cobre

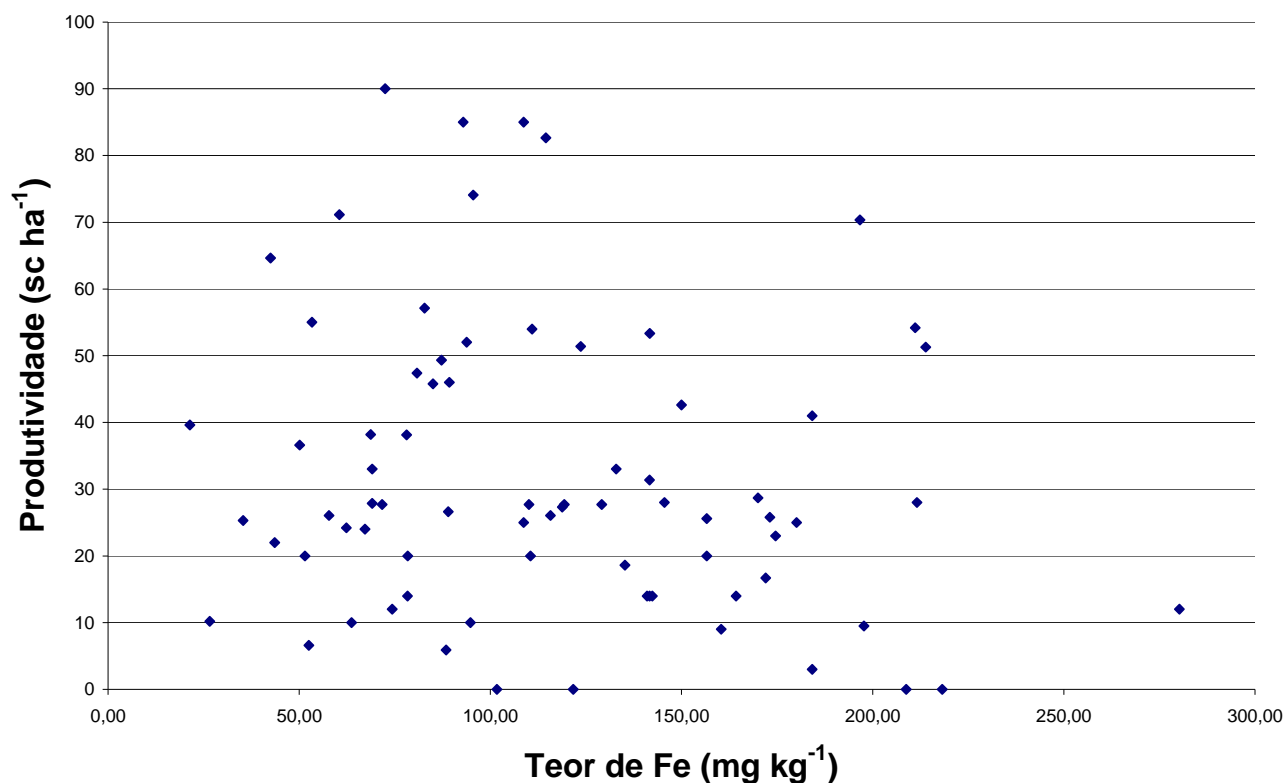
O teor adequado de cobre nas folhas do cafeeiro varia de 10 a 15 mg kg<sup>-1</sup>. Na figura 9, verificou-se que 39 lotes amostrados possuem deficiência, 10 em níveis adequados e 26 com excessos de concentração de cobre nas folhas, resultado que justifica a boa sanidade da maioria das lavouras amostradas neste trabalho, haja visto que o cobre desempenha função importante na prevenção de doenças nas plantas, devido ao papel fungistático do elemento ou a sua função na síntese de lignina que dificulta a entrada do patógeno na célula (MALAVOLTA, 2006).



**FIGURA 9** – Relação entre produtividade das amostras de café e teor de Cobre.

### C. Ferro

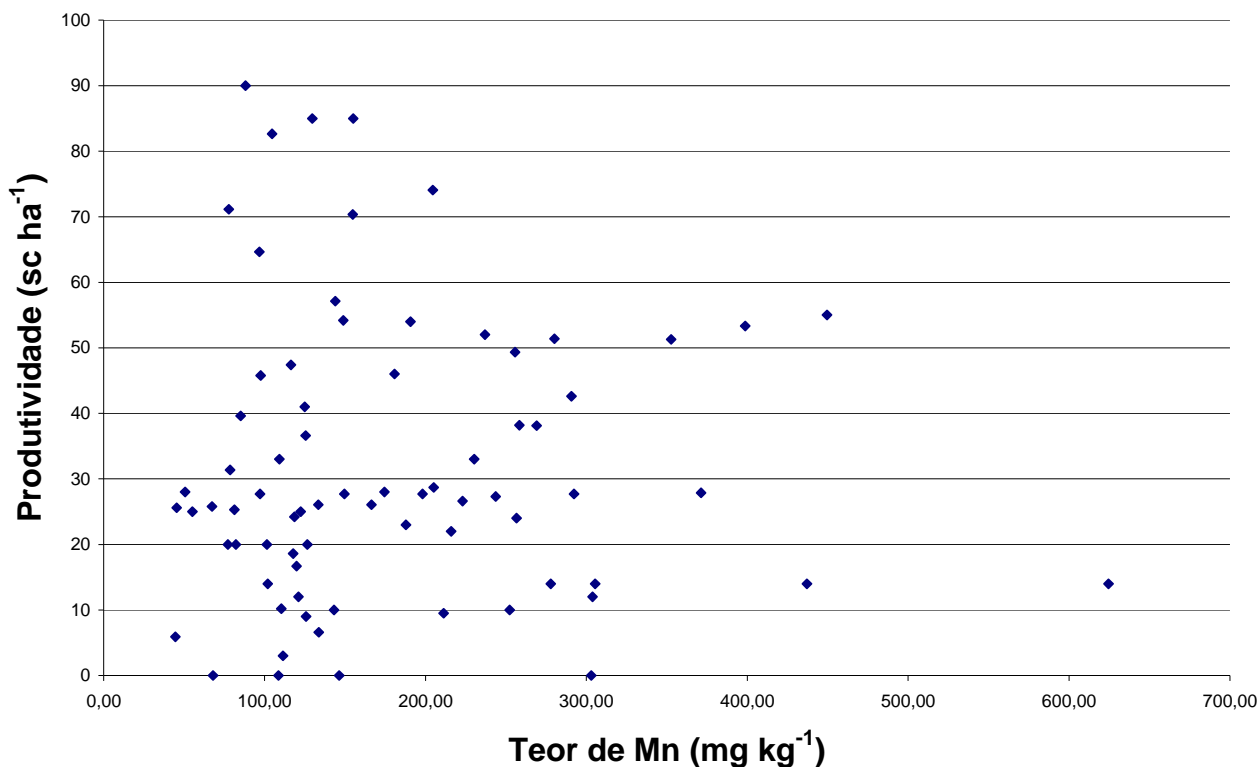
As concentrações adequadas de ferro nos tecidos foliares do cafeeiro variam de 110 a 300 mg kg<sup>-1</sup>. Observou-se que na figura 10, dos 75 lotes amostrados, 39 (52%) estão com níveis adequados e 36 lotes (48%) apresentaram problemas com deficiência nas folhas. Uma das explicações é a de que o solo predominante dos talhões amostrados é o LATOSSOLO VERMELHO Distroférico, solo caracterizado pelo alto teor de Fe<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.



**FIGURA 10** – Relação entre a produtividade das amostras de café e o teor de Ferro.

#### D. Manganês

Pode-se verificar, baseado nos dados da figura 11, que 26 lotes amostrados estão com teores excessivos, 33 lotes com teores adequados e 16 com deficiência de manganês, haja visto que os níveis considerados adequados segundo Malavolta (2006) para manganês nas folhas do cafeeiro variam de 100 a 200 mg kg<sup>-1</sup>. O Manganês está presente no tecido vegetal e tem como especial importância seus papéis como cofatores enzimáticos e na regulação de potenciais osmóticos (TAIZ; ZEIGER, 2006).

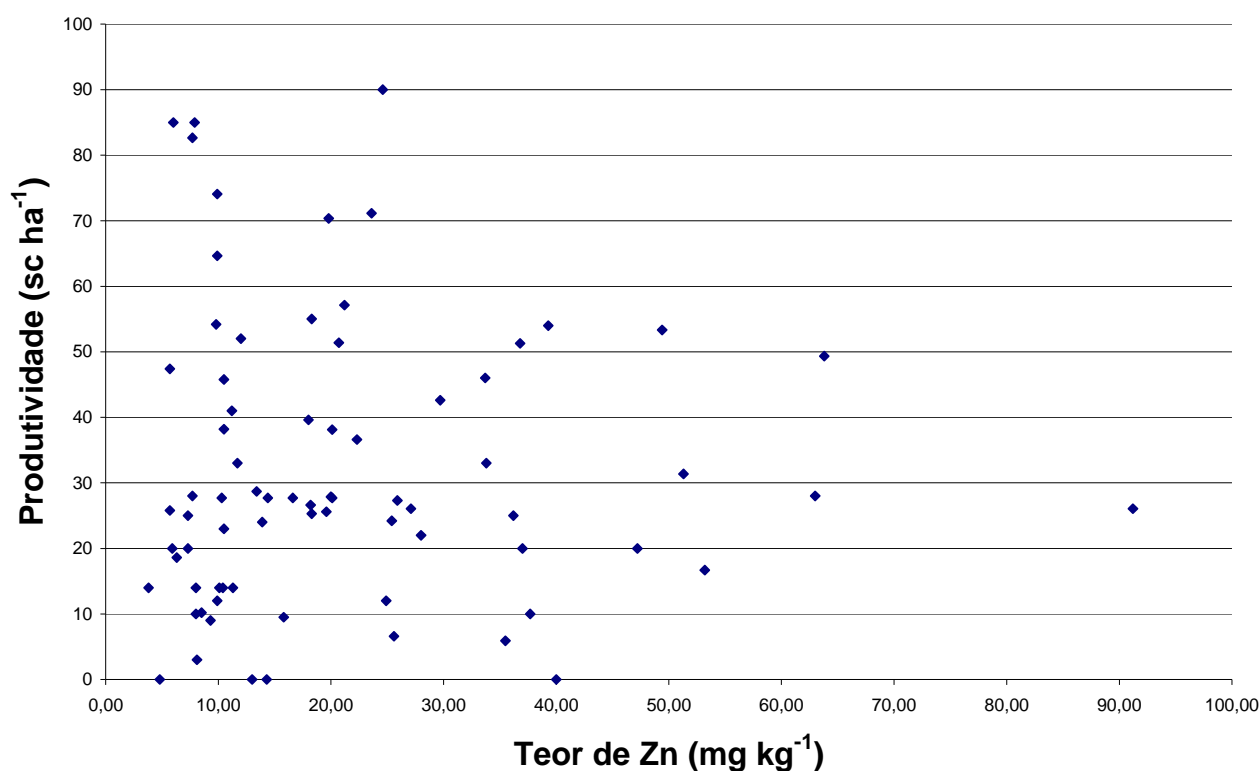


**FIGURA 11** – Relação entre a produtividade das amostras de café e o teor de Manganês.

### E. Zinco

Os níveis adequados de Zinco nas folhas do cafeeiro variam de 12 a 20 mg kg<sup>-1</sup>. Na figura 12, pode-se observar que mais da metade dos lotes amostrados (60%) estão excessivos (31 lotes) e em níveis adequados (14 lotes) em relação aos teores foliares adequados de zinco para as folhas de café segundo Malavolta (2006), que pode ser explicado pelas aplicações via pulverizações por parte dos cafeicultores de adubos foliares que tem em sua composição o nutriente Zn, o que se justifica pois as plantas suplementadas com Zn apresentaram maior porcentagem de grãos exportáveis graúdos, retidos nas peneiras 17 e 18 (GUIMARÃES et al., 2011).

