

JUNE FARIA SCHERRER MENEZES

**AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DE CAFEIROS DE  
MINAS GERAIS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção de título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2001

JUNE FARIA SCHERRER MENEZES

**AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DE CAFEEIROS DE  
MINAS GERAIS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção de título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 11 de junho de 2001.

---

Prof. Paulo Cezar Rezende Fontes  
(Conselheiro)

---

Prof. Roberto de Aquino Leite

---

Dr. Paulo Tácito Gontijo Guimarães

---

Dr. Antônio de Pádua Alvarenga

---

Prof. Víctor Hugo Alvarez V.  
(Presidente da Banca)

*A Deus.*

*Ao meu esposo, Carlos César.*

*Aos meus filhos, Douglas e Catherine.*

*Aos meus pais.*

*Aos meus sogros.*

## **AGRADECIMENTOS**

À professora Hermínia Emília Prieto Martinez, pela orientação, pela compreensão, pelos valiosos exemplos de competência, pelo profissionalismo e pelas incansáveis correções desta tese.

Ao professor Víctor Hugo Alvarez V., pelo incentivo, contribuição e pelos valiosos conselhos, não apenas na execução deste trabalho, mas de vida.

Ao professor Paulo Cezar Rezende Fontes, pelo apoio durante o Curso de Doutorado e pela sapiência.

Ao professor Roberto de Aquino Leite, pelas valiosas sugestões e pela atenção prestada na fase final da tese.

Ao engenheiro-agrônomo Jairo Antônio de Oliveira, responsável técnico do Laboratório de Solos da UFV, pela dedicação na coleta das amostras, pelo contato com os cafeicultores da região de Manhuaçu e pela simpatia.

Ao pesquisador Antônio de Pádua Alvarenga (EPAMIG/Viçosa), pela colaboração na coleta das amostras, pela amizade e pelo agradável convívio durante a realização deste trabalho.

Ao pesquisador Paulo Tácito Gontijo Guimarães (EPAMIG/Lavras), pela participação nas visitas às regiões cafeicultoras e pelas preciosas sugestões.

Aos cafeicultores das regiões de Manhuaçu, Patrocínio, Guaxupé, São Sebastião do Paraíso e Viçosa, pela permissão de acesso às propriedades.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), pela bolsa; à FAPEMIG e ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CBP&D) pelo auxílio financeiro durante a execução deste trabalho.

À EMATER-MG (Manhuaçu e Manhumirim), à EPAMIG, à COOXUPÉ (Guaxupé), à COOPARAÍSO (São Sebastião do Paraíso) e à Fertilizantes Heringer (Manhuaçu), pelo auxílio prestado na coleta e preparo das amostras de solo e de plantas.

À Fundação do Ensino Superior de Rio Verde (FESURV), pela oportunidade de trabalho e pelas liberações para a conclusão da tese.

À Ronessa, pela participação efetiva e pela convivência ao longo destes anos.

Aos colegas da pós-graduação, cujos nomes não citarei para não cometer a injustiça de esquecer alguém, pelo companheirismo e pelos inesquecíveis cafezinhos no porão da Fitotecnia.

Aos amigos do peito: Ana Santinha, Diná, Juliana, Meyber, Jeanne, Cristiane, Priscila, Elisama, Virgínia e Marcelo, Maira e Reinaldo, Carla e Luis Orlando, Karina e Odilon, pelas generosas hospitalidades a tantas idas e vindas em Viçosa, na fase final da feitura da tese.

Ao Paulo Afonso, pela colaboração na formatação e pela paciência por ouvir meus desabafos.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas, Domingos e Itamar, pelas análises químicas e pelo saudável convívio.

Aos queridos funcionários da Secretaria de Pós-Graduação, Mara e Vicente Madaleno, por sempre nos receberem bem e pelo convívio em todas as etapas do curso.

## BIOGRAFIA

JUNE FARIA SCHERRER MENEZES, filha de Jader Scherrer e Jane Faria Scherrer Menezes, nasceu em 31 de julho de 1966, em Belo Horizonte, Minas Gerais.

Em julho de 1990, graduou-se em Agronomia pela Universidade Federal de Lavras, em Lavras, Minas Gerais.

Em março de 1996, obteve o título de *Magister Scientiae* em Fitotecnia, pela Universidade Federal de Viçosa, como bolsista da Capes.

Em 1996, iniciou na mesma Universidade, o Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, em nível de Doutorado, como bolsista do CNPq.

Durante o ano de 1999, trabalhou como assistente de pesquisador na Ohio State University, EUA.

Ingressou na Fundação do Ensino Superior de Rio Verde - FESURV/GO, como professora em 2000, e como pesquisadora, a partir de fevereiro de 2001.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
RESUMO .....	ix
ABSTRACT .....	xi
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3. CAPÍTULO 1 .....	10
FAIXAS CRÍTICAS DOS TEORES E AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DE MACRO E MICRONUTRIENTES EM CAFEEIROS DE MINAS GERAIS.....	10
3.1. INTRODUÇÃO.....	10
3.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.2.1. Obtenção dos dados .....	13
3.2.2. Obtenção das faixas críticas para cada região estudada .....	15
3.2.3. Comparações das faixas críticas dos nutrientes nas regiões.....	16
3.2.4. Avaliação do estado nutricional dos cafeeiros .....	17
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
3.3.1. Faixas críticas .....	18

	<b>Página</b>
3.3.2. Intervalo de confiança .....	23
3.3.3. Situação nutricional das lavouras da região de Manhuaçu.....	26
3.3.4. Situação nutricional das lavouras da região de Patrocínio .....	43
3.3.5. Situação nutricional das lavouras da região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso.....	46
3.3.6. Situação nutricional das lavouras da região de Viçosa.....	53
3.4. CONCLUSÕES .....	59
4. CAPÍTULO 2 .....	61
ESTABELECIMENTO DAS NORMAS DRIS EM CAFEEIROS DE MINAS GERAIS.....	61
4.1. INTRODUÇÃO.....	61
4.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	64
4.2.1. Obtenção dos dados .....	64
4.2.2. Obtenção das normas DRIS.....	64
4.2.3. Comparações entre normas DRIS .....	65
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	67
4.3.1. Normas do DRIS para diagnose nutricional de cafeeiros para as regiões de Manhuaçu, Guaxupé e São Sebastião do Paraíso, Patrocínio e Viçosa.....	67
4.3.2. Normas DRIS para diagnose nutricional de cafeeiros para o estado de Minas Gerais .....	77
4.4. CONCLUSÕES .....	81
5. CAPÍTULO 3 .....	82
AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DE CAFEEIROS DE MINAS GERAIS UTILIZANDO O DRIS.....	82
5.1. INTRODUÇÃO.....	82
5.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	85
5.2.1. Obtenção dos dados .....	85
5.2.2. Utilização das normas DRIS .....	85
5.2.3. Obtenção dos índices DRIS.....	85
5.2.4. Diagnóstico do estado nutricional.....	87
5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	89



	<b>Página</b>
5.3.1. Índices DRIS e IBNm .....	89
5.3.2. Situação nutricional das regiões conforme os critérios dos índices DRIS .....	110
5.3.3. Situação nutricional das lavouras do estado de Minas Gerais conforme os critérios dos índices DRIS regional .....	122
5.4. CONCLUSÕES .....	125
6. CAPÍTULO 4 .....	127
AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DE CAFEIROS DE MINAS GERAIS UTILIZANDO O PRA ASSOCIADO AO DRIS .....	127
6.1. INTRODUÇÃO .....	127
6.2. MATERIAL E MÉTODOS .....	130
6.2.1. Obtenção das concentrações foliares de macro e micro-nutrientes .....	130
6.2.2. Utilização das normas DRIS .....	130
6.2.3. Obtenção dos índices DRIS .....	131
6.2.4. Classificação das lavouras quanto ao PRA (potencial de resposta à adubação) .....	131
6.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	134
6.4. CONCLUSÕES .....	150
7. RESUMO E CONCLUSÕES .....	151
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	154
APÊNDICES .....	159
APÊNDICE A .....	160
APÊNDICE B .....	164
APÊNDICE C .....	172
APÊNDICE D .....	174

## RESUMO

MENEZES, June Faria Scherrer, D.S., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2001. **Avaliação do estado nutricional de cafeeiros de Minas Gerais**. Orientadora: Hermínia Emilia Prieto Martinez. Conselheiros: Víctor Hugo Alvarez V. e Paulo Cezar Rezende Fontes.

Embora a cafeicultura, seja uma das principais atividades agrícolas do estado de Minas Gerais, por possuir a maior área cultivada e as maiores produções, grande parte das lavouras possui baixa produtividade, ocasionada principalmente por problemas nutricionais. Com o objetivo de gerar normas de diagnóstico e avaliar o estado nutricional de cafeeiros de Minas Gerais, foram coletados valores de produtividade e informações do histórico da área e do manejo de lavouras em regiões produtoras de café (*Coffea arabica*), representativas do estado de Minas Gerais (Manhuaçu, Patrocínio, Guaxupé e São Sebastião do Paraíso e Viçosa), nos anos agrícolas 1996/97, 1997/98 e 1998/99. Em cada região, foram coletadas amostras de folhas para as análises químicas de macro e micronutrientes. As lavouras foram divididas em classes de produtividade: alta ( $\geq 30$  sc/ha/ano de café beneficiado, na média do biênio), média (15 a 30 sc/ha/ano de café beneficiado) e baixa produtividade ( $< 15$  sc/ha/ano de café beneficiado). As lavouras também foram separadas de acordo com o ciclo bienal de produção do cafeeiro, ou seja: ano de alta produtividade e

ano de baixa produtividade. Os resultados dos teores de cada nutriente foram utilizados para definir as faixas críticas de macro e micronutrientes, gerar normas DRIS, calcular os índices DRIS, estimar quais os nutrientes teriam maior possibilidade de responder à adubação (PRA) e diagnosticar o estado nutricional dos cafezais por meio destes diferentes critérios. As faixas críticas das concentrações dos nutrientes não diferiram entre as regiões nem entre os anos amostrados. As normas DRIS geradas não diferiram significativamente entre as regiões. Os principais nutrientes limitantes da produção do café, em cada região, foram identificados. A ordem de limitação diferiu em cada região e também conforme as classes de produtividades das lavouras. Em Manhuaçu destacaram-se Mn, por excesso, B e Cu, por deficiência; em Patrocínio, B por excesso, Cu e Zn, por deficiência e excesso; em Guaxupé e São Sebastião do Paraíso, S, por excesso; e em Viçosa, B e Zn, por deficiência e Cu por excesso.

## ABSTRACT

MENEZES, June Faria Scherrer, D.S., Universidade Federal de Viçosa, June 2001. **Evaluation of the nutritional state of coffee plant in Minas Gerais State**. Adviser: Hermínia Emilia Prieto Martinez. Committee members: Víctor Hugo Alvarez V. and Paulo Cezar Rezende Fontes.

The coffee crop is one of the most important agricultural activities in the Minas Gerais State. It fills up the largest state planted area and promotes the highest yields. However, many of the crops give rise to low productivity, especially as a consequence of nutritional problems. Having the objective of establish norms and evaluate the coffee plant nutritional status in Minas Gerais, it was sampled productivity values and information about the area history and cropping management were collected in coffee (*Coffea arabica*) regions representative of Minas Gerais State (Manhuaçu, Patrocínio, Guaxupé, São Sebastião do Paraíso and Viçosa), in the agricultural years 1996/97, 1997/98 and 1998/99. In each area, some leaf samples were collected for chemical analyses to macro- and micronutrients. The crops were divided into productivity ranges: high (30 bag/ha/year green coffee on biennium average), average (15 to 30 bag/ha/year green coffee) and low productivity (<15 bag/ha/year green coffee). Crops were also separated according to the biennial cycle of coffee yield, that is: high productivity year and low productivity year. The results of the contents for each nutrient were

used to define the critical ranges of macro and micronutrients, to generate DRIS norms, to calculate the DRIS indexes, to estimate the nutrients that would have higher response possibility to fertilization, and to diagnose the nutritional state of coffee plants by different criteria. The critical ranges of the nutrient concentrations did not differ among regions neither among the sampled years. The generated DRIS norms did not significantly differ among regions. The main nutrients limiting the coffee yield were identified in each region. The limitation order differed in each area, as well as according to the productivity classes of the crops. In general, the nutrients diagnosed as the most limiting ones to coffee yield in Manhuaçu were Mn for excess, B and Cu, for deficiency; in Patrocínio, B for excess, Cu and Zn, for both deficiency and excess; in Guaxupé and São Sebastião do Paraíso, S for excess, and in Viçosa, B and Zn, for deficiency, and Cu, for excess.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil cultiva café (*Coffea* sp) desde 1727. Itinerante no país, o cultivo iniciou-se no Pará, indo para o Maranhão (1728), Pernambuco e Bahia (1743-50), Rio de Janeiro (1774), vale do Paraíba (1780-1790), Minas Gerais e Espírito Santo (1815), São Paulo (1900) e Paraná (1910) (CAIXETA, 1998). O produto participa de forma importante na pauta de exportação e, desta forma, gerando divisas para o País. Atualmente, a produção concentra-se no estado de Minas Gerais, que contribuiu com cerca de 55,5% da produção brasileira em 1999/2000. Apesar deste montante, muitas lavouras apresentam baixas produtividades (<15 sc/ha de café beneficiado), principalmente pelos problemas de disponibilidade de nutrientes.

Para superar parte das causas das baixas produtividades, é necessário avaliar as atuais limitações da cafeicultura, por meio de um levantamento, a fim de diagnosticar as desordens nutricionais mais comuns, ressaltando-se que o uso eficiente da fertilização é uma alternativa que permitirá a obtenção de altas produtividades.

Como no estado de Minas Gerais o perfil das propriedades cafeicultoras é bastante diversificado, optou-se por separar o Estado em regiões distintas. O Alto Paranaíba e o Triângulo Mineiro são consideradas regiões emergentes, que atuam numa busca constante de modernização e utilizam alta tecnologia, em que as fazendas cafeeiras se tornaram

verdadeiras empresas com intensa profissionalização. No Sul de Minas (Guaxupé e São Sebastião do Paraíso), tem havido fusões de cooperativas e formação de associações (café especial e café orgânico), que buscam seu mercado, diferenciando o produto, garantindo a sua qualidade e o seu fornecimento. A região Zona da Mata (Viçosa e Manhuaçu), considerada uma região de tradição na condução dos cafeeiros, caracteriza-se principalmente por propriedades de produção familiar e de pequena escala.

Mesmo com diversidade de tecnologias, existe também a diversidade de produtividade. Isto significa que nem sempre a produtividade elevada é atingida, pois não há o aproveitamento correto de todos os recursos de produção, como: adubações na quantidade certa e orientada por resultados de pesquisa, aplicações adequadas de defensivos e fertilizantes e investimentos em qualidade e tipo de bebida.

Embora não exista uma relação bem definida entre o crescimento e a produção das culturas, pode-se avaliar o estado nutricional de uma determinada cultura a partir dos teores dos nutrientes em seus tecidos. Existem vários critérios utilizados para interpretar os resultados da análise química foliar, dentre eles destacam-se: o nível crítico (faixa crítica), o Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS) e a determinação do potencial de resposta à adubação (PRA), que é um aprimoramento do critério de interpretação do DRIS.

Desta forma, os objetivos do presente trabalho foram:

- Definir as faixas críticas de nutrientes para as regiões estudadas.
- Verificar se as faixas críticas alteram-se em função do ciclo bianual de produção do cafeeiro (uma safra de menor produtividade e uma safra de maior produtividade) e da região de cultivo.
- Avaliar o estado nutricional das lavouras para as regiões estudadas, com base nas faixas críticas, sob diferentes níveis tecnológicos e em função do ciclo bianual de produção da cultura.
- Obter normas de referência para o uso do DRIS, para as diferentes regiões analisadas.
- Verificar se as normas DRIS alteram-se em função do ciclo bianual de produção e da região de cultivo.

- Determinar os índices DRIS e o índice de balanço nutricional médio (IBNm) para as lavouras amostradas.

- Avaliar o estado nutricional das lavouras nas regiões analisadas, com base nos índices DRIS, em função do ciclo bianual de produção da cultura.

- Avaliar o potencial de resposta à adubação (PRA) das lavouras cafeeiras das diferentes regiões analisadas e submetidas ao DRIS.



## 2. REVISÃO DE LITERATURA

A avaliação do estado nutricional das culturas tem sido um dos principais desafios em nutrição mineral de plantas e fertilidade do solo em todo mundo. No Brasil, o desafio torna-se maior em função da necessidade de cultivar as espécies de importância econômica em solos naturalmente deficientes e da conseqüente necessidade de construir sua fertilidade de forma otimizada.

As análises químicas do solo e da planta são as técnicas utilizadas para avaliar a disponibilidade de nutrientes e o estado nutricional das plantas e a possível necessidade de correção e, ou, de adubação.

Embora seja o solo, na maior parte dos casos, o meio responsável pelo fornecimento de nutrientes à planta, sua análise informa somente a disponibilidade de nutrientes nele contidos, não permitindo avaliar se esses nutrientes serão efetivamente absorvidos e assimilados pelos vegetais. Em alguns casos, nem a aparência da cultura nem as evidências disponíveis levam à diagnose confiável. Assim, torna-se necessária a análise química do tecido vegetal para posterior comparação dos resultados com os valores críticos de concentração do nutriente.

A análise química, utilizando valores de concentração de nutrientes nas folhas, permite obter informações mais precisas sobre o estado e o equilíbrio nutricional, pelo fato da própria planta ser o extrator do nutriente do solo. Assim, é possível identificar as deficiências, os excessos e os

desequilíbrios nutricionais das plantas (MENDAL-JOHNSEN e SUMNER, 1980). A análise foliar possibilita a avaliação do estado nutricional da planta por ser a folha recém-madura o centro das atividades fisiológicas e metabólicas. As folhas, também, são o principal local para onde os nutrientes absorvidos pelas raízes são transportados. Acrescenta-se a isto o fato, geralmente observado, de que o aumento e o decréscimo do suprimento de nutriente na solução do solo ocasionam mudanças nos teores dos nutrientes nas folhas, afetando o estado nutricional da planta. Desta forma, haverá alterações nas relações entre os teores de nutrientes nas folhas com as produções (TAIZ e ZEIGER, 1991). Portanto, há uma expectativa de que exista uma relação significativa entre o suprimento de nutrientes no solo e os teores nas folhas, e que isto, por sua vez, estaria associado com a produção da cultura (RAIJ, 1991).

A interpretação da análise foliar é realizada ao comparar os teores dos nutrientes em determinada amostra, as suas relações ou seus desvios com os teores e com as relações dos nutrientes em uma amostra padronizada, oriunda de uma população de plantas considerada altamente produtiva e normal, do ponto de vista nutricional. São consideradas normais as plantas que apresentam todos os nutrientes em seus tecidos e em quantidades e proporções adequadas, originando, assim, altas produtividades e possuindo aspecto visual semelhante ao encontrado em lavouras produtivas (BATAGLIA e SANTOS, 1990). Alternativamente, pode-se considerar como normais plantas cultivadas em condições controladas de nutrição, não sofrendo restrições quanto à quantidade e proporção dos nutrientes que recebem. Na avaliação do estado nutricional, a análise foliar deve seguir orientações básicas de acordo com um padrão previamente estabelecido. Só assim os resultados analíticos poderão ser comparados para interpretação (BASSO et al., 1986).

A partir das determinações das concentrações de nutrientes na planta podem ser utilizados métodos que permitam a interpretação dos dados, especialmente em relação ao balanço nutricional de grupo de nutrientes e mesmo da lavoura como um todo. Vários métodos são utilizados na interpretação da análise foliar, dentre os quais citam-se como exemplo: nível crítico (Ulrich, 1952, citado por SMITH, 1988), faixa de suficiência ou faixa

crítica das concentrações (MARSCHNER, 1995), fertigrama (ALVAREZ, V., 1962), alimentação global e equilíbrio fisiológico (Lagatu e Maume, citados por ULRICH, 1948), índices balanceados de Kenworthy (KENWORTHY, 1961) e Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), desenvolvido originalmente por BEAULFILS (1973).

No presente trabalho, os critérios utilizados para a interpretação dos resultados da análise química das folhas foram: faixa crítica das concentrações, DRIS e o potencial de resposta à adubação (PRA), que é um aprimoramento da interpretação dos índices DRIS, desenvolvido por WADT (1996).

O nível crítico pode ser definido como aquela concentração abaixo da qual a taxa de crescimento, de produção ou a qualidade do produto são significativamente reduzidas (BATAGLIA et al., 1992), ou o teor do nutriente que está associado a 90 % da produtividade ou do crescimento máximo cultura (MALAVOLTA, 1985).

A análise química foliar, mediante o uso de níveis críticos, permite comparar o valor da concentração de cada nutriente na folha amostrada com os valores das concentrações de referência. Os valores de referência são obtidos em um banco de dados de uma população de alta produtividade. Mediante a comparação, os teores das amostras podem ser classificados como: deficientes, adequados e excessivos (BELL et al., 1995). Assim, se a amostra em teste apresentar concentração inferior ou superior à do padrão considera-se que a planta poderá apresentar problemas nutricionais quanto ao elemento em questão, por deficiência ou por excesso, respectivamente.

A determinação do nível crítico exige a padronização de certas variáveis, que podem influenciar a concentração de nutrientes na planta, como: genótipo (espécie e variedade), época de amostragem, posição na planta, número de plantas e de folhas, entre outros. Da mesma forma, as características químicas e físicas do solo podem alterar o valor da concentração. Isto, praticamente, inviabiliza a idéia de obtenção de um único nível crítico geral.

Embora os níveis críticos sejam largamente utilizados (ELWALI et al., 1985), este critério apresenta algumas limitações. A correta interpretação das concentrações foliares pode ser obtida apenas quando a amostragem

está restrita às mesmas condições nas quais os valores de referência foram estabelecidos (SUMNER, 1977; ELWALI et al., 1985). Outra desvantagem deste método, principalmente para culturas anuais, é sua limitação em relacionar a variação na concentração de nutrientes com base na matéria seca e a idade da planta (MARTINEZ et al., 1999). Assim, faz-se necessária a obtenção de níveis críticos ao longo do ciclo da cultura, conforme resultados encontrados na cultura do tomateiro (GUIMARÃES, 1998).

Na literatura existem níveis críticos preestabelecidos para várias culturas, inclusive para cafeeiros. Entretanto, devem ser criados padrões próprios para situações específicas, utilizando resultados da análise química de plantas que apresentam altas produtividades.

Tendo em vista a influência de vários fatores na concentração dos nutrientes nas plantas, MARSCHNER (1995) propõe a utilização de faixas de suficiência, ou faixa crítica, em vez de um único valor. A faixa crítica é mais adequada à interpretação dos dados de análises de tecidos para fins de diagnose. No método da faixa crítica das concentrações, que é o mais utilizado, a concentração do nutriente na amostra em teste é comparada com faixas de concentrações consideradas insuficientes (valores abaixo da faixa crítica), adequadas (valores correspondente às faixas) ou tóxicas (valores excedentes às faixas). A adoção de faixas críticas das concentrações flexibiliza a interpretação, embora haja perda na exatidão, principalmente quando os limites das faixas são muito amplos.

O Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), desenvolvido por BEAUFILS (1973), é um sistema de interpretação de resultados de análises de tecidos vegetais. O DRIS baseia-se no cálculo de um índice para cada nutriente, comparando-se as relações dois a dois entre o nutriente em estudo e cada um dos demais nutrientes na amostra (LEITE, 1993). O DRIS de um nutriente nada mais é do que a média dos desvios das relações contendo um determinado nutriente em relação aos seus respectivos valores ótimos. Cada relação entre nutrientes na população de alta produtividade constitui uma norma DRIS e tem sua respectiva média e seu coeficiente de variação.

O primeiro passo para a utilização do DRIS é a obtenção da população de referência, contendo os teores foliares dos nutrientes e as

respectivas produtividades das lavouras desta população. A população é submetida a teste de normalidade e, a partir deste, é estabelecida a população de referência, com base em um patamar de produtividade, como visto pela Figura 1 (WALWOLTH e SUMNER, 1987).

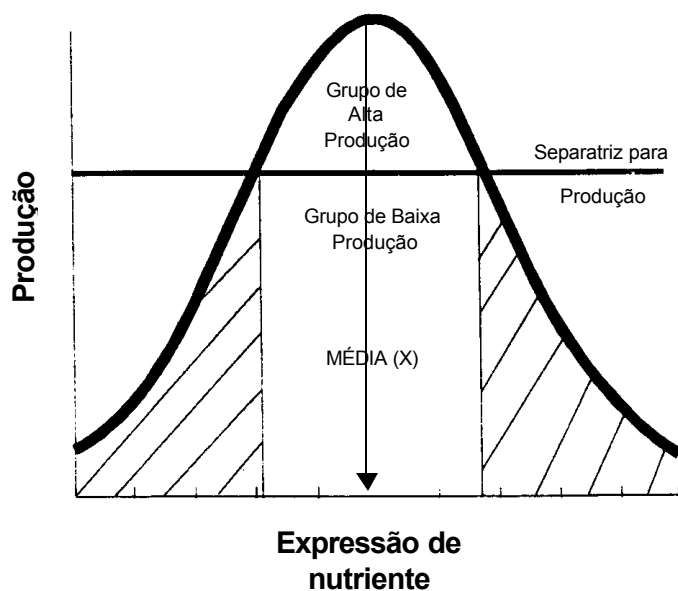


Figura 1 - Ilustração esquemática da curva normal do DRIS. Áreas tracejadas representam os componentes que podem ser identificados como não-adequados devido à deficiência, ao excesso ou ao desbalanço dos nutrientes em questão.

Após o estabelecimento das normas DRIS, um índice para cada nutriente envolvido na diagnose é calculado, o qual pode variar de negativo a positivo. Índice DRIS negativo indica que o teor do nutriente está abaixo do ótimo, e quanto mais negativo for o índice, mais deficiente está o nutriente; de modo similar, um índice DRIS positivo indica que o teor do nutriente está acima do ótimo, e quanto mais positivo for o índice, mais excessivo está o nutriente em relação ao normal. Índice próximo a zero indica que o nutriente está no nível ótimo.

Embora este tipo de interpretação esteja de acordo com as sugestões de JONES (1981), difere da proposta original de BEAULFILS (1973). Segundo BEAULFILS (1973), desvios de até 2/3 abaixo ou acima da média

de uma relação devem ser considerados como equilibrados. Desvios acima ou abaixo de  $2/3$  até  $4/3$  tendem à deficiência ou ao excesso; acima destes desvios ( $< -4/3$  e  $> +4/3$ ), o nutriente em questão estará desequilibrado. Ainda segundo WADT (1996), o índice DRIS mais negativo significa que há maior potencialidade de resposta à adição do nutriente que gerou aquele índice. Quando o índice se aproxima de zero, a potencialidade de resposta é reduzida.

Ao contrário dos outros métodos de avaliação do estado nutricional das culturas, os quais comparam apenas as concentrações dos nutrientes de forma isolada, o DRIS proporciona índices calculados a partir de relações entre os teores dos nutrientes dois a dois. Estes, por sua vez, são comparados com as mesmas relações determinadas a partir de uma população de referência.

Outra informação importante gerada pelo DRIS é o Índice de Balanço Nutricional Médio (IBNm). Este é um valor que expressa a soma dos valores absolutos dos índices DRIS de cada nutriente, dividido pelo número de nutrientes analisados. Portanto, espera-se que quanto menor o IBNm melhor será o estado nutricional da lavoura cujas plantas tiveram as folhas analisadas quimicamente (COSTA, 1995).

Quando se têm apenas os índices DRIS, positivos, nulos e negativos, podem-se ter nutrientes cujos desvios foram causados em razão de um outro nutriente estar em desequilíbrio. O nutriente capaz de causar desvios nos índices de outros nutrientes será, provavelmente, o nutriente-problema. Para identificar o nutriente-problema, é necessário estabelecer o grau de probabilidade de resposta à adubação com esse nutriente (Potencial de Resposta à Adubação - PRA). Para tanto, pode ser usada a metodologia proposta por WADT (1996).

Diagnosticado o nutriente-problema, determinam-se a quantidade, a fonte, a época e a forma de aplicação correta deste nutriente na cultura. Desta forma, o uso mais eficientemente dos fertilizantes permitirá obtenção de maiores produtividades e, também, a otimização dos insumos utilizados.

### **3. CAPÍTULO 1**

## **FAIXAS CRÍTICAS DOS TEORES E AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DE MACRO E MICRONUTRIENTES EM CAFEZEIROS DE MINAS GERAIS**

### **3.1. INTRODUÇÃO**

A cafeicultura é de grande importância para a economia do Brasil, sendo uma das principais atividades agrícolas do estado de Minas Gerais. Embora o Estado possua a maior área cultivada (750 mil ha) e as maiores produções (13,9 milhões de sacas de café beneficiado), segundo os dados de OLIVEIRA e ALVES (2001), grande parte das lavouras cafeeiras possui baixa produtividade (<15 sc/ha/ano de café beneficiado). A baixa produtividade é devida, em grande parte, a problemas nutricionais, geralmente pela carência de informações sobre o manejo nutricional da cultura.

Para o estabelecimento de um programa apropriado de adubação é necessário, inicialmente, identificar os principais problemas inerentes à nutrição. Posteriormente, determinar qual(is) o(s) nutriente(s) deve(m) ser fornecido(s) à planta, na quantidade, época e forma de aplicação corretas, otimizando a produtividade.

As análises químicas do solo e da planta são as técnicas mais utilizadas para avaliar a disponibilidade de nutrientes e o estado nutricional das plantas e a possível necessidade de correção e, ou, de adubação.

A análise do solo caracteriza apenas a disponibilidade de nutrientes nele contida, enquanto a análise do vegetal fornece indicações sobre o verdadeiro estado nutricional da planta. A capacidade da planta em absorver e utilizar os elementos minerais é determinada pelos teores dos nutrientes em seus tecidos e no equilíbrio entre eles. Estes teores podem ser obtidos analisando-se quimicamente determinadas partes da planta.

A análise foliar, por meio dos teores de nutrientes nos tecidos, permite obter informações precisas sobre o atual estado nutricional da planta. Assim, os resultados das análises são interpretados após comparações com padrões obtidos de populações de plantas, da mesma espécie e variedade, altamente produtivas (MALAVOLTA et al., 1997).

Os critérios de interpretação dos resultados podem ser estáticos ou dinâmicos, conforme as descrições de MARTINEZ et al. (2000). O estático implica uma simples comparação entre a concentração de um nutriente na amostra em teste e o seu padrão, como, por exemplo, o método de nível crítico. Por sua vez, o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação é considerado dinâmico, pois utiliza relações entre dois ou mais nutrientes.

Dentre os critérios utilizados para interpretar os resultados da análise química, o nível crítico ainda é o mais utilizado. As maiores vantagens do uso de níveis críticos são a facilidade de interpretação dos resultados e a independência entre os índices (a concentração de um nutriente não afeta a classificação do outro). Entretanto, têm-se como desvantagens a impossibilidade de determinar o grau da deficiência ou do excesso e, ainda, a limitação em identificar qual o nutriente mais problemático, quando mais de um nutriente é limitante (BALDOCK; SCHULTE, 1996).

O nível crítico de um determinado nutriente na planta é definido como o valor da concentração que separa a zona de deficiência da de suficiência. Acima desse valor, a possibilidade de haver aumento na produção é baixa; abaixo dele, a taxa de crescimento, a produção e, ou, a qualidade diminui significativamente (Lagatu e Maume, 1934, citados por SMITH, 1988).



Considera-se uma faixa crítica do teor e não apenas um único valor crítico, aumentando, assim, a flexibilidade da diagnose. Para estabelecer a faixa crítica, acrescenta-se e subtrai-se ao nível crítico o valor do desvio-padrão da média.

Apesar de serem encontrados na literatura níveis críticos dos teores dos nutrientes na folha do cafeeiro, como aqueles definidos por REUTER e ROBINSON (1988), WILLSON (1985), MALAVOLTA (1993), MILLS e JONES JR. (1996), MALAVOLTA et al. (1997) e MATIELLO (1997), necessita-se estabelecer padrões próprios para cada região ou estado, de forma que a avaliação nutricional possa ser mais precisa.

Com base no exposto, os objetivos deste trabalho foram: a) definir as faixas críticas dos teores dos nutrientes em folhas de cafeeiros, em diferentes regiões de Minas Gerais (Manhuaçu, Patrocínio, Guaxupé e São Sebastião do Paraíso e Viçosa); b) verificar se as faixas críticas empregadas para avaliar o estado nutricional dos cafeeiros alteram-se em função do ano de alta produtividade ou ano de baixa produtividade; e c) indicar os principais problemas nutricionais encontrados nas lavouras cafeeiras destas regiões.

## **3.2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.2.1. Obtenção dos dados**

A pesquisa foi realizada nos anos agrícolas de 1996/97, 1997/98 e 1998/99, em lavouras cafeeiras das regiões do Cerrado (Patrocínio), Sul de Minas (Guaxupé e São Sebastião do Paraíso) e Zona da Mata (Manhuaçu e Viçosa). Estas regiões são consideradas representativas no cultivo do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) no estado de Minas Gerais. Em cada região foram selecionadas lavouras, definindo-se as unidades amostrais (UA), totalizando-se 312 UA. A fim de caracterizar as lavouras das diversas regiões, utilizaram-se questionários para obter as seguintes informações: histórico da área, cultivar, espaçamento, práticas culturais, uso de calcário, fertilizantes e produtividades dos últimos três anos (sacas de café beneficiado/ha). O número de lavouras componentes para cada região foi variável, dependendo do ano amostrado.

Foram amostrados talhões em cada propriedade (UA), homogêneos quanto à forma de cultivo, à população de plantas por hectare (3.000 a 5.000), à idade da lavoura (plantas de 5 a 9 anos), ao tipo de solo, às práticas de adubação, à correção, ao controle de pragas e doenças e à declividade do terreno. O tamanho de cada UA variou de 0,5 a 1,0 ha; e

estas foram demarcadas com estacas. Posteriormente, foi elaborado um croqui de cada localização, e o produtor se comprometeu a colher, separadamente, esta área, mantendo sob controle a produtividade do talhão nas safras seguintes.

De posse das produtividades anteriores de cada UA, as lavouras amostradas foram classificadas em classes de alta, média e baixa produtividade.

As classes de produção foram estabelecidas da seguinte forma: lavouras de baixa produtividade, que produziram menos que 15 sc/ha/ano de café beneficiado; lavouras de média produtividade, com produção de 15 a 30 sc/ha/ano de café beneficiado; e lavouras de alta produtividade, com produção igual ou superior a 30 sc/ha/ano de café beneficiado. As produtividades que definiram as classes foram obtidas por meio dos valores médios de dois anos consecutivos (média do biênio).