Por fim, 30 lotes apresentaram deficiência nutricional, que pode comprometer a manutenção da integridade estrutural das membranas, como constituinte de um grande número de enzimas, dentre elas a álcool desidrogenase (ADH) e Cu-Zn superóxido dismutase (Cu-Zn SOD) (ARAÚJO, 2010).



**FIGURA 12** – Relação entre a produtividade das amostras de café e o teor de Zinco.

#### 4.2 Desenvolvimento da Metodologia DRIS na Cultura do Cafeeiro

Na implantação do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), procurou-se verificar algumas das variáveis possíveis que poderiam afetar em maior ou menor proporção a composição mineral das folhas do cafeeiro e, conseqüentemente, poderiam refletir no diagnóstico através do método DRIS. Neste trabalho, foram utilizadas 70 amostras foliares de 75 que foram analisadas, devido a seleção das lavouras em produção, haja visto que 5 amostras são de lavouras que receberam a poda denominada “esqueletamento”.

Para o desenvolvimento desse trabalho, foram estabelecidos 5 níveis de produtividade (acima de 35 sc ha<sup>-1</sup>, acima de 45 sc ha<sup>-1</sup>, acima de 55 sc ha<sup>-1</sup>, acima de 65 sc ha<sup>-1</sup> e acima de 75 sc ha<sup>-1</sup> de sacas beneficiadas de café) e cada nível considerou-se dois níveis produtivos diferentes, o de alta produtividade, denominado sub-população A e o de baixa produtividade, denominado de sub-população B. Por exemplo, o nível acima de 45 sc ha<sup>-1</sup>, haverá a sub população A, com produtividades iguais ou superiores a 45 sc ha<sup>-1</sup> e a sub população B, com todas as produtividades abaixo de 45 sc ha<sup>-1</sup> e assim sucessivamente para os demais níveis de produtividade.

Os 5 níveis de produtividade encontram-se na Tabela 6 com as respectivas observações para cada nível, as porcentagens que representam em relação ao número total de 70 amostras para a sub-população A. É representada também na Tabela 7, a sub-população B, de baixa produtividade, ou seja as amostras que apresentaram produtividade inferior a cada nível produtivo utilizado (>35, >45, >55, >65 e >75 sc ha<sup>-1</sup>).

**TABELA 7** – Distribuição de número de observações por nível de produtividade para definição das normas do DRIS.

| Produtividade<br>(sc ha <sup>-1</sup> ) | Número de<br>observações | % de<br>ocorrência |
|---|--------------------------|--------------------|
| > 75                                    | 4                        | 5,00               |
| > 65                                    | 7                        | 9,00               |
| > 55                                    | 10                       | 13,00              |
| > 45                                    | 21                       | 28,00              |
| > 35                                    | 33                       | 45,00              |
| < 75                                    | 71                       | 95,00              |
| < 65                                    | 68                       | 91,00              |
| < 55                                    | 65                       | 87,00              |
| < 45                                    | 54                       | 72,00              |
| < 35                                    | 42                       | 56,00              |

#### 4.2.1 Definição das normas foliares

Os valores encontrados nas análises químicas de folhas de todos os macro e micronutrientes, tanto para as sub-populações de alta produtividade (A) como para as de baixa produtividade (B) encontram-se na tabela 8.

**TABELA 8** - Valores médios de macro e micronutrientes em folhas de cafeeiro em função da fase de desenvolvimento da planta para a diferenciação das sub populações de alta produtividade (A) e de baixa produtividade (B).

| Ponto de<br>corte | Prod.<br>(sc ha <sup>-1</sup> ) | sub-<br>pop. | Macronutrientes    |      |       |       |      | Micronutrientes     |       |       |        |        |       |
|-------------------|---------------------------------|--------------|--------------------|------|-------|-------|------|---------------------|-------|-------|--------|--------|-------|
|                   |                                 |              | N                  | P    | K     | Ca    | Mg   | S                   | B     | Cu    | Fe     | Mn     | Zn    |
|                   |                                 |              | g kg <sup>-1</sup> |      |       |       |      | mg kg <sup>-1</sup> |       |       |        |        |       |
| > 75              | A                               |              | 30,00              | 1,70 | 24,87 | 13,90 | 3,51 | 2,60                | 35,79 | 38,81 | 105,90 | 130,67 | 14,21 |
|                   | B                               |              | 26,42              | 1,54 | 19,46 | 14,45 | 4,09 | 3,30                | 42,63 | 8,07  | 111,68 | 186,01 | 22,13 |
| > 65              | A                               |              | 29,14              | 1,59 | 23,18 | 13,34 | 3,38 | 2,60                | 37,05 | 34,03 | 97,98  | 126,43 | 13,68 |
|                   | B                               |              | 26,47              | 1,55 | 19,59 | 14,53 | 4,12 | 3,31                | 42,58 | 8,19  | 112,78 | 187,43 | 22,32 |
| > 55              | A                               |              | 27,50              | 1,60 | 21,60 | 14,40 | 4,10 | 3,00                | 39,70 | 18,30 | 113,40 | 200,80 | 19,80 |
|                   | B                               |              | 26,60              | 1,60 | 19,50 | 14,40 | 4,00 | 3,30                | 42,60 | 9,00  | 110,40 | 174,70 | 21,80 |
| > 45              | A                               |              | 27,35              | 1,60 | 21,78 | 14,37 | 4,01 | 3,00                | 39,60 | 16,77 | 113,25 | 194,50 | 21,43 |
|                   | B                               |              | 26,51              | 1,54 | 19,19 | 14,40 | 4,05 | 3,33                | 43,02 | 8,56  | 110,15 | 174,29 | 21,31 |
| > 35              | A                               |              | 27,28              | 1,57 | 21,61 | 14,39 | 4,02 | 3,24                | 41,78 | 13,36 | 105,29 | 187,42 | 22,04 |
|                   | B                               |              | 26,42              | 1,55 | 18,87 | 14,40 | 4,05 | 3,22                | 42,08 | 9,54  | 115,13 | 175,82 | 20,87 |



Conforme os dados apresentados na Tabela 8, observou-se que para os níveis produtivos >35, >45, >55, >65 e >75 sc ha<sup>-1</sup> ocorreram semelhanças entre os teores dos nutrientes com valores maiores na população de maior produtividade (A) e menores na de menor produtividade (B). Porém, em algumas situações aconteceram alternâncias nos teores de nutrientes, sendo maiores na população de maior produtividade (A) ou na de menor produtividade (B).

Mediante a realização dos cálculos para o estabelecimento das normas DRIS para a cultura do cafeeiro, obteve-se os cálculos da correlação (r) entre o Índice de Balanço Nutricional (IBN) e matrizes DRIS para os diferentes níveis produtivos, conforme Tabela 9.

**TABELA 9** – Resultados dos cálculos da correlação entre IBN e matrizes DRIS de diferentes níveis de corte para a cultura do cafeeiro para a região Norte do Paraná.

| Ponto Corte (sc ha <sup>-1</sup> ) | Total (70 amostras) | Dados Ponto Corte > 55 sc ha <sup>-1</sup> | Dados Aleatórios | Número Amostras (n) | %     |
|------------------------------------|---------------------|--|------------------|---------------------|-------|
|                                    | R                   | r  | r                |                     |       |
| > 35                               | -0,4                | +0,8                                       | -0,44            | 26                  | 36,11 |
| > 45                               | -0,39               | +0,1                                       | -0,54            | 20                  | 27,8  |
| > 55                               | -0,36               | -0,36                                      | -0,58            | 10                  | 13,9  |
| > 65                               | -0,29               | -0,42                                      | -0,52            | 7                   | 9,7   |
| > 75                               | -0,26               | -0,41                                      | -0,54            | 4                   | 5,6   |

Também, foram realizados cálculos com os resultados de análise química de folhas existentes no banco de dados de todas as amostras realizadas, com a finalidade de igualar o potencial produtivo dos diferentes talhões e comparar os resultados. Na Tabela 10 é apresentada a descrição de cada amostra visando o conhecimento mais detalhado dos efeitos que ocorrerão.

**TABELA 10** - Resultados das análises químicas dos lotes de folhas de café.

| Lote | N     | P     | K     | Ca                 | Mg    | S     | B     | Cu    | Fe                  | Mn     | Zn    |
|------|-------|-------|-------|--------------------|-------|-------|-------|-------|---------------------|--------|-------|
|      | ----- | ----- | ----- | g kg <sup>-1</sup> | ----- | ----- | ----- | ----- | mg kg <sup>-1</sup> | -----  | ----- |
| 1    | 23,90 | 1,76  | 11,50 | 12,90              | 3,90  | 1,80  | 35,50 | 15,00 | 184,20              | 125,00 | 11,20 |
| 2    | 24,10 | 1,15  | 13,60 | 7,80               | 2,50  | 1,70  | 27,00 | 13,00 | 78,40               | 82,10  | 5,90  |
| 3    | 24,90 | 1,56  | 18,80 | 9,40               | 3,30  | 2,40  | 29,50 | 13,00 | 110,50              | 101,40 | 47,20 |
| 4    | 20,50 | 1,38  | 14,00 | 12,20              | 4,10  | 1,80  | 26,00 | 19,00 | 174,60              | 187,80 | 10,50 |
| 5    | 22,70 | 1,31  | 11,90 | 10,60              | 5,20  | 2,30  | 48,50 | 34,00 | 63,70               | 143,20 | 8,00  |
| 6    | 23,00 | 1,36  | 14,90 | 12,30              | 4,10  | 2,10  | 54,50 | 32,00 | 280,20              | 121,10 | 9,90  |
| 7    | 23,90 | 0,65  | 8,20  | 9,10               | 2,20  | 1,40  | 33,50 | 20,00 | 78,30               | 101,90 | 3,80  |
| 8    | 23,50 | 1,16  | 12,50 | 13,40              | 4,60  | 1,80  | 31,50 | 17,00 | 164,30              | 624,50 | 10,10 |
| 9    | 25,70 | 1,61  | 17,00 | 15,10              | 4,40  | 2,20  | 20,50 | 14,00 | 141,60              | 277,90 | 11,30 |

| Lote | N     | P     | K     | Ca                 | Mg    | S     | B     | Cu    | Fe                  | Mn    | Zn    |
|------|-------|-------|-------|--------------------|-------|-------|-------|-------|---------------------|-------|-------|
|      | ----- | ----- | ----- | g kg <sup>-1</sup> | ----- | ----- | ----- | ----- | mg kg <sup>-1</sup> | ----- | ----- |

|      |       |       |       |                    |       |       |       |        |                     |        |       |
|------|-------|-------|-------|--------------------|-------|-------|-------|--------|---------------------|--------|-------|
| 9    | 25,70 | 1,61  | 17,00 | 15,10              | 4,40  | 2,20  | 20,50 | 14,00  | 141,60              | 277,90 | 11,30 |
| 10   | 26,00 | 1,23  | 20,10 | 12,00              | 3,80  | 2,30  | 29,50 | 19,00  | 142,40              | 305,50 | 10,40 |
| 11   | 25,30 | 1,36  | 14,70 | 15,20              | 5,20  | 2,30  | 26,00 | 16,00  | 141,00              | 437,10 | 8,00  |
| 13   | 24,30 | 1,71  | 18,80 | 16,90              | 4,60  | 2,60  | 27,00 | 25,00  | 123,60              | 280,10 | 20,70 |
| 14   | 24,60 | 1,72  | 22,70 | 15,00              | 6,00  | 2,80  | 35,00 | 19,00  | 93,80               | 236,90 | 12,00 |
| 15   | 25,60 | 1,02  | 12,50 | 11,50              | 3,80  | 1,80  | 36,00 | 21,00  | 68,70               | 258,30 | 10,50 |
| 16   | 24,30 | 1,28  | 11,30 | 15,80              | 5,00  | 2,00  | 28,50 | 13,00  | 197,70              | 211,30 | 15,80 |
| 17   | 23,90 | 1,27  | 11,30 | 15,50              | 6,00  | 2,10  | 36,50 | 17,00  | 211,10              | 148,90 | 9,80  |
| 18   | 24,50 | 1,35  | 15,20 | 20,50              | 4,80  | 2,60  | 31,50 | 15,60  | 129,10              | 198,10 | 20,10 |
| 19   | 23,20 | 1,45  | 14,50 | 12,60              | 3,10  | 2,10  | 33,00 | 21,40  | 71,70               | 97,10  | 14,40 |
| 20   | 22,80 | 1,27  | 12,90 | 18,20              | 4,60  | 2,00  | 29,00 | 18,70  | 119,30              | 149,60 | 16,60 |
| 21   | 24,70 | 1,56  | 20,30 | 17,80              | 4,60  | 2,70  | 22,50 | 25,70  | 110,10              | 292,40 | 10,30 |
| 22   | 24,40 | 1,48  | 17,30 | 13,10              | 4,20  | 2,50  | 32,00 | 16,00  | 85,00               | 97,60  | 10,50 |
| 23   | 28,00 | 1,39  | 25,60 | 16,90              | 4,10  | 4,60  | 63,80 | 10,40  | 115,70              | 166,50 | 91,20 |
| 24   | 24,50 | 1,51  | 34,60 | 15,20              | 4,70  | 4,90  | 75,70 | 12,40  | 57,80               | 133,40 | 27,10 |
| 25   | 26,00 | 1,03  | 18,10 | 12,30              | 3,30  | 4,30  | 57,80 | 9,50   | 50,10               | 125,50 | 22,30 |
| 26   | 26,80 | 1,35  | 23,90 | 11,30              | 3,80  | 3,40  | 41,60 | 8,20   | 53,30               | 449,60 | 18,30 |
| 27   | 25,70 | 1,43  | 23,30 | 18,70              | 5,50  | 4,50  | 57,00 | 0,50   | 78,10               | 269,10 | 20,10 |
| 28   | 25,30 | 1,24  | 16,20 | 18,10              | 4,30  | 4,80  | 49,30 | 3,90   | 110,90              | 190,70 | 39,30 |
| 29   | 25,60 | 1,33  | 23,70 | 13,40              | 3,90  | 5,00  | 42,50 | 0,50   | 141,70              | 398,70 | 49,40 |
| 30   | 25,60 | 1,45  | 22,10 | 19,00              | 5,00  | 3,90  | 53,50 | 0,50   | 69,10               | 371,30 | 20,00 |
| 31   | 23,10 | 0,78  | 11,30 | 9,40               | 2,40  | 2,60  | 45,90 | 0,50   | 42,50               | 96,70  | 9,90  |
| 32   | 27,60 | 1,61  | 29,10 | 14,60              | 4,60  | 5,70  | 39,10 | 0,50   | 69,10               | 230,20 | 33,80 |
| 33   | 27,30 | 1,84  | 18,20 | 15,80              | 5,80  | 6,30  | 55,30 | 3,90   | 43,60               | 215,90 | 28,00 |
| 34   | 25,70 | 1,58  | 29,80 | 16,30              | 4,80  | 3,80  | 49,30 | 0,50   | 87,20               | 255,70 | 63,80 |
| 35   | 26,70 | 0,74  | 12,50 | 9,00               | 3,10  | 2,90  | 44,20 | 5,00   | 170,00              | 205,10 | 13,40 |
| 36   | 26,60 | 1,21  | 12,20 | 15,80              | 3,30  | 3,20  | 62,00 | 0,50   | 172,00              | 119,90 | 53,20 |
| 39   | 28,80 | 1,53  | 26,60 | 11,70              | 4,00  | 2,50  | 67,50 | 14,80  | 135,20              | 117,80 | 6,30  |
| 40   | 25,00 | 1,73  | 21,20 | 15,80              | 4,30  | 4,00  | 54,40 | 0,50   | 62,30               | 118,50 | 25,40 |
| 41   | 26,70 | 1,95  | 25,00 | 16,00              | 3,90  | 4,50  | 59,50 | 0,50   | 35,30               | 81,20  | 18,30 |
| 42   | 27,40 | 2,11  | 14,20 | 19,90              | 3,80  | 4,70  | 62,90 | 0,50   | 74,30               | 303,80 | 24,90 |
| 43   | 27,10 | 2,08  | 31,80 | 18,20              | 3,80  | 3,10  | 60,40 | 0,50   | 60,50               | 77,80  | 23,60 |
| 44   | 25,80 | 2,09  | 26,30 | 18,70              | 4,20  | 4,50  | 50,10 | 0,50   | 88,40               | 44,50  | 35,50 |
| 45   | 28,40 | 2,06  | 18,40 | 19,00              | 5,40  | 5,00  | 63,80 | 0,70   | 213,90              | 352,70 | 36,80 |
| 46   | 29,40 | 2,11  | 21,30 | 16,30              | 5,20  | 6,40  | 54,40 | 5,80   | 118,80              | 243,60 | 25,90 |
| 47   | 25,70 | 1,66  | 18,60 | 16,30              | 4,80  | 4,20  | 49,30 | 2,60   | 89,00               | 223,00 | 18,20 |
| 48   | 26,30 | 2,06  | 28,80 | 16,20              | 5,00  | 5,70  | 51,90 | 0,50   | 67,20               | 256,60 | 13,90 |
| 49   | 27,30 | 2,40  | 25,20 | 17,60              | 3,70  | 6,70  | 55,30 | 35,10  | 180,10              | 122,40 | 36,20 |
| 51   | 24,90 | 1,90  | 17,50 | 15,80              | 3,90  | 4,00  | 43,40 | 21,50  | 94,80               | 252,30 | 37,70 |
| 52   | 26,60 | 2,41  | 19,40 | 19,00              | 4,50  | 4,60  | 42,50 | 0,50   | 141,60              | 78,60  | 51,30 |
| 53   | 26,00 | 2,28  | 27,40 | 18,60              | 4,50  | 5,60  | 38,30 | 0,50   | 51,50               | 126,60 | 37,00 |
| 54   | 25,20 | 1,84  | 23,90 | 12,50              | 3,20  | 4,00  | 29,80 | 22,50  | 72,50               | 88,20  | 24,60 |
| 55   | 28,30 | 1,81  | 24,40 | 15,20              | 4,30  | 2,10  | 43,40 | 0,50   | 82,80               | 143,90 | 21,20 |
| 56   | 24,70 | 1,66  | 20,40 | 14,10              | 3,70  | 4,30  | 39,10 | 63,10  | 89,30               | 180,80 | 33,70 |
| 57   | 25,60 | 1,10  | 18,70 | 11,10              | 2,60  | 4,70  | 51,00 | 0,50   | 21,40               | 85,10  | 18,00 |
| 58   | 31,00 | 1,59  | 18,10 | 11,80              | 3,00  | 2,00  | 32,90 | 124,90 | 108,70              | 155,10 | 7,90  |
| 59   | 34,50 | 1,74  | 20,30 | 11,30              | 3,30  | 2,00  | 26,60 | 97,00  | 92,90               | 129,60 | 6,00  |
| 60   | 34,70 | 1,79  | 18,70 | 11,10              | 3,90  | 2,30  | 22,40 | 14,10  | 145,50              | 50,60  | 7,70  |
| 61   | 33,70 | 1,73  | 19,70 | 15,00              | 3,90  | 2,20  | 37,10 | 16,00  | 208,80              | 146,40 | 13,00 |
| 62   | 27,20 | 2,17  | 21,70 | 12,30              | 4,00  | 2,20  | 30,10 | 2,90   | 156,60              | 77,20  | 7,30  |
| 63   | 29,20 | 1,38  | 18,60 | 11,40              | 3,40  | 1,80  | 37,80 | 8,00   | 156,60              | 45,30  | 19,60 |
| 64   | 32,30 | 1,59  | 19,40 | 14,50              | 3,50  | 2,20  | 33,60 | 4,40   | 184,20              | 111,40 | 8,10  |
| Lote | N     | P     | K     | Ca                 | Mg    | S     | B     | Cu     | Fe                  | Mn     | Zn    |
|      | ----- | ----- | ----- | g kg <sup>-1</sup> | ----- | ----- | ----- | -----  | mg kg <sup>-1</sup> | -----  | ----- |

|    |       |      |       |       |      |      |       |        |        |        |       |
|----|-------|------|-------|-------|------|------|-------|--------|--------|--------|-------|
| 65 | 31,60 | 1,35 | 18,70 | 14,50 | 3,70 | 2,20 | 50,40 | 22,40  | 211,60 | 174,40 | 63,00 |
| 66 | 26,70 | 1,39 | 22,10 | 14,80 | 3,30 | 2,00 | 35,70 | 7,90   | 108,70 | 55,10  | 7,30  |
| 67 | 30,10 | 1,61 | 26,70 | 13,70 | 3,40 | 2,60 | 44,80 | 9,00   | 150,00 | 290,70 | 29,70 |
| 68 | 32,30 | 1,38 | 26,10 | 11,80 | 3,40 | 2,40 | 34,30 | 1,70   | 196,70 | 154,80 | 19,80 |
| 69 | 31,80 | 1,41 | 22,20 | 11,50 | 2,80 | 2,00 | 26,60 | 2,10   | 160,40 | 125,70 | 9,30  |
| 70 | 32,10 | 1,78 | 26,50 | 13,80 | 4,10 | 2,50 | 57,00 | 4,90   | 132,90 | 109,20 | 11,70 |
| 71 | 30,90 | 1,04 | 15,30 | 12,50 | 2,80 | 1,80 | 32,20 | 0,70   | 218,20 | 108,60 | 14,30 |
| 72 | 28,70 | 1,41 | 23,20 | 15,40 | 4,70 | 2,10 | 38,50 | 12,30  | 114,50 | 104,60 | 7,70  |
| 73 | 31,20 | 1,89 | 30,70 | 16,30 | 3,20 | 2,60 | 28,00 | 12,80  | 95,50  | 204,60 | 9,90  |
| 74 | 32,70 | 1,84 | 28,70 | 15,00 | 3,00 | 2,30 | 35,00 | 1,10   | 80,80  | 116,40 | 5,70  |
| 75 | 29,80 | 1,47 | 22,50 | 14,30 | 4,20 | 2,30 | 38,50 | 124,50 | 173,10 | 67,30  | 5,70  |

#### 4.2.2 Apresentação das normas de acordo com os parâmetros nutricionais

Beaufils (1973) citou que não existe uma metodologia definida para a definição do nível de corte entre as 2 sub-populações, sendo que o mais importante é a validade dos resultados finais obtidos. Com base nesta afirmação e revendo-se um dos conceitos básicos do DRIS, que diz respeito ao Índice de Balanço Nutricional (IBN), procurou-se utilizar este Índice no auxílio da definição das normas que alicerçaram todo o trabalho de diagnose nutricional.

Como já mencionado anteriormente, o IBN é o resultado do somatório dos valores absolutos de todos os índices nutricionais envolvidos no diagnóstico e para fins de interpretação, seus valores são correlacionados de forma negativa com a produção.

Para tanto, observando a metodologia citada por Beaufils (1973), obteve-se as melhores correlações ( $r$ ) quando utilizou-se o ponto de corte de 55 sc ha<sup>-1</sup>, mediante o teste de todas as correlações. Estas correlações devem expressar os maiores valores negativos, ou seja, entre todas as amostras analisadas, foram correlacionados os valores das produções em sc ha<sup>-1</sup> com os valores dos Índices de Balanço Nutricional (IBN) de cada uma delas. Com base na correlação encontrada entre a produção e o IBN, foi estabelecido que o nível produtivo de 55 sc ha<sup>-1</sup> será utilizado como fonte de referência dos padrões nutricionais para a cultura do cafeeiro por ter a maior correlação negativa. Os padrões obtidos neste nível produtivo foram utilizados para definição e estabelecimento das normas DRIS.