Em cada UA foi realizada amostragem foliar, retirando-se quatro folhas por planta, em 20 plantas escolhidas ao acaso, totalizando 80 folhas por talhão. Retiraram-se folhas recém-maduras, com pecíolos, do terceiro e quarto pares nos ramos produtivos na altura mediana da copa. A amostragem foi efetuada quando o fruto estava no estágio de chumbinho, especificamente nos meses de novembro a meados de janeiro. As amostras foliares foram retiradas matinalmente, entre 6 e 10 horas, sendo acondicionadas em sacos de papel e enviadas imediatamente para o preparo. A amostragem foi realizada 20 a 30 dias após as adubações, anotando-se a época da amostragem e qual adubação havia sido realizada.

No laboratório de Nutrição Mineral de Plantas da UFV, as folhas foram lavadas e secas (70°C até peso constante) e moídas (moinho tipo Wiley com malha de 20 mesh). Retirou-se das folhas amostradas uma subamostra para as análises químicas. Foram analisados os teores de N-orgânico pelo método de Nessler (JACKSON, 1958) e os teores de nitrato ( $\text{N-NO}_3^-$ ) pelo método de Cataldo (CATALDO et al., 1975). O K foi determinado por fotometria de chama; o P, por espectrofotometria de absorção molecular, método da vitamina C, modificado por BRAGA e DEFELIPO (1974); e o S, por turbidimetria de sulfato (BLANCHAR et al., 1965). Os teores de Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn por espectrofotometria de absorção atômica, e o B, por

colorimetria da azometina H, descritos por MALAVOLTA et al. (1997). Os macronutrientes foram expressos em dag/kg de matéria seca e os micronutrientes em mg/kg de matéria seca.

Nos talhões amostrados a colheita do café foi realizada separadamente. Os dados de produtividade das UA foram registrados juntamente com os teores dos nutrientes na folha, gerando-se um banco de dados.

### 3.2.2. Obtenção das faixas críticas para cada região analisada

Para o cálculo da faixa crítica do teor foliar foram utilizados os valores obtidos nas lavouras de alta produtividade ( $\geq 30$  sc/ha/ano de café beneficiado, na média do biênio). Consideraram-se apenas as lavouras de alta produtividade, pois estas estariam, obrigatoriamente, equilibradas nutricionalmente.

Com os resultados das análises foliares foram determinados a média ( $\bar{y}$ ), o desvio-padrão da média ( $S\bar{y}$ ) e o coeficiente de variação (CV) dos teores para cada nutriente nas folhas das plantas. Estes parâmetros foram calculados para o ano de alta e para o ano de baixa produtividade.

A partir dos parâmetros mencionados foram efetuados os cálculos da faixa crítica (FC) do teor para cada nutriente, considerando-se o desvio-padrão da média dos teores de cada nutriente, conforme a equação (1):

$$FC = \bar{y} \pm k S\bar{y} \quad \text{Equação 1}$$

em que

$\bar{y}$  = média do teor do nutriente; e

$S\bar{y}$  = desvio-padrão da média =  $S/\sqrt{r}$ , em que  $r = 1$ .

Com o propósito de evitar faixas críticas muito amplas, adotou-se o valor  $k$ , variando de 0,4 a 1,0, como um fator de correção, ajustando-se assim o desvio-padrão da média conforme o valor do CV, diminuindo-se, desta forma, a amplitude da faixa crítica.

Os valores de  $k$  foram estabelecidos em função do CV, da seguinte forma:

- k = 1,0 para os nutrientes cujo CV (%) foi < 20 %;
- k = 0,8 para os nutrientes cujo CV (%) variou de 20 a 40 %;
- k = 0,6 para os nutrientes cujo CV (%) variou de 40 a 80 %; e
- k = 0,4 para os nutrientes cujo CV (%) foi  $\geq$  80 %.

Após as determinações e os ajustes das faixas críticas dos teores dos nutrientes em cada região, estas foram comparadas com aquelas determinadas pelos autores: REUTER e ROBINSON (1988), WILLSON (1985), MALAVOLTA (1993), MILLS e JONES JR. (1996), MALAVOLTA et al. (1997) e MATIELLO (1997).

### 3.2.3. Comparações das faixas críticas dos nutrientes nas regiões

Em anos de alta e baixa produtividade, as faixas críticas (FC) dos teores para cada nutriente nas folhas dos cafeeiros foram comparadas, a fim de detectar se havia diferença entre elas, dentro de uma mesma região. De forma semelhante, as faixas críticas foram comparadas, também, entre as regiões. Assim, poderiam ser detectadas diferenças de FC entre as regiões.

Para a comparação entre as FC, foram calculados intervalos de confiança (IC), conforme a equação (2).

$$IC = \bar{y} \pm t_{\alpha} \cdot S\bar{y} \quad \text{Equação 2}$$

em que

$\bar{y}$  = média do teor do nutriente;

$S\bar{y}$  = desvio-padrão da média;

$t_{\alpha}$  = valor de t bilateral, a 10 % de probabilidade, com n-1 número de lavouras de alta produtividade.

Para os casos em que os valores dos intervalos de confiança foram negativos, estes foram substituídos por zero. Desta forma, obtiveram-se valores de intervalo de confiança variando de zero ao valor positivo encontrado.

Utilizando-se gráficos de barras construídos a partir dos IC, compararam-se as faixas críticas dos teores dentro e entre regiões. A comparação dentro da região foi realizada para verificar a semelhança das faixas críticas entre os anos amostrados (ano de alta produtividade e ano de baixa produtividade). A comparação das faixas críticas de cada nutriente entre as regiões estudadas (Manhuaçu, Patrocínio, Guaxupé e São Sebastião do Paraíso e Viçosa) foi efetuada. As FC foram consideradas semelhantes quando houve áreas em comum entre os IC. Não havendo áreas em comum, admitiu-se que as faixas correspondentes foram diferentes estatisticamente.

#### **3.2.4. Avaliação do estado nutricional dos cafeeiros**

Com base nas faixas críticas obtidas para cada nutriente, avaliou-se o estado nutricional dos cafeeiros amostrados, dentro de cada região específica. O diagnóstico foi realizado nos anos de alta e baixa produtividade. Para cada ano foi realizado o diagnóstico nas três classes de produtividade, isto é, para lavouras de alta, média e baixa produtividades.

Em relação à FC, os teores dos nutrientes nas folhas foram classificados em três classes: excessivo, adequado e deficiente. Foram considerados excessivo o teor do nutriente que excedeu o valor da faixa crítica; adequado o teor que se igualou ao da faixa crítica; e deficiente aquele que se apresentou inferior ao da faixa crítica. Posteriormente, foram calculados os percentuais de lavouras com plantas cujas folhas apresentaram os teores nas classes: excessivo, adequado e deficiente, para cada nutriente analisado.

Com os percentuais de lavouras distribuídos conforme as classes, construíram-se gráficos de barras, separadamente, para as lavouras de alta, média e baixa produtividades, conforme o ano amostrado e para cada região. Os gráficos de barras permitiram uma diagnose visual imediata dos problemas nutricionais de cada região. As frequências de lavouras com teores de nutrientes, em nível excessivo e deficiente, permitiram indicar os nutrientes foram considerados mais problemáticos, inferindo-se de imediato

a respeito da principal ou das principais limitações nutricionais ocorridas na referida região.

### **3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.3.1. Faixas críticas**

Os resultados obtidos para as faixas críticas dos teores de cada nutriente nas regiões de Manhuaçu, Patrocínio, Guaxupé e São Sebastião do Paraíso e Viçosa, em anos de alta e baixa produtividade estão apresentados nos Quadros 3.1 e 3.2.

Independentemente de teste estatístico, verificou-se que as faixas críticas variaram de região para região (Quadros 3.1 e 3.2). De maneira generalizada, as faixas críticas dos teores para P e S foram mais elevadas nas folhas dos cafeeiros das lavouras das regiões de Manhuaçu e Viçosa e as faixas críticas dos teores de Mg foram mais elevadas nas folhas dos cafeeiros das lavouras das regiões de Patrocínio e Viçosa. Para Cu, Fe e Zn, as faixas críticas dos teores das folhas dos cafeeiros foram mais elevadas nas lavouras da região de Patrocínio. Em relação ao Mn, as lavouras de

Guaxupé e São Sebastião do Paraíso e Viçosa apresentaram os maiores valores de faixas críticas para este nutriente.

As diferenças entre as faixas críticas de região para região podem ser atribuídas às características físicas do solo, pH, à quantidade de matéria orgânica e às quantidades de fertilizantes aplicadas em cada localidade, conforme as descrições dos questionários aplicados e determinações de MARTINEZ et al. (2000).

Quadro 3.1 - Médias e faixas críticas dos teores (FC) de macro e micronutrientes em folhas de cafeeiros, nas lavouras com produtividade média igual e superior a 30 sc/ha/ano de café beneficiado (ano de alta produtividade), nas quatro localidades<sup>1</sup>

Nutriente	Manhuaçu		Patrocínio		Guaxupé e São Sebastião do Paraíso		Viçosa	
	Média	FC	Média	FC	Média	FC	Média	FC
— dag/kg —								
N	2,73	2,58 - 2,88	2,69	2,52 - 2,86	2,94	2,78 - 3,10	2,97	2,66 - 3,28
P	0,15	0,12 - 0,17	0,13	0,11 - 0,15	0,14	0,13 - 0,16	0,17	0,15 - 0,19
K	2,08	1,80 - 2,66	2,81	2,31 - 3,31	2,56	2,07 - 3,05	2,50	2,12 - 2,87
Ca	1,00	0,89 - 1,12	1,19	1,02 - 1,37	1,14	0,87 - 1,41	1,00	1,10 - 1,20
Mg	0,36	0,31 - 0,41	0,42	0,36 - 0,48	0,35	0,26 - 0,44	0,44	0,36 - 0,52
S	0,22	0,19 - 0,25	0,17	0,13 - 0,21	0,18	0,14 - 0,18	0,19	0,17 - 0,21
— mg/kg —								
Cu	17	14 - 20	50	34 - 66	20	14 - 26	23	8 - 38
Fe	89	48 - 125	122	86 - 156	78	55 - 101	63	54 - 72
Zn	9	7 - 11	19	13 - 25	15	9 - 21	10	7 - 13
Mn	124	71 - 177	107	77 - 137	138	102 - 174	221	116 - 326
B	47	38 - 56	51	42 - 59	60	44 - 76	44	31 - 57

<sup>1</sup> Nº de lavouras de alta produtividade: Região de Manhuaçu (21), Patrocínio (20), Guaxupé e São Sebastião do Paraíso (23) e Viçosa (19).

Quadro 3.2 - Médias e faixas críticas dos teores dos teores de macro e micronutrientes em folhas de cafeeiros, nas lavouras com produtividade média igual e superior a 30 sc/ha/ano de café beneficiado (ano de baixa produtividade), nas quatro localidades<sup>1</sup>

Nutriente	Manhuaçu		Patrocínio		Guaxupé e São Sebastião do Paraíso		Viçosa	
	Média	FC	Média	FC	Média	FC	Média	FC
— dag/kg —								
N	2,87	2,61 - 3,13	2,68	2,51 - 2,85	2,96	2,82 - 3,10	2,65	2,35 - 2,95
P	0,24	0,17 - 0,32	0,13	0,09 - 0,16	0,14	0,12 - 0,17	0,16	0,14 - 0,18
K	2,76	2,45 - 3,08	2,53	2,13 - 2,94	2,41	2,04 - 2,77	2,52	2,14 - 2,91
Ca	1,19	1,06 - 1,32	1,15	0,87 - 1,42	0,99	0,83 - 1,15	1,11	0,96 - 1,26
Mg	0,34	0,30 - 0,38	0,47	0,36 - 0,58	0,44	0,35 - 0,53	0,47	0,34 - 0,60
S	0,20	0,17 - 0,23	0,13	0,11 - 0,15	0,15	0,11 - 0,19	0,20	0,17 - 0,23



	mg/kg							
Cu	17	13 - 21	48	26 - 70	20	15 - 25	18	15 - 21
Fe	68	56 - 80	130	106 - 153	111	78 - 144	88	68 - 108
Zn	15	11 - 19	23	13 - 33	14	8 - 18	8	6 - 10
Mn	109	82 - 136	110	76 - 144	172	124 - 220	180	119 - 241
B	90	77 - 102	56	44 - 68	42	33 - 51	40	29 - 51

<sup>†</sup> N<sup>o</sup> de lavouras de alta produtividade: Região de Manhuaçu (21), Patrocínio (21), Guaxupé e São Sebastião do Paraíso (15) e Viçosa (19).

Segundo MALAVOLTA (1993), as faixas críticas dos teores podem ser afetadas quando a disponibilidade de nutrientes no solo é mais elevada. Isso se justifica porque a absorção também pode ser maior, quando há maior concentração dos nutrientes na solução do solo, sendo até mesmo superior à exigência metabólica da planta, considerada “consumo de luxo” (MARSCHNER, 1995).

Comparando-se as faixas críticas dos teores obtidas em folhas de café das regiões em estudo, no ano de alta produtividade (Quadro 3.1), com as disponíveis na literatura (Quadro 3.3), deparou-se com algumas diferenças.

As faixas críticas para N nas regiões de Manhuaçu (2,58 a 2,88 dag/kg) e Patrocínio (2,55 a 2,86 dag/kg) em folhas de café apresentaram-se inferiores à indicada por MATIELLO (1997), que está entre 3,0 a 3,5 dag/kg, sendo que nas demais regiões, as faixas críticas para N foram semelhantes ao proposto pelos demais autores (Quadro 3.3).

Na região de Patrocínio, a faixa crítica para P (0,11 a 0,15 dag/kg) em folhas de café apresentou-se inferior à indicada por MALAVOLTA et al. (1997), de 0,16 a 0,19 dag/kg. Nas demais regiões, as faixas críticas de P em folhas de café foram semelhantes às indicadas pelos autores (Quadro 3.3).

As faixas críticas dos teores de K e Mg, determinadas para cada região, apresentaram-se semelhantes aos propostos pelos autores (Quadro 3.3).

As faixas críticas foliares para Ca nas lavouras das regiões de Manhuaçu (0,89 a 1,12 dag/kg) e Viçosa (1,00 a 1,20 dag/kg) apresentaram-se inferiores às indicadas por MALAVOLTA et al. (1997), de 1,30 a

1,50 dag/kg. As demais faixas críticas para Ca e Mg em folhas de café foram semelhantes às indicadas pelos demais autores (Quadro 3.3).

As faixas críticas foliares para S determinadas para as regiões, variando de 0,13 a 0,25 dag/kg foram superiores à indicada por REUTER e ROBINSON (1988), correspondente ao intervalo de 0,02 a 0,10 dag/kg e semelhantes às indicadas pelos demais autores (Quadro 3.3).

Quadro 3.3 - Faixas críticas dos teores de nutrientes em folhas de café, segundo alguns autores

Nutrientes	Autores					
	1	2	3	4	5	6
	----- dag/kg -----					
N	2,60 - 3,40	2,50 - 3,00	2,70 - 3,20	2,30 - 3,00	2,90 - 3,20	3,00 - 3,50
P	0,15 - 0,20	0,15 - 0,20	0,15 - 0,20	0,12 - 0,20	0,16 - 0,19	0,12 - 0,20
K	2,10 - 2,50	2,10 - 2,60	1,90 - 2,40	2,00 - 2,50	2,20 - 2,50	1,80 - 2,50
Ca	0,75 - 1,50	0,75 - 1,50	1,00 - 1,40	1,00 - 2,50	1,30 - 1,50	1,00 - 1,50
Mg	0,25 - 0,40	0,25 - 0,40	0,31 - 0,36	0,25 - 0,40	0,40 - 0,45	0,35 - 0,50
S	0,15 - 0,25	0,02 - 0,10	0,15 - 0,20	0,10 - 0,20	0,15 - 0,20	0,15 - 0,20
	----- mg/kg -----					
Cu	7 - 20	16 - 20	8 - 16	10 - 25	11 - 14	10 - 50
Fe	70 - 200	70 - 200	90 - 180	70 - 125	100 - 130	100 - 200
Zn	15 - 30	15 - 30	8 - 16	12 - 30	15 - 20	10 - 20
Mn	50 - 100	50 - 100	120 - 210	50 - 200	80 - 100	50 - 100
B	40 - 90	40 - 100	59 - 60	40 - 75	50 - 60	40 - 80

Fontes: 1.WILLSON (1985); 2.REUTER e ROBINSON (1988); 3.MALAVOLTA (1993); 4.MILLS e JONES JR. (1996); 5.MALAVOLTA et al. (1997); 6.MATIELLO (1997).

Em relação aos micronutrientes, algumas diferenças entre as faixas críticas obtidas neste trabalho e as referidas no Quadro 3.3 foram observadas.

A faixa crítica foliar para Cu na região de Patrocínio (34 a 66 mg/kg) foi superior às determinadas por WILLSON (1985), REUTER e ROBINSON (1988), MALAVOLTA (1993), MILLS e JONES JR. (1986) e MALAVOLTA et al. (1997), sendo semelhante à faixa referida por MATIELLO (1997), de 10 a 50 mg/kg.

Na região de Viçosa, a faixa crítica foliar para Fe (54 a 72 mg/kg) foi inferior ao referido por MALAVOLTA (1993), MALAVOLTA et al. (1997) e por

MATIELLO (1997), variando de 90 a 200 mg/kg, conforme os dados do Quadro 3.3.

Para Zn, as faixas críticas determinadas nas regiões de Manhuaçu (7 a 11 mg/kg) e Viçosa (7 a 13 mg/kg) foram inferiores às faixas referidas por WILLSON (1985), REUTER e ROBINSON (1987) e MALAVOLTA et al. (1997).

Na região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso, a faixa crítica determinada para Mn (102 a 174 mg/kg) foi superior às faixas citadas por WILLSON (1985), REUTER e ROBINSON (1987), MALAVOLTA et al. (1997) e MATIELLO (1997), que variaram de 50 a 100 mg/kg.

Para o B, as faixas críticas calculadas para as regiões de Manhuaçu (38 a 56 mg/kg) e Viçosa (31 a 57 mg/kg), foram inferiores ao referido por MALAVOLTA (1993), referente ao intervalo 59 a 60 mg/kg.

Comparando-se as faixas críticas dos teores obtidas em folhas de café das regiões em estudo, no ano de baixa produtividade (Quadro 3.2), com as disponíveis na literatura (Quadro 3.3), deparou-se com algumas diferenças.

A faixa crítica para N na região de Patrocínio (2,51 a 2,85 dag/kg) em folhas de café apresentou-se inferior às indicadas por MALAVOLTA et al. (1997) e MATIELLO (1997), que estão entre 2,9 a 3,5 dag/kg, sendo que nas demais regiões, as faixas críticas para N foram semelhantes ao proposto pelos demais autores (Quadro 3.3).

As faixas críticas dos teores de P, Ca e Mg, determinadas para cada região, apresentaram-se semelhantes às propostas pelos autores (Quadro 3.3).

A faixa crítica foliar para K nas lavouras da região de Manhuaçu (2,45 a 3,08 dag/kg) foi superior à indicada por MALAVOLTA (1993), de 1,90 a 2,40 dag/kg. As demais faixas críticas para K em folhas de café foram semelhantes às indicadas pelos demais autores (Quadro 3.3).

As faixas críticas foliares para S determinadas para as regiões, variando de 0,11 a 0,23 dag/kg foram superiores à indicada por REUTER e ROBINSON (1988), correspondente ao intervalo de 0,02 a 0,10 dag/kg e semelhantes às indicadas pelos demais autores (Quadro 3.3).

A faixa crítica foliar para Cu na região de Patrocínio (26 a 70 mg/kg) foi superior às determinadas por REUTER e ROBINSON (1988), MALAVOLTA (1993), MILLS e JONES JR. (1986) e MALAVOLTA et al. (1997) que variaram de 8 a 14 mg/kg.

Na região de Manhuaçu, a faixa crítica foliar para Fe (56 a 80 mg/kg) foi inferior ao referido por MALAVOLTA (1993), MALAVOLTA et al. (1997) e por MATIELLO (1997), variando de 90 a 200 mg/kg, conforme os dados do Quadro 3.3.

Para Zn, a faixa crítica determinada na região de Viçosa (6 a 10 mg/kg) foi inferior às faixas referidas por WILLSON (1985), REUTER e ROBINSON (1987), MILLS e JONES JR (1986) e MALAVOLTA et al. (1997).

Na região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso, a faixa crítica determinada para Mn (124 a 220 mg/kg) foi superior às faixas citadas por WILLSON (1985), REUTER e ROBINSON (1987), MALAVOLTA et al. (1997) e MATIELLO (1997), que variaram de 50 a 100 mg/kg (Quadros 3.2 e 3.3).

Para o B, a faixa crítica calculada para a região de Manhuaçu (77 a 102 mg/kg) foi superior ao referido por MALAVOLTA (1993), MILLS e JONES JR (1986) e MALAVOLTA et al. (1997), referente ao intervalo 40 a 75 mg/kg. E, para a região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso (33 a 51 mg/kg), a faixa crítica foi superior ao referido por MALAVOLTA (1993), referente ao intervalo 59 a 60 mg/kg (Quadros 3.2 e 3.3).

As diferenças entre as faixas críticas dos teores dos nutrientes nas folhas dos cafeeiros obtidas para as regiões analisadas e aquelas recomendadas por outros autores vem reforçar e questionar a necessidade de desenvolvimento de padrões regionais para diagnóstico do estado nutricional das lavouras cafeeiras.

### **3.3.2. Intervalo de confiança**

Após a comparação dos intervalos de confiança dos teores de macronutrientes nas folhas de cafeeiro na região de Manhuaçu entre os anos de alta e baixa produtividade, verificou-se que não houve diferença estatística entre as faixas críticas de macronutrientes nessa região, pois as áreas dos IC coincidiram entre os anos amostrados (Figura 3.1).

Comparando os intervalos de confiança dos teores de micronutrientes nas folhas de cafeeiro na região de Manhuaçu entre os anos amostrados, verificou-se diferença estatística apenas entre as faixas críticas de B (Figura 3.2). Para este nutriente, no ano de alta produtividade a faixa crítica para B foi inferior (26 a 67 mg/kg) quando comparada à do ano de baixa produtividade (68 a 111 mg/kg).

Na região de Patrocínio, verificou-se que as faixas críticas dos teores de macro e micronutrientes em folhas de cafeeiro apresentaram-se

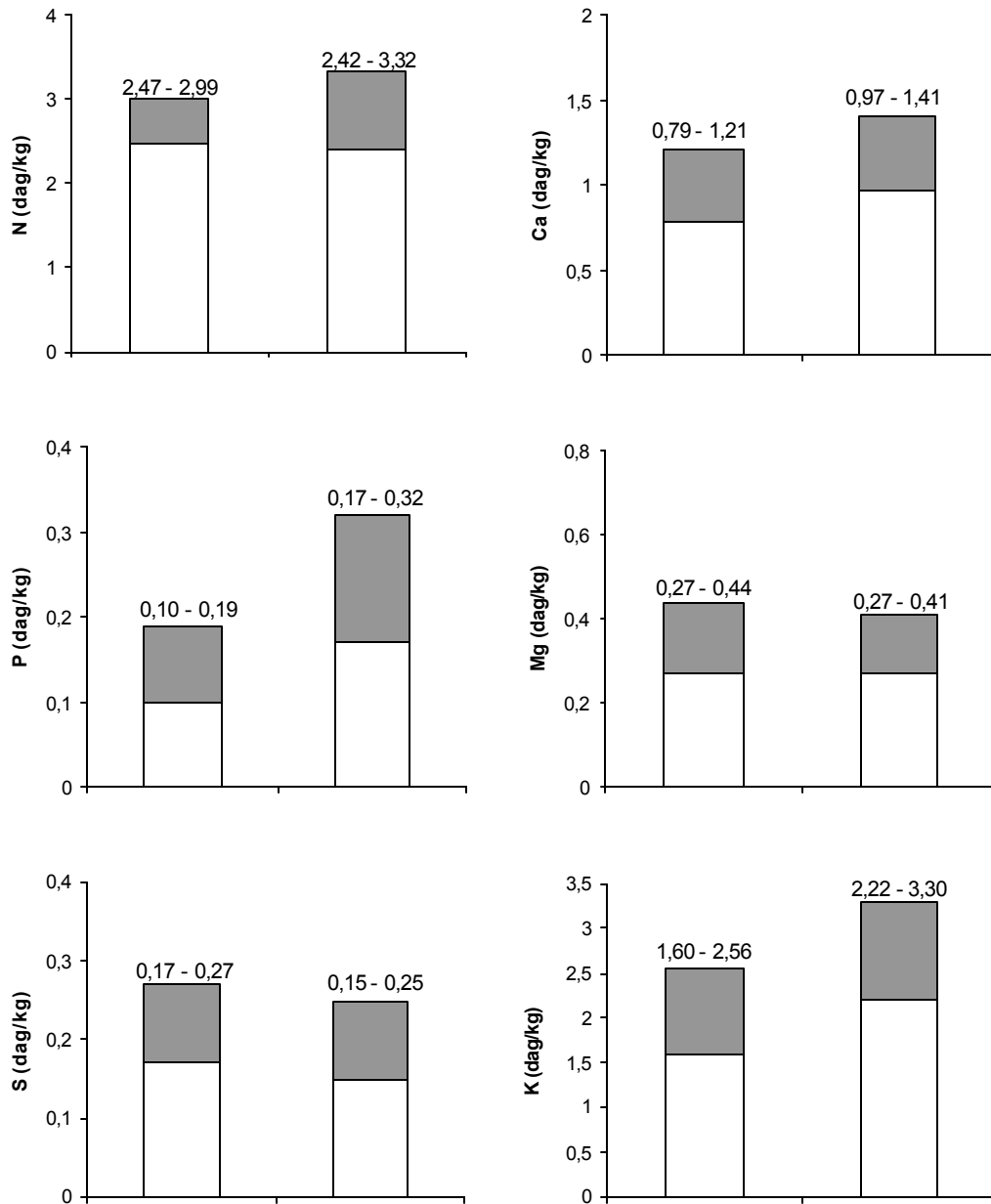


Figura 3.1 - Intervalo de confiança dos teores de macronutrientes em folhas de cafeeiros obtidas em lavouras com produtividade média 30 sc/ha de café beneficiado, na região de Manhuaçu (ano de alta e baixa produtividade).

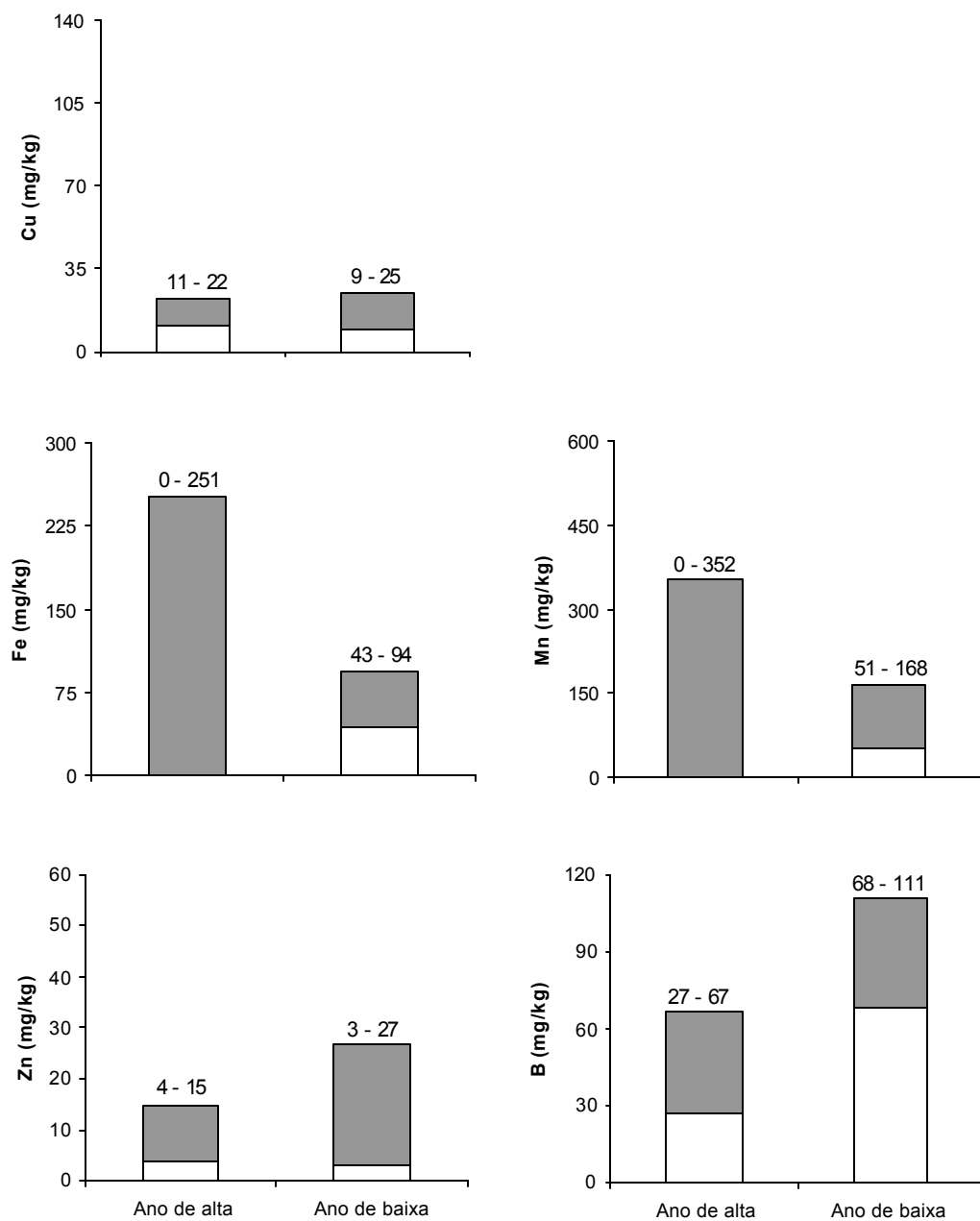


Figura 3.2 - Intervalo de confiança dos teores de micronutrientes em folhas de cafeeiros obtidas em lavouras com produtividade média  $\square$  30 sc/ha de café beneficiado, na região de Manhuaçu (ano de alta e de baixa produtividade).

semelhantes, independentemente se em ano de alta produtividade ou em ano de baixa produtividade, pois as áreas intervalos de confiança foram coincidentes entre os anos amostrados (Figuras 3.3 e 3.4).

Os intervalos de confiança dos teores de macro e micronutrientes em folhas de cafeeiros, na região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso, não diferiram significativamente entre os anos amostrados, indicando que as faixas críticas dos teores de todos os nutrientes analisados foram semelhantes (Figuras 3.5 e 3.6).

Os intervalos de confiança dos nutrientes na região de Viçosa não diferiram estatisticamente entre os anos amostrados, pois foram constadadas áreas em comum entre os intervalos de confiança (Figuras 3.7 e 3.8). Sendo assim, pode-se afirmar que as faixas críticas dos teores de macro e micronutrientes nas folhas de cafeeiro são semelhantes em Viçosa, independentemente do ano amostrado.

Comparando os intervalos de confiança dos teores de macro e micronutrientes nas folhas de cafeeiro das respectivas regiões, conforme os anos amostrados, verificou-se semelhança entre a maioria das faixas críticas (Figuras 3.8 a 3.12). Houve exceção apenas para P, para o ano de baixa produtividade, o qual, na região de Manhuaçu, apresentou faixa crítica superior (0,17 a 0,32 dag/kg) quando comparada à obtida para a região de Patrocínio (0,09 a 0,16 dag/kg)

### **3.3.3. Situação nutricional das lavouras da região de Manhuaçu**

Apesar de as faixas críticas dos teores de macro e micronutrientes em folhas de cafeeiro para a região de Manhuaçu não apresentarem diferença estatística entre os anos de alta e baixa produtividades, o percentual de lavouras com os nutrientes na faixa excessiva, adequada e deficiente, variou entre eles.

A situação do estado nutricional das lavouras de alta produtividade da região de Manhuaçu está representada nas Figuras 3.13 e 3.14. As lavouras de alta produtividade (□ 30 sc/ha/ano), amostradas no ano de alta produtividade, apresentaram-se com alto percentual (50 %) de teores deficientes de Mn em folhas de cafeeiro (Figura 3.13).

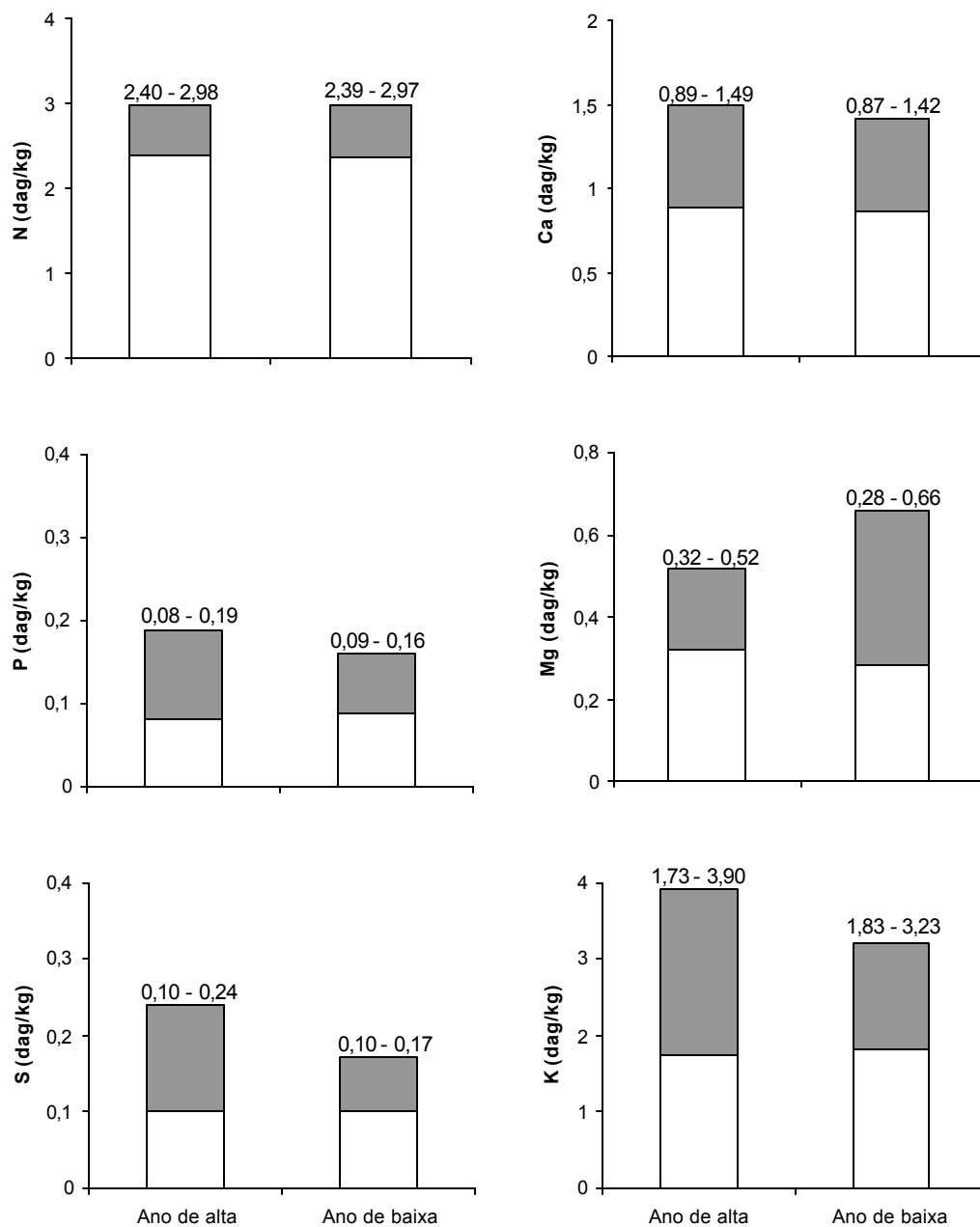




Figura 3.3 - Intervalo de confiança dos teores de macronutrientes em folhas de cafeeiros obtidas em lavouras com produtividade média 30 sc/ha de café beneficiado, na região de Patrocínio (ano de alta e de baixa produtividade).