Baseado nos resultados das análises químicas foliares de todas as amostras cujas produtividades foram iguais ou maiores que 55 sc ha<sup>-1</sup>, elaborou-se a tabela 11 onde se encontram as médias, variâncias e desvios padrões encontradas

para sub-população A e a sub-população B (média e variância), a relação de variância entre a sub-população A e B (variância de B/variância de A), estabelecendo-se a relação nutricional que entrará no processamento do DRIS, bem como também os níveis de significância nas relações de variância das sub populações A e B, através do teste F.

**TABELA 11** - Valores médios e as relações possíveis entre os nutrientes, variância, coeficiente de variação, relação de variância entre sub populações A e B e (Teste F).

| Elementos e parâmetros | Média A | Desvio Padrão A | Coeficiente de variação A | Variância A | Média B | Variância B | Teste F |
|------------------------|---------|-----------------|---------------------------|-------------|---------|-------------|---------|
| N                      | 28,82   | 3,46            | 12,02                     | 11,99       | 26,34   | 7,13        | 0,59    |
| P                      | 1,59    | 0,37            | 23,52                     | 0,14        | 1,55    | 0,14        | 1,04    |
| K                      | 23,37   | 5,93            | 25,39                     | 35,20       | 19,44   | 33,05       | 0,94    |
| Ca                     | 13,32   | 2,78            | 20,84                     | 7,71        | 14,57   | 9,22        | 1,20    |
| Mg                     | 3,51    | 0,66            | 18,87                     | 0,44        | 4,13    | 0,77        | 1,76    |
| S                      | 2,63    | 0,68            | 25,67                     | 0,46        | 3,34    | 2,02        | 4,42    |
| B                      | 38,14   | 10,24           | 26,84                     | 104,80      | 42,74   | 170,93      | 1,63    |
| Cu                     | 30,97   | 43,04           | 138,97                    | 1852,25     | 15,09   | 315,25      | 0,17    |
| Fe                     | 91,99   | 43,67           | 47,47                     | 1907,26     | 115,88  | 2886,11     | 1,51    |
| Mn                     | 160,49  | 108,57          | 67,65                     | 11786,39    | 185,05  | 11968,47    | 1,02    |
| Zn                     | 14,89   | 7,27            | 48,79                     | 52,79       | 22,65   | 302,36      | 5,73    |
| N/P                    | 19,1    | 4,90            | 25,63                     | 24,07       | 18,00   | 25,73       | 1,06    |
| P/N                    | 0,10    | 0,01            | 24,15                     | 0,00        | 0,10    | 0,00        | 1,10    |
| N/K                    | 1,30    | 0,37            | 28,74                     | 0,14        | 1,50    | 0,18        | 1,27    |
| K/N                    | 0,80    | 0,20            | 25,71                     | 0,04        | 0,70    | 0,04        | 0,94    |
| N/Ca                   | 2,20    | 0,48            | 21,71                     | 0,23        | 1,90    | 0,25        | 1,07    |
| Ca/N                   | 0,50    | 0,10            | 22,41                     | 0,01        | 0,60    | 0,01        | 1,48    |
| N/Mg                   | 8,40    | 1,65            | 19,64                     | 2,74        | 6,70    | 3,94        | 1,43    |
| Mg/N                   | 0,10    | 0,02            | 20,47                     | 0,00        | 0,20    | 0,00        | 2,48    |
| N/S                    | 11,70   | 3,58            | 30,62                     | 12,87       | 9,30    | 13,34       | 1,03    |
| S/N                    | 0,10    | 0,03            | 34,60                     | 0,00        | 0,10    | 0,00        | 2,62    |
| N/B                    | 0,80    | 0,26            | 32,96                     | 0,07        | 0,70    | 0,05        | 0,72    |
| B/N                    | 1,40    | 0,46            | 34,49                     | 0,22        | 1,60    | 0,23        | 1,07    |
| N/Cu                   | 2,70    | 1,97            | 72,07                     | 3,88        | 3,30    | 5,22        | 1,34    |
| Cu/N                   | 1,00    | 1,32            | 132,76                    | 1,75        | 0,60    | 0,41        | 0,23    |
| N/Fe                   | 0,40    | 0,11            | 32,15                     | 0,01        | 0,30    | 0,04        | 3,14    |
| Fe/N                   | 3,10    | 1,23            | 39,56                     | 1,52        | 4,40    | 4,60        | 3,01    |
| N/Mn                   | 0,20    | 0,07            | 35,83                     | 0,00        | 0,20    | 0,01        | 2,98    |
| Mn/N                   | 5,60    | 4,05            | 72,23                     | 16,46       | 7,20    | 19,70       | 1,19    |
| N/Zn                   | 2,50    | 1,55            | 60,93                     | 2,41        | 1,90    | 1,93        | 0,80    |
| Zn/N                   | 0,50    | 0,28            | 53,01                     | 0,08        | 0,90    | 0,40        | 5,07    |
| P/K                    | 0,10    | 0,01            | 17,24                     | 0,00        | 0,10    | 0,00        | 3,47    |
| K/P                    | 14,90   | 2,51            | 16,93                     | 6,33        | 12,80   | 11,17       | 1,76    |
| P/Ca                   | 0,10    | 0,02            | 18,37                     | 0,00        | 0,10    | 0,00        | 1,17    |
| Ca/P                   | 8,60    | 1,71            | 19,86                     | 2,94        | 9,70    | 4,81        | 1,63    |
| P/Mg                   | 0,50    | 0,10            | 23,77                     | 0,01        | 0,40    | 0,00        | 0,82    |
| Mg/P                   | 2,30    | 0,59            | 25,83                     | 0,35        | 2,80    | 0,50        | 1,42    |
| Elementos e parâmetros | Média A | Desvio          | Coeficiente de variação A | Variância A | Média B | Variância B | Teste F |

## Padrão A

|       |        |       |        |         |        |         |      |
|-------|--------|-------|--------|---------|--------|---------|------|
| P/B   | 0,00   | 0,01  | 36,42  | 0,00    | 0,00   | 0,00    | 0,83 |
| B/P   | 26,20  | 12,83 | 49,01  | 164,69  | 29,00  | 126,70  | 0,76 |
| P/Cu  | 0,20   | 0,13  | 86,45  | 0,01    | 0,20   | 0,02    | 1,48 |
| Cu/P  | 19,20  | 26,04 | 135,67 | 678,54  | 10,50  | 150,65  | 0,22 |
| P/Fe  | 0,00   | 0,00  | 38,72  | 0,00    | 0,00   | 0,00    | 2,14 |
| Fe/P  | 60,40  | 32,48 | 53,76  | 1055,30 | 79,70  | 2014,70 | 1,90 |
| P/Mn  | 0,00   | 0,00  | 53,49  | 0,00    | 0,00   | 0,00    | 1,66 |
| Mn/P  | 108,80 | 83,45 | 76,67  | 6965,20 | 127,80 | 7652,10 | 1,09 |
| P/Zn  | 0,10   | 0,07  | 57,60  | 0,00    | 0,10   | 0,00    | 0,79 |
| Zn/P  | 9,60   | 4,28  | 44,52  | 18,32   | 14,80  | 140,89  | 7,68 |
| K/Ca  | 1,80   | 0,30  | 17,23  | 0,09    | 1,40   | 0,16    | 1,76 |
| Ca/K  | 0,60   | 0,11  | 18,88  | 0,01    | 0,80   | 0,06    | 5,42 |
| K/Mg  | 6,70   | 1,55  | 23,23  | 2,41    | 4,90   | 2,50    | 1,03 |
| Mg/K  | 0,20   | 0,03  | 22,38  | 0,00    | 0,20   | 0,00    | 5,80 |
| K/S   | 9,20   | 2,57  | 27,92  | 6,62    | 6,50   | 5,47    | 0,82 |
| S/K   | 0,10   | 0,04  | 39,27  | 0,00    | 0,20   | 0,00    | 1,84 |
| K/B   | 0,60   | 0,22  | 34,53  | 0,05    | 0,50   | 0,02    | 0,59 |
| B/K   | 1,80   | 0,86  | 48,68  | 0,74    | 2,30   | 0,76    | 1,02 |
| K/Cu  | 2,40   | 1,96  | 83,13  | 3,86    | 2,50   | 3,83    | 0,99 |
| Cu/K  | 1,50   | 2,33  | 151,82 | 5,44    | 0,90   | 0,83    | 0,15 |
| K/Fe  | 0,30   | 0,12  | 42,38  | 0,01    | 0,20   | 0,02    | 1,74 |
| Fe/K  | 4,00   | 1,74  | 43,09  | 3,04    | 6,70   | 18,53   | 6,08 |
| K/Mn  | 0,20   | 0,09  | 53,94  | 0,00    | 0,10   | 0,01    | 1,23 |
| Mn/K  | 7,10   | 4,53  | 63,43  | 20,54   | 10,50  | 58,97   | 2,86 |
| K/Zn  | 1,90   | 0,94  | 49,65  | 0,89    | 1,30   | 0,95    | 1,07 |
| Zn/K  | 0,60   | 0,26  | 41,99  | 0,07    | 1,20   | 0,71    | 9,77 |
| Ca/Mg | 3,80   | 0,66  | 17,31  | 0,44    | 3,60   | 0,42    | 0,96 |
| Mg/Ca | 0,30   | 0,04  | 15,95  | 0,00    | 0,30   | 0,00    | 1,63 |
| Ca/S  | 5,30   | 1,53  | 28,86  | 2,36    | 4,90   | 2,82    | 1,19 |
| S/Ca  | 0,20   | 0,06  | 33,31  | 0,00    | 0,20   | 0,00    | 1,49 |
| Ca/B  | 0,40   | 0,10  | 27,95  | 0,01    | 0,40   | 0,01    | 1,65 |
| B/Ca  | 2,90   | 0,87  | 29,66  | 0,75    | 3,00   | 0,99    | 1,30 |
| Ca/Cu | 1,40   | 1,18  | 84,76  | 1,39    | 1,90   | 1,99    | 1,43 |
| Cu/Ca | 2,60   | 3,74  | 144,97 | 14,04   | 1,10   | 1,64    | 0,11 |
| Ca/Fe | 0,20   | 0,06  | 40,11  | 0,00    | 0,20   | 0,00    | 2,10 |
| Fe/Ca | 7,10   | 3,79  | 53,36  | 14,43   | 8,30   | 18,92   | 1,31 |
| Ca/Mn | 0,10   | 0,05  | 52,84  | 0,00    | 0,10   | 0,00    | 1,46 |
| Mn/Ca | 12,80  | 9,94  | 77,70  | 98,84   | 12,80  | 55,68   | 0,56 |
| Ca/Zn | 1,10   | 0,57  | 51,53  | 0,33    | 1,00   | 0,33    | 1,01 |
| Zn/Ca | 1,10   | 0,53  | 47,36  | 0,28    | 1,50   | 1,25    | 4,34 |
| Mg/S  | 1,40   | 0,46  | 32,63  | 0,21    | 1,40   | 0,32    | 1,50 |
| S/Mg  | 0,80   | 0,25  | 32,47  | 0,06    | 0,80   | 0,12    | 1,88 |
| Mg/B  | 0,10   | 0,02  | 24,45  | 0,00    | 0,10   | 0,00    | 2,97 |
| B/Mg  | 11,10  | 3,58  | 32,20  | 12,87   | 10,80  | 15,40   | 1,19 |
| Mg/Cu | 0,40   | 0,28  | 79,73  | 0,08    | 0,50   | 0,15    | 1,89 |
| Cu/Mg | 9,60   | 14,05 | 145,79 | 197,50  | 3,80   | 19,52   | 0,09 |
| Mg/Fe | 0,00   | 0,01  | 37,66  | 0,00    | 0,00   | 0,00    | 2,50 |
| Fe/Mg | 26,60  | 12,94 | 48,66  | 167,58  | 28,90  | 196,05  | 1,16 |
| Mg/Mn | 0,00   | 0,01  | 46,11  | 0,00    | 0,00   | 0,00    | 1,84 |
| Mn/Mg | 46,30  | 28,62 | 61,84  | 819,28  | 44,40  | 548,17  | 0,66 |
| Mg/Zn | 0,30   | 0,16  | 56,12  | 0,02    | 0,30   | 0,03    | 1,16 |
| Zn/Mg | 4,30   | 1,98  | 46,50  | 3,95    | 5,60   | 19,28   | 4,87 |