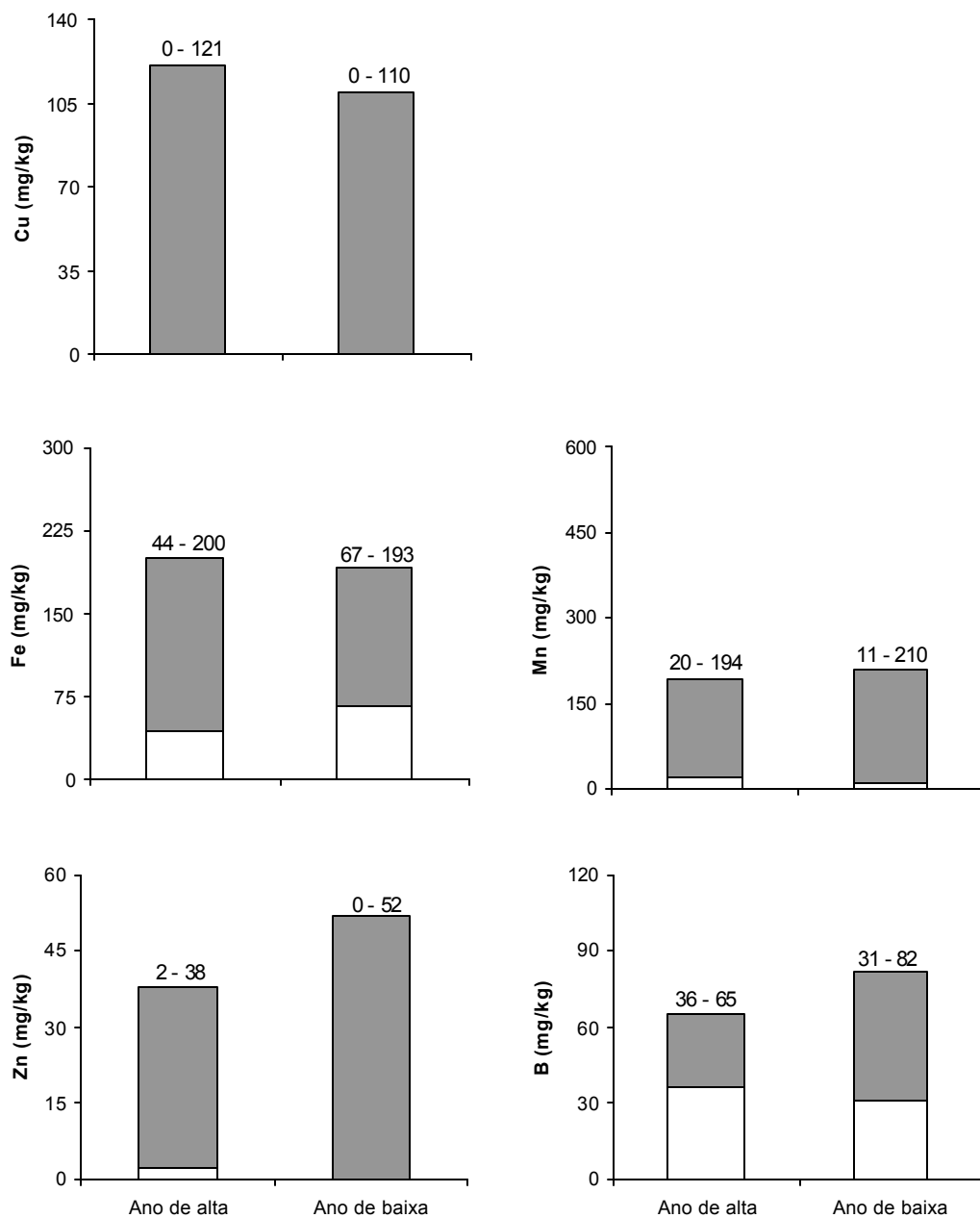


Figura 3.4 - Intervalo de confiança dos teores de micronutrientes em folhas de cafeeiros obtidas em lavouras com produtividade média 30 sc/ha de café beneficiado, na região de Patrocínio (ano de alta e de baixa produtividade).

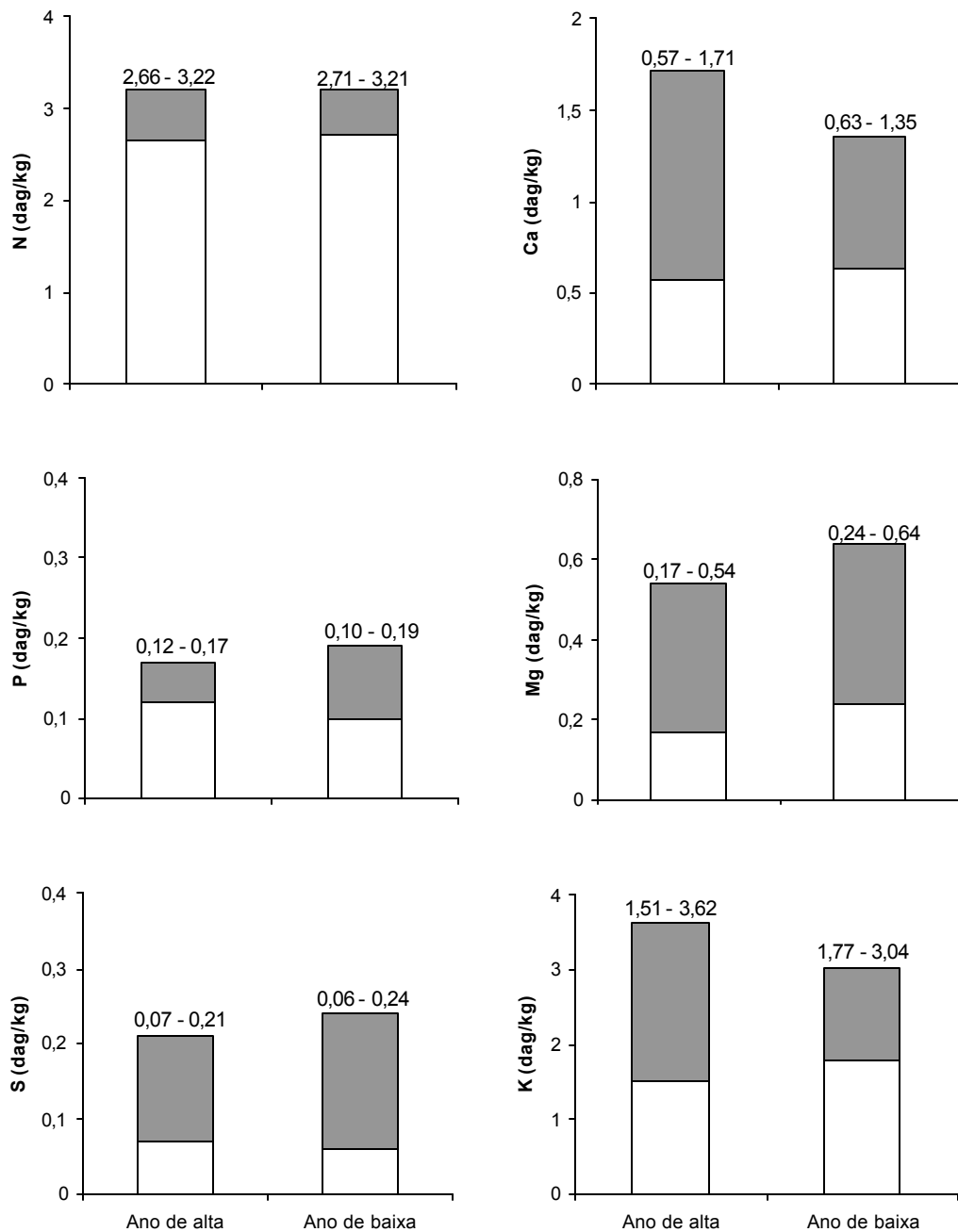


Figura 3.5 - Intervalo de confiança dos teores de macronutrientes em folhas de cafeeiros obtidas em lavouras com produtividade média 30 sc/ha de café beneficiado, na região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso (ano de alta e de baixa produtividade).

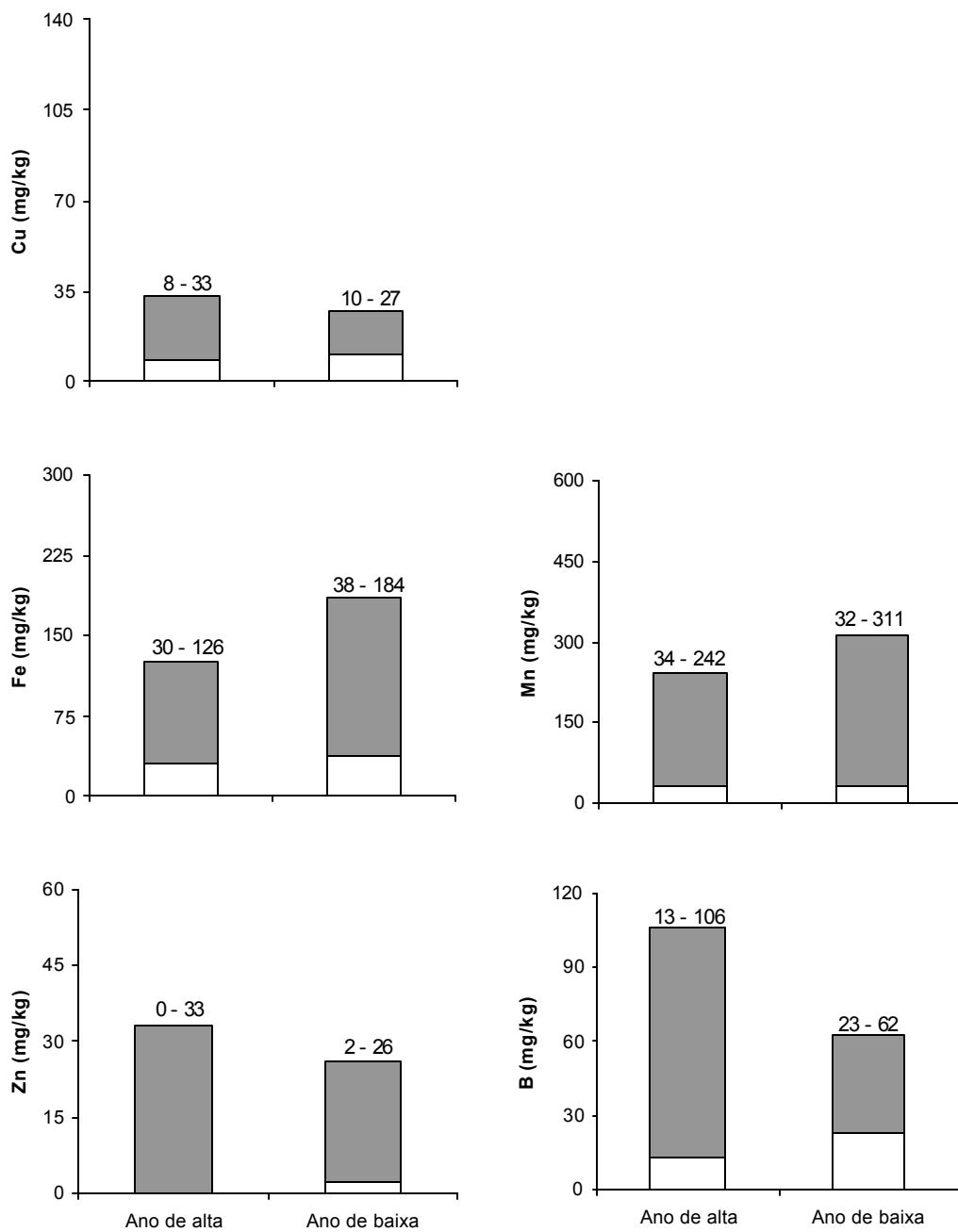


Figura 3.6 - Intervalo de confiança dos teores de micronutrientes em folhas de cafeeiros obtidas em lavouras com produtividade média 30 sc/ha de café beneficiado, na região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso (ano de alta e de baixa produtividade).

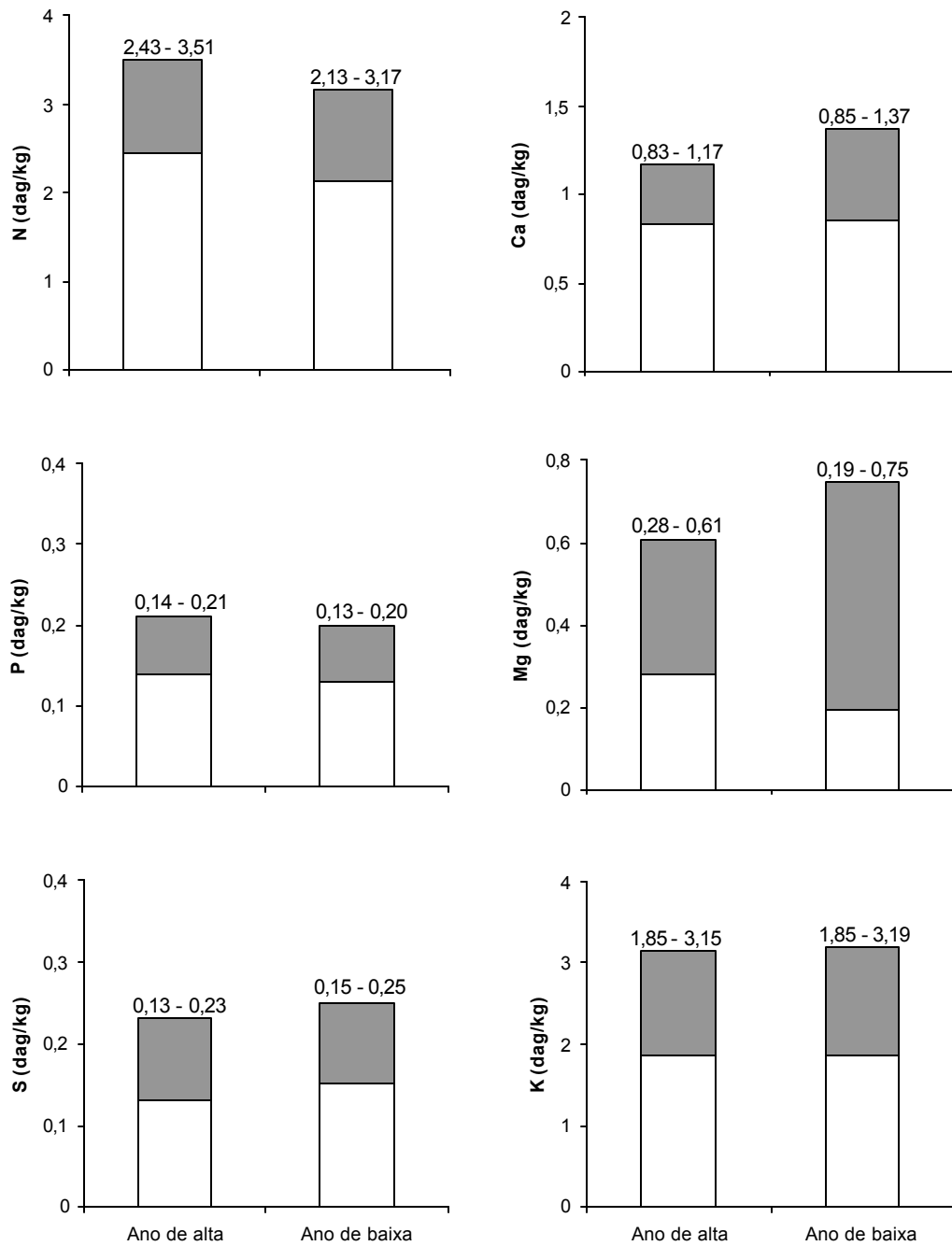


Figura 3.7 - Intervalo de confiança dos teores de macronutrientes em folhas de cafeeiros obtidas em lavouras com produtividade média 30 sc/ha de café beneficiado, na região de Viçosa (ano de alta e de baixa produtividade).

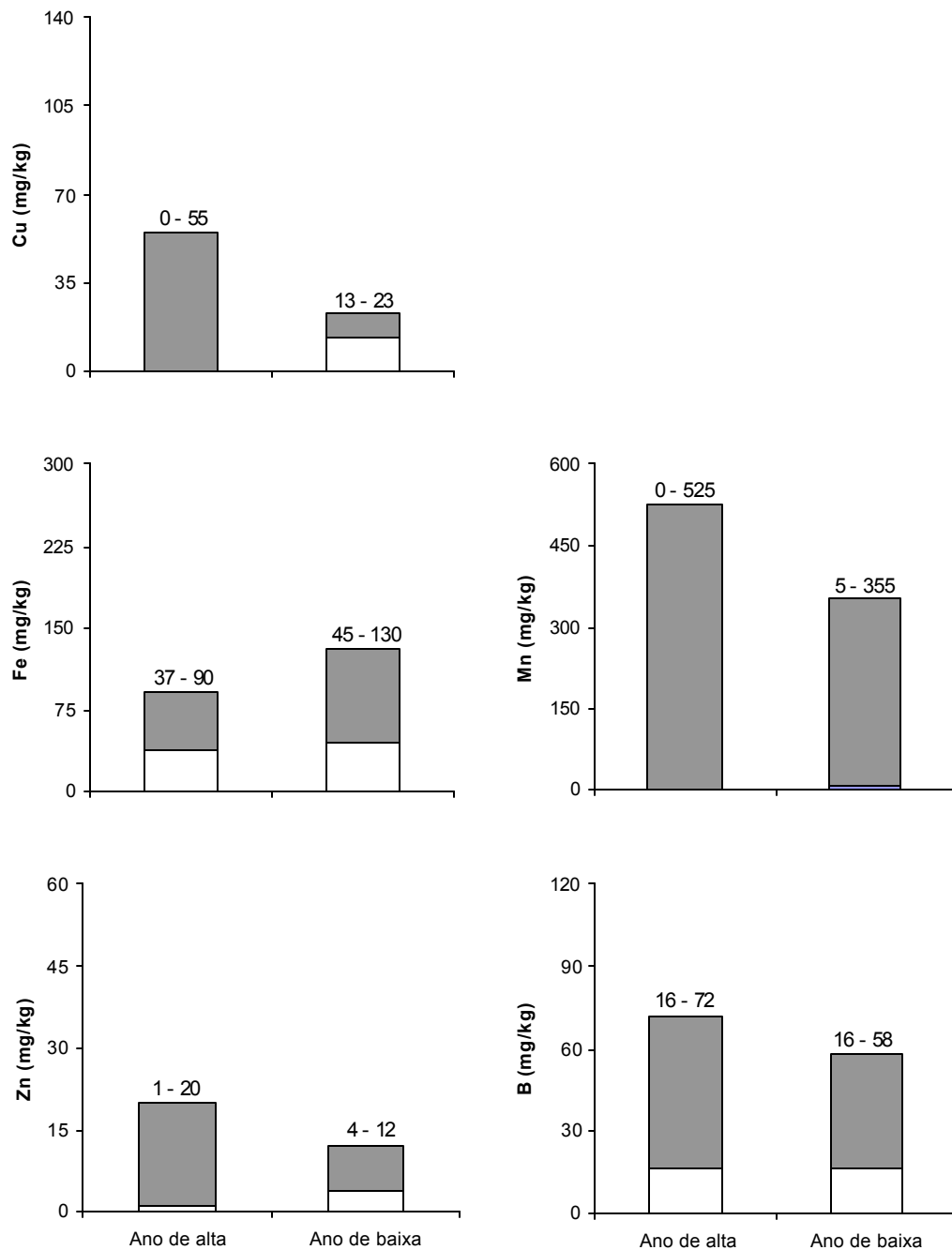


Figura 3.8 - Intervalo de confiança dos teores de micronutrientes em folhas de cafeeiros obtidas em lavouras com produtividade média  $\square$  30 sc/ha de café beneficiado, na região de Viçosa (ano de alta e de baixa produtividade).

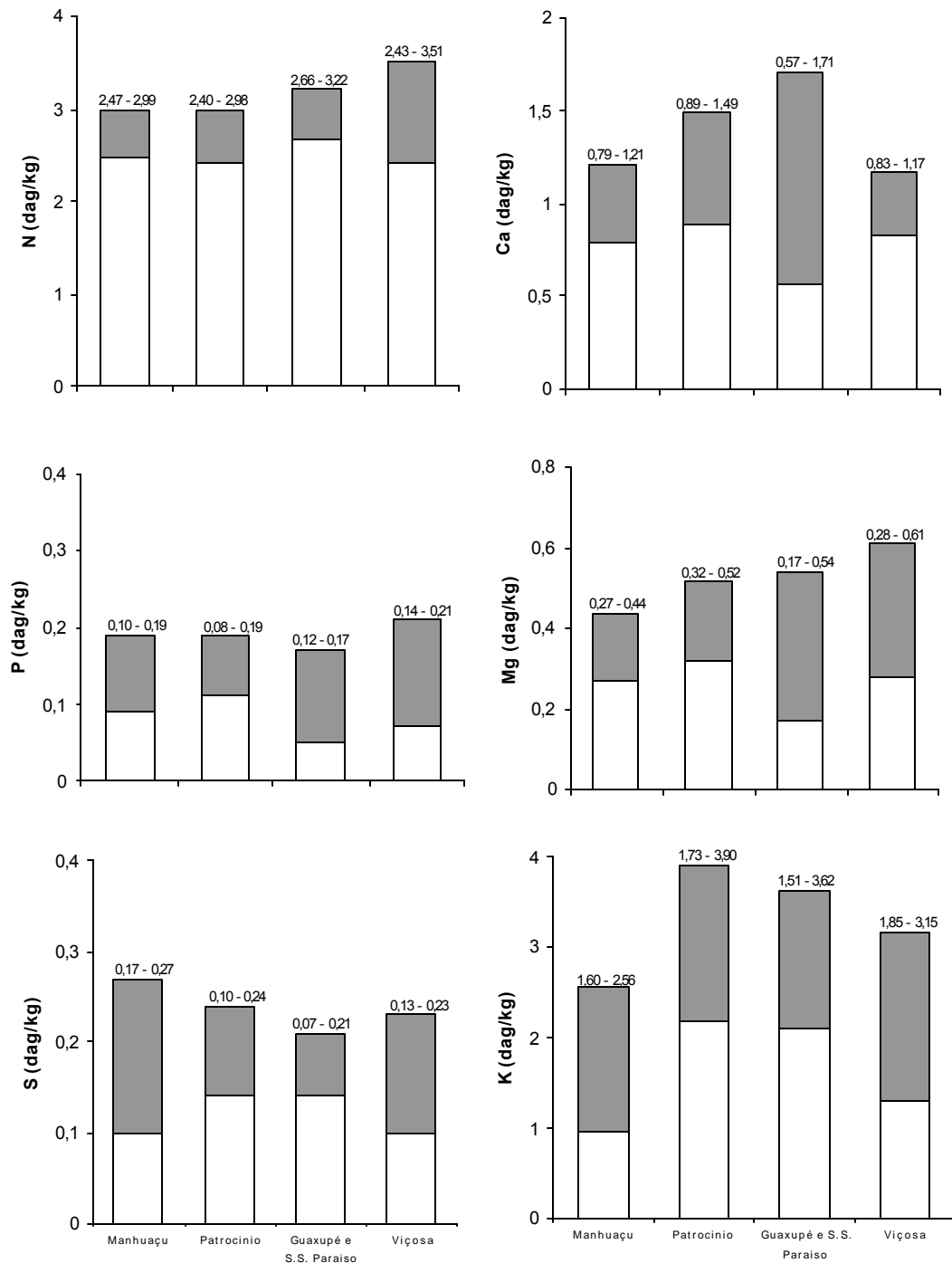


Figura 3.9 - Intervalo de confiança dos teores dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg e S nas folhas de cafeeiros obtidas em lavouras com produtividade média  $\square$  30 sc/ha de café beneficiado nas regiões de Manhuaçu, Patrocínio, Guaxupé e São Sebastião do Paraíso e Viçosa (ano de alta produtividade).

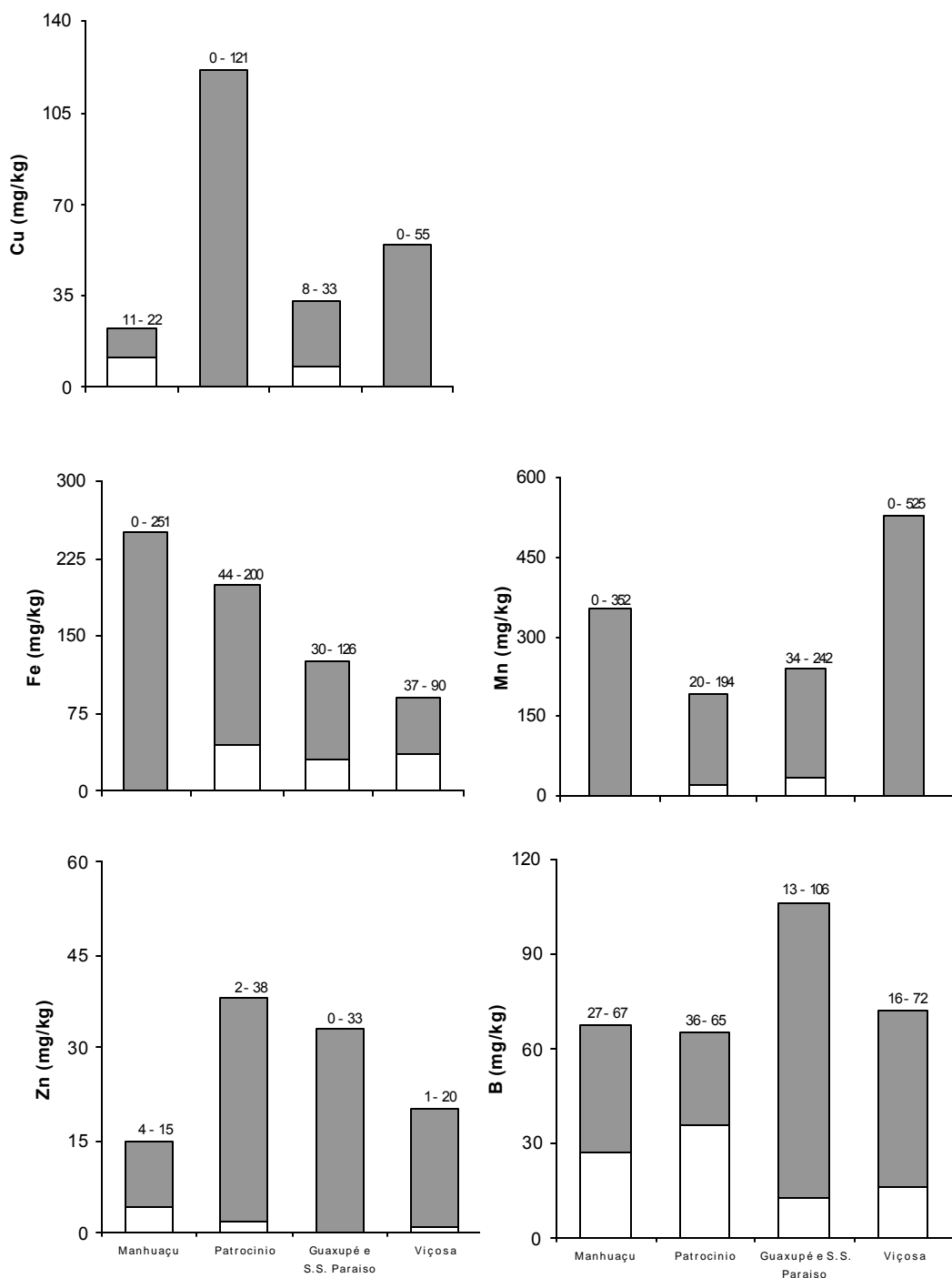


Figura 3.10 - Intervalo de confiança dos teores dos nutrientes B, Cu, Fe, Mn e Zn nas folhas de cafeeiros obtidas em lavouras com produtividade média  $\square$  30 sc/ha de café beneficiado nas regiões de Manhuaçu, Patrocínio, Guaxupé e São Sebastião do Paraíso e Viçosa (ano de alta produtividade).

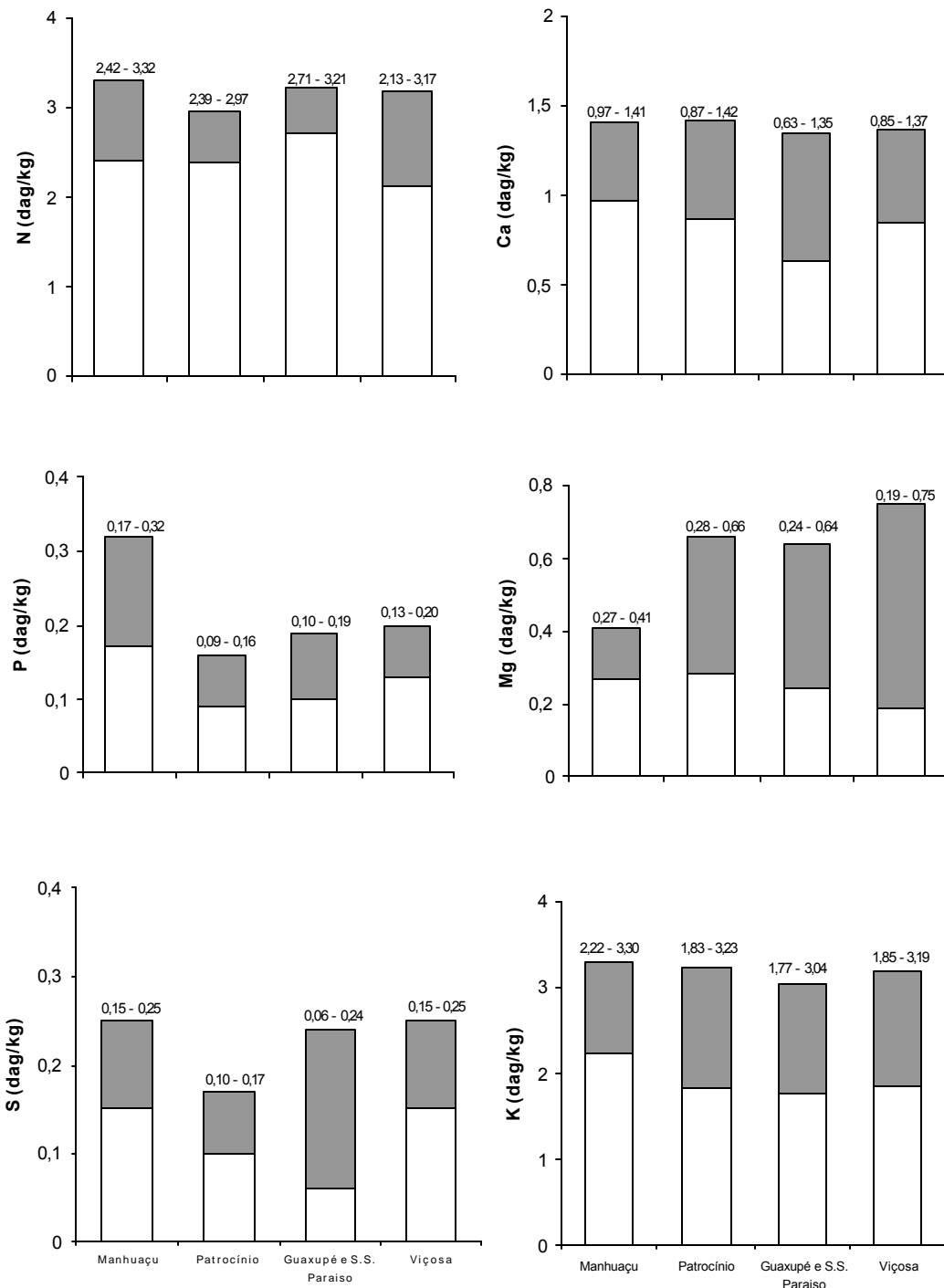




Figura 3.11 - Intervalo de confiança dos teores dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg e S nas folhas de cafeeiros obtidas em lavouras com produtividade média  $\square$  30 sc/ha de café beneficiado nas regiões de Manhuaçu, Patrocínio, Guaxupé e São Sebastião do Paraíso e Viçosa (ano de baixa produtividade).