| Elementos e parâmetros | Média A | Desvio | Coefficiente de variação A | Variância A | Média B | Variância B | Teste F |
|------------------------|---------|--------|----------------------------|-------------|---------|-------------|---------|
| S/B                    | 0,10    | 0,02   | 35,77                      | 0,00        | 0,10    | 0,00        | 1,02    |
| B/S                    | 15,10   | 4,19   | 27,84                      | 17,59       | 14,00   | 22,50       | 1,27    |
| S/Cu                   | 0,30    | 0,20   | 77,43                      | 0,04        | 0,50    | 0,18        | 4,23    |
| Cu/S                   | 14,30   | 22,04  | 154,38                     | 485,79      | 5,90    | 57,99       | 0,11    |
| S/Fe                   | 0,00    | 0,02   | 56,35                      | 0,00        | 0,00    | 0,00        | 3,89    |
| Fe/S                   | 38,30   | 21,73  | 56,72                      | 472,30      | 43,80   | 900,95      | 1,90    |
| S/Mn                   | 0,00    | 0,01   | 59,16                      | 0,00        | 0,00    | 0,00        | 1,80    |
| Mn/S                   | 62,00   | 32,02  | 51,62                      | 1025,80     | 63,90   | 2646,30     | 2,57    |
| S/Zn                   | 0,20    | 0,07   | 37,75                      | 0,00        | 0,20    | 0,00        | 1,38    |
| Zn/S                   | 5,60    | 2,38   | 42,83                      | 5,69        | 6,80    | 23,35       | 4,09    |
| B/Cu                   | 4,40    | 4,16   | 94,28                      | 17,37       | 5,70    | 20,26       | 1,16    |
| Cu/B                   | 1,00    | 1,45   | 145,51                     | 2,10        | 0,40    | 0,23        | 0,11    |
| B/Fe                   | 0,50    | 0,32   | 61,93                      | 0,10        | 0,50    | 0,18        | 1,78    |
| Fe/B                   | 2,60    | 1,47   | 55,61                      | 2,16        | 3,10    | 3,17        | 1,46    |
| B/Mn                   | 0,30    | 0,19   | 63,46                      | 0,03        | 0,30    | 0,04        | 1,08    |
| Mn/B                   | 4,50    | 2,80   | 62,90                      | 7,87        | 4,80    | 13,95       | 1,77    |
| B/Zn                   | 3,10    | 1,35   | 43,80                      | 1,83        | 2,80    | 3,82        | 2,08    |
| Zn/B                   | 0,40    | 0,19   | 50,11                      | 0,03        | 0,50    | 0,11        | 3,02    |
| Cu/Fe                  | 0,30    | 0,41   | 127,36                     | 0,17        | 0,10    | 0,01        | 0,11    |
| Fe/Cu                  | 7,70    | 5,05   | 65,56                      | 25,52       | 12,80   | 103,93      | 4,07    |
| Cu/Mn                  | 0,20    | 0,29   | 131,27                     | 0,08        | 0,10    | 0,05        | 0,64    |
| Mn/Cu                  | 15,90   | 16,20  | 102,20                     | 262,74      | 22,60   | 429,58      | 1,63    |
| Cu/Zn                  | 3,80    | 6,43   | 169,22                     | 41,44       | 1,40    | 8,35        | 0,20    |
| Zn/Cu                  | 1,70    | 1,63   | 96,24                      | 2,66        | 3,10    | 10,36       | 3,89    |
| Fe/Mn                  | 0,70    | 0,32   | 47,21                      | 0,10        | 0,90    | 0,51        | 4,74    |
| Mn/Fe                  | 2,20    | 2,25   | 104,35                     | 5,08        | 1,90    | 1,54        | 0,30    |
| Fe/Zn                  | 8,00    | 5,31   | 66,18                      | 28,25       | 8,60    | 53,69       | 1,90    |
| Zn/Fe                  | 0,20    | 0,12   | 65,85                      | 0,01        | 0,20    | 0,04        | 2,56    |
| Mn/Zn                  | 13,10   | 7,95   | 60,57                      | 63,26       | 12,40   | 123,46      | 1,95    |
| Zn/Mn                  | 0,10    | 0,09   | 79,06                      | 0,00        | 0,20    | 0,02        | 2,66    |

Posteriormente, realizou-se o cálculo de Índice de Diagnose de acordo com Walworth e Sumner (1987) obtendo-se as equações matemáticas intermediárias definidas para o DRIS (BEAUFILS, 1973), baseadas na maior relação entre dois nutrientes considerando-se as sub-populações A e B.

Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 12 para os 70 dados amostrados em plantas de cafeeiro, onde estão definidos o número da amostra (coluna 1), os índices do nitrogênio ( $I_N$ , coluna 2), do fósforo ( $I_P$ , coluna 3), potássio ( $I_K$ , coluna 4), do cálcio ( $I_{Ca}$ , coluna 5), do magnésio ( $I_{Mg}$ , coluna 6), do enxofre ( $I_S$ , coluna 7), do boro ( $I_B$ , coluna 8), do cobre ( $I_{Cu}$ , coluna 9), do ferro ( $I_{Fe}$ , coluna 10), do manganês ( $I_{Mn}$ , coluna 11), e do zinco ( $I_{Zn}$ , coluna 12), da matéria seca ( $I_{ms}$ , coluna 13), o valor do Índice de Balanço Nutricional, (IBN, coluna 14) e nas colunas 15 e 16 os elementos diagnosticados como mais deficiente e mais

excessivo, respectivamente, utilizando-se para isso das normas gerais estabelecidas para o DRIS nos níveis de 55 sc ha<sup>-1</sup>.

**TABELA 12** - Diagnóstico nutricional de plantas de cafeeiro segundo as normas desenvolvidas para produtividades acima de 55 sc ha<sup>-1</sup>.

| Amostra | I <sub>N</sub> | I <sub>P</sub> | I <sub>K</sub> | I <sub>Ca</sub> | I <sub>Mg</sub> | I <sub>S</sub> | I <sub>B</sub> | I <sub>Cu</sub> | I <sub>Fe</sub> | I <sub>Mn</sub> | I <sub>Zn</sub> | I <sub>MS</sub> | IBN  | Deficiente | Excessivo |
|---------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|------------|-----------|
| 1       | -0,5           | 1,0            | -3,1           | 0,3             | 0,8             | -0,7           | 0,1            | 0,3             | 2,0             | -0,2            | -0,3            | 0,3             | 9,5  | K          | Fe        |
| 2       | 0,4            | 0,1            | -0,6           | -0,7            | 0,0             | -0,3           | 0,0            | 0,5             | 0,6             | -0,3            | -0,9            | 1,2             | 5,6  | Zn         | Fe        |
| 3       | -0,6           | -0,1           | -0,9           | -1,5            | -0,3            | -0,5           | -0,9           | 0,2             | 0,6             | -0,7            | 4,7             | 0,1             | 11,1 | Ca         | Zn        |
| 4       | -1,0           | 0,0            | -1,8           | 0,1             | 1,2             | -0,7           | -0,8           | 0,5             | 1,6             | 0,6             | -0,4            | 0,5             | 9,2  | K          | Fe        |
| 5       | -0,7           | -0,1           | -2,4           | -0,6            | 2,6             | -0,1           | 1,0            | 0,8             | -0,4            | 0,2             | -0,8            | 0,4             | 9,9  | K          | Mg        |
| 6       | -0,9           | -0,3           | -2,1           | -0,2            | 0,7             | -0,6           | 1,1            | 0,7             | 2,7             | -0,6            | -0,6            | -0,1            | 10,5 | N          | Fe        |
| 7       | 0,7            | -1,2           | -2,2           | 0,5             | -0,1            | -0,5           | 0,8            | 0,7             | 0,8             | 0,2             | -1,1            | 1,4             | 10,3 | K          | Fe e B    |
| 8       | -0,7           | -0,7           | -3,1           | 0,4             | 1,5             | -1,4           | -0,7           | 0,3             | 1,4             | 3,5             | -0,5            | 0,0             | 14,3 | K          | Mn        |
| 9       | -0,5           | 0,2            | -1,3           | 0,7             | 1,1             | -0,5           | -2,0           | 0,2             | 1,0             | 1,3             | -0,4            | 0,1             | 9,4  | B          | Mn        |
| 10      | -0,4           | -0,7           | -0,4           | -0,3            | 0,4             | -0,4           | -0,7           | 0,5             | 0,9             | 1,3             | -0,6            | 0,2             | 6,7  | P e B      | Mn        |
| 11      | -0,6           | -0,4           | -2,2           | 0,7             | 1,9             | -0,5           | -1,4           | 0,3             | 1,0             | 2,3             | -0,9            | -0,1            | 12,2 | K          | Mn        |
| 12      | 0,5            | 0,5            | 0,8            | 0,4             | -0,6            | -0,2           | -0,1           | 0,1             | 0,0             | -0,3            | -1,2            | 0,1             | 4,8  | Zn         | K         |
| 13      | 0,5            | 0,5            | 0,8            | 0,4             | -0,6            | -0,2           | -0,1           | 0,1             | 0,0             | -0,3            | -1,2            | 0,1             | 4,8  | Zn         | K         |
| 14      | -1,2           | 0,0            | -0,5           | 0,0             | 2,1             | -0,1           | -0,6           | 0,4             | 0,0             | 0,7             | -0,6            | -0,3            | 6,5  | N          | Mg        |
| 15      | 0,0            | -0,9           | -1,8           | 0,1             | 1,0             | -0,8           | 0,2            | 0,6             | -0,1            | 1,3             | -0,3            | 0,6             | 7,7  | K          | Mn        |
| 16      | -0,7           | -0,5           | -3,6           | 1,1             | 2,0             | -0,6           | -0,9           | 0,1             | 2,0             | 0,8             | 0,3             | 0,0             | 12,5 | K          | Mg e Fe   |
| 17      | 0,2            | -0,2           | -0,3           | 0,2             | 0,7             | -0,3           | 0,0            | 1,2             | 1,6             | -1,7            | -1,2            | -0,2            | 7,8  | Mn         | Fe        |
| 18      | -1,0           | -0,8           | -2,2           | 2,0             | 1,2             | -0,2           | -0,9           | 0,3             | 0,8             | 0,5             | 0,6             | -0,2            | 10,6 | K          | Ca        |
| 19      | -0,3           | 0,3            | -1,2           | 0,4             | 0,0             | -0,3           | 0,0            | 0,7             | 0,0             | -0,4            | 0,2             | 0,6             | 4,4  | K          | Cu        |
| 20      | -0,9           | -0,6           | -2,5           | 1,8             | 1,5             | -0,6           | -0,8           | 0,5             | 0,8             | 0,2             | 0,4             | 0,2             | 10,8 | K          | Ca        |
| 21      | -0,9           | -0,2           | -0,8           | 1,2             | 1,1             | -0,1           | -1,8           | 0,6             | 0,4             | 1,2             | -0,7            | -0,1            | 9,0  | B          | Ca e Mn   |
| 22      | -0,4           | 0,1            | -0,8           | 0,2             | 1,1             | 0,0            | -0,3           | 0,5             | 0,2             | -0,5            | -0,5            | 0,4             | 5,0  | K          | Mg        |
| 23      | -1,6           | -2,2           | -1,1           | -0,4            | -0,9            | 0,6            | 0,4            | -0,6            | 0,0             | -0,4            | 7,8             | -1,6            | 17,7 | P          | Zn        |
| 24      | -1,5           | -0,8           | 0,7            | -0,2            | 0,5             | 1,5            | 1,5            | 0,0             | -1,4            | -0,3            | 1,0             | -0,9            | 10,5 | N          | S e B     |
| 25      | -0,3           | -1,4           | -0,7           | -0,1            | -0,2            | 1,8            | 1,2            | -0,1            | -1,2            | -0,1            | 1,1             | 0,0             | 8,3  | P          | S         |
| 26      | -0,3           | -0,6           | 0,1            | -0,7            | 0,3             | 0,6            | 0,0            | -0,4            | -1,0            | 1,9             | 0,4             | -0,2            | 6,5  | Fe         | Mn        |
| 27      | -1,2           | -1,0           | -0,4           | 0,9             | 1,4             | 1,3            | 0,7            | -1,7            | -0,4            | 0,9             | 0,3             | -0,8            | 11,2 | Cu         | Mg        |
| 28      | -0,4           | 0,1            | -0,8           | 0,2             | 1,1             | 0,0            | -0,3           | 0,5             | 0,2             | -0,5            | -0,5            | 0,4             | 5,0  | K          | Mg        |
| 29      | -1,3           | -1,4           | -0,6           | -0,8            | -0,3            | 1,7            | -0,4           | -2,2            | 0,9             | 1,6             | 3,8             | -1,0            | 15,9 | Cu         | Zn        |
| 30      | -1,1           | -0,8           | -0,6           | 1,1             | 1,1             | 0,8            | 0,6            | -1,7            | -0,7            | 1,6             | 0,4             | -0,7            | 11,0 | Cu         | Mn        |
| 31      | 0,0            | 0,4            | 0,7            | 0,5             | -0,6            | -0,2           | -0,9           | 0,2             | 0,1             | 0,6             | -0,7            | -0,2            | 5,1  | B          | K         |
| 32      | -0,9           | -0,6           | 0,4            | -0,4            | 0,5             | 2,3            | -0,4           | -1,8            | -0,8            | 0,6             | 2,0             | -0,9            | 11,6 | Cu         | Zn        |
| 33      | -0,9           | 0,3            | -1,6           | 0,2             | 2,1             | 3,2            | 0,8            | -2,5            | -2,5            | 0,6             | 1,5             | -1,0            | 17,3 | Fe e Cu    | S         |
| 34      | -0,6           | 0,5            | -0,1           | -0,4            | -0,5            | 1,1            | -0,8           | 0,6             | -0,4            | -0,8            | 1,2             | 0,0             | 7,0  | Mn e B     | Zn        |
| 35      | 0,2            | -1,9           | -1,7           | -0,7            | 0,3             | 0,8            | 0,8            | -1,2            | 2,0             | 0,8             | 0,2             | 0,4             | 11,1 | P          | Fe        |
| 36      | -0,7           | -1,3           | -3,8           | 0,7             | -0,6            | 0,2            | 1,2            | -1,8            | 2,0             | -0,6            | 5,4             | -0,6            | 19,0 | K          | Zn        |
| 37      | -0,6           | 0,8            | -0,8           | 0,4             | 0,7             | 1,9            | -0,4           | -1,4            | -1,4            | -0,1            | 1,3             | -0,4            | 10,2 | Cu e Fe    | S         |
| 38      | 1,5            | -0,1           | -1,1           | -0,4            | -0,8            | 1,7            | 1,4            | -0,5            | -2,3            | 0,2             | -0,3            | 0,9             | 11,2 | Fe         | S         |
| 39      | -0,2           | -0,2           | 0,4            | -0,7            | 0,3             | -0,4           | 1,5            | 0,3             | 0,9             | -0,4            | -1,2            | -0,2            | 6,6  | Zn         | B         |
| 40      | -0,9           | 0,2            | -0,5           | 0,5             | 0,6             | 1,1            | 0,8            | -1,4            | -0,8            | -0,3            | 1,2             | -0,4            | 8,8  | Cu         | Zn        |
| 41      | -0,3           | 0,9            | 0,2            | 0,8             | 0,4             | 1,8            | 1,3            | -1,3            | -2,8            | -1,0            | 0,5             | -0,4            | 11,6 | Fe         | S         |
| 42      | -0,9           | 1,0            | -3,1           | 1,5             | -0,2            | 1,6            | 1,1            | -1,7            | -0,6            | 1,2             | 1,0             | -0,9            | 14,8 | K          | S         |
| 43      | -1,2           | -0,3           | -1,0           | -0,3            | -0,4            | 1,1            | -0,4           | 1,0             | -0,2            | 0,2             | 1,9             | -0,5            | 8,4  | N          | Zn        |
| 44      | -0,8           | 0,9            | 0,0            | 1,2             | 0,4             | 1,3            | 0,3            | -1,6            | 0,2             | -3,3            | 2,6             | -0,8            | 13,5 | Mn         | Zn        |
| 45      | -0,3           | -0,6           | 0,1            | -0,7            | 0,3             | 0,6            | 0,0            | -0,4            | -1,0            | 1,9             | 0,4             | -0,2            | 6,5  | Fe         | Mn        |
| 46      | -1,0           | 0,3            | -1,3           | -0,2            | 0,7             | 2,5            | 0,3            | -1,6            | 0,4             | 0,6             | 0,7             | -1,3            | 11,0 | Cu         | S         |
| 47      | -0,7           | 0,1            | -0,7           | 0,7             | 1,3             | 1,6            | 0,7            | -3,9            | 0,4             | 0,9             | 0,4             | -0,5            | 11,9 | Cu         | S         |
| 48      | -1,1           | 0,5            | 0,4            | 0,0             | 0,8             | 2,3            | 0,4            | -1,7            | -0,9            | 0,8             | -0,4            | -0,9            | 10,3 | Cu         | S         |
| 49      | -1,6           | 0,5            | -1,1           | -0,1            | -1,1            | 2,2            | 0,2            | 0,6             | 1,0             | -0,9            | 1,6             | -1,5            | 12,4 | N          | S         |
| 50      | 0,5            | 0,5            | 0,8            | 0,4             | -0,6            | -0,2           | -0,1           | 0,1             | 0,0             | -0,3            | -1,2            | 0,1             | 4,8  | Zn         | K         |
| 51      | -1,4           | 0,2            | -2,0           | 0,1             | -0,3            | 0,7            | -0,2           | 0,4             | -0,1            | 0,7             | 2,3             | -0,6            | 9,0  | K          | Zn        |
| 52      | -1,3           | 1,2            | -1,9           | 0,9             | 0,3             | 1,2            | -0,4           | -2,0            | 1,2             | -1,9            | 4,1             | -1,1            | 17,5 | Cu         | Zn        |
| 53      | -1,2           | 1,0            | 0,0            | 0,8             | 0,4             | 2,2            | -0,6           | -1,7            | -1,9            | -0,4            | 2,4             | -1,0            | 13,7 | Fe         | Zn        |
| 54      | -0,6           | 0,5            | -0,1           | -0,4            | -0,5            | 1,1            | -0,8           | 0,6             | -0,4            | -0,8            | 1,2             | 0,0             | 7,0  | B e Mn     | Zn        |
| 55      | 0,2            | -0,2           | -0,3           | 0,2             | 0,7             | -0,3           | 0,0            | 1,2             | 1,6             | -1,7            | -1,2            | -0,2            | 7,8  | Mn         | Fe        |
| 56      | -1,2           | -0,3           | -1,0           | -0,3            | -0,4            | 1,1            | -0,4           | 1,0             | -0,2            | 0,2             | 1,9             | -0,5            | 8,4  | N          | Zn        |

| Amostra | I <sub>N</sub> | I <sub>P</sub> | I <sub>K</sub> | I <sub>Ca</sub> | I <sub>Mg</sub> | I <sub>S</sub> | I <sub>B</sub> | I <sub>Cu</sub> | I <sub>Fe</sub> | I <sub>Mn</sub> | I <sub>Zn</sub> | I <sub>MS</sub> | IBN  | Deficiente | Excessivo |
|---------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|------------|-----------|
| 57      | 0,6            | -0,5           | -0,1           | 0,1             | -0,5            | 3,2            | 1,4            | -0,9            | -4,2            | -0,4            | 1,1             | 0,3             | 13,3 | Fe         | S         |
| 58      | 0,4            | 0,2            | -0,7           | -0,2            | -0,4            | -0,5           | -0,2           | 1,2             | 0,5             | 0,2             | -0,9            | 0,1             | 5,6  | Zn         | Cu        |
| 59      | 0,4            | 0,2            | -0,7           | -0,2            | -0,4            | -0,5           | -0,2           | 1,2             | 0,5             | 0,2             | -0,9            | 0,1             | 5,6  | Zn         | Cu        |
| 60      | 1,2            | 0,9            | -0,6           | -0,3            | 1,0             | -0,1           | -1,1           | 0,3             | 1,6             | -2,4            | -0,8            | 0,2             | 10,6 | Mn         | Fe        |
| 61      | 0,5            | 0,5            | 0,8            | 0,4             | -0,6            | -0,2           | -0,1           | 0,1             | 0,0             | -0,3            | -1,2            | 0,1             | 4,8  | Zn         | K         |
| 62      | 0,2            | 1,7            | 0,3            | 0,0             | 1,0             | 0,0            | -0,4           | -2,8            | 2,2             | -1,2            | -0,9            | 0,1             | 10,8 | Cu         | Fe        |
| 63      | 0,7            | 0,0            | -0,5           | -0,2            | 0,4             | -0,8           | 0,2            | -0,3            | 2,1             | -2,8            | 1,1             | 0,3             | 9,3  | Mn         | Fe        |
| 64      | 0,0            | 0,4            | 0,7            | 0,5             | -0,6            | -0,2           | -0,9           | 0,2             | 0,1             | 0,6             | -0,7            | -0,2            | 5,1  | B          | K         |
| 65      | -0,4           | -1,5           | -2,0           | -0,5            | -0,7            | -1,6           | 0,2            | 0,4             | 1,5             | -0,1            | 5,5             | -0,9            | 15,3 | K          | Zn        |
| 66      | 0,2            | 0,0            | 0,3            | 0,9             | 0,2             | -0,4           | 0,2            | -0,2            | 1,1             | -1,7            | -0,9            | 0,4             | 6,4  | Mn         | Fe        |
| 67      | -0,3           | -0,4           | 0,1            | -0,4            | -0,7            | -0,6           | 0,1            | -0,5            | 0,9             | 1,0             | 1,5             | -0,5            | 7,0  | Mg         | Zn        |
| 68      | 0,2            | -0,7           | 0,2            | -0,7            | -0,4            | -0,4           | -0,4           | 0,3             | 1,5             | -0,1            | 0,5             | -0,2            | 5,4  | P e Ca     | Fe        |
| 69      | 0,5            | -0,1           | 0,1            | -0,2            | -0,6            | -0,4           | -0,6           | 0,6             | 1,3             | -0,2            | -0,7            | 0,3             | 5,6  | Zn         | Fe        |
| 70      | 0,3            | 0,2            | 0,6            | -0,2            | 0,3             | -0,3           | 1,0            | -1,5            | 1,1             | -0,6            | -0,5            | -0,4            | 6,9  | Cu         | Fe        |

Analisando-se os dados apresentados pela tabela 12, pode-se perceber que os valores apresentados pelo DRIS, através das normas originadas de diferentes níveis de produtividade, menores valores das magnitudes dos Índices de Diagnose e, conseqüentemente, menores valores de IBN para normas originadas de populações com produtividades acima de 55 sc ha<sup>-1</sup>. Como exemplo, toma-se a amostra 70, com produtividade obtida de 33 sc ha<sup>-1</sup>, onde tem-se como nutrientes diagnosticados como deficientes o Cu > Mn para o DRIS que utilizou as normas para as produtividades acima de 55 sc ha<sup>-1</sup>.