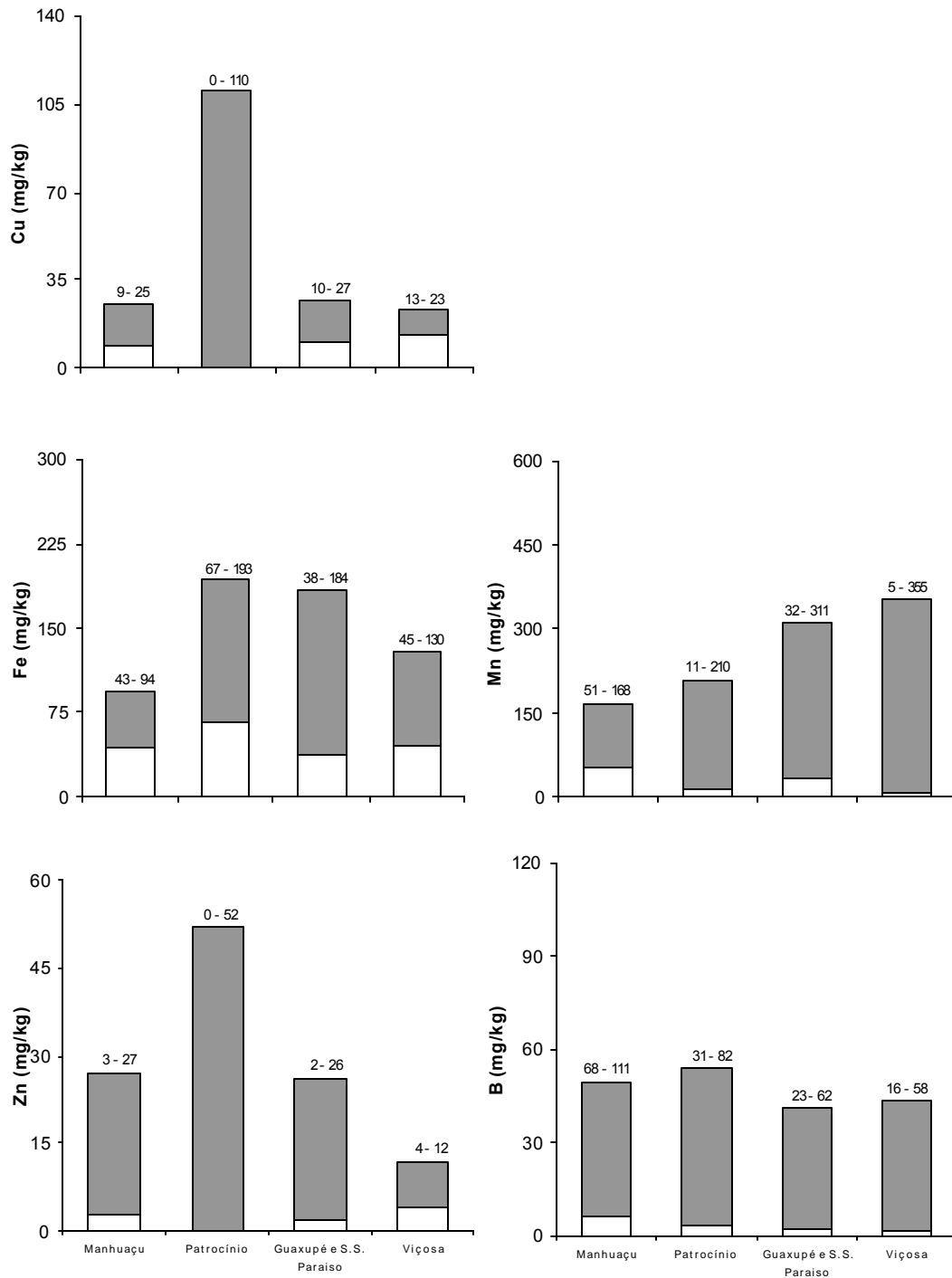


Figura 3.12 - Intervalo de confiança dos teores dos nutrientes B, Cu, Fe, Mn e B nas folhas de cafeeiros obtidas em lavouras com produtividade média  $\square$  30 sc/ha de café beneficiado nas regiões de Manhuaçu, Patrocínio, Guaxupé e São Sebastião do Paraíso e Viçosa (ano de baixa produtividade).

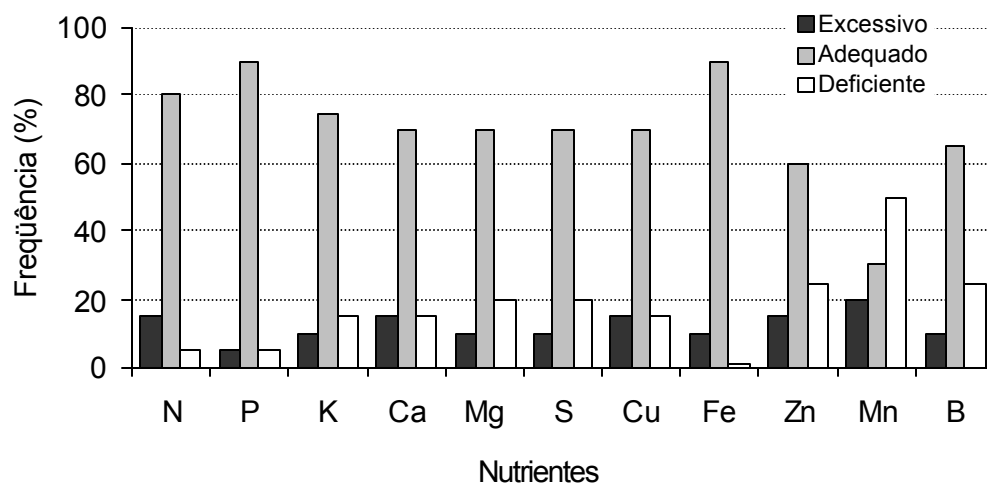


Figura 3.13 - Frequência de lavouras cafeeiras de alta produtividade da região de Manhuaçu com os teores de macro e micronutrientes nas folhas classificados como excessivo, adequado e deficiente pelo critério da faixa crítica determinada para o ano de alta produtividade. Cálculo com base em 21 lavouras.

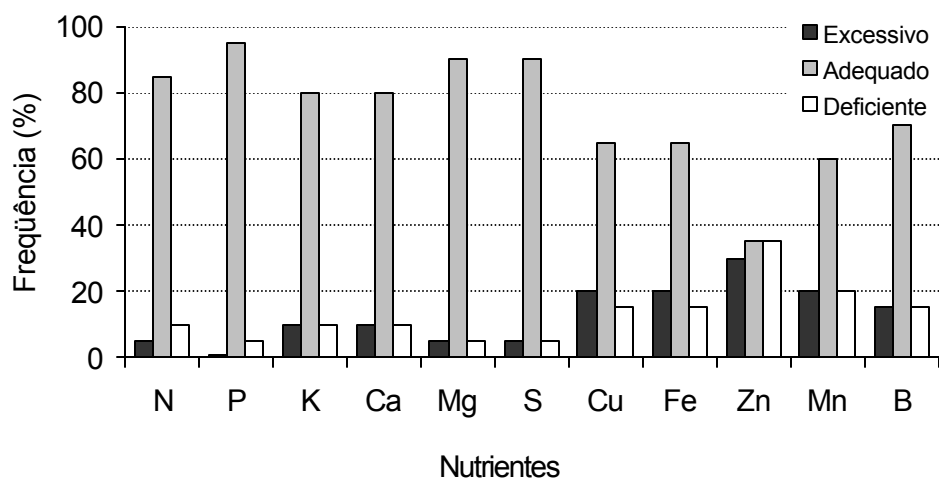


Figura 3.14 - Frequência de lavouras cafeeiras de alta produtividade da região de Manhuaçu com os teores de macro e micro-nutrientes nas folhas classificados como excessivo, adequado e deficiente pelo critério da faixa crítica determinada para o ano de baixa produtividade. Cálculo com base em 21 lavouras.

No ano de baixa produtividade, destacou-se o Zn como o elemento mais problemático. Das 21 lavouras amostradas, 35 % apresentaram-se com teores abaixo da faixa crítica e 30 % com teores acima da faixa crítica determinada para Zn nesta região (Figura 3.14).

Teores limitantes de Mn em tecidos foliares, provavelmente, advêm de lavouras cultivadas em solos deficientes deste elemento ou de solos com pH elevado (> 5,5). Os solos da região de Manhuaçu possuem pH médio de 5,0 e teor médio de Mn de 14,86 mg/dm<sup>3</sup> (MARTINEZ et al., 2000). Desta forma, a deficiência de Mn, verificada apenas no ano de alta produtividade, foi provavelmente ocasionada pelo pH do solo nesta ocasião, uma vez que os teores de Mn não foram considerados baixos pelas classes de interpretação da 5ª aproximação de Minas Gerais (CFSEMG, 1999).

Nas lavouras cafeeiras, o Zn é suprido, basicamente, via foliar; desta maneira, a ocorrência de deficiência deste nutriente é comum em lavouras não-pulverizadas ou pouco pulverizadas com este elemento.

Em lavouras de média produtividade (produtividade entre 15 a 30 sc/ha/ano), na região de Manhuaçu, observaram-se altos percentuais de lavouras com teores de nutrientes superiores às faixas críticas foliares determinadas para esta região referente aos Quadros 3.1 e 3.2. No ano de alta produtividade destacou-se alto percentual de lavouras com teores excessivos de K (50 %) e, também, alto percentual de lavouras com deficiência de B (60 %) nos tecidos foliares (Figura 3.15).

Conforme o relatado por MARTINEZ et al. (2000), os solos das lavouras cafeeiras da região de Manhuaçu apresentaram-se com altas concentrações de K, acima do nível crítico no solo, considerado adequado pela literatura.

A deficiência de B nos tecidos foliares das lavouras cafeeiras de média produtividade, pode ter sido ocasionada pela não-aplicação de adubos contendo B, via foliar ou por meio de fertilização via solo.

No ano de baixa produtividade, os maiores problemas nutricionais observados nas lavouras cafeeiras da região relacionaram-se aos micronutrientes, principalmente Fe e Mn. Das lavouras de média produtividade, 60 % apresentaram-se com teores excessivos de Fe e 50 % com excesso de Mn (Figura 3.16).

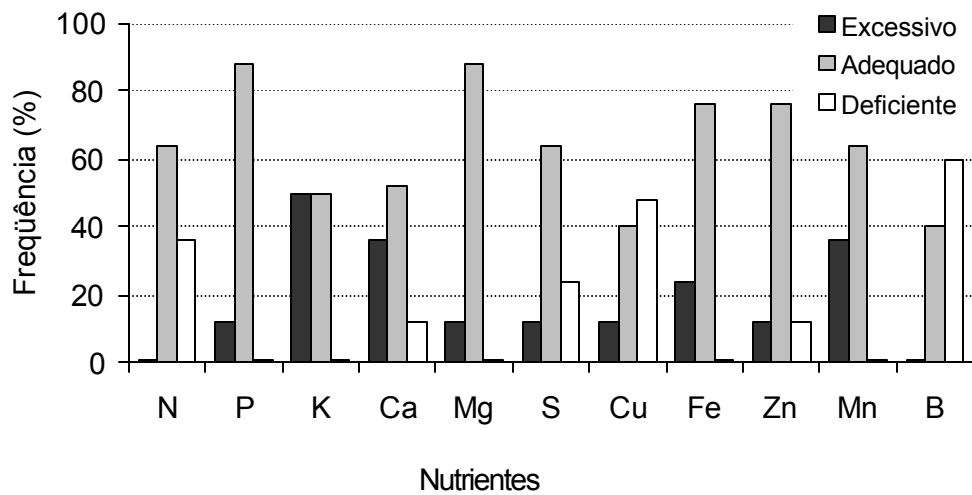


Figura 3.15 - Frequência de lavouras cafeeiras de média produtividade da região de Manhauçu com os teores de macro e micronutrientes nas folhas classificados como excessivo, adequado e deficiente pelo critério da faixa crítica determinada para o ano de alta produtividade. Cálculo com base em oito lavouras.

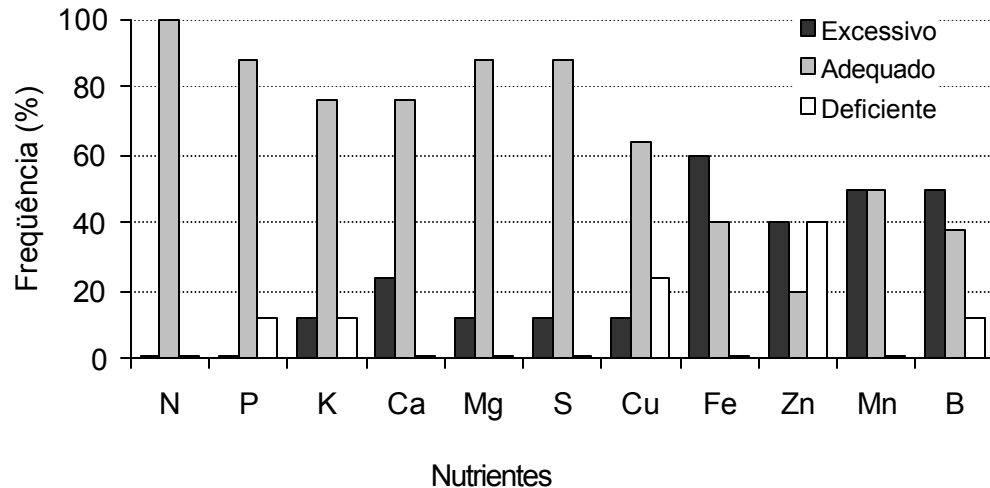


Figura 3.16 - Frequência de lavouras cafeeiras de média produtividade da região de Manhauçu com os teores de macro e micronutrientes nas folhas classificados como excessivo, adequado e deficiente pelo critério da faixa crítica determinada para o ano de baixa produtividade. Cálculo com base em oito lavouras.

Situações de acidez elevada, ou seja, solos com pH baixo, propicia alta disponibilidade desses nutrientes no solo. Sendo o pH médio do solo de 4,9, possivelmente pode ter sido o responsável pelo acúmulo de Fe e Mg nos tecidos foliares. Os teores desses elementos no solo foram elevados, de  $109,6 \text{ mg/dm}^3$  e  $42,7 \text{ mg/dm}^3$ , respectivamente (MARTINEZ et al., 2000).

Altas concentrações de K nos tecidos foliares provavelmente advêm de uma adubação excessiva no solo com adubos formulados para cafeeiros, possivelmente a formulação 15:0:20, ou pelo excesso de KCl, utilizado para a fertilização das lavouras.

Em lavouras de baixa produtividade, no ano de alta produtividade, foram observadas altas porcentagens de lavouras com teores excessivos de macro e micronutrientes nas folhas dos cafeeiros. Destacaram-se os elementos Ca, Fe e Mn como os mais problemáticos, pois aproximadamente 70% das lavouras amostradas estavam com teores desses elementos acima das faixas críticas obtidas para cafeeiro nesta região (Figura 3.17).

Excesso de Ca pode advir de aplicações de calcário. Em algumas lavouras foram aplicadas as dosagens de 500 a 600 g/cova de calcário a cada ano, independentemente de necessidades de correções, como foi verificado pelos questionários aplicados aos proprietários.

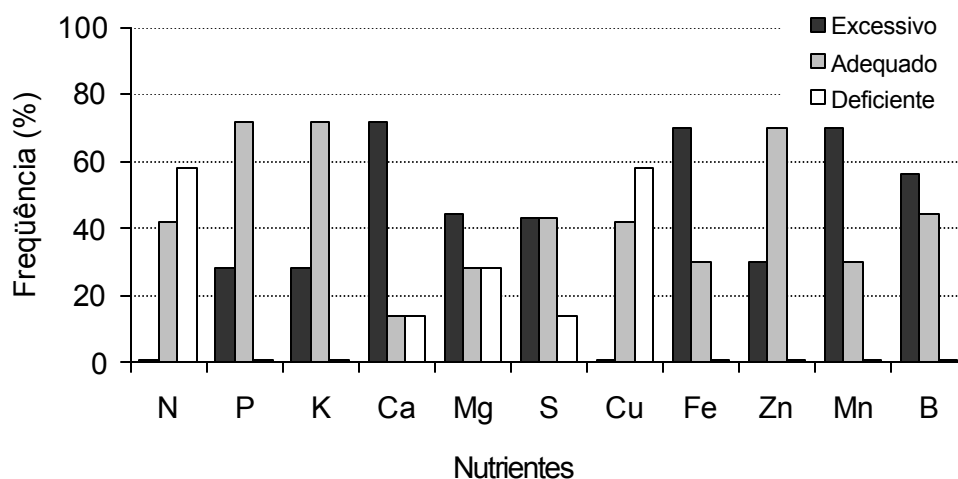


Figura 3.17 - Frequência de lavouras cafeeiras de baixa produtividade da região de Manhuaçu com os teores de macro e micronutrientes nas folhas classificados como excessivo, adequado e deficiente pelo critério da faixa crítica determinada para o ano de alta produtividade. Cálculo com base em sete lavouras.

Não apenas teores excessivos de nutrientes nos tecidos das lavouras cafeeiras de Manhuaçu foram detectados, mas também deficiência. Como por exemplo, altas porcentagens de lavouras deficientes em N, bem como de Cu, também foram observadas (Figura 3.17).

O suprimento adequado de N é importante tanto para a formação de estruturas vegetativas (folhas, caule e raízes) quanto para o florescimento e enchimento dos frutos, influenciando de maneira marcante na produtividade (TAIZ e ZEIGER, 1991). Além do mais, ressalta-se que, dentre os nutrientes minerais mais exigidos pelo cafeeiro, o N destaca-se pelas grandes quantidades nas quais é exigido pela cultura (MALAVOLTA, 1993).

A deficiência de N é facilmente corrigida, utilizando adubos nitrogenados em cobertura, destacando-se principalmente sulfato de amônio (20 % de N) e uréia (45 % de N).

Segundo relatos de MALAVOLTA (1993), teores deficientes de Cu no tecido foliar são responsáveis pelo secamento apical dos ramos, também identificado por *dieback*, comprometendo o potencial de produção da cultura. Correções dos teores de Cu nos tecidos foliares podem ser realizadas com pulverizações à base de oxiclreto ou sulfato de cobre.

Nas lavouras cafeeiras de baixa produtividade e amostradas no ano de baixa produtividade, foram observadas alta freqüência de lavouras com teores deficientes em P (70 %) e alta freqüência de lavouras com teores excessivos de B (70 %), como pode ser visualizado na Figura 3.18.

MARTINEZ et al. (2000) relatam que os teores de P no solo das lavouras em discussão também estavam abaixo das faixas críticas consideradas adequadas para o cafeeiro, fato que atribuíram ao alto teor de matéria orgânica acumulada nesses solos, cerca de 5,6 dag/kg nos primeiros 20 cm de profundidade, proporcionando um efeito tampão de P no solo.

Adição de fontes de fósforo, como superfosfato simples (18 % de  $P_2O_5$  solúvel em CNA +  $H_2O$ ) ou superfosfato triplo (41 % de  $P_2O_5$  solúvel em CNA +  $H_2O$ ), poderá corrigir estas deficiências.

Uma consideração deve ser feita em relação aos teores foliares de P. No ano de alta produtividade foram observados excesso de P e deficiência de N (Figura 3.17), e no ano de baixa produtividade observou-se a deficiência de P (Figura 3.18). Provavelmente, houve efeito de concentração

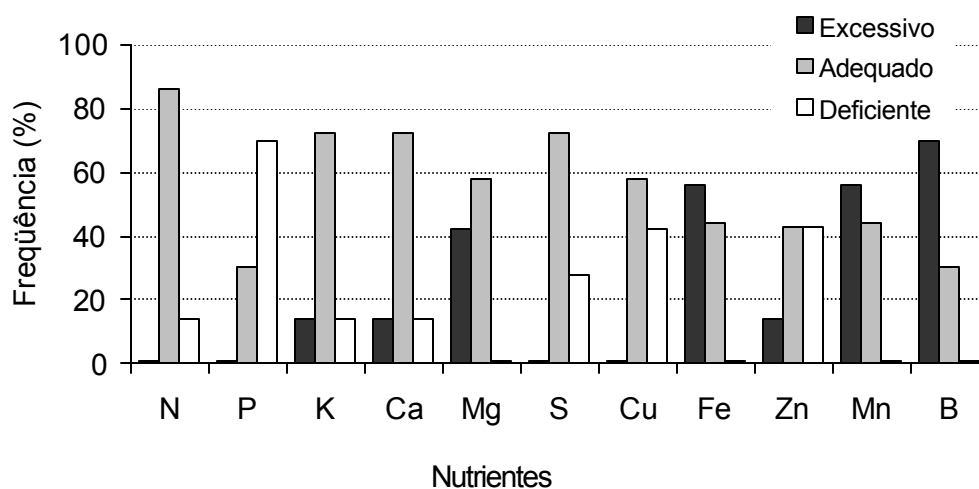


Figura 3.18 - Freqüência de lavouras cafeeiras de baixa produtividade da região de Manhuaçu com os teores de macro e micronutrientes nas folhas classificados como excessivo, adequado e deficiente pelo critério da faixa crítica determinada para o ano de baixa produtividade. Cálculo com base em sete lavouras.

de P nos tecidos foliares, pois a biomassa apresentou um menor desenvolvimento no ano de alta produtividade devido à deficiência de N.

Quando houve maior acúmulo de biomassa, no ano seguinte (ano de baixa produtividade) com N não-limitante, o P sofreu efeito de diluição, detectando-se sua deficiência nos tecidos das plantas.

Maiores frequências de lavouras de baixa produtividade com problemas nutricionais foram verificados quando estas foram comparadas às lavouras de alta produtividade. Maiores porcentagens de lavouras com teores acima das faixas críticas também foram observados em relação às porcentagens de teores abaixo das faixas críticas. Esta observação indica que o excesso de nutrientes nas folhas de cafeeiros em lavouras da região de Manhuaçu, provavelmente, contribuiu para as baixas produtividades alcançadas.

#### **3.3.4. Situação nutricional das lavouras da região de Patrocínio**

Cerca de 60 a 80 % das lavouras de alta produtividade amostradas na região de Patrocínio destacaram-se por apresentar teores dos nutrientes dentro da faixa crítica determinada, principalmente em relação aos macronutrientes (Figuras 3.19 e 3.20).

Em relação aos micronutrientes, alguns problemas nutricionais foram detectados, como, por exemplo, 45 % das lavouras amostradas de alta produtividade apresentaram-se com teores deficientes de Cu (Figura 3.19), no ano de alta produtividade.

No ano de baixa produtividade, verificou-se também alto percentual de lavouras cafeiras com teores deficientes de Cu. Das lavouras amostradas, constatou-se que 40 % estavam com teores abaixo da faixa crítica obtida para este elemento na região, que foram 15 a 25 mg/kg (Figura 3.20).

Das lavouras de média produtividade na região de Patrocínio, amostradas no ano de alta produtividade, destacaram-se os nutrientes Mg e Fe por estar com os teores nas folhas abaixo do intervalo da faixa crítica nas



folhas de cafeeiros desta região, que foram 0,36 a 0,48 mg/kg para Mg e 86 a 156 mg/kg para Fe (Figura 3.21). Observou-se que 49 % das lavouras amostradas estavam deficientes em Mg. Das 15 lavouras amostradas, oito apresentaram-se deficientes de Fe.

Teores foliares inadequados de nutrientes podem indicar a existência de um programa de fertilização impróprio para os cafeeiros. Programas de adubação que não se baseiam em análises química do solo e foliar atuais podem ocasionar problemas nutricionais nas lavouras afetando o potencial produtivo da lavoura.

Aproximadamente 50 % das lavouras cafeeiras de média produtividade, amostradas em Patrocínio no ano de baixa produtividade, apresentaram-se com teores deficientes de Cu (Figura 3.22).

Alto percentual de lavouras cafeeiras de baixa produtividade apresentou-se com teores excessivos de B, para as lavouras amostradas no ano de alta produtividade. Constatou-se que 58 % das lavouras amostradas estavam com teores acima da faixa crítica obtida para este elemento na

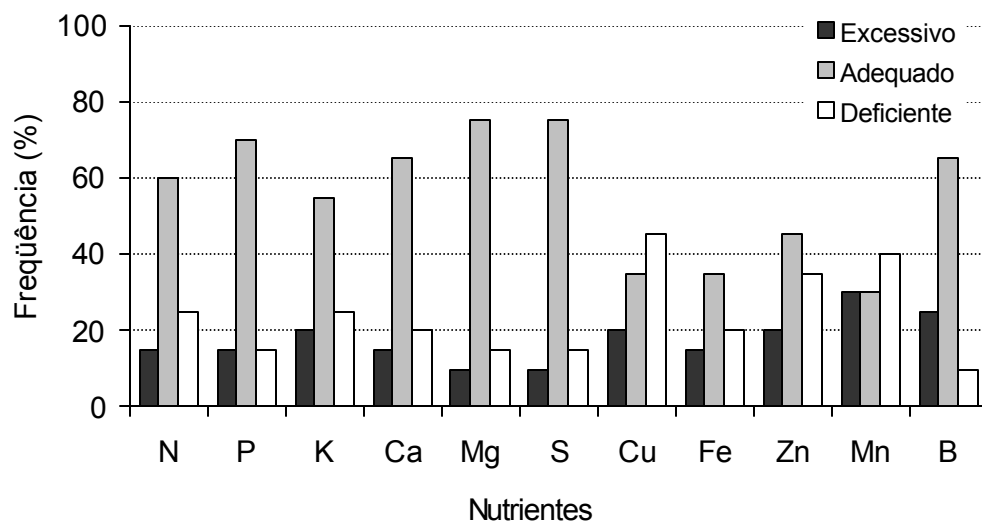


Figura 3.19 - Frequência de lavouras cafeeiras de alta produtividade da região de Patrocínio com os teores de macro e micronutrientes nas folhas classificados como excessivo, adequado e deficiente pelo critério da faixa crítica determinada para o ano de alta produtividade. Cálculo com base em 19 lavouras.

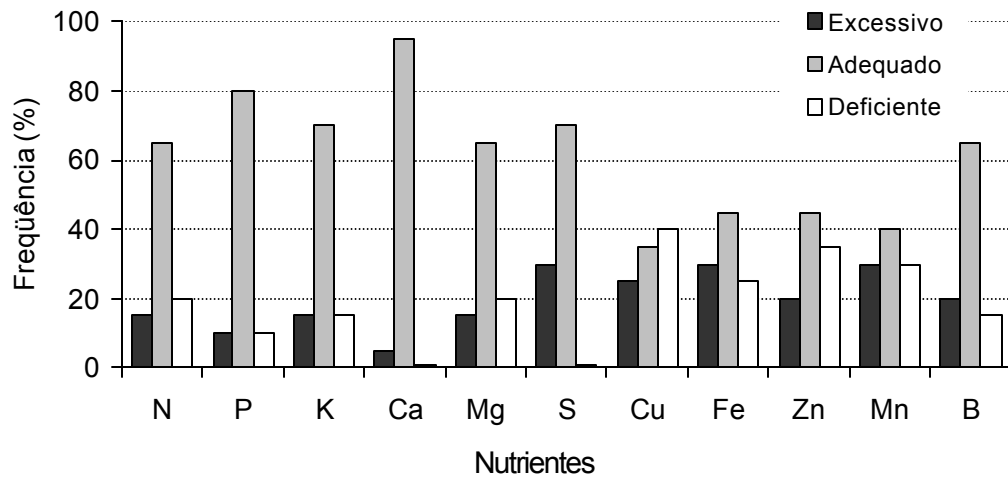


Figura 3.20 – Frequência de lavouras cafeeiras de alta produtividade da região de Patrocínio com teores de macro e micronutrientes nas folhas classificados como excessivo, adequado e deficiente pelo critério da faixa crítica determinada para o ano de baixa produtividade. Cálculo com base em 21 lavouras.

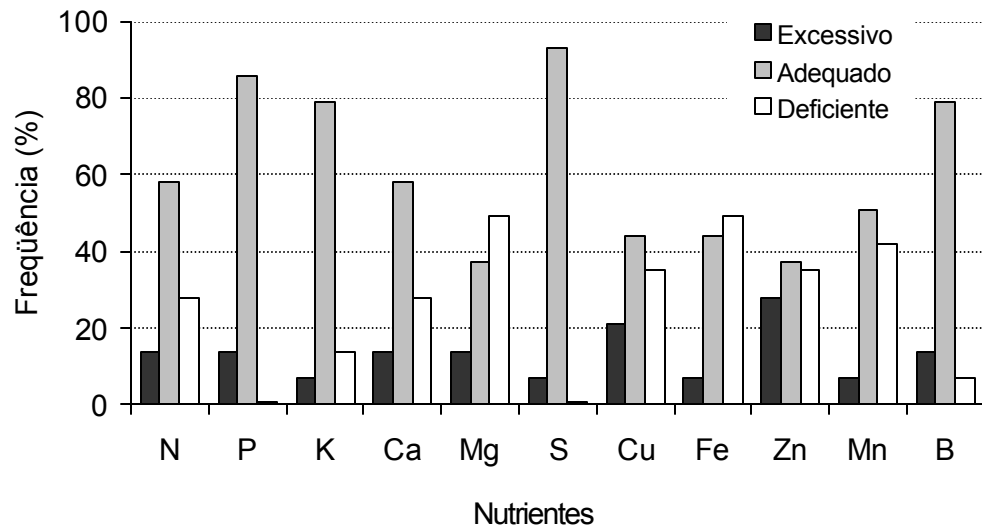


Figura 3.21 - Frequência de lavouras cafeeiras de média produtividade da região de Patrocínio com os teores de macro e micronutrientes nas folhas classificados como excessivo, adequado e deficiente pelo critério da faixa crítica determinada para o ano de alta produtividade. Cálculo com base em 15 lavouras.

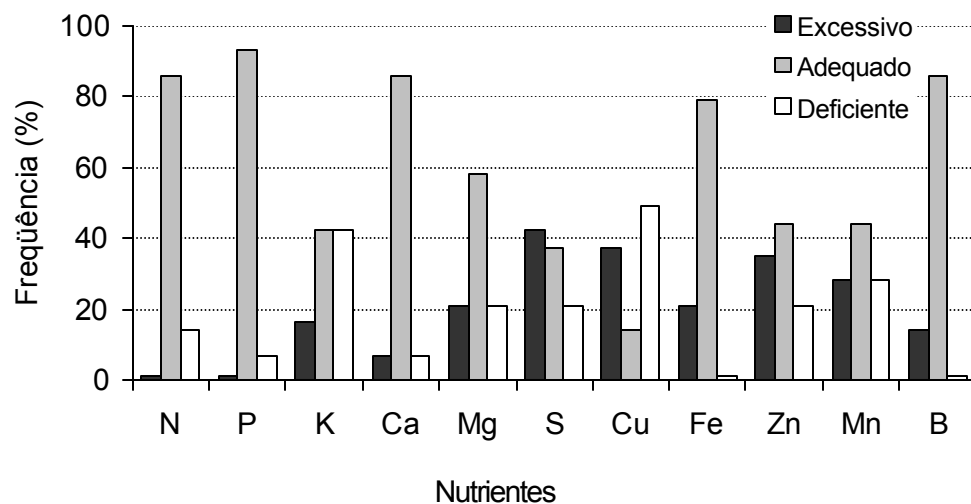


Figura 3.22 - Frequência de lavouras cafeeiras de média produtividade da região de Patrocínio com os teores de macro e micronutrientes nas folhas classificados como excessivo, adequado e deficiente pelo critério da faixa crítica determinada para o ano de baixa produtividade. Cálculo com base em 14 lavouras.

região, que foram 42 a 59 mg/kg (Figura 3.23). Nas mesmas lavouras amostradas, no ano de baixa produtividade, o nutriente mais problemático foi o Cu, pois mais de 60% das lavouras apresentaram-se com teores abaixo da faixa crítica de Cu para a região (26 a 70 mg/kg), ou seja, deficiente (Figura 3.24).

Pelas avaliações da situação nutricional, utilizando os gráficos de barra, verificou-se que o Cu foi um dos nutrientes mais problemáticos e provavelmente, o maior responsável pela baixa produtividade alcançada nas lavouras cafeeiras amostradas em Patrocínio.

A existência de um grande número de lavouras com possibilidade de a produtividade estar sendo limitada pelos baixos teores de Cu nas folhas, provavelmente, foi decorrente de baixos teores de Cu no solo (4,77 a 5,64 mg/kg nos primeiros 20 cm de profundidade, conforme relatos de MARTINEZ et al., 2000). Por outro lado, a ocorrência de lavouras com níveis excessivos de Cu, possivelmente, pode ser devida às pulverizações foliares (de três a quatro aplicações por ano e, principalmente, na época antecedente a amostragem foliar) com oxiclreto ou sulfato de cobre, sem o devido acompanhamento por meio de análises foliares.

Pela situação nutricional das lavouras de Patrocínio foram detectados maiores problemas com deficiências e excessos em lavouras com menores produtividades em relação às lavouras com maiores produtividades, confirmando que o aspecto nutricional, muitas vezes, influencia o potencial produtivo da planta.

### 3.3.5. Situação nutricional das lavouras da região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso

Na região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso, observou-se que a maioria das lavouras de alta produtividade apresentou-se com os teores dos nutrientes dentro dos valores da faixa crítica foliar determinada para a região, principalmente em relação aos macronutrientes (Figuras 3.25 e 3.26).

Nas lavouras de alta produtividade, amostradas no ano de alta produtividade, observou-se que 40% das lavouras estavam com teores de Cu acima da faixa crítica determinada para esta região, que foram 14 a

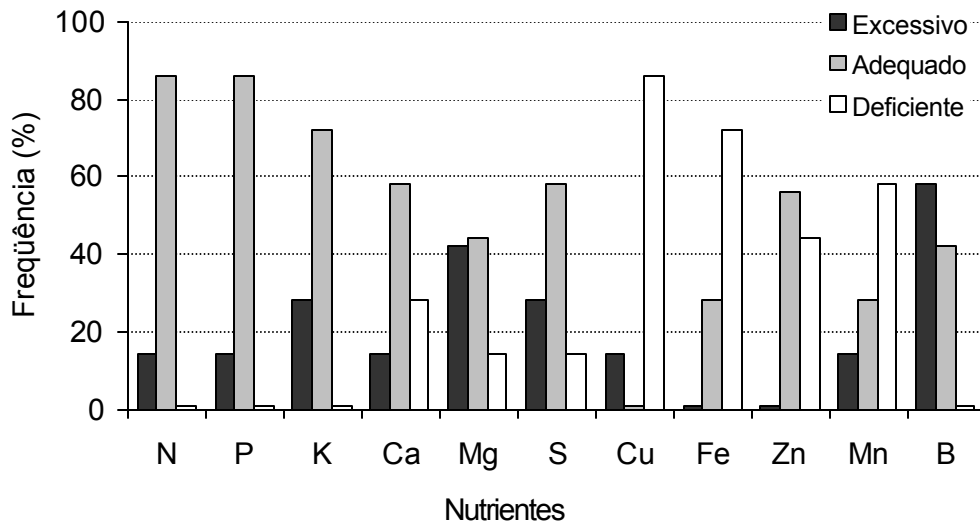


Figura 3.23 - Frequência de lavouras cafeeiras de baixa produtividade da região de Patrocínio com os teores de macro e micronutrientes nas folhas classificados como excessivo, adequado e deficiente pelo critério da faixa crítica determinada para o ano de alta produtividade. Cálculo com base em sete lavouras.

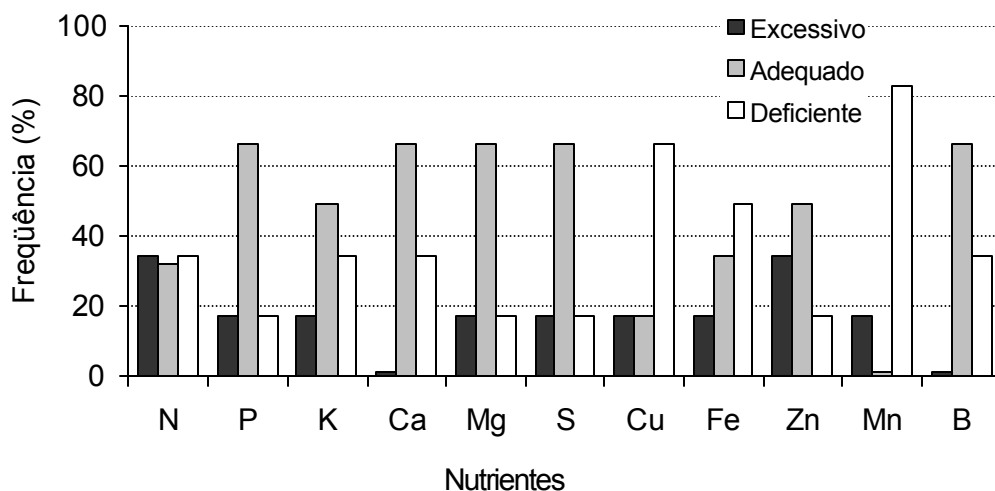


Figura 3.24 - Frequência de lavouras cafeeiras de baixa produtividade da região de Patrocínio com os teores de macro e micronutrientes nas folhas classificados como excessivo, adequado e deficiente pelo critério da faixa crítica determinada para o ano de baixa produtividade. Cálculo com base em seis lavouras.