Também, observou-se nos dados das amostras da tabela 12 que a deficiência maior foi do nutriente K (25,7% dos talhões), devido a alta extração por parte do cafeeiro e a falta de adubação com esse nutriente, seguido do Cu (18,6% dos talhões), fato semelhante observado por Farnezi et al. (2009), que concluíram que os cafezais da região do Alto Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais em desequilíbrio, apresentaram deficiência em P, K, S, B, Cu, Mn e Zn e por Partelli et al. (2006b) em cafeeiro conilon convencional, sendo que os nutrientes que apresentaram índices DRIS mais negativos nas lavouras foram Mn, Cu e P.

Em termos de excesso, verificou-se nos nutrientes Zn e Fe (22,8% dos talhões), fato que se justificou devido as características do solo em que os talhões de café estão implantados, que apresentaram alto teor total do nutriente, que compreende em sua maioria de LATOSSOLO VERMELHO Distroférico, solo que contem alto teor de Fe<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Farnezi et al (2009), concluíram que cafezais da região do Alto Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais, apresentaram excesso de Ca, Mg e Fe, corroborando com os resultados obtidos neste trabalho.



#### 4.2.3 Relação DRIS estabelecida e faixas de padrões existentes

Visando uma comparação do Sistema DRIS com os padrões nutricionais apresentados por Malavolta (2006), a relação das faixas de todos os nutrientes utilizadas como forma geral de interpretação das análises químicas foliares para a cultura do cafeeiro e as normas DRIS estabelecidas nas amostras neste estudo, foram apresentadas na Tabela 13.

**TABELA 13** – Relação dos nutrientes estudados, faixas de padrões existentes e normas DRIS estabelecidas para o cafeeiro.

| NUTRIENTE                                  | N       | P         | g kg <sup>-1</sup> |         |           |           | S       | B       | Cu        | mg kg <sup>-1</sup> |         |
|--|---------|-----------|--------------------|---------|-----------|-----------|---------|---------|-----------|---------------------|---------|
|  |         |           | K                  | Ca      | Mg        | Mn        |         |         |           | Zn                  |         |
| <b>Padrões existentes Malavolta (2006)</b> | 26 - 31 | 1,5 - 1,9 | 19 - 24            | 15 - 18 | 3,6 - 4,0 | 2,1- 2,4  | 60 - 80 | 10 - 15 | 110 - 300 | 100 - 200           | 12 - 20 |
| <b>Padrões gerados pelo DRIS Café</b>      | 25 - 32 | 1,2 - 1,9 | 17 - 29            | 10 - 16 | 2,8 - 4,1 | 1,9 - 3,2 | 27 - 48 | 12 - 74 | 49 - 135  | 52 - 269            | 8 - 22  |

Conforme os dados apresentados pela Tabela 12, observou-se que para a produtividade de lavouras cafeeiras acima de 55 sc ha<sup>-1</sup>, as normas DRIS foram estabelecidas e que, os padrões nutricionais obtidos das lavouras avaliadas (Tabela 13) resultaram em diferentes dos padrões propostos por Malavolta (2006), que são utilizadas na interpretação das análises químicas foliares para a cultura do cafeeiro, exceto para os nutrientes N e P que ficaram próximas das existentes, para os nutrientes K, Ca, S, Cu, Fe, Mn e Zn ficaram acima dos padrões existentes e os nutrientes Mg e B ficaram abaixo dos padrões existentes.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As recomendações para nutrição e adubação do cafeeiro no Estado do Paraná, atualmente são realizadas utilizando normas e padrões gerais da pesquisa para a cultura do cafeeiro, utilizando as vezes pesquisas sem levar em conta o sistema de cultivo adensado. No estado do Paraná, as pesquisas para cafeicultura partem em sua totalidade do IAPAR, em parceria com o EMATER, que possuem um modelo tecnológico pautado no sistema adensado de cultivo do cafeeiro, porém existe a necessidade de avanços na área da nutrição mineral de plantas de cafeeiro, em especial na utilização da diagnose via análise foliar.

Fruto de um trabalho em parceria, estas normas DRIS geradas serão utilizadas pelo IAPAR e EMATER, com o auxílio dos agricultores familiares do município de Pitangueiras, visando a melhoria na recomendação de fertilizantes de forma mais equilibrada para toda região Norte do estado do Paraná, haja visto que foi o primeiro trabalho no estado para estabelecimento das normas DRIS para a cultura do cafeeiro em precisão.

Na busca de uma alternativa mais completa de recomendação nutricional, este trabalho servirá como opção também para a assistência técnica, pois existem grupos de técnicos que já se dedicam a buscar soluções para aumento de produtividade e renda ao agricultor familiar, com uso racional de fertilizantes.

A opção de gerar a matriz utilizando o ponto de corte acima de 55 sc ha<sup>-1</sup> de café beneficiado, foi utilizada como padrão neste trabalho por apresentar melhor correlação entre produção e IBN dentre as 70 amostras analisadas, porém os profissionais das ciências agrárias também poderão ter a disposição outras matrizes para, como por exemplo, acima de 35 sc ha<sup>-1</sup>, acima de 45 sc ha<sup>-1</sup>, acima de 65 sc ha<sup>-1</sup> e acima de 75 sc ha<sup>-1</sup>, dependendo do nível tecnológico do cafeicultor, já que estas matrizes também foram geradas durante a elaboração do trabalho.

Além da utilização da norma DRIS, outros trabalhos de pesquisa utilizando as informações deste estudo, poderão validar e incrementar o uso do DRIS no cafeeiro, como forma de realizar um diagnóstico preciso e recomendação nutricional adequada.

## 6 CONCLUSÕES

Mediante a realização deste trabalho de pesquisa, obteve-se o estabelecimento das normas DRIS para a diagnose nutricional de Café (*Coffea arabica* L.) para a região Norte do estado do Paraná, utilizando como padrão, a produtividade acima de 55 sc ha<sup>-1</sup>.

Observou-se nos dados das amostras do ponto de corte escolhido (acima de 55 sc ha<sup>-1</sup>) que a deficiência maior foi do nutriente K, seguido do Cu. Quanto aos teores dos nutrientes excessivos, verificou-se nos nutrientes Zn e Fe.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, W.E.B. et al. Estabelecimento de normas DRIS e diagnóstico nutricional para o cafeeiro arábica no Estado do Rio de Janeiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. 4, 2005. Londrina – PR. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2005.
- ANDRADE, G.A. **Caracterização ecofisiológica de espécies cafeeiras no norte do Paraná**. 2010. 90p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina – PR.
- ARAÚJO, S.F. **Interação P X Zn avaliada pelos teores de Zn total e solúvel e pela atividade da enzima superóxido dismutase em mudas de cafeeiro**. 2010. 52p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa – MG.
- ASSIS, R.T. **Fontes e doses de fósforo na formação de mudas e produção do cafeeiro**. 2010. 66p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), Piracicaba – SP.
- BATAGLIA, O.C.; SANTOS, W.R. Efeito do procedimento de cálculo e da população de referência nos índices do Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, MG, v.14, p.339-344, 1990.
- BATAGLIA, O.C.; SANTOS, W.R.; QUAGGIO, J. A. Efeito de contaminações foliares na diagnose nutricional do cafeeiro pelo DRIS. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. 1, 2000. Poços de Caldas - MG. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, p.1343–1346, 2000.
- BATAGLIA, O.C. et al. Diagnóstico nutricional do cafeeiro pelo DRIS variando-se a constante de sensibilidade dos nutrientes de acordo com a intensidade e frequência de resposta na produção. **Bragantia**. Campinas, SP, v.63, n.2, p.253–263, 2004.
- BATISTA, L.A. et al. Anatomia foliar e potencial hídrico na tolerância de cultivares de café ao estresse hídrico. **Revista Ciência Agronômica**. Fortaleza, CE, v.41, n.3, p.475–481, jul–set. 2010.
- BEAUFILS, E.R. Pesquisa de uma exploração racional hêvea após um diagnóstico fisiológico demorado sobre a análise mineral de diversas partes da planta. **Fertilité**, n.3, p.27-38, 1957.
- BEAUFILS, E.R. Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS): a general scheme for experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition. **Soil Sci Bulletin**, v.1, p.1-132, 1973.
- CAMILO, N.F.P. **Produtividade do cafeeiro em resposta ao manejo de calagem e gessagem em latossolo de cerrado**. 2007. 93p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa – MG.

CAMPOS, R.A. **Diagnose foliar em cafeeiro de sequeiro e irrigado na região do Alto Paranaíba com o uso do DRIS**. 2009. 60p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia – MG.

CARVALHO, G.R. et al. Avaliação de produtividade de progênies de cafeeiro em dois sistemas de plantio. **Revista Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, MG, v.30, n.5, p.838–843, set/out 2006.

CATANI, R.A.; MORAES, F.P. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE POTASSA (ed). **Cultura e adubação do cafeeiro**. 2. ed. São Paulo, SP: Instituto Brasileiro de Potassa, 1965, p.159-204.

CLEMENTE, J.M. **Nutrição nitrogenada e potássica afetando crescimento, produção, composição química e qualidade da bebida de *Coffea arabica* L.** 2010. 62p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa – MG.

CRESTE, J.E. **Uso do DRIS na avaliação do estado nutricional do Limoeiro Siciliano**. 1996. 120p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu - SP.

CRESTE, J.E.; NAKAGAWA, J. Estabelecimento do método DRIS para a cultura do limoeiro em função da análise foliar. I - Cálculo das normas. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Brasília, DF, v.19, n.3, p.245-256, 1997.

CRESTE, J.E.; ECHER, F.R. Establishing standards for the integrated recommendation and diagnosis system (DRIS) for irrigated bean crops. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.41, p.1921, 2010.

DIAS, R.A. II – O Café no Brasil. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE POTASSA (ed). **Cultura e Adubação do Cafeeiro**. 2. ed. São Paulo, SP: Instituto Brasileiro de Potassa, 1965. p.33–40.

DIAS, R. et al. Fontes e proporção de material orgânico para a produção de mudas de cafeeiro em tubetes. **Revista Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, MG, v.33, n.3, p.758–764, mai/jun 2009.

DORETTO, M. **Competitividade da Cadeia Produtiva do Café no Sistema Cooperativo no Paraná**. IAPAR, 17p. Disponível em: <[http://www.iapar.br/arquivos/File/zip\\_pdf/Ase/compet\\_cadcafe.pdf](http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/Ase/compet_cadcafe.pdf)> Acesso em: 03 jun 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006. 306p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cultivo do café orgânico**. 2. ed. 2006. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cafe/CafeOrganico\\_2ed/clima.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cafe/CafeOrganico_2ed/clima.htm)> Acesso em: 15 out 2012.

FAQUIN, V. **Diagnose do estado nutricional das plantas**. 2002. 77p. (Especialização). UFLA/FAEPE, Lavras, MG.

FARNEZI, M.M.M.; SILVA, E.B.; GUIMARÃES, P.T.C. Diagnose nutricional de cafeeiros da região do Alto Jequitinhonha (MG): normas DRIS e faixas críticas de nutrientes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, MG, v.33, p.969–978, set 2009.

FARNEZI, M.M.M. et al. Levantamento da qualidade da bebida do café e avaliação do estado nutricional dos cafeeiros do Alto Jequitinhonha, Minas Gerais, através do DRIS. **Revista Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, MG, v.34, n.5, p.1191–1198, set/out 2010.

FAVARIN, J.L. **Botânica, morfologia e zoneamento agrícola do cafeeiro**. Piracicaba, SP: ESALQ – USP, 2011. Disponível em: <<http://www.lpv.esalq.usp.br/lpv504/Aula%20%20-%20Botanica,%20morfologia%20e%20zoneamento%20agricola%20do%20cafeeiro.pdf>> Acesso em: 04 mai 2012.

FAVARIN, J.L. et al. Qualidade da bebida de café de frutos cereja submetidos a diferentes manejos pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF, v.39, n.2, p.187–192, fev 2004.

FAULIN, G.C. **Influência da adubação em doses variadas na produtividade e no estado nutricional da cultura do café (*Coffea arabica* L.)**. 2010. 104p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), Piracicaba – SP.

FIALHO, C.M.T. **Interferência de plantas daninhas no crescimento e nutrição de plantas jovens de *Coffea arabica* L.** 2010. 70p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa – MG.

FRANCO, C.M. IV – Fisiologia do cafeeiro. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE POTASSA (ed). **Cultura e adubação do cafeeiro**. 2. ed. São Paulo, SP: Instituto Brasileiro de Potassa, 1965. p.63–79.

GEBRIM, F.O. **Estoques e qualidade da matéria orgânica em solos cultivados com cafeeiro sob diferentes manejos em regiões de Minas Gerais**. 2004. 124p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa – MG.

GUIMARÃES, R.J.; MENDES, A.N.G. **Morfologia/Fisiologia do cafeeiro**. 1998a. 38p. (Especialização). UFLA/FAEPE, Lavras, MG.

GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G. **Manejo da lavoura cafeeira**. 1998b. 47p. (Especialização). UFLA/FAEPE, Lavras, MG.

GUIMARÃES, R.J.; MENDES, A.N.G. **Nutrição mineral do cafeeiro**. 1998c. 70p. (Especialização). UFLA/FAEPE, Lavras, MG.

GUIMARÃES, P.T.G. et al. **Nutrição do cafeeiro e sua relação com a qualidade do café**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2011. v.32, p.39–51, mar./abr (Informe Agropecuário 261).

HALLMARK, W.B. et al. Separating limiting from non-limiting nutrients. **J Plant Nutr**, v.10, p.1381-90, 1987.

IAC. **Centro de Café “Alcides Carvalho” – os cultivares de café**. Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/areasdepesquisa/cafe/centrocafe4.php>> Acesso em: 30 out 2012.

IAPAR. **Cartas climáticas do Paraná - classificação climática**. Londrina, PR. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863>> Acesso em: 29 mar 2011.

IAPAR. **Estações meteorológicas – médias históricas**. Londrina, PR. Disponível em: [http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias\\_Historicas/Londrina.htm](http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias_Historicas/Londrina.htm) Acesso em: 24 jul 2012.

IAPAR. **Café**. Londrina, PR. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=135>> Acesso em: 30 out 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. **Cultura do café no Brasil: manual e recomendações**. 4. ed. Rio de Janeiro: IBC – GERCA, 1981. 501p.

IBGE. **Censo Agropecuário 2006: Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação**. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/brasil\\_2006/Brasil\\_censoagro2006.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/brasil_2006/Brasil_censoagro2006.pdf)> Acesso em: 22 mai 2011.

JONES, C.A. Proposed modifications of the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) for interpreting plant analysis. **Commun Soil Sci Plant Anal**, v.12, p.785-94, 1981.

LANA, R.M.Q. et al. Levantamento do estado nutricional de plantas de *Coffea arabica* L. pelo DRIS, na região do Alto Paranaíba – Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, MG, v.34, p.1147–1156, ago 2010.

LAVIOLA, B. G. et al. Acúmulo de nutrientes em frutos de cafeeiro em quatro altitudes de cultivo: cálcio, magnésio e enxofre. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, MG, v.31, p.1451–1462, 2007.

LAVIOLA, B.G. et al. Dinâmica de cálcio e magnésio em folhas e frutos de *Coffea arabica*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, MG, v.31, p.319–329, 2007.

LEITE, R.A. et al. Sistema para cálculo dos índices DRIS e do potencial de resposta à adubação em café arábica - DRIS-PRA Café – arábica. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. 3, 2003. Porto Seguro - BA. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2003.

LENA, B.P.; FLUMIGNAN, D.L.; FARIA, R.T. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo de cafeeiros adultos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF, v.46, n.8, p.905–911, ago 2011.

LETZSCH, W.S.; SUMNER, M.E. Computer program for calculating DRIS índices. **Commun. Soil Sci Plant Anal**, v.14, p.811-5, 1983.

MALAVOLTA, E. VII – Nutrição do Cafeeiro. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE POTASSA (ed). **Cultura e adubação do cafeeiro**. 2. ed. São Paulo, SP: Instituto Brasileiro de Potassa, 1965. p.159-204.

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

MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação do cafeeiro**. São Paulo, SP: Agronômica Ceres, 1993. 210p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicação**. 2. ed. Piracicaba, SP: Potafos, 1997. 319p.

MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral de plantas**. São Paulo, SP: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MARTINS, S.C.V. **Limitações e potencialidades da fotossíntese no cafeeiro em função da irradiância**. 2011. 57p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa – MG.

MATTIELLO, E.M. et al. Produção de matéria seca, crescimento radicular e absorção de cálcio, fósforo e alumínio por *Coffea canephora* e *Coffea arabica* sob influência da atividade do alumínio em solução. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, MG, v.32, p.425-434, 2008.

MEIRELES, E. J. L. et al. **Fenologia do cafeeiro: condições agrometeorológicas e balanço hídrico – ano agrícola 2002/2003**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 43p. (Embrapa Café – Documentos, 2).

MENDES, A.N.G. et al. **Café adensado: alternativa para a moderna cafeicultura**. Lavras, MG: UFLA, 1997. 17p. (Boletim Técnico ano VI – número 19).

MENDES, A.N.G.; GUIMARÃES, R.J. **Plantio e formação da lavoura cafeeira**. 1997. 40p. (Especialização). UFLA/FAEPE, Lavras, MG.



MOENS, P. Investigaciones morfológicas, ecológicas y fisiológicas sobre cafetos. **Turrialba**, v.3, n.18, p.209–233, jul–set 1968. Disponível em: <<http://201.207.189.75/repdoc/A0767e/A0767e03.html>> Acesso em: 18 mai 2012.

MORAIS, H. et al. Desenvolvimento de gemas florais, florada, fotossíntese e produtividade de cafeeiros em condições de sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF, v.43, n.4, p.465–472, abr 2008.

MOREIRA, A.C. **História do café no Brasil**. São Paulo, SP: Magma, 2007. 192p.

NASCIMENTO, L.M. **Paralisação da irrigação e sincronia do desenvolvimento das gemas reprodutivas de cafeeiros orgânico e adensado**. 2008. 85p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília (UnB) / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília - DF.

PARTELLI, F.L.; VIEIRA, H.D.; COSTA, A.N. Diagnose nutricional em cafeeiro conilon orgânico e convencional no Espírito Santo, utilizando o DRIS. **Ciência Rural**. Santa Maria, RS, v.35, n.6, p.1456–1460, nov/dez 2005.

PARTELLI, F.L. et al. Comparação de dois métodos DRIS para o diagnóstico de deficiências nutricionais do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF, v.41, n.2, p.301–306, fev 2006a.

PARTELLI, F. L. et al. Estabelecimento de normas DRIS em cafeeiro conilon orgânico ou convencional no estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, MG, v.30, p.443–451, 2006b.

PAVAN, M. A. et al. **Manual de análises químicas de solo e controle da qualidade**. Londrina, PR: IAPAR, 1992. (Circular Técnica, n.76).

PAVAN, M.A.; CHAVES, J.C.D.; ANDROCIOLI FILHO, A. Produção de café em função da densidade de plantio, adubação e tratamento fitossanitário. **Turrialba**, Turrialba, v.44, n.4, p.227-231, 1994.

PAVAN, M.A. et al. High coffee population density to improve fertility of an oxisol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF, v.34, n.3, p.459–465, mar 1999.

PEDROSA, A.W. **Tolerância Diferencial e Eficiência Nutricional de Café Arábica em Relação à Deficiência de Zinco**. 2008. 117p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa – MG.

PEREIRA, S.P. et al. Crescimento, produtividade e bienalidade do cafeeiro em função do espaçamento de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF, v.46, n.2, p.152–160, fev 2011.

PEZZOPANE, J.R.M.; PEDRO JR, M.J.; GALLO, P.B. Caracterização microclimática em cultivo consorciado café/banana. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB, v.11, n.3, p. 256–264, 2007.

PIPERAS, G.V.; CRESTE, J.E.; ECHER, F.R. Uso do DRIS na avaliação do estado nutricional da cana-de-açúcar. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.56, p.818-825, 2009.

QUINTELA, M.P. **Parâmetros fitométricos e produtivos do cafeeiro irrigado e submetido a doses de nitrogênio na região de Garanhuns**. 2009, 72p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife – PE.

REIS JÚNIOR, R. et al. Uso do DRIS no diagnóstico do estado nutricional dos cafeeiros do Sul de Minas Gerais: Estabelecimento normas DRIS preliminares. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. 1, 2000. Poços de Caldas - MG. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, p.1329-1332, 2000.

REIS, A.R. et al. Nitrate reductase and glutamine synthetase activity in coffee leaves during fruit development. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, MG, v.33, p.315–324, 2009.

RENA, A.B.; MAESTRI, M. Ecofisiologia do cafeeiro. In: CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba, SP: Potafos, 1987. p.119-145.

SCUCUGLIA, C.L. **Sistema integrado de diagnose e recomendação (dris) na cultura do tomateiro em cultivo protegido**. 2012. 73p. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE), Presidente Prudente - SP.

SEAB/DERAL. **Comparativo de área, produção e produtividade no Paraná nas safras 09/10 – 10/11**. Curitiba, PR. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br>> Acesso em: 18 mai 2012.

SILVA, E.B. Resposta do cafeeiro à adubação potássica em safras de baixa e alta produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF, v.36, n.11, p.1331–1337, nov 2001.

SILVA, C.A. et al. Produtividade do cafeeiro e atributos de fertilidade de latossolo sob influência de adensamento da lavoura e manejo da calagem. **Revista Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, MG, v.28, n.5, p.1066–1076, set/out 2004.

SILVA, L. et al. Fotossíntese, relações hídricas e crescimento de cafeeiros jovens em relação à disponibilidade de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF, v.45, n.9, p.965–972, set 2010.

SOBREIRA, F.M. et al. Adubação nitrogenada e potássica de cafeeiro fertirrigado na fase de formação, em plantio adensado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF, v.46, n.1, p.9–16, jan 2011.

SOUZA, R.B. **Níveis críticos de enxofre em solos e em folhas de cultivares de café**. 1999, 84p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa – MG.

SOUZA, R.B. et al. Normas para aplicação do DRIS para *Coffea arabica* em quatro regiões do Estado de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO

BRASIL. 1, 2000. Poços de Caldas - MG. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, p.1318–1323, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2006. 722p.

THOMAZIELLO, R.A. et al. **Cultura do Café**. 4. ed. Campinas, SP: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), 1999. 77p. (Boletim Técnico 193).

TOLEDO, S.V.; BARROS, I. Influência da densidade de plantio e sistema de podas na produção de café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF, v.34, n.8, p.1379–1384, ago 1999.

TOMAZ, M.A. **Desenvolvimento, eficiência nutricional e produção de cafeeiros enxertados**. 2005, 90p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa – MG.

VALENTINI, L.S.P. et al. Temperatura do ar em sistemas de produção de café arábica em monocultivo e arborizados com seringueira e coqueiro-anão na região de Mococa – SP. **Bragantia**. Campinas, SP, v.69, n.4, p.1005–1010, 2010.

WADT, P.G.S. Relationships between soil class and nutritional status of coffee plantations. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, MG, v.29, p.227–234, 2005.

WALWORTH, J.L.; SUMNER, M.E. The Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). **Adv Soil Sci**, v.6, p.149-188, 1987.