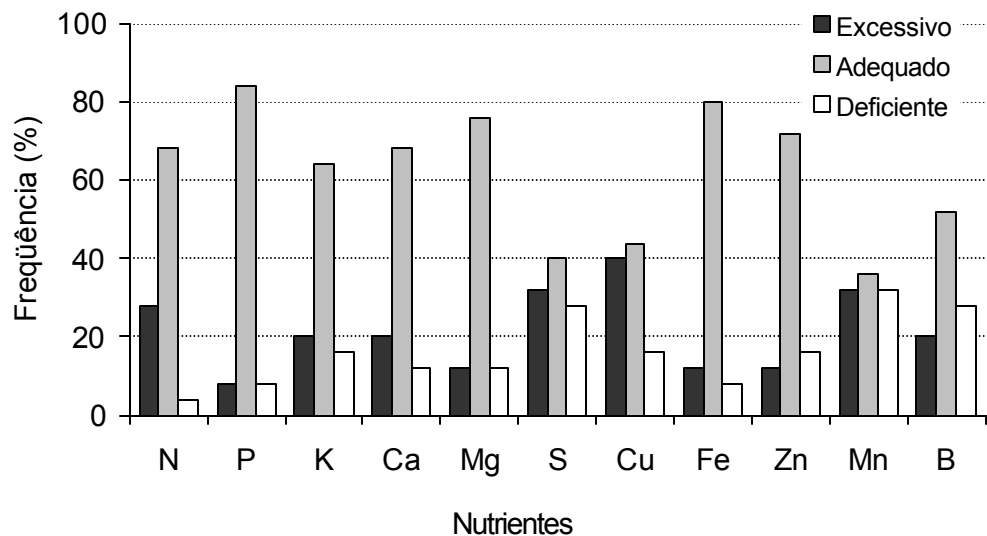


Figura 3.25 - Frequência de lavouras cafeeiras de alta produtividade da região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso com os teores de macro e micronutrientes nas folhas classificados como excessivo, adequado e deficiente pelo critério da faixa crítica determinada para o ano de alta produtividade. Cálculo com base em 23 lavouras.

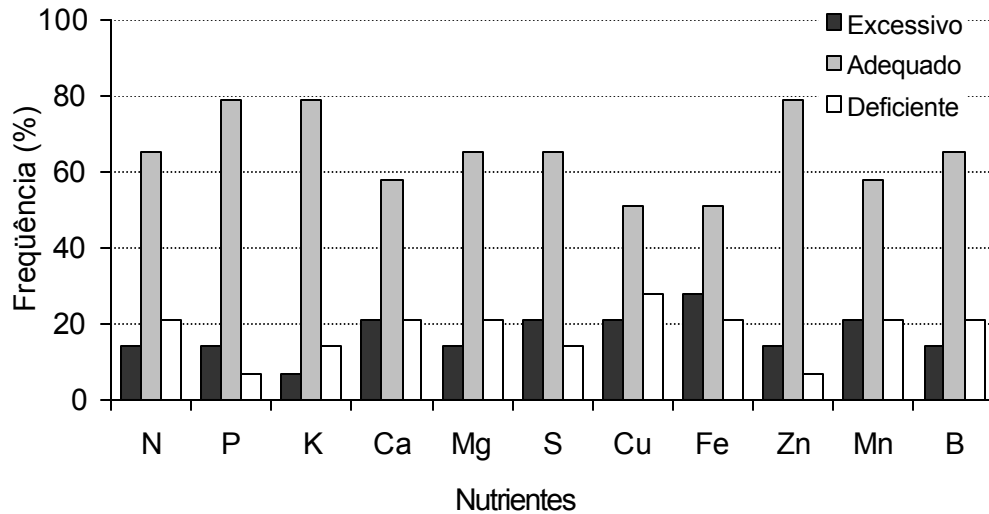


Figura 3.26 - Frequência de lavouras cafeeiras de alta produtividade da região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso com os teores de macro e micronutrientes nas folhas classificados como excessivo, adequado e deficiente pelo critério da faixa crítica determinada para o ano de baixa produtividade. Cálculo com base em 15 lavouras.

26 mg/kg, o que indica haver excesso de Cu nos tecidos foliares. Observou-se, também, 35 % das lavouras com teores excessivos de S (Figura 3.25). No ano de baixa produtividade, os nutrientes que se destacaram como os mais problemáticos nestas lavouras amostradas foram: Cu, por deficiência, e Fe, por excesso (Figura 3.26), em ambas as situações com 28 % das lavouras.

Teor deficiente ou excessivo de algum nutriente nos tecidos foliares implica comprometimento do potencial produtivo da cultura (MALAVOLTA et al., 1997), mesmo em lavouras de alta produtividade. Pelos resultados dos gráficos de barra, apontou-se o Cu como sendo o nutriente que mais comprometeu a produtividade, independentemente do ano amostrado, se ano de alta ou baixa produtividade, nas lavouras de alta produtividade da região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso.

Baixos teores de Cu nas folhas, possivelmente, podem ser decorrentes dos baixos teores de Cu no solo. Por outro lado, a ocorrência de lavouras com níveis excessivos de Cu, provavelmente, pode ter sido ocasionada por aplicações excessivas de fungicidas cúpricos em pulverizações foliares (de três a quatro aplicações por ano e, principalmente, na época antecedente a amostragem foliar).

Nas lavouras de média produtividade, na região Guaxupé e São Sebastião do Paraíso, amostradas no ano de alta produtividade, observou-se que muitos nutrientes apresentaram-se fora das faixas críticas foliares determinadas para cafeeiros desta região. Destacaram-se os nutrientes Mg e Mn como os contribuintes da baixa produtividade. Das 19 lavouras amostradas, aproximadamente 25 % estavam com teores deficientes e 25 % com teores excessivos de Mg. Em relação ao Mn, 30 % das lavouras apresentaram-se com deficiência nutricional de Mn, 25 % com teores excessivos e 45 % com teores dentro da faixa crítica, que foram 102 a 175 mg/kg (Figura 3.27).

No ano amostrado de baixa produtividade verificou-se alto percentual de lavouras com problemas nutricionais, destacando-se principalmente o Mg. Das lavouras amostradas, 70 % apresentaram-se com teores foliares abaixo da faixa crítica para este nutriente, que foram 0,35 a 0,53 dag/kg (Figura 3.28).

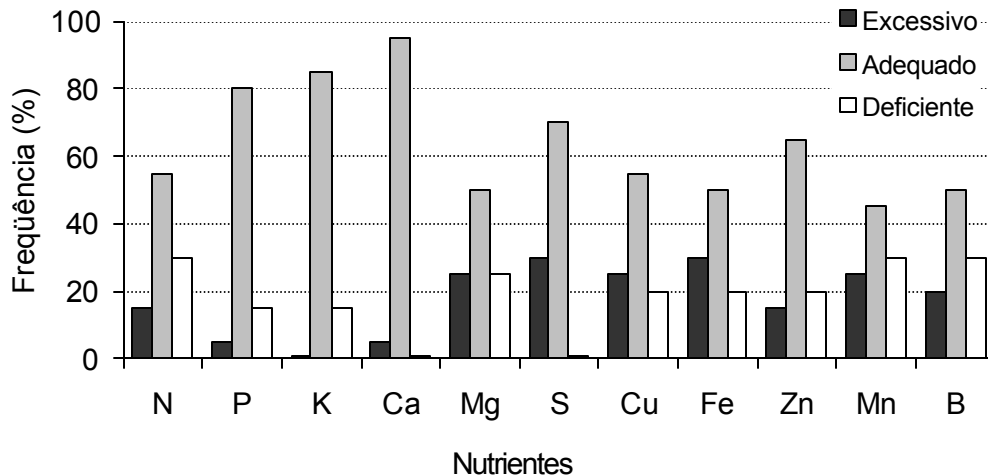


Figura 3.27 - Freqüência de lavouras cafeeiras de média produtividade da região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso com os teores de macro e micronutrientes nas folhas classificados como excessivo, adequado e deficiente pelo critério da faixa crítica determinada para o ano de alta produtividade. Cálculo com base em 19 lavouras.

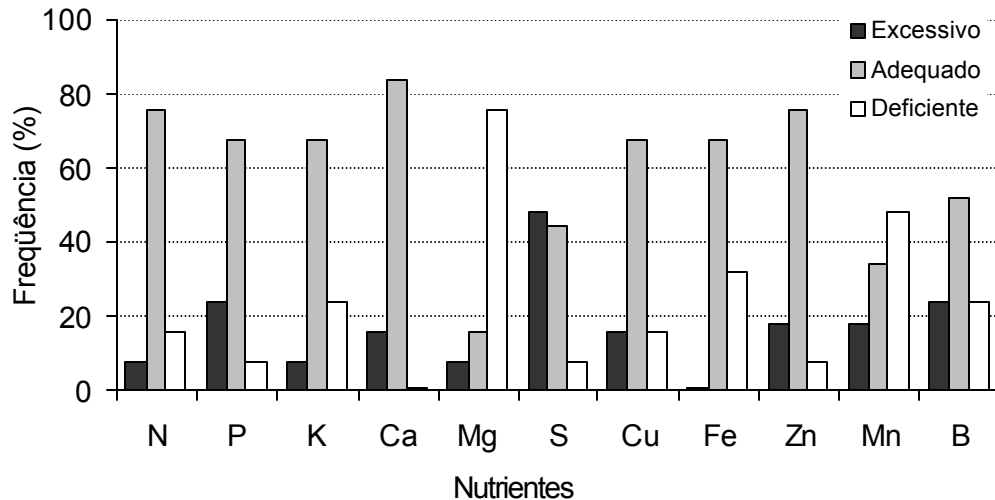


Figura 3.28 - Frequência de lavouras cafeeiras de média produtividade da região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso com os teores de macro e micronutrientes nas folhas classificados como excessivo, adequado e deficiente pelo critério da faixa crítica determinada para o ano de baixa produtividade. Cálculo com base em 12 lavouras.

O Mg é componente integrante da molécula de clorofila e, desta forma, participa ativamente do processo fotossintético da planta e da síntese de proteínas (MARSCHNER, 1995). Conseqüentemente, a deficiência de Mg acarreta perda do potencial produtivo da planta. De modo geral, o uso de calcário dolomítico garante um suprimento adequado de Mg, porém, segundo MALAVOLTA (1993), a correção da deficiência aguda de Mg nas culturas pode ser feita por meio da aplicação foliar, comumente como  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  em solução de 1 a 2 dag/L. Outro ponto a considerar é a possibilidade de adubações pesadas com K estarem gerando a carência de Mg.

Avaliando nutricionalmente as lavouras de baixa produtividade da região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso, detectaram-se altas porcentagens de lavouras com problemas nutricionais. Das lavouras amostradas, 100 % estavam deficientes em N e 70 % com deficiência em B, no ano de alta produtividade (Figura 3.29).

Para o ano de baixa produtividade verificou-se, pelos gráficos de barra, a ocorrência de muitos nutrientes com os teores foliares fora da faixa crítica foliar considerada adequada. O nutriente N destacou-se por estar



deficiente em aproximadamente 80 % das lavouras nesta região (Figura 3.30).

Embora as plantas amostradas não apresentassem sintomas visuais de deficiência de N e Mg, as deficiências destes nutrientes foram evidentes na maioria das lavouras. As deficiências de N e Mg comprometeram intensamente a produtividade, pois ambos os nutrientes fazem parte da formação de estruturas vegetativas e reprodutivas da planta (MARSCHNER, 1995).

Deficiências de N são facilmente corrigidas com adubações nitrogenadas, como sulfato de amônio (20 % de N) ou uréia (45 % de N), e deficiência de Mg, com calcário dolomítico, de acordo com as necessidades das lavouras.

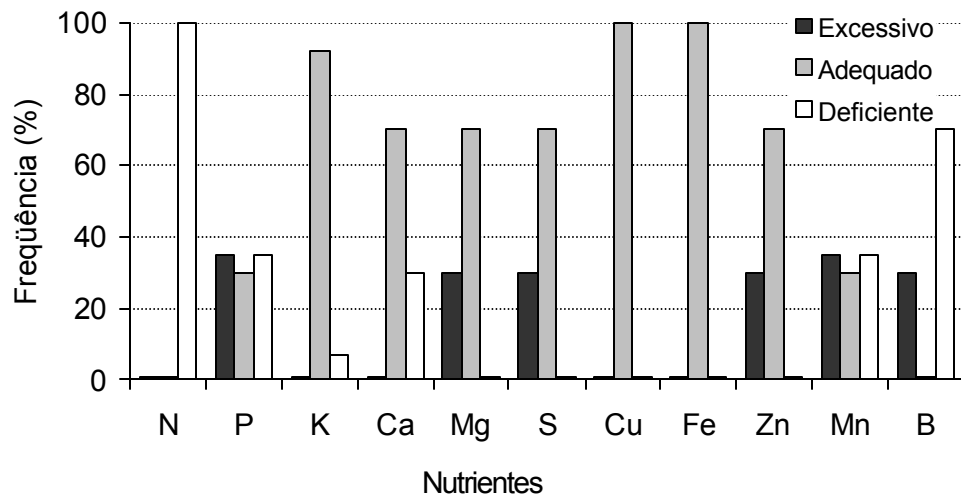


Figura 3.29 - Frequência de lavouras cafeeiras de baixa produtividade da região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso com os teores de macro e micronutrientes nas folhas classificados como excessivo, adequado e deficiente pelo critério da faixa crítica determinada para o ano de alta produtividade. Cálculo com base em duas lavouras.

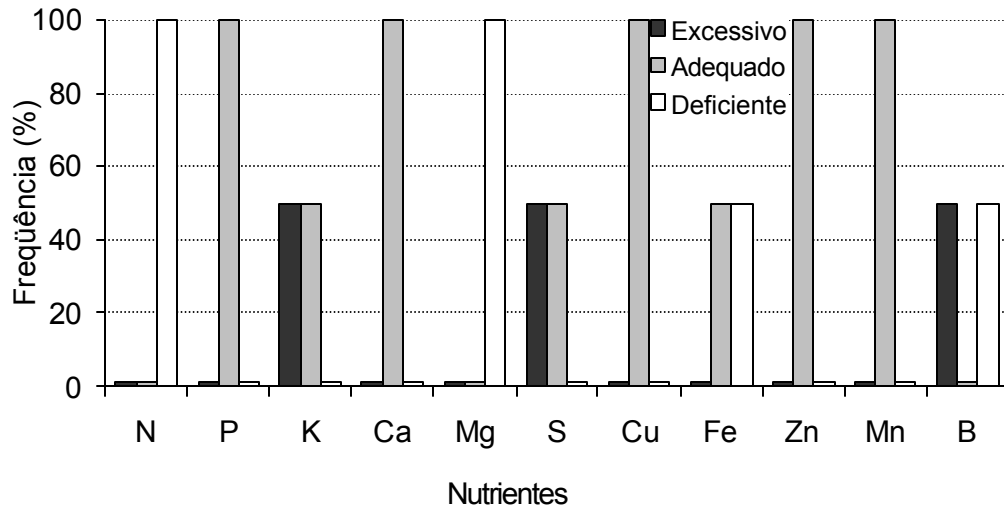


Figura 3.30 - Frequência de lavouras cafeeiras de baixa produtividade da região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso com os teores de macro e micronutrientes nas folhas classificados como excessivo, adequado e deficiente pelo critério da faixa crítica determinada para o ano de baixa produtividade. Cálculo com base em duas lavouras.

O suprimento de B nos cafeeiros faz-se por meio de adubações com ácido bórico ou bórax. A deficiência de B nos tecidos foliares indica baixo suprimento deste elemento nas plantas. O excesso de B, possivelmente pode ser devido à aplicação demasiada de fertilizantes contendo B. Na avaliação dos questionários, verificou-se que em algumas propriedades o B foi aplicado via foliar em até quatro vezes, principalmente após as primeiras chuvas, ocasião que antecede a amostragem foliar.

Segundo relatos de MATIELLO e CARVALHO (1983), o excesso de B provoca a queda prematura das folhas, e a diminuição da área foliar poderá prejudicar o enchimento dos grãos de café e, conseqüentemente, a produtividade.

Um levantamento nutricional das lavouras do Sul de Minas, semelhante ao presente trabalho, foi realizado por REIS JR. et al. (2000), no qual foram amostradas 75 lavouras. Os autores sugeriram que K, Mg e Zn seriam os nutrientes mais limitantes daquelas lavouras, embora não tenha sido mencionada qual era a produtividade das lavouras utilizadas para a diagnose.

Uma ressalva deve ser lembrada quanto à utilização de produtos fitossanitários. Muitos produtos fitossanitários têm como princípio ativo metais como Cu, Zn e Mn. LOPES (1999) chamou a atenção para o fato de que não apenas as adubações foliares, mas também as pulverizações com fungicidas e, ou, inseticidas contribuirão para a adição destes elementos à planta. Quando aplicados em doses adequadas, podem contribuir para a correção total ou parcial de possíveis deficiências, mas se utilizados inadequadamente podem provocar excesso desses nutrientes e até a fitotoxidez nos tecidos foliares.

### 3.3.6. Situação nutricional das lavouras da região de Viçosa

Avaliando a situação nutricional das lavouras de alta produtividade da região de Viçosa, constatou-se que 45% das lavouras amostradas apresentaram-se com teores deficientes em Ca (Figura 3.31), no ano de alta produtividade. Mas, no ano de baixa produtividade, a maioria das lavouras

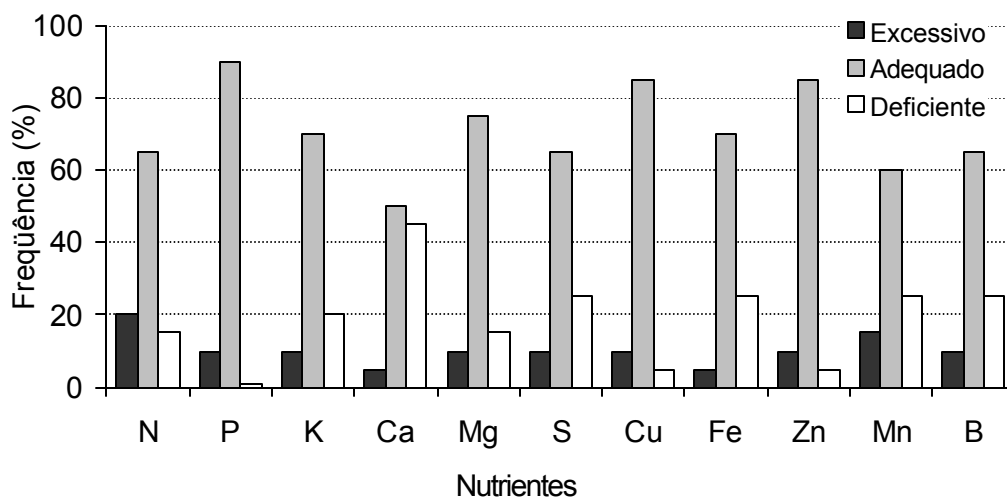


Figura 3.31 - Frequência de lavouras cafejeiras de alta produtividade da região de Viçosa com os teores de macro e micronutrientes nas folhas classificados como excessivo, adequado e deficiente pelo critério da faixa crítica determinada para o ano de alta produtividade. Cálculo com base em 19 lavouras.

cafeiras apresentou os teores foliares dentro da faixa crítica adequada, tanto para os macronutrientes como para os micronutrientes nas folhas dos cafeeiros da região (Figura 3.32).

A correção da deficiência de Ca nas culturas pode ser ajustada com aplicação de calcário ao solo, tomando-se por base as análises do solo para o cálculo da dose apropriada.

Para as lavouras em discussão, os teores de Ca no solo estavam na faixa de 1,02 a 3,74 cmol/dm<sup>3</sup>, segundo o referido por MARTINEZ et al. (2000), considerada abaixo da faixa boa para o cafeeiro, de acordo com 5ª aproximação (CFSEMG, 1999).

Nas lavouras de média produtividade em Viçosa, amostradas no ano de alta produtividade, observou-se um elevado percentual de lavouras deficientes em Ca (56 %) e B (58 %), conforme ilustra a Figura 3.33. No ano de baixa produtividade, destacaram-se as deficiências de Mg e Fe, pelo maior percentual de lavouras abaixo da faixa crítica foliar correspondentes aos valores 1,10 a 1,20 dag/kg e 54 a 72 mg/kg, respectivamente (Figura 3.34).

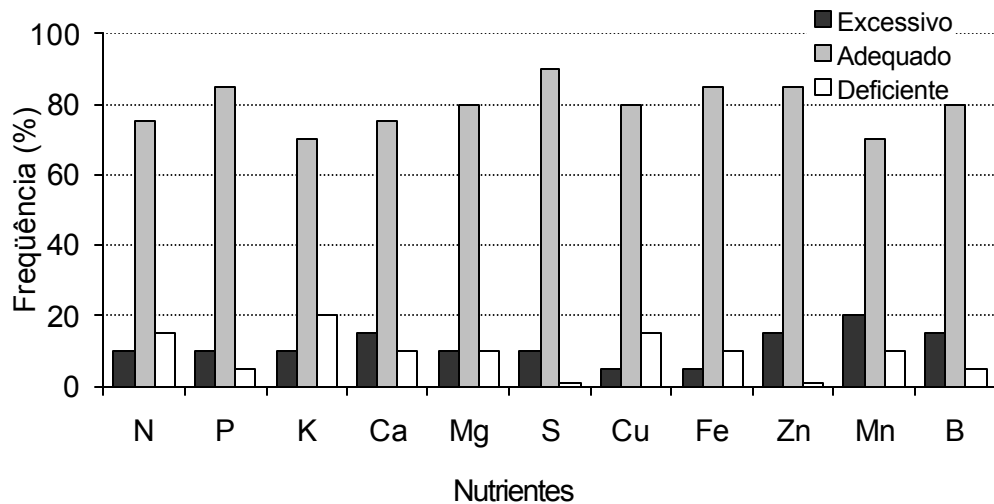


Figura 3.32 - Freqüência de lavouras cafeeiras de alta produtividade da região de Viçosa com os teores de macro e micronutrientes nas folhas classificados como excessivo, adequado e deficiente pelo critério da faixa crítica determinada para o ano de baixa produtividade. Cálculo base em 19 lavouras.

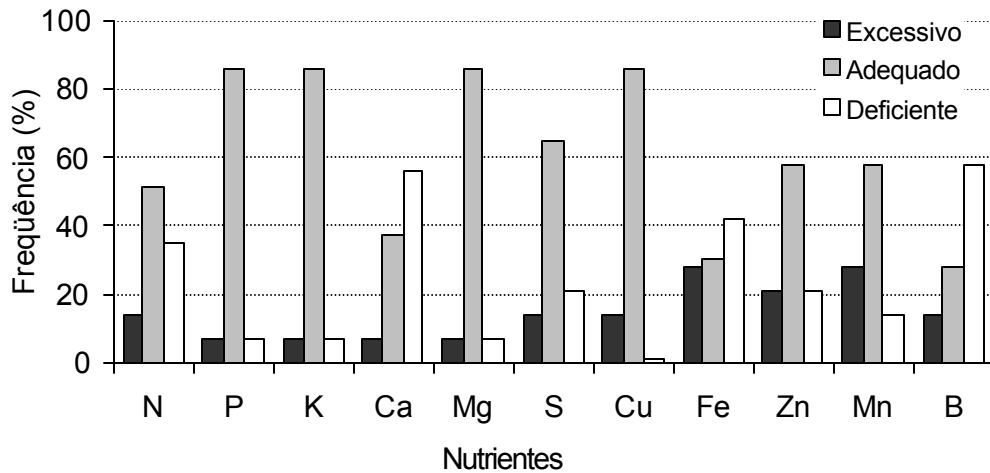


Figura 3.33 - Frequência de lavouras cafeeiras de média produtividade da região de Viçosa com os teores de macro e micronutrientes nas folhas classificados como excessivo, adequado e deficiente pelo critério da faixa crítica determinada para o ano de alta produtividade. Cálculo com base em 15 lavouras.

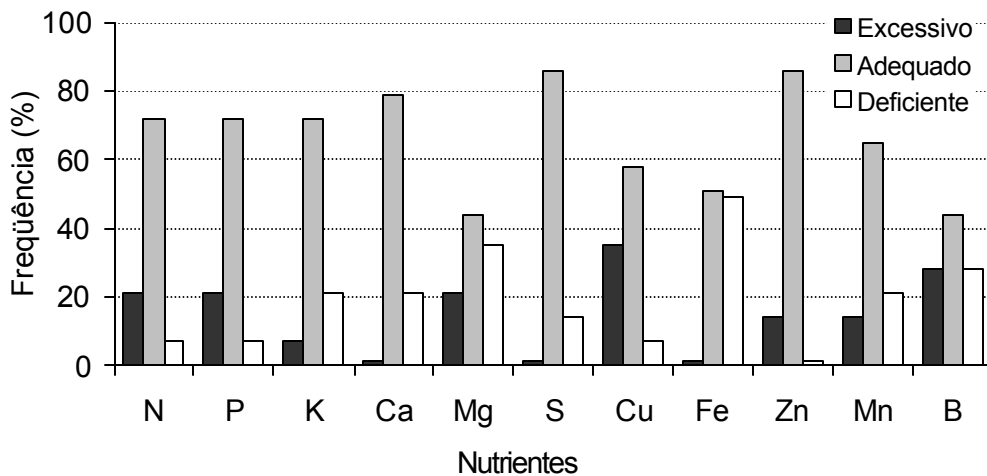


Figura 3.34 - Frequência de lavouras cafeeiras de média produtividade da região de Viçosa com os teores de macro e micronutrientes nas folhas classificados como excessivo, adequado e deficiente pelo critério da faixa crítica determinada para o ano de baixa produtividade. Cálculo com base em 15 lavouras.

Nas lavouras cafeeiras de baixa produtividade, 100 % apresentaram-se com teor deficiente em Zn e 72 % em K, nas lavouras amostradas no ano de alta produtividade (Figura 3.35). No ano de baixa produtividade constatou-se que das lavouras amostradas 43 % estavam com teores abaixo das faixas críticas obtidas para K (Figura 3.36).

O K, após o N, é o nutriente mais exigido quantitativamente pelos cafeeiros (MALAVOLTA, 1993), conseqüentemente sua deficiência influenciará de maneira marcante o potencial produtivo da cultura. A deficiência de K poderá ser corrigida com aplicação de KCl, mas com base em análises foliares e de solo, dependendo da lavoura em questão.

Baixos teores foliares de Zn afetam a produção dos frutos, talvez devido ao papel fundamental que o Zn exerce, especificamente para a geminação do tubo polínico (Sharma et al., 1987, citados por RENA e FÁVARO, 2000).

O Zn é um dos nutrientes mais limitantes à produção de café no Brasil, pois é baixa a disponibilidade deste nutriente nos solos, de acordo com as observações de Franco e Mendes (1995), Silva (1979), Guimarães et al. (1983) e Malavolta et al. (1983), citados por RENA e FÁVARO (2000).

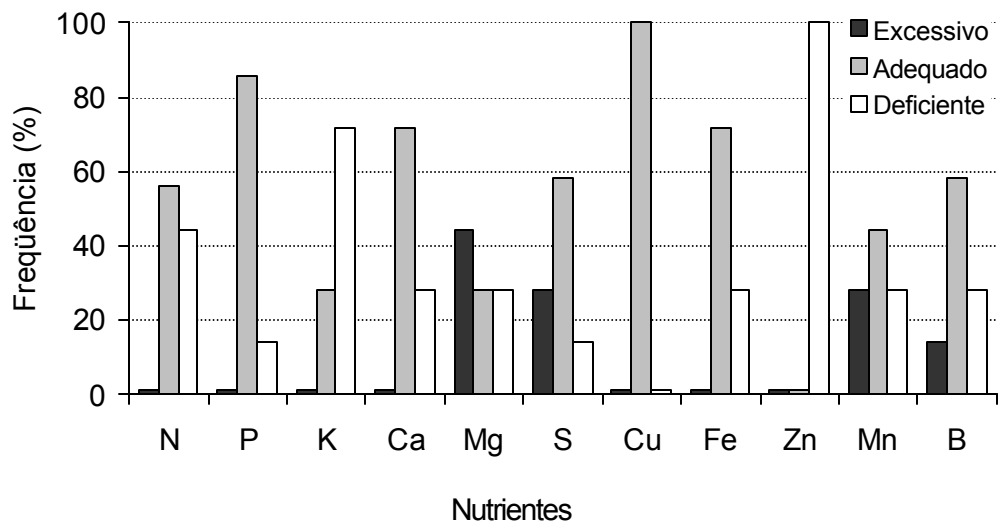


Figura 3.35 - Frequência de lavouras cafeeiras de baixa produtividade da região de Viçosa com os teores de macro e micronutrientes nas folhas classificados como excessivo, adequado e

deficiente pelo critério da faixa crítica determinada para o ano de alta produtividade. Cálculo com base em sete lavouras.

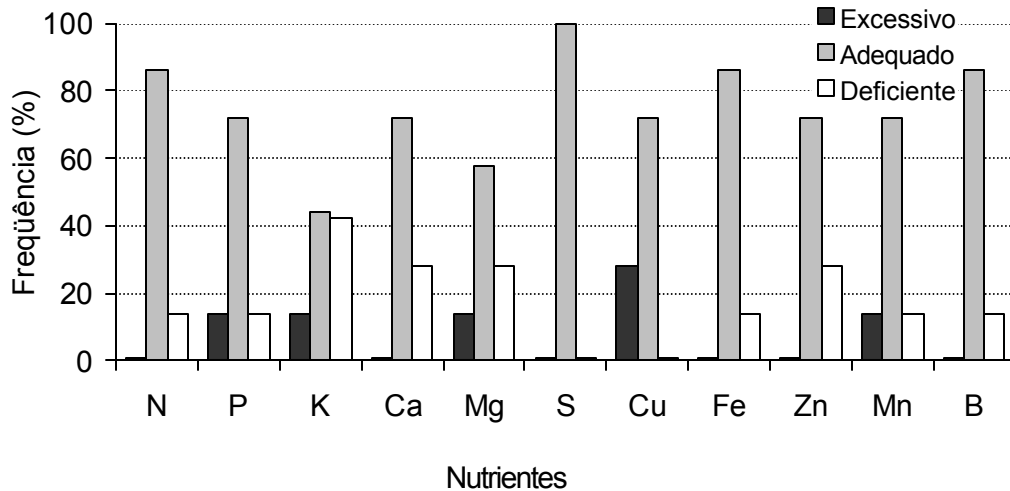


Figura 3.36 - Frequência de lavouras cafeeiras de baixa produtividade da região de Viçosa com os teores de macro e micronutrientes nas folhas classificados como excessivo, adequado e deficiente pelo critério da faixa crítica (ano de baixa produtividade). Cálculo com base em sete lavouras.

Como fonte de Zn, estes autores recomendam  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  a 2,5 g/L, sendo a via foliar recomendada para solos argilosos e via solo para os arenosos.

As deficiências de micronutrientes poderão ser corrigidas com aplicações foliares, mas nem sempre esta deficiência significa ausência no solo, e sim o efeito do pH elevado do solo. Da mesma forma, o excesso de micronutrientes pode dever-se a solos com pH baixo.

Pelos gráficos de barra representando a situação nutricional das lavouras amostradas em Viçosa, constatou-se que quanto menor a produtividade das lavouras maior o número e, ou, o percentual de lavouras com os nutrientes foliares fora da faixa crítica adequada para a região. Observando-se os gráficos constatou-se que as lavouras mais produtivas apresentaram menores problemas nutricionais que aquelas com menores produtividades.

### **3.4. CONCLUSÕES**

- A situação nutricional das lavouras cafeeiras diferiu de acordo com a região cafeeira e com o ano amostrado.



- As faixas críticas dos teores dos nutrientes em folhas de cafeeiro, para uma mesma região, foram semelhantes independentemente do ciclo bianual de produtividade do cafeeiro, à exceção do B, que em Manhuaçu apresentou faixas críticas diferentes para os anos de alta e baixa produtividade.

- As faixas críticas dos teores foliares dos nutrientes foram semelhantes entre as regiões cafeeiras estudadas, exceto para P, cuja faixa crítica para a região de Manhuaçu diferiu da encontrada para a região de Patrocínio no ano de alta produtividade.

- A maioria das lavouras de alta produtividade da região de Manhuaçu apresentou-se deficiente em Mn, no ano de alta produtividade. No ano de baixa produtividade, o Zn foi o nutriente com maior porcentual de lavouras fora da faixa crítica foliar.

- Nas lavouras de média produtividade da região de Manhuaçu, as lavouras estavam com teores excessivos de K, no ano de alta produtividade. A deficiência de B destacou-se na maioria das lavouras no ano de baixa produtividade.

- O Ca e o B foram considerados os nutrientes mais problemáticos, por excesso, nas lavouras de baixa produtividade em Manhuaçu, no ano de alta e baixa produtividade.

- Na região de Patrocínio, a deficiência de Cu foi constatada em grande parte das lavouras de alta produtividade, independentemente do ano amostrado.

- Nas lavouras de média produtividade da região de Patrocínio, a deficiência de Mg foi verificada na maioria das lavouras no ano de alta produtividade. No ano de baixa produtividade, verificou-se alta porcentagem de lavouras deficientes em Cu.

- O excesso de B, no ano de alta produtividade, e a deficiência de Mn, no ano de alta produtividade, foram os principais problemas nutricionais constatados nas lavouras de baixa produtividade em Patrocínio.

- O Cu e o S, por excesso, no ano de alta produtividade, e a deficiência de Cu, no ano de baixa produtividade, foram os fatores mais limitantes da produtividade das lavouras cafeeiras de alta produtividade na região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso.

- Nas lavouras de média produtividade, amostradas em Guaxupé e São Sebastião do Paraíso, destacou-se alta incidência de deficiência de Mg. Nas lavouras de baixa produtividade, o maior problema nutricional verificado foi a deficiência de N.

- A deficiência de Ca foi indicada como a mais limitante do desenvolvimento e da produtividade das lavouras cafeeiras de alta e média produtividade, amostradas no ano de alta produtividade, na região de Viçosa.

- O Zn e o K, por deficiência, foram os nutrientes mais limitantes da produtividade das lavouras de baixa produtividade na região de Viçosa.

## **4. CAPÍTULO 2**

### **ESTABELECIMENTO DAS NORMAS DRIS EM CAFEEIROS DE MINAS GERAIS**

#### **4.1. INTRODUÇÃO**

Aproximadamente 2,5 milhões de hectares no Brasil são cultivados com cafeeiros. Deste total, cerca de aproximadamente 55 % localizam-se em Minas Gerais, onde a cultura é considerada uma das principais fontes de renda (OLIVEIRA e ALVES, 2001).

A produção média anual brasileira é de aproximadamente 25 milhões de sacas beneficiadas (25 % do total mundial), com média de 13 sacas beneficiadas por hectare. Embora o Estado tenha a maior área e a maior produção do País, apresenta, entretanto, grande porcentagem de lavouras de baixa produtividade, devido, em grande parte, à existência de problemas nutricionais.

Seria oportuno implementar em Minas Gerais a avaliação do estado nutricional dos cafeeiros utilizando-se a análise foliar, a fim de refinar os programas de adubação e, conseqüentemente, aumentar a produtividade das lavouras. Desta forma, foram selecionadas regiões representativas da cafeicultura do estado de Minas Gerais (cerrado, Sul de Minas e Zona da Mata), mas distintas em termos de manejo, clima e solo, para o estabelecimento de normas para aplicação do DRIS.

O levantamento do estado nutricional de determinada cultura pode ser realizado por meio de análise química das folhas de uma população de plantas, interpretando-se os resultados com o uso de vários métodos. Dentre os mais utilizados, destaca-se o Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS). Entretanto, tem sido observado que a sensibilidade da técnica depende, em grande parte, do número de observações coletadas e da experiência do pesquisador em selecionar as populações de alta produtividade (LETZSCH e SUMNER, 1984).

O DRIS, método inicialmente desenvolvido por BEAUFILS (1973), é um sistema de interpretação de resultados de análises de tecido vegetal. Este método baseia-se no cálculo de um índice para cada nutriente, considerando sua relação dois a dois com os demais. O seu fundamento consiste em comparar as razões entre cada par de nutrientes, analisados no tecido de interesse, com “normas” preestabelecidas a partir de uma população de referência (BATAGLIA e SANTOS, 1990).

É recomendado que o banco de dados contenha um número elevado de lavouras amostradas para determinação das normas DRIS, e que pelo menos 10 % das observações sejam de lavouras com alta produtividade.

O estabelecimento das normas, ou valores padrões, é o primeiro passo para a interpretação dos índices DRIS (WALWORTH e SUMNER, 1987). Para estabelecer as normas DRIS, é necessário criar um banco de dados contendo informações que relacionam teores de nutrientes nas folhas com as produtividades. A partir deste banco de dados são calculados os seguintes parâmetros: médias, desvio-padrão e coeficiente de variação de todas as relações, dois a dois, entre os teores de nutrientes.

De acordo com MORENO et al. (1996), o DRIS tem sido uma técnica de diagnóstico confiável para determinação do requerimento nutricional, independentemente de mudanças no método ou na época de amostragem foliar. Da mesma forma, SNYDER et al. (1989) mencionaram a possibilidade de existir relações específicas entre nutrientes que promovem o máximo desempenho da cultura, e que estas relações são afetadas de forma mínima, independentemente de condições locais, como solo e clima. Entretanto, para BATAGLIA e SANTOS (1990), DARA et al. (1992) e REIS JR. (1999), existem diferenças entre as normas geradas a partir de

populações e localidades distintas. Estes resultados demonstram que as normas DRIS dependem, de certa forma, das condições locais ou da época de amostragem. Assim, a padronização das normas DRIS para todas as condições e locais é questionável.

Com base no exposto, os objetivos do trabalho foram desenvolver normas DRIS para *Coffea arabica*, em regiões distintas de Minas Gerais, e verificar a sua adequação em avaliar o estado nutricional de cafeeiros nos anos de alta e baixa produtividades.

## **4.2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.2.1. Obtenção dos dados**

Os dados foram obtidos conforme o Material e Métodos descrito no Capítulo 1.

### **4.2.2. Obtenção das normas DRIS**

Os resultados das análises foliares foram submetidos ao teste de normalidade e usados no cálculo de normas para a aplicação do DRIS, conforme as metodologias propostas por BEAUFILS (1973) e ALVAREZ V. e LEITE (1999).

A partir do critério de produtividade, a população de cada região foi dividida em duas subpopulações: subpopulação (A), que consistiu de lavouras de alta produtividade ( $\geq 30$  sc/ha/ano de café beneficiado), e subpopulação (B), constituída de lavouras de média e baixa produtividades ( $< 30$  sc/ha/ano de café beneficiado). Esta divisão em subpopulações foi calculada com base nos valores médios de produtividades dos dois anos.

As normas DRIS foram calculadas a partir da subpopulação de alta produtividade para as regiões estudadas de Minas Gerais (Manhuaçu, Patrocínio, Guaxupé e São Sebastião do Paraíso e Viçosa). Os cálculos foram realizados para o ano de alta e de baixa produtividade.

Para a população de alta produtividade, procedeu-se ao cálculo das relações diretas e inversas entre os teores dos nutrientes, dois a dois. O número de relações possíveis (NR) é obtido pela seguinte equação:

$$NR = n(n - 1)$$

em que

n = número de nutrientes em estudo. Se n = 11 (N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, Mn e B); NR = 110, sendo metade relações diretas e metade relações inversas.

Relação direta é aquela em que o nutriente em questão aparece no numerador (N/P) e relação inversa é aquela em que o nutriente em questão aparece no denominador (P/N).

Para o estabelecimento das normas, foram calculados a média, o desvio-padrão e o coeficiente de variação (CV) dos valores de todas as possíveis relações dos teores dos nutrientes, dois a dois, tanto diretas como inversas.

Todas as relações entre os teores dos nutrientes, dois a dois, foram incluídas na obtenção das normas, utilizando-se o método II de JONES (WADT, 1996), sem excluir nenhuma relação pelo teste F.

#### **4.2.3. Comparações entre normas DRIS**

Para avaliar se as diferenças observadas nas normas DRIS (média, desvio-padrão e coeficiente de variação) entre as regiões estudadas e entre os anos de alta e baixa produtividade foram significativas, utilizou-se o intervalo de confiança das médias, calculado de acordo com a seguinte expressão:

$$IC = \bar{y} \pm t_{\alpha} S \bar{y}$$

em que

IC = intervalo de confiança;

$\bar{y}$  = a/b = média das relações entre dois nutrientes A/B, obtida nas lavouras de alta produtividade;

$S_{\bar{y}}$  = desvio-padrão da média das relações entre dois nutrientes A/B;

$t_{\alpha}$  = valor de t bilateral, a 10 % de probabilidade, com n-1 número de lavouras de alta produtividade de cada região estudada.

Os IC das normas DRIS foram calculados para cada região e para os anos de alta e baixa produtividade. Posteriormente, os IC foram comparados entre as regiões. Quando houve áreas coincidentes nos intervalos de confiança nas regiões, as relações das normas DRIS foram consideradas iguais. Quando as áreas dos intervalos de confiança das relações das normas não coincidiram, as relações das normas DRIS foram consideradas estatisticamente diferentes.

Os intervalos de confiança das normas DRIS também foram comparados entre os anos amostrados, isto é, para os anos de alta e baixa produtividade. Quando houve área coincidente nos intervalos de confiança das relações dois a dois das normas, elas foram consideradas iguais. Quando as áreas dos intervalos de confiança das relações das normas não coincidiram, as relações das normas DRIS foram consideradas estatisticamente diferentes.

A fim de verificar quantas relações foram semelhantes em cada situação, estimaram-se as porcentagens de relações das normas DRIS iguais entre regiões e entre os anos amostrados.

Reunindo os dados dos teores dos nutrientes nas folhas de cafeeiros de todas as lavouras de alta produtividade das regiões, determinaram-se, também, as normas DRIS para o estado de Minas Gerais.

De maneira semelhante, calcularam-se os intervalos de confiança para as normas DRIS, em Minas Gerais, para todas as relações entre dois nutrientes. Verificou-se a porcentagem de relações semelhantes entre cada situação de diagnóstico, a fim de averiguar se as normas obtidas para o Estado variaram de acordo com o ano amostrado, ou seja, ano de alta e baixa produtividade.



### **4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **4.3.1. Normas DRIS para diagnose nutricional de cafeeiros para as regiões de Manhuaçu, Patrocínio, Guaxupé e São Sebastião do Paraíso e Viçosa**

As normas DRIS (a média, o desvio-padrão e o coeficiente de variação) para cafeeiros, bem como os intervalos de confiança (IC) das normas DRIS, para as regiões e os anos amostrados, estão representadas nos Quadros 4.1 a 4.8.

Comparando as normas DRIS dos cafeeiros da região de Manhuaçu entre os anos amostrados, verificou-se que apenas um intervalo de confiança dos quocientes foi diferente. A relação N/Fe (entre ano de alta e ano de baixa produtividade) apresentou área diferente entre os IC (Quadros 4.1 e 4.2). Das 110 relações entre os nutrientes dois a dois, apenas 0,91 % das relações diferiu estatisticamente, comparando-se os anos de alta produtividade e baixa produtividade.

Comparando as normas DRIS para os cafeeiros da região de Patrocínio entre os anos amostrados, verificou-se que todos os intervalos de confiança das relações coincidiram nas duas normas geradas. Desta maneira, pode-se afirmar que as normas DRIS para cafeeiro foram estatisticamente semelhantes para esta região, independentemente do ciclo biennial de produção do cafeeiro (Quadros 4.3 e 4.4).

Quadro 4.1 - Média e intervalo de confiança (IC) das relações entre os nutrientes dois a dois, para a região de Manhuaçu (ano de alta produtividade)

Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	IC <sup>2/</sup>	Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	IC <sup>2/</sup>
NP	19,340	13,320 - 25,36	Cu/N	6,150	4,060 - 8,240
NK	1,340	0,920 - 1,75	Cu/P	117,320	75,470 - 159,170
N/Ca	2,750	2,190 - 3,30	Cu/K	8,110	5,760 - 10,460
N/Mg	7,830	5,510 - 10,15	Cu/Ca	16,930	10,500 - 23,350
NS	12,780	10,150 - 15,41	Cu/Mg	48,000	28,500 - 67,500
N/Cu	0,170	0,120 - 0,22	Cu/S	79,440	42,710 - 116,170
N/Fe	0,039	0,020 - 0,06	Cu/Fe	0,230	0,098 - 0,361
N/Zn	0,350	0,039 - 0,66	Cu/Zn	2,030	0,780 - 3,280
N/Mn	0,035	0,009 - 0,061	Cu/Mn	0,220	0,040 - 0,400
NB	0,061	0,035 - 0,087	Cu/B	0,370	0,190 - 0,540
PN	0,054	0,034 - 0,074	Fe/N	33,510	0,000 - 92,620
PK	0,071	0,045 - 0,097	Fe/P	630,960	0,000 - 1625,950
P/Ca	0,150	0,080 - 0,22	Fe/K	44,530	0,000 - 117,850
PMg	0,410	0,280 - 0,54	Fe/Ca	93,700	0,000 - 268,550
PS	0,680	0,400 - 0,96	Fe/Mg	245,690	0,000 - 633,160
P/Cu	0,009	0,006 - 0,012	Fe/S	434,100	0,000 - 1245,680
P/Fe	0,002	0,001 - 0,0032	Fe/Cu	5,470	0,000 - 14,430
P/Zn	0,018	0,006 - 0,030	Fe/Zn	11,190	0,000 - 27,830
PMn	0,002	0,000 - 0,0036	Fe/Mn	1,190	0,000 - 3,800
PB	0,003	0,002 - 0,0044	Fe/B	2,020	0,000 - 5,480
K/N	0,760	0,560 - 0,960	Zn/N	3,380	1,250 - 5,510
K/P	14,580	10,640 - 18,520	Zn/P	63,430	23,540 - 103,320
K/Ca	2,100	1,420 - 2,770	Zn/K	4,350	2,080 - 6,620
K/Mg	5,930	4,030 - 7,830	Zn/Ca	9,330	3,480 - 15,180
KS	9,870	5,930 - 13,810	Zn/Mg	26,070	9,860 - 42,280
K/Cu	0,130	0,090 - 0,170	Zn/S	44,040	11,650 - 76,430
K/Fe	0,030	0,011 - 0,048	Zn/Cu	0,540	0,280 - 0,800
K/Zn	0,260	0,085 - 0,435	Zn/Fe	0,130	0,020 - 0,240
K/Mn	0,028	0,006 - 0,050	Zn/Mn	0,130	0,000 - 0,260
KB	0,047	0,021 - 0,073	Zn/B	0,200	0,050 - 0,350
Ca/N	0,370	0,290 - 0,450	Mn/N	44,390	0,000 - 121,560
Ca/P	7,170	4,020 - 10,320	Mn/P	895,440	0,000 - 2506,310
Ca/K	0,490	0,310 - 0,670	Mn/K	67,930	0,000 - 220,790
Ca/Mg	2,870	1,940 - 3,800	Mn/Ca	123,900	0,000 - 373,260
Ca/S	4,720	3,270 - 6,170	Mn/Mg	356,170	0,000 - 1041,150
Ca/Cu	0,060	0,030 - 0,090	Mn/S	553,890	0,000 - 1462,400
Ca/Fe	0,014	0,006 - 0,022	Mn/Cu	8,090	0,000 - 24,400
Ca/Zn	0,130	0,000 - 0,280	Mn/Fe	1,600	0,000 - 3,950
Ca/Mn	0,013	0,004 - 0,022	Mn/Zn	20,940	0,000 - 74,600
Ca/B	0,023	0,011 - 0,035	Mn/B	2,740	0,000 - 7,410
Mg/N	0,130	0,090 - 0,170	B/N	17,240	9,540 - 24,940
Mg/P	2,500	1,740 - 3,260	B/P	327,710	193,530 - 461,890
Mg/K	0,170	0,120 - 0,220	B/K	23,150	10,940 - 35,360
Mg/Ca	0,360	0,250 - 0,470	B/Ca	47,630	24,060 - 71,240
Mg/S	1,680	1,090 - 2,270	B/Mg	136,030	59,750 - 212,310
Mg/Cu	0,022	0,013 - 0,031	B/S	218,840	125,680 - 312,000
Mg/Fe	0,005	0,002 - 0,008	B/Cu	2,860	1,610 - 4,110
Mg/Zn	0,046	0,001 - 0,091	B/Fe	0,660	0,240 - 1,070
Mg/Mn	0,005	0,001 - 0,008	B/Zn	5,890	1,080 - 10,700
Mg/B	0,008	0,003 - 0,013	B/Mn	0,600	0,080 - 1,120
S/N	0,079	0,063 - 0,095	S/Cu	0,013	0,007 - 0,019
S/P	1,530	0,940 - 2,120	S/Fe	0,003	0,001 - 0,005
S/K	0,110	0,060 - 0,160	S/Zn	0,028	0,000 - 0,056
S/Ca	0,220	0,150 - 0,290	S/Mn	0,0027	0,001 - 0,005
S/Mg	0,620	0,380 - 0,860	S/B	0,0048	0,003 - 0,007

<sup>1/</sup> Teores de macronutrientes expressos em dag/kg e de micronutrientes em mg/kg.

<sup>2/</sup> 21 lavouras de alta produtividade.

Quadro 4.2 - Média e intervalo de confiança (IC) das relações entre os nutrientes dois a dois, para a região de Manhuaçu (ano de baixa produtividade)

Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	IC <sup>2/</sup>	Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	IC <sup>2/</sup>
NP	12,170	8,380 - 15,960	Cu/N	6,070	3,180 - 8,960
NK	1,040	0,800 - 1,280	Cu/P	73,890	32,850 - 114,930
N/Ca	2,390	1,910 - 2,870	Cu/K	6,340	2,570 - 10,110
N/Mg	8,280	6,760 - 9,800	Cu/Ca	14,440	7,550 - 21,320
NS	14,040	11,170 - 16,910	Cu/Mg	50,220	26,030 - 74,400
N/Cu	0,180	0,100 - 0,260	Cu/S	85,160	39,660 - 130,660
N/Fe	0,043	0,030 - 0,060	Cu/Fe	0,260	0,100 - 0,420
N/Zn	0,220	0,060 - 0,380	Cu/Zn	1,310	0,530 - 2,090
N/Mn	0,029	0,008 - 0,050	Cu/Mn	0,180	0,030 - 0,330
N/B	0,032	0,022 - 0,042	Cu/B	0,190	0,090 - 0,290
P/N	0,084	0,063 - 0,105	Fe/N	24,240	14,900 - 33,580
PK	0,086	0,070 - 0,100	Fe/P	292,470	163,690 - 421,250
P/Ca	0,200	0,140 - 0,260	Fe/K	24,830	16,060 - 33,600
P/Mg	0,690	0,520 - 0,860	Fe/Ca	57,920	33,860 - 81,980
PS	1,170	0,860 - 1,480	Fe/Mg	200,270	120,450 - 280,090
P/Cu	0,015	0,007 - 0,023	Fe/S	337,670	208,630 - 466,710
P/Fe	0,004	0,0025 - 0,0045	Fe/Cu	4,330	1,200 - 7,460
P/Zn	0,019	0,005 - 0,033	Fe/Zn	5,510	0,890 - 10,130
P/Mn	0,002	0,0007 - 0,0041	Fe/Mn	0,700	0,130 - 1,270
P/B	0,003	0,0019 - 0,0033	Fe/B	0,770	0,460 - 1,080
K/N	0,980	0,740 - 1,220	Zn/N	5,250	1,110 - 9,380
K/P	11,800	8,910 - 14,690	Zn/P	64,460	6,690 - 122,220
K/Ca	2,340	1,700 - 2,980	Zn/K	5,370	1,320 - 9,420
K/Mg	8,110	5,910 - 10,310	Zn/Ca	12,320	3,290 - 21,350
KS	5,930	4,390 - 7,470	Zn/Mg	44,220	4,430 - 84,010
K/Cu	0,170	0,080 - 0,260	Zn/S	73,200	13,600 - 132,800
K/Fe	0,042	0,030 - 0,054	Zn/Cu	0,870	0,260 - 1,470
K/Zn	0,222	0,060 - 0,380	Zn/Fe	0,220	0,040 - 0,390
K/Mn	0,029	0,0012 - 0,057	Zn/Mn	0,150	0,000 - 0,300
K/B	0,031	0,024 - 0,038	Zn/B	0,160	0,040 - 0,260
Ca/N	0,420	0,330 - 0,500	Mn/N	39,020	16,250 - 61,790
Ca/P	5,140	3,480 - 6,800	Mn/P	463,090	226,040 - 700,130
Ca/K	0,440	0,340 - 0,540	Mn/K	39,970	18,470 - 61,470
Ca/Mg	3,500	2,630 - 4,360	Mn/Ca	92,370	40,210 - 144,530
Ca/S	5,930	4,390 - 7,470	Mn/Mg	322,500	124,850 - 520,150
Ca/Cu	0,070	0,035 - 0,105	Mn/S	535,650	258,280 - 813,020
Ca/Fe	0,018	0,011 - 0,025	Mn/Cu	7,080	0,640 - 13,520
Ca/Zn	0,095	0,029 - 0,161	Mn/Fe	1,650	0,660 - 2,640
Ca/Mn	0,012	0,003 - 0,021	Mn/Zn	9,060	0,000 - 19,010
Ca/B	0,013	0,009 - 0,016	Mn/B	1,230	0,540 - 1,920
Mg/N	0,120	0,097 - 0,142	B/N	31,940	23,220 - 40,660
Mg/P	1,470	1,050 - 1,88	B/P	383,200	277,720 - 488,680
Mg/K	0,130	0,090 - 0,16	B/K	32,650	25,370 - 39,930
Mg/Ca	0,290	0,210 - 0,37	B/Ca	75,740	56,870 - 94,610
Mg/S	1,710	1,280 - 2,14	B/Mg	263,380	185,430 - 341,330
Mg/Cu	0,020	0,008 - 0,032	B/S	444,670	327,580 - 561,760
Mg/Fe	0,005	0,003 - 0,007	B/Cu	5,590	2,890 - 8,290
Mg/Zn	0,028	0,007 - 0,049	B/Fe	1,360	0,860 - 1,860
Mg/Mn	0,004	0,0009 - 0,0061	B/Zn	7,090	2,420 - 11,760
Mg/B	0,004	0,003 - 0,005	B/Mn	0,910	0,250 - 1,570
S/N	0,072	0,056 - 0,088	S/Cu	0,013	0,007 - 0,019
S/P	0,870	0,610 - 1,13	S/Fe	0,003	0,002 - 0,004
S/K	0,075	0,054 - 0,096	S/Zn	0,016	0,006 - 0,026
S/Ca	0,173	0,120 - 0,23	S/Mn	0,002	0,0008 - 0,0032
S/Mg	0,598	0,430 - 0,77	S/B	0,002	0,0013 - 0,0027

<sup>1/</sup> Teores de macronutrientes expressos em dag/kg e de micronutrientes em mg/kg.

<sup>2/</sup> 21 lavouras de alta produtividade.

Quadro 4.3 - Média e intervalo de confiança (IC) das relações entre os nutrientes dois a dois, para a região de Patrocínio (ano de alta produtividade)

Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	IC <sup>2/</sup>	Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	IC <sup>2/</sup>
NP	21,270	12,740 - 29,800	Cu/N	18,790	0,000 - 45,880
NK	0,990	0,640 - 1,340	Cu/P	410,460	0,000 - 1114,170
N/Ca	2,290	1,610 - 2,960	Cu/K	17,610	0,000 - 40,760
N/Mg	6,410	4,590 - 8,230	Cu/Ca	44,230	0,000 - 112,570
NS	17,000	10,100 - 23,880	Cu/Mg	121,600	0,000 - 291,420
N/Cu	0,080	0,000 - 0,170	Cu/S	328,360	0,000 - 880,470
N/Fe	0,025	0,009 - 0,041	Cu/Fe	0,478	0,000 - 1,290
N/Zn	0,170	0,035 - 0,305	Cu/Zn	2,730	0,000 - 6,260
N/Mn	0,030	0,006 - 0,054	Cu/Mn	0,460	0,000 - 0,930
NB	0,050	0,031 - 0,069	Cu/B	1,007	0,000 - 2,410
P/N	0,050	0,029 - 0,071	Fe/N	45,880	15,670 - 76,090
PK	0,048	0,027 - 0,069	Fe/P	1012,700	95,610 - 1929,790
P/Ca	0,110	0,058 - 0,162	Fe/K	46,330	7,750 - 84,910
P/Mg	0,310	0,160 - 0,460	Fe/Ca	102,900	41,330 - 164,470
PS	0,820	0,490 - 1,150	Fe/Mg	296,270	74,600 - 517,930
P/Cu	0,004	0,0005 - 0,0075	Fe/S	790,240	128,010 - 1451,470
P/Fe	0,0012	0,0001 - 0,0022	Fe/Cu	3,980	0,000 - 10,240
P/Zn	0,0090	0,0003 - 0,0176	Fe/Zn	7,660	0,430 - 14,890
P/Mn	0,0014	0,0004 - 0,0024	Fe/Mn	1,380	0,050 - 2,710
PB	0,003	0,0023 - 0,0037	Fe/B	2,520	0,600 - 4,440
K/N	1,050	0,660 - 1,440	Zn/N	7,320	0,330 - 14,310
K/P	21,940	12,840 - 31,040	Zn/P	163,090	0,000 - 374,650
K/Ca	2,430	1,110 - 3,750	Zn/K	7,230	0,000 - 14,670
K/Mg	6,770	3,400 - 10,140	Zn/Ca	16,490	0,570 - 32,410
K/S	17,320	11,970 - 22,670	Zn/Mg	46,660	3,320 - 90,000
K/Cu	0,083	0,007 - 0,160	Zn/S	124,870	0,000 - 270,730
K/Fe	0,026	0,009 - 0,043	Zn/Cu	0,500	0,120 - 0,880
K/Zn	0,180	0,040 - 0,320	Zn/Fe	0,170	0,0005 - 0,339
K/Mn	0,032	0,004 - 0,060	Zn/Mn	0,210	0,000 - 0,420
KB	0,056	0,030 - 0,082	Zn/B	0,400	0,002 - 0,798
Ca/N	0,450	0,330 - 0,570	Mn/N	40,210	7,460 - 72,960
Ca/P	9,510	4,990 - 14,020	Mn/P	843,380	105,520 - 1581,240
Ca/K	0,450	0,240 - 0,660	Mn/K	39,490	4,040 - 74,940
Ca/Mg	2,860	1,770 - 3,950	Mn/Ca	91,060	12,920 - 169,200
Ca/S	7,560	4,260 - 10,860	Mn/Mg	261,410	23,720 - 499,090
Ca/Cu	0,037	0,000 - 0,080	Mn/S	683,720	38,340 - 1329,100
Ca/Fe	0,011	0,004 - 0,018	Mn/Cu	2,780	0,510 - 5,050
Ca/Zn	0,076	0,021 - 0,131	Mn/Fe	0,990	0,000 - 2,060
Ca/Mn	0,013	0,004 - 0,022	Mn/Zn	6,510	0,000 - 13,100
Ca/B	0,024	0,014 - 0,034	Mn/B	2,150	0,300 - 4,000
Mg/N	0,160	0,110 - 0,210	B/N	19,150	12,730 - 25,570
Mg/P	3,380	1,930 - 4,830	B/P	396,090	264,400 - 527,780
Mg/K	0,160	0,080 - 0,240	B/K	18,820	10,770 - 26,860
Mg/Ca	0,370	0,220 - 0,520	B/Ca	43,760	25,540 - 61,980
Mg/S	2,740	1,290 - 4,190	B/Mg	121,310	77,350 - 165,270
Mg/Cu	0,013	0,000 - 0,030	B/S	320,330	191,050 - 449,610
Mg/Fe	0,004	0,0005 - 0,0075	B/Cu	1,5900	0,000 - 3,340
Mg/Zn	0,028	0,002 - 0,054	B/Fe	0,4800	0,080 - 0,880
Mg/Mn	0,005	0,000 - 0,010	B/Zn	3,3900	0,210 - 6,570
Mg/B	0,0085	0,006 - 0,011	B/Mn	0,5800	0,130 - 1,030
S/N	0,062	0,038 - 0,086	S/Cu	0,0050	0,000 - 0,010
S/P	1,280	0,780 - 1,78	S/Fe	0,0015	0,0005 - 0,0025
S/K	0,059	0,042 - 0,076	S/Zn	0,0105	0,0018 - 0,0191
S/Ca	0,150	0,081 - 0,219	S/Mn	0,0018	0,0002 - 0,0034
S/Mg	0,400	0,210 - 0,59	S/B	0,0032	0,0018 - 0,0046

<sup>1/</sup> Teores de macronutrientes expressos em dag/kg e de micronutrientes em mg/kg.

<sup>2/</sup> 20 lavouras de alta produtividade.

Quadro 4.4 - Média e intervalo de confiança (IC) das relações entre os nutrientes dois a dois, para a região de Patrocínio (ano de baixa produtividade)

Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	IC <sup>2/</sup>	Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	IC <sup>2/</sup>
NP	21,710	15,740 - 27,680	Cu/N	17,780	0,000 - 40,560
NK	1,070	0,840 - 1,290	Cu/P	382,630	0,000 - 884,090
N/Ca	2,370	1,820 - 2,920	Cu/K	19,110	0,000 - 43,970
N/Mg	6,590	2,140 - 11,040	Cu/Ca	41,770	0,000 - 98,240
NS	19,380	12,840 - 25,920	Cu/Mg	111,560	0,000 - 259,040
N/Cu	0,090	0,000 - 0,200	Cu/S	329,680	0,000 - 719,520
N/Fe	0,022	0,008 - 0,035	Cu/Fe	0,395	0,000 - 0,970
N/Zn	0,160	0,044 - 0,276	Cu/Zn	2,470	0,000 - 5,240
N/Mn	0,031	0,002 - 0,060	Cu/Mn	0,600	0,000 - 1,740
NB	0,051	0,027 - 0,075	Cu/B	0,920	0,410 - 2,250
P/N	0,047	0,033 - 0,061	Fe/N	48,640	25,470 - 71,800
PK	0,051	0,033 - 0,069	Fe/P	1072,530	388,190 - 1756,870
P/Ca	0,110	0,081 - 0,139	Fe/K	52,400	26,210 - 78,590
P/Mg	0,310	0,120 - 0,500	Fe/Ca	114,910	0,000 - 700,690
PS	0,900	0,590 - 1,210	Fe/Mg	319,350	53,000 - 585,700
P/Cu	0,004	0,000 - 0,0098	Fe/S	956,080	345,300 - 1566,860
P/Fe	0,001	0,0003 - 0,0017	Fe/Cu	4,550	0,000 - 10,620
P/Zn	0,008	0,002 - 0,013	Fe/Zn	7,890	0,350 - 15,430
P/Mn	0,002	0,000 - 0,003	Fe/Mn	1,430	0,370 - 2,590
PB	0,002	0,001 - 0,003	Fe/B	2,490	0,690 - 4,290
K/N	0,940	0,730 - 1,150	Zn/N	8,670	0,000 - 20,430
K/P	20,430	13,770 - 27,090	Zn/P	186,160	0,000 - 432,790
K/Ca	2,240	1,480 - 3,000	Zn/K	9,390	0,000 - 22,690
K/Mg	6,230	1,780 - 10,680	Zn/Ca	20,780	0,000 - 49,320
K/S	18,130	11,940 - 24,320	Zn/Mg	54,920	0,000 - 129,690
K/Cu	0,091	0,000 - 0,210	Zn/S	172,090	0,000 - 440,360
K/Fe	0,021	0,005 - 0,037	Zn/Cu	0,730	0,000 - 1,960
K/Zn	0,150	0,030 - 0,270	Zn/Fe	0,200	0,000 - 0,480
K/Mn	0,030	0,000 - 0,063	Zn/Mn	0,250	0,000 - 0,580
KB	0,048	0,024 - 0,072	Zn/B	0,420	0,000 - 0,900
Ca/N	0,430	0,320 - 0,540	Mn/N	41,460	3,730 - 79,190
Ca/P	9,260	6,390 - 12,130	Mn/P	901,170	119,800 - 1682,540
Ca/K	0,460	0,300 - 0,620	Mn/K	44,710	3,150 - 86,260
Ca/Mg	2,760	1,290 - 4,230	Mn/Ca	100,960	0,000 - 202,030
Ca/S	8,260	5,420 - 11,100	Mn/Mg	286,770	0,000 - 704,200
Ca/Cu	0,040	0,000 - 0,080	Mn/S	814,920	0,000 - 1643,400
Ca/Fe	0,010	0,003 - 0,016	Mn/Cu	3,940	0,000 - 9,700
Ca/Zn	0,070	0,013 - 0,127	Mn/Fe	0,870	0,140 - 1,600
Ca/Mn	0,014	0,000 - 0,028	Mn/Zn	6,260	0,000 - 12,990
Ca/B	0,022	0,010 - 0,034	Mn/B	2,000	0,440 - 3,560
Mg/N	0,170	0,080 - 0,260	B/N	21,110	11,090 - 31,130
Mg/P	3,670	1,400 - 5,940	B/P	455,050	236,900 - 673,200
Mg/K	0,180	0,070 - 0,290	B/K	22,900	8,940 - 36,860
Mg/Ca	0,390	0,180 - 0,600	B/Ca	49,870	25,600 - 74,140
Mg/S	3,250	1,400 - 5,100	B/Mg	141,530	8,420 - 274,640
Mg/Cu	0,015	0,000 - 0,034	B/S	408,840	166,070 - 651,610
Mg/Fe	0,004	0,001 - 0,007	B/Cu	1,960	0,000 - 4,260
Mg/Zn	0,027	0,003 - 0,051	B/Fe	0,480	0,100 - 0,86
Mg/Mn	0,005	0,000 - 0,010	B/Zn	3,330	0,250 - 6,410
Mg/B	0,009	0,004 - 0,014	B/Mn	0,640	0,000 - 1,300
S/N	0,054	0,035 - 0,073	S/Cu	0,005	0,000 - 0,010
S/P	1,150	0,750 - 1,55	S/Fe	0,001	0,0003 - 0,0021
S/K	0,057	0,040 - 0,076	S/Zn	0,009	0,0019 - 0,0151
S/Ca	0,130	0,083 - 0,177	S/Mn	0,002	0,0003 - 0,0037
S/Mg	0,350	0,110 - 0,59	S/B	0,003	0,0013 - 0,0041

<sup>1/</sup> Teores de macronutrientes expressos em dag/kg e de micronutrientes em mg/kg.

<sup>2/</sup> 21 lavouras de alta produtividade.

As normas DRIS para cafeeiros da região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso foram comparadas entre os anos de alta e baixa produtividade (Quadros 4.5 e 4.6). Pela comparação dos IC, constatou-se que não houve nenhuma relação estatisticamente diferente entre os anos amostrados, pois todas as áreas dos IC das relações coincidiram entre si. Assim sendo, indica-se que as normas DRIS podem ser consideradas as mesmas para estas regiões, independentemente do ciclo bienal de produção do cafeeiro.

As normas DRIS para cafeeiros também foram estabelecidas por REIS JR. et al. (2000), para a região Sul de Minas. Comparando-se as normas geradas por REIS JR. et al. (2000) com as estabelecidas neste trabalho (Guaxupé e São Sebastião do Paraíso), encontrou-se que de 55 relações estabelecidas por REIS JR. et al. (2000) como normas DRIS, 35 foram semelhantes.

Na região de Viçosa, as normas DRIS para cafeeiros para os anos amostrados foram comparadas. Pela comparação, observou-se semelhança estatística entre todas as relações de nutrientes das normas DRIS, ou seja, não foram detectados intervalos de confiança diferentes para as relações dos nutrientes dois a dois nos respectivos anos amostrados (Quadros 4.7 e 4.8).

Após a comparação entre os anos amostrados (ano de alta e baixa produtividade) para uma mesma região, compararam-se as normas DRIS para cafeeiros entre as quatro regiões estudadas. Todas as relações dois a dois dos nutrientes foram estatisticamente iguais as demais. Desta forma, as normas DRIS para cafeeiro geradas nas diferentes regiões foram consideradas estatisticamente semelhantes entre si, independentemente da região e do ano amostrado.

Quadro 4.5 - Média e intervalo de confiança (IC) das relações entre os nutrientes dois a dois, para a região Guaxupé e São Sebastião do Paraíso (ano de alta produtividade)

Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	IC <sup>2/</sup>	Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	IC <sup>2/</sup>
NP	21,70	16,87 - 26,53	Cu/N	6,690	2,53 - 10,85
NK	1,280	0,59 - 1,97	Cu/P	143,830	54,56 - 233,10
N/Ca	2,880	1,66 - 4,10	Cu/K	8,280	2,91 - 13,65
N/Mg	9,510	4,64 - 14,38	Cu/Ca	19,170	5,19 - 33,15
NS	19,880	12,31 - 27,45	Cu/Mg	65,550	4,49 - 126,61
N/Cu	0,170	0,05 - 0,29	Cu/S	132,890	36,40 - 229,38
N/Fe	0,040	0,018 - 0,062	Cu/Fe	0,280	0,09 - 0,47
N/Zn	0,270	0,064 - 0,476	Cu/Zn	1,700	0,36 - 3,04
N/Mn	0,027	0,005 - 0,049	Cu/Mn	0,170	0,00 - 0,36
NB	0,060	0,010 - 0,110	Cu/B	0,400	0,04 - 0,76
P/N	0,047	0,037 - 0,057	Fe/N	25,850	7,51 - 44,18
PK	0,059	0,031 - 0,086	Fe/P	548,090	214,51 - 881,67
P/Ca	0,130	0,06 - 0,20	Fe/K	31,360	12,13 - 50,59
PMg	0,440	0,22 - 0,66	Fe/Ca	75,830	10,01 - 141,65
PS	0,940	0,46 - 1,42	Fe/Mg	243,780	30,46 - 457,09
P/Cu	0,008	0,003 - 0,013	Fe/S	539,780	0,00 - 1116,48
P/Fe	0,002	0,001 - 0,003	Fe/Cu	4,190	1,15 - 7,23
P/Zn	0,012	0,004 - 0,021	Fe/Zn	6,400	2,10 - 10,70
PMn	0,001	0,0002 - 0,0022	Fe/Mn	0,660	0,07 - 1,24
PB	0,003	0,0007 - 0,0051	Fe/B	1,640	0,00 - 3,51
K/N	0,840	0,44 - 1,24	Zn/N	4,880	0,00 - 10,92
K/P	18,060	10,20 - 25,92	Zn/P	105,380	0,00 - 247,18
K/Ca	2,430	0,95 - 3,91	Zn/K	5,860	0,00 - 12,81
K/Mg	7,920	3,03 - 12,80	Zn/Ca	14,430	0,00 - 35,29
K/S	17,260	4,36 - 30,16	Zn/Mg	48,840	0,00 - 145,59
K/Cu	0,140	0,042 - 0,238	Zn/S	96,970	0,00 - 219,73
K/Fe	0,035	0,017 - 0,053	Zn/Cu	0,770	0,00 - 1,65
K/Zn	0,220	0,05 - 0,39	Zn/Fe	0,190	0,00 - 0,40
K/Mn	0,023	0,0006 - 0,45	Zn/Mn	0,120	0,00 - 0,27
K/B	0,051	0,01 - 0,09	Zn/B	0,290	0,00 - 0,65
Ca/N	0,370	0,20 - 0,54	Mn/N	45,230	10,33 - 80,13
Ca/P	7,980	4,18 - 11,78	Mn/P	979,530	214,94 - 1744,12
Ca/K	0,480	0,10 - 0,86	Mn/K	57,890	6,69 - 109,09
Ca/Mg	3,470	1,32 - 5,62	Mn/Ca	134,970	0,00 - 273,60
Ca/S	7,350	3,24 - 11,46	Mn/Mg	457,000	0,00 - 973,27
Ca/Cu	0,063	0,011 - 0,115	Mn/S	894,600	84,98 - 1704,22
Ca/Fe	0,016	0,002 - 0,030	Mn/Cu	7,200	2,19 - 12,20
Ca/Zn	0,101	0,015 - 0,187	Mn/Fe	1,860	0,48 - 3,24
Ca/Mn	0,010	0,00 - 0,02	Mn/Zn	11,740	0,37 - 23,11
Ca/B	0,021	0,011 - 0,031	Mn/B	2,960	0,00 - 70,40
Mg/N	0,115	0,05 - 0,18	B/N	19,450	4,54 - 34,36
Mg/P	2,500	0,93 - 4,06	B/P	420,310	88,02 - 752,60
Mg/K	0,150	0,03 - 0,27	B/K	24,250	4,26 - 44,24
Mg/Ca	0,330	0,12 - 0,54	B/Ca	52,790	12,78 - 92,80
Mg/S	2,350	0,30 - 4,40	B/Mg	189,210	0,00 - 409,82
Mg/Cu	0,020	0,00 - 0,041	B/S	394,180	23,88 - 764,48
Mg/Fe	0,005	0,00 - 0,01	B/Cu	3,240	0,09 - 6,39
Mg/Zn	0,031	0,002 - 0,060	B/Fe	0,840	0,10 - 1,58
Mg/Mn	0,003	0,00 - 0,01	B/Zn	5,000	0,79 - 9,21
Mg/B	0,007	0,0001 - 0,014	B/Mn	0,550	0,00 - 1,27
S/N	0,053	0,032 - 0,074	S/Cu	0,009	0,002 - 0,016
S/P	1,150	0,60 - 1,70	S/Fe	0,002	0,0004 - 0,0035
S/K	0,069	0,017 - 0,121	S/Zn	0,014	0,002 - 0,026
S/Ca	0,150	0,054 - 0,246	S/Mn	0,001	0,0002 - 0,0026
S/Mg	0,510	0,18 - 0,84	S/B	0,003	0,00 - 0,007

<sup>1/</sup> Teores de macronutrientes expressos em dag/kg e de micronutrientes em mg/kg.

<sup>2/</sup> 23 lavouras de alta produtividade.

Quadro 4.6 - Média e intervalo de confiança (IC) das relações entre os nutrientes dois a dois, para a região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso (ano de baixa produtividade)

Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	IC <sup>2/</sup>	Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	IC <sup>2/</sup>
NP	20,430	17,16 - 23,70	Cu/N	6,870	3,75 - 9,98
NK	1,190	0,80 - 1,58	Cu/P	140,420	72,08 - 208,76
N/Ca	3,030	2,06 - 4,00	Cu/K	8,190	3,65 - 12,73
N/Mg	7,660	4,16 - 11,16	Cu/Ca	20,800	9,32 - 32,27
NS	20,900	11,94 - 29,86	Cu/Mg	53,880	16,46 - 91,30
N/Cu	0,160	0,07 - 0,25	Cu/S	143,200	50,91 - 235,49
N/Fe	0,031	0,019 - 0,043	Cu/Fe	0,210	0,11 - 0,31
N/Zn	0,220	0,13 - 0,31	Cu/Zn	1,520	0,57 - 2,47
N/Mn	0,022	0,003 - 0,041	Cu/Mn	0,140	0,07 - 0,20
NB	0,070	0,03 - 0,11	Cu/B	0,490	0,12 - 0,86
P/N	0,049	0,040 - 0,058	Fe/N	34,610	16,66 - 52,56
PK	0,058	0,039 - 0,077	Fe/P	705,270	319,86 - 1090,67
P/Ca	0,150	0,104 - 0,196	Fe/K	40,460	18,27 - 62,65
P/Mg	0,370	0,21 - 0,53	Fe/Ca	102,960	45,95 - 159,97
PS	1,030	0,54 - 1,52	Fe/Mg	261,650	97,55 - 425,75
P/Cu	0,008	0,004 - 0,011	Fe/S	753,580	101,61 - 1405,55
P/Fe	0,002	0,001 - 0,002	Fe/Cu	5,260	2,36 - 8,16
P/Zn	0,011	0,006 - 0,016	Fe/Zn	7,520	2,98 - 12,06
P/Mn	0,001	0,0002 - 0,0020	Fe/Mn	0,760	0,09 - 1,43
PB	0,003	0,0015 - 0,0053	Fe/B	2,380	0,58 - 4,17
K/N	0,870	0,59 - 1,15	Zn/N	4,840	2,57 - 7,11
K/P	17,660	12,03 - 23,29	Zn/P	98,490	53,31 - 143,67
K/Ca	2,590	1,80 - 3,38	Zn/K	5,630	3,41 - 7,85
K/Mg	6,500	3,45 - 9,54	Zn/Ca	14,670	6,43 - 22,91
K/S	18,540	6,68 - 30,40	Zn/Mg	36,140	18,63 - 53,65
K/Cu	0,140	0,045 - 0,235	Zn/S	102,680	27,84 - 177,51
K/Fe	0,026	0,017 - 0,035	Zn/Cu	0,770	0,14 - 1,40
K/Zn	0,190	0,10 - 0,28	Zn/Fe	0,150	0,06 - 0,24
K/Mn	0,020	0,0006 - 0,039	Zn/Mn	0,110	0,00 - 0,23
KB	0,059	0,036 - 0,082	Zn/B	0,340	0,11 - 0,57
Ca/N	0,340	0,23 - 0,45	Mn/N	53,030	14,94 - 91,12
Ca/P	6,930	4,76 - 9,09	Mn/P	1089,740	261,11 - 1918,37
Ca/K	0,400	0,27 - 0,53	Mn/K	64,240	8,20 - 120,28
Ca/Mg	2,560	1,49 - 3,63	Mn/Ca	164,910	13,97 - 315,85
Ca/S	7,260	2,75 - 11,77	Mn/Mg	434,060	0,00 - 933,23
Ca/Cu	0,053	0,02 - 0,09	Mn/S	1091,370	186,94 - 1995,80
Ca/Fe	0,010	0,007 - 0,013	Mn/Cu	7,650	3,48 - 11,82
Ca/Zn	0,075	0,031 - 0,119	Mn/Fe	1,620	0,25 - 2,99
Ca/Mn	0,008	0,001 - 0,015	Mn/Zn	11,840	1,53 - 22,15
Ca/B	0,023	0,0142 - 0,0318	Mn/B	4,000	0,00 - 8,58
Mg/N	0,134	0,078 - 0,190	B/N	15,690	6,64 - 24,74
Mg/P	2,800	1,69 - 3,91	B/P	317,460	146,97 - 487,95
Mg/K	0,160	0,107 - 0,213	B/K	17,910	10,34 - 25,48
Mg/Ca	0,410	0,25 - 0,57	B/Ca	45,560	26,29 - 64,83
Mg/S	2,950	0,80 - 5,10	B/Mg	114,990	60,45 - 169,53
Mg/Cu	0,022	0,003 - 0,041	B/S	346,200	19,88 - 672,52
Mg/Fe	0,004	0,002 - 0,006	B/Cu	2,540	0,00 - 5,13
Mg/Zn	0,030	0,016 - 0,044	B/Fe	0,470	0,22 - 0,72
Mg/Mn	0,003	0,00 - 0,006	B/Zn	3,410	1,10 - 5,72
Mg/B	0,009	0,004 - 0,014	B/Mn	0,390	0,00 - 0,95
S/N	0,051	0,032 - 0,070	S/Cu	0,008	0,003 - 0,013
S/P	1,030	0,22 - 1,50	S/Fe	0,002	0,0005 - 0,0027
S/K	0,061	0,02 - 0,10	S/Zn	0,011	0,004 - 0,018
S/Ca	0,160	0,054 - 0,266	S/Mn	0,001	0,0003 - 0,0017
S/Mg	0,390	0,11 - 0,67	S/B	0,004	0,0004 - 0,0070

<sup>1/</sup> Teores de macronutrientes expressos em dag/kg e de micronutrientes em mg/kg.

<sup>2/</sup> 15 lavouras de alta produtividade.



Quadro 4.7 - Média e intervalo de confiança (IC) das relações entre os nutrientes dois a dois, para a região de Viçosa (ano de alta produtividade)

Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	IC <sup>2/</sup>	Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	IC <sup>2/</sup>
NP	17,09	14,18 - 20,00	Cu/N	7,630	0,00 - 16,63
NK	1,210	0,88 - 1,54	Cu/P	132,430	0,00 - 303,39
N/Ca	3,000	2,24 - 3,76	Cu/K	9,300	0,00 - 21,46
N/Mg	6,990	4,26 - 9,72	Cu/Ca	23,420	0,00 - 55,79
NS	16,650	10,63 - 22,67	Cu/Mg	53,070	0,00 - 120,31
N/Cu	0,170	0,03 - 0,31	Cu/S	126,630	0,00 - 283,26
N/Fe	0,050	0,027 - 0,072	Cu/Fe	0,380	0,00 - 0,90
N/Zn	0,340	0,15 - 0,53	Cu/Zn	2,350	0,57 - 4,13
N/Mn	0,020	0,00 - 0,044	Cu/Mn	0,170	0,00 - 0,59
NB	0,078	0,023 - 0,133	Cu/B	0,590	0,00 - 1,30
P/N	0,059	0,049 - 0,069	Fe/N	21,770	9,19 - 34,35
PK	0,070	0,053 - 0,087	Fe/P	368,750	161,79 - 575,71
P/Ca	0,180	0,13 - 0,22	Fe/K	26,300	9,55 - 43,05
P/Mg	0,410	0,28 - 0,54	Fe/Ca	63,190	40,06 - 86,32
PS	0,980	0,67 - 1,29	Fe/Mg	147,450	72,54 - 222,36
P/Cu	0,010	0,0007 - 0,019	Fe/S	351,030	200,80 - 501,26
P/Fe	0,003	0,002 - 0,004	Fe/Cu	3,670	0,00 - 7,65
P/Zn	0,021	0,009 - 0,033	Fe/Zn	7,480	2,08 - 12,88
P/Mn	0,001	0,00 - 0,003	Fe/Mn	0,460	0,00 - 1,01
PB	0,005	0,0011 - 0,0081	Fe/B	1,790	0,00 - 3,92
K/N	0,850	0,61 - 1,09	Zn/N	3,350	0,25 - 6,45
KP	14,410	10,07 - 18,75	Zn/P	57,970	0,00 - 118,57
K/Ca	2,530	1,67 - 3,40	Zn/K	4,000	0,57 - 7,42
K/Mg	5,970	2,86 - 9,08	Zn/Ca	10,050	0,00 - 20,27
K/S	14,040	7,71 - 20,37	Zn/Mg	23,160	0,96 - 45,35
K/Cu	0,140	0,019 - 0,261	Zn/S	54,280	8,17 - 100,38
K/Fe	0,042	0,02 - 0,06	Zn/Cu	0,500	0,12 - 0,88
K/Zn	0,290	0,10 - 0,48	Zn/Fe	0,160	0,004 - 0,316
K/Mn	0,017	0,00 - 0,03	Zn/Mn	0,066	0,00 - 0,15
KB	0,067	0,012 - 0,122	Zn/B	0,250	0,008 - 0,49
Ca/N	0,340	0,24 - 0,44	Mn/N	74,180	0,00 - 173,79
Ca/P	5,810	4,11 - 7,50	Mn/P	1296,190	0,00 - 3177,63
Ca/K	0,410	0,25 - 0,57	Mn/K	89,380	0,00 - 218,59
Ca/Mg	2,350	1,50 - 3,20	Mn/Ca	225,130	0,00 - 549,92
Ca/S	5,600	3,58 - 7,62	Mn/Mg	519,030	0,00 - 1198,83
Ca/Cu	0,058	0,006 - 0,110	Mn/S	1243,460	0,00 - 2975,36
Ca/Fe	0,016	0,011 - 0,021	Mn/Cu	12,030	0,00 - 28,55
Ca/Zn	0,118	0,054 - 0,182	Mn/Fe	3,640	0,00 - 8,45
Ca/Mn	0,007	0,00 - 0,016	Mn/Zn	24,070	0,00 - 56,25
Ca/B	0,027	0,004 - 0,050	Mn/B	5,620	0,00 - 12,94
Mg/N	0,150	0,09 - 0,21	B/N	14,810	4,53 - 25,09
Mg/P	2,540	1,57 - 3,51	B/P	254,390	68,10 - 440,68
Mg/K	0,180	0,08 - 0,28	B/K	18,190	2,57 - 33,81
Mg/Ca	0,440	0,27 - 0,61	B/Ca	44,150	15,64 - 72,66
Mg/S	2,460	1,46 - 3,46	B/Mg	102,740	30,79 - 174,69
Mg/Cu	0,025	0,0008 - 0,049	B/S	250,290	45,41 - 455,17
Mg/Fe	0,007	0,0035 - 0,010	B/Cu	2,550	0,00 - 5,42
Mg/Zn	0,052	0,019 - 0,085	B/Fe	0,750	0,16 - 1,34
Mg/Mn	0,003	0,00 - 0,008	B/Zn	5,050	0,72 - 9,37
Mg/B	0,012	0,002 - 0,022	B/Mn	0,340	0,00 - 0,98
S/N	0,063	0,04 - 0,08	S/Cu	0,011	0,001 - 0,021
S/P	1,060	0,70 - 1,42	S/Fe	0,003	0,0016 - 0,0044
S/K	0,076	0,04 - 0,11	S/Zn	0,021	0,009 - 0,033
S/Ca	0,180	0,13 - 0,23	S/Mn	0,001	0,00 - 0,0027
S/Mg	0,430	0,26 - 0,60	S/B	0,005	0,00 - 0,010

<sup>1/</sup> Teores de macronutrientes expressos em dag/kg e de micronutrientes em mg/kg.

<sup>2/</sup> 19 lavouras de alta produtividade.

Quadro 4.8 - Média e intervalo de confiança (IC) das relações entre os nutrientes dois a dois, para a região de Viçosa (ano de baixa produtividade)

Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	IC <sup>2/</sup>	Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	IC <sup>2/</sup>
NP	16,27	11,82 - 20,72	Cu/N	6,910	4,52 - 9,30
NK	1,080	0,70 - 1,46	Cu/P	111,250	72,12 - 150,38
N/Ca	2,430	1,63 - 3,22	Cu/K	7,340	4,40 - 10,28
N/Mg	6,130	2,76 - 9,50	Cu/Ca	16,600	9,90 - 23,29
NS	13,220	9,45 - 16,99	Cu/Mg	42,430	16,88 - 67,98
N/Cu	0,150	0,10 - 0,20	Cu/S	90,840	53,66 - 128,02
N/Fe	0,033	0,01 - 0,06	Cu/Fe	0,220	0,08 - 0,36
N/Zn	0,350	0,18 - 0,52	Cu/Zn	2,390	1,28 - 3,50
N/Mn	0,017	0,007 - 0,027	Cu/Mn	0,120	0,05 - 0,19
NB	0,080	0,028 - 0,13	Cu/B	0,550	0,19 - 0,91
PN	0,063	0,05 - 0,08	Fe/N	33,610	16,29 - 50,93
PK	0,067	0,041 - 0,093	Fe/P	536,410	283,52 - 789,30
P/Ca	0,150	0,11 - 0,19	Fe/K	36,050	11,00 - 61,10
PMg	0,380	0,15 - 0,60	Fe/Ca	80,500	13,01 - 122,99
PS	0,830	0,55 - 1,11	Fe/Mg	203,090	54,88 - 351,30
P/Cu	0,010	0,006 - 0,013	Fe/S	438,180	187,35 - 689,01
P/Fe	0,002	0,001 - 0,003	Fe/Cu	4,970	2,37 - 7,56
P/Zn	0,022	0,012 - 0,032	Fe/Zn	11,350	6,02 - 16,68
PMn	0,001	0,0003 - 0,0017	Fe/Mn	0,560	0,23 - 0,89
PB	0,005	0,0015 - 0,0085	Fe/B	2,630	0,85 - 4,41
KN	0,960	0,65 - 1,27	Zn/N	3,050	1,47 - 4,62
KP	15,430	10,10 - 20,76	Zn/P	49,500	18,13 - 80,86
K/Ca	2,320	1,40 - 3,24	Zn/K	3,210	1,55 - 4,87
K/Mg	5,920	2,36 - 9,48	Zn/Ca	7,380	2,45 - 12,31
K/S	12,550	8,74 - 16,36	Zn/Mg	18,500	5,56 - 31,44
K/Cu	0,140	0,08 - 0,20	Zn/S	39,570	19,61 - 59,53
K/Fe	0,030	0,013 - 0,047	Zn/Cu	0,450	0,24 - 0,66
K/Zn	0,330	0,20 - 0,47	Zn/Fe	0,095	0,05 - 0,14
K/Mn	0,017	0,007 - 0,027	Zn/Mn	0,050	0,01 - 0,90
KB	0,080	0,026 - 0,13	Zn/B	0,230	0,11 - 0,35
Ca/N	0,430	0,29 - 0,57	Mn/N	67,560	7,77 - 127,35
Ca/P	6,820	4,86 - 8,77	Mn/P	1108,180	0,00 - 2216,80
Ca/K	0,460	0,25 - 0,67	Mn/K	73,100	2,03 - 144,17
Ca/Mg	2,540	1,36 - 3,72	Mn/Ca	164,800	3,34 - 326,26
Ca/S	5,550	3,85 - 7,24	Mn/Mg	420,310	0,00 - 840,68
Ca/Cu	0,060	0,03 - 0,09	Mn/S	917,000	0,00 - 1892,20
Ca/Fe	0,014	0,005 - 0,023	Mn/Cu	10,150	0,10 - 20,20
Ca/Zn	0,150	0,08 - 0,22	Mn/Fe	2,180	0,00 - 4,69
Ca/Mn	0,007	0,002 - 0,012	Mn/Zn	24,430	0,00 - 54,01
Ca/B	0,034	0,011 - 0,056	Mn/B	6,020	0,00 - 17,00
Mg/N	0,180	0,08 - 0,28	B/N	14,110	5,30 - 22,92
Mg/P	2,930	0,96 - 4,90	B/P	231,330	62,59 - 400,07
Mg/K	0,200	0,03 - 0,37	B/K	15,330	2,67 - 27,99
Mg/Ca	0,430	0,20 - 0,65	B/Ca	33,770	13,05 - 54,50
Mg/S	2,340	0,99 - 3,69	B/Mg	82,760	29,82 - 135,70
Mg/Cu	0,027	0,006 - 0,048	B/S	184,910	66,18 - 303,64
Mg/Fe	0,006	0,002 - 0,009	B/Cu	2,100	0,72 - 3,48
Mg/Zn	0,063	0,015 - 0,111	B/Fe	0,460	0,06 - 0,86
Mg/Mn	0,003	0,00 - 0,006	B/Zn	4,830	1,49 - 8,20
Mg/B	0,014	0,005 - 0,023	B/Mn	0,250	0,025 - 0,47
S/N	0,077	0,05 - 0,10	S/Cu	0,012	0,007 - 0,017
S/P	1,250	0,85 - 1,65	S/Fe	0,002	0,0008 - 0,003
S/K	0,082	0,05 - 0,11	S/Zn	0,027	0,017 - 0,037
S/Ca	0,180	0,13 - 0,23	S/Mn	0,001	0,0004 - 0,0022
S/Mg	0,470	0,24 - 0,69	S/B	0,006	0,0025 - 0,0095

<sup>1/</sup> Teores de macronutrientes expressos em dag/kg e de micronutrientes em mg/kg.

<sup>2/</sup> 19 lavouras de alta produtividade.

#### **4.3.2. Normas DRIS para diagnose nutricional de cafeeiros para o estado de Minas Gerais**

As normas DRIS para cafeeiros do estado de Minas Gerais foram geradas e comparadas entre os anos amostrados (Quadros 4.9 e 4.10). Para comparação das normas, foram utilizados os intervalos de confiança (IC) das relações, dois a dois.

Após a comparação das normas DRIS para avaliação nutricional dos cafeeiros de Minas Gerais entre o ano de alta e de baixa produtividade, verificaram-se, pelos intervalos de confiança das relações, áreas coincidentes. Desta forma, considerou-se que as relações dos nutrientes eram estatisticamente semelhantes, independentemente do ano amostrado. Das 110 relações determinadas, apenas uma diferiu entre os anos considerados, a relação K/N que foi diferente entre os anos de alta e de baixa produtividade (Quadros 4.9 e 4.10).

Sendo mínimas as diferenças detectadas entre as relações dos nutrientes dois a dois, pode-se afirmar que as normas DRIS foram semelhantes para o estado de Minas Gerais, independentemente se era ano de alta ou baixa produtividade.

A regionalização ou a padronização das normas DRIS tem sido investigada por vários autores. Alguns trabalhos, como o de WALWORTH e SUMNER (1987), PAYNE et al. (1990) e MORENO et al. (1996), afirmaram que normas DRIS, geradas para uma dada espécie, podem ser utilizadas indiscriminadamente, independentemente da variedade cultivada, da região geográfica ou das condições climáticas da área de cultivo e da época de amostragem. Entretanto, BATAGLIA e SANTOS (1990), DARA et al. (1992) e WALWORTH e SUMNER (1987) evidenciaram haver diferenças entre as normas DRIS geradas, dependendo do local de cultivo ou da variedade.

Neste trabalho, houve a padronização das condições de coleta das amostras, como: época de amostragem, idade das plantas, estado fisiológico das plantas e produtividade da população de referência. Desta forma, as relações entre os nutrientes foram afetadas de forma mínima, independentemente da região e do ano amostrado. Desta forma, pode-se afirmar que as

Quadro 4.9 - Média e intervalo de confiança (IC) das relações entre os nutrientes dois a dois, para Minas Gerais (ano de alta produtividade)

Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	IC <sup>2/</sup>	Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	IC <sup>2/</sup>
NP	19,940	13,60 - 26,28	Cu/N	9,690	0,00 - 25,58
NK	1,210	0,71 - 1,71	Cu/P	198,760	0,00 - 591,03
N/Ca	2,730	1,82 - 3,64	Cu/K	10,720	0,00 - 24,70
N/Mg	7,760	4,11 - 11,41	Cu/Ca	26,610	0,00 - 66,45
NS	16,650	9,44 - 23,85	Cu/Mg	71,760	0,00 - 173,75
N/Cu	0,150	0,03 - 0,27	Cu/S	165,030	0,00 - 477,21
N/Fe	0,040	0,015 - 0,065	Cu/Fé	0,340	0,00 - 0,82
N/Zn	0,280	0,031 - 0,53	Cu/Zn	2,180	0,05 - 4,30
N/Mn	0,030	0,0034 - 0,027	Cu/Mn	0,250	0,00 - 0,61
N/B	0,064	0,013 - 0,047	Cu/B	0,580	0,00 - 1,44
PN	0,050	0,022 - 0,105	Fe/N	31,680	0,00 - 68,03
PK	0,062	0,033 - 0,067	Fe/P	639,960	0,00 - 1404,90
P/Ca	0,140	0,034 - 0,090	Fe/K	37,140	0,00 - 80,38
P/Mg	0,400	0,074 - 0,206	Fe/Ca	83,980	0,00 - 181,45
PS	0,850	0,22 - 0,58	Fe/Mg	237,140	0,00 - 490,99
P/Cu	0,008	0,45 - 1,25	Fe/S	530,190	0,00 - 1163,96
P/Fe	0,002	0,0014 - 0,015	Fe/Cu	4,340	0,00 - 10,10
P/Zn	0,015	0,0007 - 0,0033	Fe/Zn	8,160	0,00 - 17,82
P/Mn	0,001	0,0001 - 0,003	Fe/Mn	0,920	0,00 - 2,48
P/B	0,003	0,001 - 0,006	Fe/B	1,980	0,00 - 4,34
K/N	0,870	0,52 - 1,22	Zn/N	4,740	0,00 - 10,17
K/P	17,280	9,16 - 25,40	Zn/P	97,820	0,00 - 240,76
K/Ca	2,370	1,26 - 3,48	Zn/K	5,380	0,00 - 11,02
K/Mg	6,690	3,07 - 10,31	Zn/Ca	12,630	0,00 - 27,34
K/S	14,670	5,41 - 23,93	Zn/Mg	36,680	0,00 - 93,92
K/Cu	0,120	0,02 - 0,22	Zn/S	80,530	0,00 - 189,53
K/Fe	0,033	0,013 - 0,053	Zn/Cu	0,590	0,04 - 1,14
K/Zn	0,230	0,064 - 0,40	Zn/Fe	0,170	0,004 - 0,336
K/Mn	0,025	0,002 - 0,048	Zn/Mn	0,130	0,00 - 0,30
K/B	0,055	0,017 - 0,093	Zn/B	0,290	0,00 - 0,59
Ca/N	0,380	0,24 - 0,52	Mn/N	50,440	0,00 - 116,42
Ca/P	7,640	3,71 - 11,57	Mn/P	997,930	0,00 - 2278,92
Ca/K	0,460	0,21 - 0,71	Mn/K	63,210	0,00 - 165,18
Ca/Mg	2,910	1,43 - 4,39	Mn/Ca	142,230	0,00 - 360,90
Ca/S	6,330	2,89 - 9,77	Mn/Mg	398,560	0,00 - 949,23
Ca/Cu	0,055	0,01 - 0,10	Mn/S	837,440	0,00 - 1944,08
Ca/Fe	0,014	0,004 - 0,024	Mn/Cu	7,460	0,00 - 19,74
Ca/Zn	0,110	0,01 - 0,21	Mn/Fe	2,000	0,00 - 5,02
Ca/Mn	0,011	0,001 - 0,021	Mn/Zn	15,630	0,00 - 47,73
Ca/B	0,024	0,011 - 0,037	Mn/B	3,320	0,00 - 8,35
Mg/N	0,140	0,08 - 0,20	B/N	17,760	7,35 - 28,17
Mg/P	2,720	1,39 - 4,05	B/P	353,060	121,21 - 584,91
Mg/K	0,160	0,08 - 0,24	B/K	21,280	6,59 - 35,97
Mg/Ca	0,370	0,19 - 0,55	B/Ca	47,330	19,08 - 75,58
Mg/S	2,300	0,82 - 3,78	B/Mg	139,600	5,70 - 273,50
Mg/Cu	0,020	0,002 - 0,038	B/S	299,080	50,84 - 547,32
Mg/Fe	0,005	0,002 - 0,008	B/Cu	2,590	0,10 - 5,08
Mg/Zn	0,039	0,002 - 0,075	B/Fe	0,690	0,11 - 1,27
Mg/Mn	0,004	0,0007 - 0,007	B/Zn	4,850	0,63 - 9,07
Mg/B	0,009	0,0024 - 0,016	B/Mn	0,520	0,00 - 1,10
S/N	0,064	0,04 - 0,09	S/Cu	0,009	0,0007 - 0,017
S/P	1,260	0,69 - 1,82	S/Fe	0,002	0,0003 - 0,0037
S/K	0,080	0,03 - 0,13	S/Zn	0,018	0,00 - 0,038
S/Ca	0,170	0,087 - 0,253	S/Mn	0,002	0,0001 - 0,0035
S/Mg	0,490	0,22 - 0,76	S/B	0,004	0,0007 - 0,007

<sup>1/</sup> Teores de macronutrientes expressos em dag/kg e de micronutrientes em mg/kg.

<sup>2/</sup> 83 lavouras de alta produtividade.

Quadro 4.10 - Média e intervalo de confiança (IC) das relações entre os nutrientes dois a dois, para Minas Gerais (ano de baixa produtividade)

Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	IC <sup>2/</sup>	Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	IC <sup>2/</sup>
NP	17,580	9,51 - 25,65	Cu/N	9,630	0,00 - 23,91
NK	1,100	0,78 - 1,41	Cu/P	181,590	0,00 - 510,40
N/Ca	2,530	1,70 - 3,36	Cu/K	10,540	0,00 - 25,70
N/Mg	7,080	3,53 - 10,63	Cu/Ca	23,730	0,00 - 58,21
NS	16,660	8,69 - 24,63	Cu/Mg	65,080	0,00 - 155,82
N/Cu	0,150	0,05 - 0,25	Cu/S	164,350	0,00 - 428,14
N/Fe	0,032	0,01 - 0,05	Cu/Fe	0,280	0,00 - 0,61
N/Zn	0,240	0,06 - 0,42	Cu/Zn	1,970	0,18 - 3,76
N/Mn	0,025	0,002 - 0,048	Cu/Mn	0,270	0,00 - 0,93
NB	0,060	0,015 - 0,105	Cu/B	0,540	0,00 - 1,37
P/N	0,060	0,03 - 0,09	Fe/N	35,940	12,42 - 59,46
PK	0,070	0,04 - 0,10	Fe/P	667,240	0,00 - 1335,01
P/Ca	0,150	0,08 - 0,22	Fe/K	39,450	11,43 - 67,47
PMg	0,440	0,12 - 0,75	Fe/Ca	89,800	29,38 - 150,22
PS	0,980	0,56 - 1,39	Fe/Mg	244,840	60,13 - 429,55
P/Cu	0,009	0,001 - 0,017	Fe/S	631,260	0,00 - 1279,06
P/Fe	0,002	0,0002 - 0,0038	Fe/Cu	4,870	0,75 - 8,99
P/Zn	0,015	0,002 - 0,028	Fe/Zn	8,300	1,59 - 15,01
PMn	0,002	0,00 - 0,003	Fe/Mn	0,880	0,00 - 1,81
PB	0,003	0,001 - 0,006	Fe/B	2,090	0,05 - 4,13
K/N	0,030	0,00 - 0,30	Zn/N	5,520	0,00 - 12,87
K/P	16,160	8,71 - 23,61	Zn/P	100,930	0,00 - 262,10
K/Ca	2,330	1,60 - 3,06	Zn/K	6,010	0,00 - 14,18
K/Mg	6,580	3,04 - 10,12	Zn/Ca	13,780	0,00 - 31,77
K/S	15,360	7,96 - 22,76	Zn/Mg	38,340	0,00 - 87,64
K/Cu	0,140	0,04 - 0,24	Zn/S	98,130	0,00 - 267,63
K/Fe	0,030	0,01 - 0,05	Zn/Cu	0,710	0,00 - 1,52
K/Zn	0,230	0,06 - 0,40	Zn/Fe	0,160	0,00 - 0,34
K/Mn	0,024	0,00 - 0,05	Zn/Mn	0,140	0,00 - 0,36
KB	0,053	0,013 - 0,093	Zn/B	0,280	0,00 - 0,59
Ca/N	0,410	0,28 - 0,53	Mn/N	50,580	5,43 - 95,73
Ca/P	7,080	3,61 - 10,55	Mn/P	894,680	0,00 - 1824,71
Ca/K	0,440	0,29 - 0,59	Mn/K	56,380	0,00 - 113,00
Ca/Mg	2,830	1,48 - 4,17	Mn/Ca	129,420	0,00 - 258,85
Ca/S	6,720	3,45 - 9,99	Mn/Mg	361,550	0,00 - 768,52
Ca/Cu	0,058	0,016 - 0,099	Mn/S	841,200	0,00 - 1717,79
Ca/Fe	0,013	0,005 - 0,021	Mn/Cu	7,270	0,00 - 15,02
Ca/Zn	0,100	0,024 - 0,176	Mn/Fe	1,570	0,00 - 3,30
Ca/Mn	0,010	0,00 - 0,02	Mn/Zn	13,070	0,00 - 32,92
Ca/B	0,023	0,005 - 0,041	Mn/B	3,260	0,00 - 9,67
Mg/N	0,150	0,06 - 0,23	B/N	21,020	6,23 - 35,81
Mg/P	2,760	0,63 - 4,88	B/P	348,920	133,80 - 561,04
Mg/K	0,180	0,07 - 0,29	B/K	22,630	7,46 - 37,80
Mg/Ca	0,380	0,18 - 0,58	B/Ca	51,580	18,80 - 84,36
Mg/S	2,590	0,66 - 4,52	B/Mg	152,360	6,30 - 298,42
Mg/Cu	0,022	0,004 - 0,040	B/S	343,010	96,05 - 589,97
Mg/Fe	0,005	0,002 - 0,008	B/Cu	3,080	0,00 - 6,37
Mg/Zn	0,038	0,00 - 0,08	B/Fe	0,700	0,00 - 1,48
Mg/Mn	0,004	0,00 - 0,009	B/Zn	4,770	0,59 - 8,95
Mg/B	0,009	0,0007 - 0,0173	B/Mn	0,560	0,00 - 1,22
S/N	0,064	0,037 - 0,090	S/Fe	0,002	0,0004 - 0,0038
S/P	1,090	0,64 - 1,54	S/Zn	0,016	0,0011 - 0,031
S/K	0,070	0,04 - 0,10	S/Mn	0,002	0,0001 - 0,0031
S/Ca	0,160	0,08 - 0,24	S/B	0,004	0,0007 - 0,0073
S/Mg	0,450	0,17 - 0,73	S/Cu	0,009	0,002 - 0,016

<sup>1/</sup> Teores de macronutrientes expressos em dag/kg e de micronutrientes em mg/kg.

<sup>2/</sup> 76 lavouras de alta produtividade.

normas DRIS, geradas para a avaliação do estado nutricional de cafeeiros, foram semelhantes e podem ser consideradas iguais.

Sendo assim, as normas DRIS, desenvolvidas para a cafeicultura de Minas Gerais, foram também consideradas semelhantes, independentemente se em ano de alta ou baixa produtividade.

As normas DRIS, geradas para *Coffea arabica* para regiões cafeeicultoras do estado de Minas Gerais, foram semelhantes em todas as situações analisadas. Entretanto, o uso de critérios de diagnose nutricional para cada local, possivelmente, forneça maior segurança na avaliação do estado nutricional nos cafeeiros das regiões estudadas do que os critérios estabelecidos envolvendo vários locais.

#### 4.4. CONCLUSÕES

Normas DRIS, para a cultura do cafeeiro (*Coffea arabica*) no estado de Minas Gerais, foram desenvolvidas a partir de um banco de dados gerados neste trabalho.

As normas DRIS, desenvolvidas para a cafeicultura de Minas Gerais, foram semelhantes entre as regiões estudadas;

As normas desenvolvidas para as regiões cafeiculturas de Minas Gerais não foram afetadas pelo ciclo bienal de produção do cafeeiro.

## **5. CAPÍTULO 3**

### **AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DE CAFEIROS DE MINAS GERAIS UTILIZANDO O DRIS**

#### **5.1. INTRODUÇÃO**

O cafeeiro é cultivado no Brasil em aproximadamente 210 mil propriedades, com produção em torno de 25 milhões de sacas beneficiadas por ano. Este montante vem contribuindo para a entrada de US\$ 2,5 bilhões no País, sendo a participação do estado de Minas Gerais de 55,5 % (OLIVEIRA e ALVES, 2001). Mesmo sendo o Estado bastante representativo, muitas lavouras apresentam baixas produtividades (menos de 15 sc/ha/ano de café beneficiado), devido, principalmente, a problemas nutricionais.

Para superar as baixas produtividades das lavouras, torna-se necessário avaliar as principais regiões produtoras do Estado, com o intuito de detectar quais seriam os problemas nutricionais mais relevantes nessas regiões. Dentre os métodos usados para realizar a avaliação nutricional, tem-se a diagnose foliar.

A diagnose foliar é uma importante ferramenta de identificação das deficiências e dos desequilíbrios nutricionais de plantas, pois monitora o programa de adubação de determinada cultura e a fertilidade do solo (MELDAL-JOHNSEN e SUMNER, 1980). A utilização da análise química



foliar como ferramenta da diagnose baseia-se na premissa de existir uma relação positiva entre o suprimento de nutrientes no solo e suas concentrações na planta, e que aumentos ou decréscimos nestas concentrações se relacionam com maiores ou menores produtividades, respectivamente (EVENHUIS e WAAR, 1980).

Dentre os diversos critérios de interpretação de análise química foliar pode-se destacar o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS). Este método estuda os fatores nutricionais interferentes na produção, por meio do uso das relações das concentrações dos nutrientes, dois a dois, enfatizando a importância do equilíbrio entre nutrientes (COSTA, 1995). O principal propósito do DRIS é determinar o balanço adequado dos nutrientes e, também, indicar os elementos que mais severamente estão limitando a produtividade das lavouras, por meio de índices.

O DRIS permite conhecer a ordem de limitação dos nutrientes em uma determinada lavoura, avaliando quanto o índice de um determinado nutriente dista de seu ótimo, e assim são ordenados os nutrientes segundo sua limitação (carência ou excesso) para a produtividade (BERVELY, 1973).

Os índices DRIS podem assumir valores negativos quando ocorre deficiência do nutriente considerado em relação aos demais. Valores positivos indicam excesso, e quanto mais próximo de zero estiver um índice, mais próxima estará a lavoura do equilíbrio nutricional para o nutriente em estudo. Assim, índices próximos de zero significam balanço nutricional (LEITE, 1993; COSTA, 1995).

Embora os índices DRIS mais negativos indiquem o grau que a planta necessita de um determinado nutriente, não permitem o cálculo da quantidade de nutrientes que deve ser aplicada na lavoura (REIS JR., 1999).

Outra maneira de avaliar o balanço nutricional pelo DRIS seria a separação das relações dos nutrientes em faixas de acordo com o diagrama interpretativo de BEAULFILS (1973), faixas estas que variam do excesso à deficiência, passando por uma faixa considerada adequada. Desta forma, possibilitam a identificação dos nutrientes mais limitantes de uma lavoura.

Outra informação também importante fornecida pelo DRIS é o Índice de Balanço Nutricional médio (IBNm), ou seja, um valor que expressa a soma dos valores absolutos dos índices DRIS de cada nutriente, dividido

pelo número de nutrientes analisados. O IBNm permite comparar o equilíbrio nutricional de diversas lavouras entre si. É esperado IBNm de menor valor para lavouras mais produtivas e com bom equilíbrio entre nutrientes e IBNm de maior valor para lavouras menos produtivas (WADT, 1996). Entretanto, pode haver situações em que o IBNm seja baixo mesmo em lavouras com baixa produtividade, indicando limitações de outra ordem que devem estar associadas à produtividade da cultura, mas que não sejam de ordem nutricional (LEITE, 1993).

Com base no exposto, os objetivos deste trabalho foram:

- Calcular os índices DRIS e IBNm das lavouras amostradas nas regiões de Manhuaçu, Patrocínio, Guaxupé e São Sebastião do Paraíso e Viçosa, no ano de alta produtividade e ano de baixa produtividade, considerando as normas regionais ou as gerais para o estado de Minas Gerais.

- Avaliar o estado nutricional de lavouras cafeeiras de alta, média e baixa produtividade, identificando os principais nutrientes que possivelmente estariam limitando a produtividade dos cafeeiros em cada região e para o estado de Minas Gerais, tanto por excesso quanto por deficiência, baseando-se nos índices DRIS e IBNm.

## **5.2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **5.2.1. Obtenção dos dados**

Os dados foram obtidos de acordo com o Material e Métodos descrito no Capítulo 1.

### **5.2.2. Utilização das normas DRIS**

Neste trabalho foram utilizadas normas específicas para cada região estudada (Manhuaçu, Patrocínio, Guaxupé e São Sebastião do Paraíso e Viçosa), de acordo com o ano amostrado (ano de alta produtividade e ano de baixa produtividade) e para o conjunto destas, em que considerou-se a norma DRIS para o estado de Minas Gerais. O método de obtenção das normas e os valores das relações dos nutrientes encontram-se no Capítulo 2.

### **5.2.3. Obtenção dos índices DRIS**

Os índices DRIS foram calculados com o uso da média das relações diretas e inversas de cada nutriente, conforme a fórmula a seguir (ALVAREZ V. e LEITE, 1999):

$$\text{Índice A} = \frac{+ Z(A/B) + Z(A/C) + \dots + Z(A/N) - Z(B/A) - Z(B/C) - \dots - Z(B/N)}{2(n-1)}$$

em que

Índice A = Índice DRIS do nutriente em processamento.

Para o cálculo das funções Z(A/B), foi utilizada a fórmula recomendada por JONES (1981):

$$Z(A/B) = [(A/B) - (a/b)] \cdot k/s$$

em que

Z(A/B) = função da relação entre os nutrientes A e B da amostra a ser diagnosticada;

A/B = valor da relação entre nutrientes A e B, para a amostra a ser diagnosticada (relação direta);

a/b = valor da média obtida para as relações A/B, oriundas da população de plantas de alta produtividade (norma de referência);

n = número de nutrientes envolvidos na análise;

k = valor constante (10), e

s = desvio-padrão dos valores da relação A/B da população de referência.

Os cálculos dos índices DRIS foram realizados para todas as relações e para todos os nutrientes envolvidos, utilizando-se a constante (k) de valor 10, para que os valores do DRIS se tornassem números inteiros, conforme as sugestões de ALVAREZ V. e LEITE (1999).

O índice de balanço nutricional médio (IBNm) foi calculado por meio do somatório dos valores absolutos dos índices DRIS (COSTA, 1995), obtidos para cada nutriente em cada lavoura, conforme a equação:

$$\text{IBNm} = [ | \text{índice A} | + | \text{índice B} | + \dots + | \text{índice N} | ] / n$$

## 5.2.4. Diagnóstico do estado nutricional

Após o cálculo dos índices DRIS, estes foram separados em faixas de interpretação do balanço nutricional para cada nutriente, lavoura, região e conforme o ano amostrado: ano de alta produtividade ( $\geq 30$  sc/ha/ano de café beneficiado na média do biênio) e ano de baixa produtividade ( $< 30$  sc/ha/ano de café beneficiado na média do biênio). As faixas de interpretação foram separadas em: excessiva, tendendo ao excesso, normal, tendendo à deficiência e deficiente, conforme a metodologia de BEAUFILS (1973), citada por ALVAREZ, V. e LEITE (1999) (Quadro 5.1).

Quadro 5.1 - Distribuição da população amostrada em faixas de interpretação conforme o índice DRIS e a distribuição de z

Faixas de Interpretação	Característica da Distribuição $z^{\frac{1}{2}}$	Índices DRIS
Deficiente (D)	$\leq - (4/3) s^{\frac{2}{2}}$	$\leq -14$
Tendendo à deficiência (TD)	$- (4/3) s$ a $- (2/3) s$	$- 8$ a $- 13$
Normal ou equilibrada (N)	$- (2/3) s$ a $+ (2/3) s$	$- 7$ a $+ 7$
Tendendo ao excesso (TE)	$+ (2/3) s$ a $+ (4/3) s$	$+ 8$ a $+ 13$
Excessiva (E)	$\geq + (4/3) s$	$\geq +14$

<sup>1/2</sup> Fonte: Faixas de Beaufils (1973), citado por ALVAREZ, V. e LEITE (1999).

<sup>2/2</sup> s = desvio-padrão.

Os nutrientes de índices DRIS mais negativos ( $\leq -14$ ), indicando problema por deficiência, e os nutrientes de índices DRIS mais positivos ( $\geq +14$ ), indicando problema por excesso, foram considerados limitantes da produtividade, ou seja, foram classificados nas faixas de interpretação excessiva (E) e deficiente (D), consideradas como os contribuintes para menor produtividade da lavoura.

Todas as lavouras amostradas nas quatro regiões, conforme a produtividade, se alta, média ou de baixa produtividade, constituem a população de lavouras cafeeiras representativas do estado de Minas Gerais. Desta forma, os índices DRIS dos nutrientes de cada lavoura, conforme a

produtividade, alta ( $\geq 30$  sc/ha/ano de café beneficiado), média (15 a 30 sc/ha/ano) e baixa produtividade ( $< 15$  sc/ha/ano), tiveram os índices DRIS classificados em faixas de interpretação, conforme os valores dos índices DRIS (Quadro 5.1). Calculou-se, posteriormente, o percentual de lavouras em cada faixa de interpretação. Assim, os cafeeiros do Estado foram diagnosticados nutricionalmente.

## **5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.3.1. Índices DRIS e IBNm**

Os índices DRIS para cada nutriente analisado e de cada lavoura amostrada por região, bem como o IBNm destas lavouras, encontram-se nos Quadros 5.2 a 5.9.

Pelos resultados obtidos, observou-se que a frequência de índices DRIS negativos ou positivos foi maior nas lavouras de média e baixa produtividade, quando comparados com a frequência dos índices DRIS de lavouras de alta produtividade, e que os índices DRIS para os micronutrientes apresentaram-se com maiores valores, tanto negativos quanto positivos, quando comparados com os índices DRIS para macronutrientes (Quadros 5.2 a 5.9). Estes fatos indicam que houve maior tendência ao desequilíbrio nutricional com relação aos micronutrientes do que em relação aos macronutrientes e que possivelmente a limitação da produtividade das lavouras cafeeiras amostradas pode ser proveniente destes problemas nutricionais.

Comparando os índices DRIS isoladamente dentro de uma região, percebeu-se que índices DRIS muito negativos, como, por exemplo, índice DRIS de -33 para S, na lavoura 16 (Quadro 5.2), e índice DRIS de -26 para

Cu, na lavoura 12 (Quadro 5.2), indicam que houve deficiência de S na lavoura 16 e deficiência de Cu na lavoura 12. Desta forma, pode-se

Quadro 5.2 - Produtividade, índices DRIS e índice de balanço nutricional médio (IBNm) das lavouras amostradas na região de Manhuaçu (ano de alta produtividade). Cálculo com base nas normas DRIS para a região de Manhuaçu, para o ano de alta produtividade

Lavoura	Prod. <sup>1/</sup>	Índices DRIS											IBNm
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B	
Lavouras de alta produtividade (□ 30 sc/ha/ano)													
4	77,00	1	4	8	-4	-1	-8	10	-3	4	-2	-8	5
5	65,00	0	-7	2	1	-3	-6	7	-3	15	-8	2	5
7	93,60	-2	5	9	1	9	-2	-3	-6	4	0	-15	5
9	58,00	3	-8	-4	5	-1	2	2	-2	-6	12	-3	4
10	77,90	-3	-2	2	-5	-3	-6	11	8	5	-5	-2	5
13	41,30	5	-8	-8	4	6	9	-6	4	-20	15	-2	8
14	60,10	0	-5	0	0	-9	-8	7	2	8	-2	7	4
17	100,00	2	5	8	-3	7	-6	-3	-7	3	-2	-5	5
19	71,40	0	-5	-3	18	7	-2	-7	0	-21	16	-3	7
20	57,90	3	6	-16	-10	-6	6	-6	4	-9	25	4	8
21	111,10	2	-4	-1	-2	-7	8	3	-1	-1	-3	6	3
22	100,00	1	1	1	4	4	-4	2	-9	8	-6	-2	4
25	59,50	2	-1	-8	1	-4	9	-5	-2	-3	2	9	4
27	102,70	-5	0	-2	-8	2	-8	-2	32	2	-7	-4	6
28	131,30	-2	-2	0	5	0	0	6	0	9	-6	-11	4
29	159,20	1	-6	1	4	-4	4	2	-5	0	0	3	3
32	66,70	-2	4	3	-6	9	4	-7	-7	6	-9	6	6
33	50,00	3	3	2	2	5	11	-7	0	-4	-3	-12	5
34	52,60	3	0	8	6	-13	5	-4	-2	-6	-3	8	5
35	52,30	-3	7	4	-5	5	1	-4	-2	1	-7	3	4
36	91,70	-11	16	-6	-7	-2	-5	6	-4	4	-3	12	7
Lavouras de média produtividade (15 a 30 sc/ha/ano)													
1	38,90	-2	-5	0	-12	-6	15	33	-5	17	-8	-27	12
6	29,40	0	-5	1	-1	5	9	0	-1	-4	10	-14	5
8	26,70	3	-2	9	9	3	1	-7	-2	-4	8	-19	6
12	23,60	-10	-10	9	-2	-3	1	-26	23	-6	22	0	10
15	31,50	-12	0	10	21	4	-7	-9	-4	4	-3	-6	7
16	22,20	-2	5	-9	12	3	-33	-2	7	-10	26	2	10
18	30,36	-5	3	12	6	5	-2	-11	-2	-5	7	-8	6
26	16,00	-13	8	17	0	1	-9	-16	-11	2	-2	23	9
Lavouras de baixa produtividade (<15 sc/ha/ano)													
2	10,00	-12	-14	11	6	-18	11	-27	34	-6	26	-12	16
3	16,70	-21	-5	-8	14	2	0	-26	28	10	9	-4	11
11	10,40	-15	0	-16	8	-1	7	0	15	-8	5	6	7
23	19,20	-19	9	16	0	-13	10	-18	-2	7	-13	24	12
24	7,50	-15	7	11	-1	8	-9	-28	-8	-1	4	31	11
30	17,00	-7	-5	2	4	-19	-4	-7	27	-4	26	-14	11
31	6,00	-16	-3	8	6	0	1	-28	24	-8	13	4	10

<sup>1/</sup> Produtividade em sc/ha/ano.



Quadro 5.3 - Produtividade, índices DRIS e índice de balanço nutricional médio (IBNm) das lavouras amostradas na região de Manhuaçu (ano de baixa produtividade). Cálculo com base nas normas DRIS para a região de Manhuaçu, para o ano de baixa produtividade

Lavoura	Prod. <sup>1/</sup>	Índices DRIS											IBNm
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B	
Lavouras de alta produtividade (□ 30 sc/ha/ano)													
4	51,40	-1	-1	-11	-3	7	0	16	-5	-1	-4	2	4
5	35,00	-1	6	-3	3	5	-12	14	-3	-2	-5	1	5
7	44,10	3	1	-6	3	2	-2	11	-4	-2	-6	1	4
9	19,00	-2	-2	-5	-10	-6	19	1	7	0	1	-4	5
10	17,30	-2	-6	2	2	2	0	-15	23	-4	6	-2	6
13	37,57	-11	-6	3	1	-3	-5	0	7	5	-2	5	4
14	18,90	-1	-2	4	4	3	-5	-7	-7	6	-4	4	4
17	13,80	-1	9	19	-3	3	-2	-3	6	-3	-24	3	7
19	47,60	-2	-10	5	1	-12	-1	3	-10	7	4	6	5
20	2,60	0	3	0	-9	17	4	-9	-5	-4	3	4	5
21	41,70	-7	-7	-5	-3	-9	5	8	-5	5	5	7	6
22	50,00	-4	6	2	-4	-5	2	-8	0	-3	13	3	4
25	35,70	-4	8	1	-1	-2	1	0	-6	1	0	0	2
27	40,00	4	9	1	0	-3	1	-9	0	-5	9	0	4
28	28,30	1	3	1	8	2	1	-13	-4	-5	17	-1	5
29	58,30	3	-3	1	11	2	3	0	-11	-2	-6	3	4
32	5,00	3	9	1	-12	2	3	1	4	-3	1	-8	4
33	16,70	-6	5	-1	7	-6	-2	-1	-3	4	6	-9	4
34	38,00	8	-8	-2	0	-7	-6	2	11	11	-12	-3	6
35	27,00	3	4	-3	0	5	2	-2	3	-3	5	-9	3
36	19,70	14	-14	0	9	9	4	8	-5	-1	-8	-17	8
Lavouras de média produtividade (15 a 30 sc/ha/ano)													
1	19,20	-1	6	1	-8	1	-5	-5	12	-4	7	0	4
6	27,00	-1	-2	0	-5	-13	-3	-1	7	5	-5	12	5
8	11,70	16	22	30	39	14	19	12	-6	23	19	-19	36
12	11,30	-14	-14	4	-2	0	-8	-18	46	-1	-1	10	11
15	5,10	0	-3	1	4	-4	-9	-14	14	-5	20	6	7
16	17,80	-6	-6	10	-30	0	10	-2	1	0	4	18	8
18	9,55	-6	-8	-7	-11	-6	-4	11	-12	22	3	9	9
26	15,00	-1	-15	-8	-3	3	-10	19	22	-3	64	-61	19
Lavouras de baixa produtividade (< 15 sc/ha/ano)													
2	2,40	-8	-20	2	-4	13	-5	-2	1	-2	10	18	8
3	4,50	-17	-22	-7	-2	15	-8	1	21	3	0	14	10
11	4,50	-5	-22	4	-5	15	6	-12	3	-4	3	22	9
23	8,00	6	-19	-34	-8	27	-15	6	19	-6	70	-28	22
24	7,50	-5	-36	2	-2	-5	-18	-5	109	-4	37	-59	25
30	5,50	-8	-18	6	-2	21	-1	-18	-7	-3	11	22	11
31	<sup>2/</sup>	-12	-15	4	2	16	0	-13	-3	-3	9	19	9

<sup>1/</sup> Produtividade em sc/ha/ano.

<sup>2/</sup> Ausência do dado de produtividade.

Quadro 5.4 - Produtividade, índices DRIS e índice de balanço nutricional médio (IBNm) das lavouras amostradas na região de Patrocínio (ano de alta produtividade). Cálculo com base nas normas DRIS para a região de Patrocínio, para o ano de alta produtividade

Lavouras	Prod. <sup>1/</sup>	Índices DRIS											IBNm
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B	
Lavouras de alta produtividade (□ 30 sc/ha/ano)													
1	70,00	4	-11	-8	3	-4	1	-1	3	11	9	-8	6
4	98,00	-3	-6	7	-2	-10	8	1	10	-2	-3	-1	5
5	70,00	6	1	-1	-2	-1	-13	11	-4	-9	9	1	5
9	50,00	3	9	0	1	14	2	-6	-15	-10	-7	10	7
13	40,00	-5	-1	-8	4	-2	1	3	-10	9	2	6	5
15	40,00	-5	-19	-3	-6	1	-15	17	7	16	5	0	8
17	53,00	-2	4	7	-7	-1	5	-5	-4	-4	-1	9	4
18	78,00	6	-6	2	8	1	0	-5	8	-6	-3	-5	4
19	41,50	-7	-2	2	7	-3	10	-5	-2	6	1	-8	5
20	43,00	5	0	11	-11	3	7	3	0	7	-18	-8	7
21	37,50	5	-2	7	1	4	-1	2	-5	-3	-3	-4	3
25	33,00	3	3	-6	-3	14	1	-8	3	-9	-8	11	6
26	46,15	0	1	-4	6	10	-10	-4	2	6	-5	-4	5
30	74,00	-4	18	2	-2	-4	4	-6	-7	-8	-1	7	6
31	68,00	3	-4	-5	5	-6	-1	2	2	9	-7	1	4
32	51,00	4	-2	-3	9	0	-1	-15	18	-4	-4	-1	5
41	32,00	1	1	0	3	2	4	-8	1	-4	-4	4	3
42	45,00	-2	4	-12	1	1	-6	-3	9	-1	13	-4	5
43	45,40	-3	3	6	-4	-12	3	9	-6	-10	12	2	6
44	46,30	-5	3	7	-11	-5	1	15	-15	6	10	-7	8
Lavouras de média produtividade (15 a 30 sc/ha/ano)													
2	55,00	-7	-7	3	3	-11	2	-13	-1	13	-5	24	8
6	40,00	0	3	4	-1	-8	4	19	0	-1	-23	0	6
8	23,80	-5	0	-13	-3	-5	-2	-10	-8	24	-10	34	10
11	40,00	-3	-2	-12	3	2	-3	2	-6	8	-5	16	6
14	18,00	4	9	-12	6	-1	-1	-5	-3	-17	12	8	7
16	25,00	4	-2	3	2	2	4	1	3	-16	4	-5	4
22	26,50	-3	-4	-4	-1	-5	1	2	-2	7	-9	18	5
23	30,00	6	12	1	3	3	8	-2	-5	-9	-19	3	6
24	46,00	-3	-4	0	0	0	-8	14	-15	0	-9	24	7
29	45,00	2	1	0	-5	-18	2	0	-16	18	-6	22	8
33	33,00	-2	3	-4	-4	-6	7	6	-8	-1	1	9	5
34	29,60	5	-1	5	-7	-18	6	24	-12	6	-5	-4	8
35	38,40	0	3	3	-15	-15	-2	9	1	16	-23	21	10
36	37,50	-3	5	2	-11	-7	-6	-10	11	13	5	0	7
39	35,70	4	-4	14	-7	6	4	-14	-12	-5	8	6	8
Lavouras de baixa produtividade (< 15 sc/ha/ano)													
3	<sup>2/</sup>	-5	-9	-10	3	2	6	6	-17	4	-2	22	8
7	15,00	4	7	7	20	-1	-4	-8	-14	-13	-12	14	9
10	22,00	6	5	-8	28	-4	-14	-10	-12	-5	-17	32	13
12	15,00	18	4	-35	4	16	4	-8	7	-15	0	5	10
27	15,00	0	9	9	4	-5	11	-11	-9	6	-18	6	8
28	20,00	0	-1	-3	-2	1	-3	-7	4	3	6	4	3
37	12,50	-4	-11	-7	-5	3	-1	-9	3	-8	22	16	8

<sup>1/</sup> Produtividade em sc/ha/ano.

<sup>2/</sup> Ausência do dado de produtividade.

Quadro 5.5 - Produtividade, índices DRIS e índice de balanço nutricional médio (IBNm) das lavouras amostradas na região de Patrocínio (ano de baixa produtividade). Cálculo com base nas normas DRIS para a região de Patrocínio, para o ano de baixa produtividade

Lavoura	Prod. <sup>1/</sup>	Índices DRIS											IBNm
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B	
Lavouras de alta produtividade (□ 30 sc/ha/ano)													
1	40,00	0	-6	-5	-5	9	-4	-2	-8	19	3	-1	6
4	15,00	5	-2	12	-3	-12	-3	-11	10	-6	6	6	7
5	29,00	5	5	4	5	-6	0	2	-14	-7	-5	9	6
9	12,86	-3	-1	-12	4	7	-3	2	0	-9	-1	15	5
13	25,00	2	8	-3	-1	7	-1	-7	0	-4	3	-4	4
15	35,00	-6	-10	-1	7	8	8	-1	8	-9	1	-6	6
17	18,00	1	-4	4	-5	10	-5	-6	-1	-3	7	1	4
18	5,50	3	-2	1	4	-3	-7	-2	11	-3	-5	2	4
19	18,70	5	-3	7	2	4	-4	4	5	-4	-2	-15	5
20	38,00	2	-9	-2	-2	-2	-4	13	7	9	-5	-6	5
21	27,00	4	2	0	1	3	-6	-14	2	11	1	-2	4
25	31,80	-4	1	2	-3	6	6	12	-14	7	-18	2	7
26	20,80	-1	10	11	1	-4	14	-8	-12	2	-14	1	7
30	14,50	-1	3	5	-4	3	1	-9	5	-8	11	-5	5
31	16,00	0	-4	-4	7	3	-5	5	4	-4	-2	0	3
32	37,00	-2	13	-6	7	0	2	10	3	-5	-12	-11	6
38	20,00	-1	-3	-2	-6	-6	7	8	-1	-3	6	2	4
40	26,50	4	0	-3	-4	-19	3	-5	-1	0	15	10	6
41	30,10	-5	0	0	-9	-6	5	13	-4	5	4	-5	5
43	16,00	-8	3	-7	-4	-9	-15	2	0	18	13	6	8
44	42,30	0	7	-1	8	5	7	-9	-3	-6	-7	1	5
Lavouras de média produtividade (15 a 30 sc/ha/ano)													
2	4,00	-2	-10	3	-1	-5	-5	18	0	4	-1	-2	5
6	10,00	1	-1	0	-1	0	7	-10	1	2	-5	7	4
8	12,00	4	6	-11	0	6	-9	-10	-1	13	5	-2	5
11	12,50	-2	-1	-17	4	9	-5	-8	1	7	16	-4	7
14	15,00	0	0	-10	-2	9	-9	-4	12	-11	17	-3	7
16	15,00	5	-3	-9	-6	-7	14	-9	6	-4	15	-2	7
22	5,00	0	2	-16	-4	0	7	-5	-4	13	-3	10	6
23	25,00	3	4	-3	-5	9	-11	0	-1	3	-9	10	5
24	0,00	5	5	-2	-2	-3	-6	9	1	-9	2	0	4
29	8,50	0	9	10	-6	15	3	-14	1	-11	-3	-2	7
33	3,00	-10	-6	-20	4	-3	4	13	9	5	10	-7	8
34	29,40	-5	-6	-6	-5	-1	0	25	-7	9	-3	-1	6
35	20,80	-7	4	0	-19	-11	-2	31	-4	13	-7	0	9
39	22,00	-7	-6	3	-3	-5	2	13	5	-1	0	-2	4
Lavouras de baixa produtividade (< 15 sc/ha/ano)													
3	15,00	9	-5	-1	2	-13	-5	-9	8	18	15	-19	9
7	6,00	6	2	10	-4	8	-3	-18	-3	7	-4	1	6
10	1,00	5	6	-11	-6	6	11	-4	-3	2	-5	-2	5
12	10,00	8	9	-4	-4	11	-3	-6	-6	-8	-2	5	6
27	11,67	-1	2	-2	7	8	-6	-3	1	3	-4	-5	4
28	9,00	-2	5	6	-7	-7	-3	7	-2	10	-18	10	7

<sup>1/</sup> Produtividade em sc/ha/ano.

Quadro 5.6 - Produtividade, índices DRIS e índice de balanço nutricional médio (IBNm) das lavouras amostradas na região Guaxupé e São Sebastião do Paraíso (ano de alta produtividade). Cálculo com base nas normas DRIS para a região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso no ano de alta produtividade

Lavoura	Prod. <sup>1/</sup>	Índices DRIS											IBNm
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B	
Lavouras de alta produtividade (≥ 30 sc/ha/ano)													
7	61,03	1	-2	12	-4	-6	-4	3	2	-10	4	-2	4
8	59,00	-4	4	10	-8	1	-5	4	4	-6	-2	-2	4
9	49,34	-2	-3	4	-3	12	-10	-5	9	14	-1	-8	6
10	68,13	-5	-1	-3	-6	-7	-12	5	21	2	8	-9	7
11	55,22	-3	1	-4	-1	-5	-2	5	1	0	-1	2	2
12	40,11	-3	5	7	0	1	-14	-4	6	9	-6	13	6
13	83,22	-1	-3	7	1	17	-9	-3	2	-4	-4	6	5
14	49,33	-1	6	1	5	1	-3	-1	1	-4	-4	2	3
15	43,54	1	5	-2	8	-6	-4	3	-1	-5	-3	1	3
19	40,00	2	5	1	-11	-5	5	-1	5	3	6	-15	5
20	80,00	-3	1	4	-4	-1	10	1	-3	9	-3	-10	4
26	59,00	1	1	-5	-6	5	6	1	-2	6	6	-18	5
27	63,00	3	1	1	-5	5	9	-4	3	2	-3	-7	7
32	94,20	10	1	-9	2	6	16	-4	-3	-7	-3	-3	6
33	101,00	6	3	0	-4	-5	4	-1	-6	-6	5	0	4
34	47,60	3	3	-15	10	11	6	-3	-8	-11	1	5	7
35	58,00	-4	-6	5	9	1	2	-1	-13	2	-2	6	5
36	45,00	2	-5	1	4	3	3	6	-8	0	-6	7	4
37	78,00	-4	-2	-10	12	-5	3	2	-6	-7	3	6	5
39	41,61	-4	-10	-5	-10	-19	0	4	-3	23	4	14	9
40	55,44	2	-2	1	2	-6	1	-3	-1	-4	4	4	3
43	35,50	4	7	1	9	-4	4	-6	-9	-2	-1	7	5
45	68,70	4	-5	-3	-1	5	0	0	-1	-4	1	-1	2
Lavouras de média produtividade (15 a 30 sc/ha/ano)													
1	37,77	-13	5	5	1	10	-5	-4	12	4	-2	-9	6
2	50,72	-7	1	4	2	9	-1	-1	12	0	-6	-3	4
3	45,45	-9	3	-4	-2	13	-4	0	12	3	-3	-8	5
4	37,26	-6	0	4	2	11	-6	-3	10	1	1	-13	5
6	37,85	-1	2	-13	14	13	-6	2	8	-2	-7	8	7
16	47,05	-1	0	-5	3	6	-5	6	4	-8	-3	1	4
17	28,80	-12	3	-3	-8	-2	-8	17	-3	9	-3	7	7
18	20,00	2	4	-3	-7	1	15	-1	13	-6	-5	-5	6
21	30,00	-1	0	-2	-9	1	11	-2	-1	5	-2	-1	3
23	30,00	-6	-4	-9	-3	-11	-1	11	3	10	3	-3	6
25	38,00	-2	-6	-7	-6	6	9	5	4	-5	11	-18	7
28	42,40	-1	-4	4	-3	-6	4	3	1	-12	7	-2	4
30	40,00	6	3	0	0	-8	7	-3	-9	-2	6	-1	4
38	40,00	-2	-10	1	0	1	-2	21	-13	7	-6	9	6
41	22,00	-1	4	2	0	-8	9	-3	-7	-4	0	10	4
42	38,46	-6	-9	-4	-7	-18	1	7	-9	31	0	11	9
44	40,50	-8	0	1	-1	2	0	6	-9	0	-1	3	3
46	32,00	2	3	2	7	3	1	-1	-7	-1	0	-9	3
47	28,00	0	-1	-1	6	-2	3	-3	-11	-3	11	-1	4
Lavouras de baixa produtividade (< 15 sc/ha/ano)													
22	20,00	-3	3	0	-4	-4	12	4	-2	-4	6	-16	5
24	15,21	0	-9	5	-5	-8	5	-1	8	6	0	-3	4
29	9,00	-7	9	2	-3	-6	2	1	-6	10	-5	8	5

<sup>1/</sup> Produtividade em sc/ha/ano.

Quadro 5.7 - Produtividade, índices DRIS e índice de balanço nutricional médio (IBNm) das lavouras amostradas na região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso (ano de baixa produtividade). Cálculo com base nas normas DRIS para a região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso no ano de baixa produtividade

Lavoura	Prod. <sup>1/</sup>	Índices DRIS											IBNm
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B	
Lavouras de alta produtividade (□ 30 sc/ha/ano)													
7	42,85	-6	-12	2	4	-8	-5	7	7	-3	6	2	6
8	21,70	-4	-11	-8	-9	5	-9	1	0	29	2	1	7
9	49,15	2	2	2	2	9	19	-8	-5	-12	-3	-4	6
10	16,48	0	-4	-6	-8	5	-10	7	22	0	4	-15	7
11	50,12	-1	-7	-8	11	13	-9	-3	17	-14	2	-4	8
12	28,57	8	1	5	2	16	-6	-14	7	-1	-6	1	6
13	42,75	-3	2	1	0	7	-14	-18	4	19	-1	4	7
14	23,00	-13	11	3	3	10	-8	-8	8	-11	-2	5	7
15	21,00	-2	-19	-2	7	4	-5	0	11	-2	-1	7	5
19	22,00	6	2	-7	0	-16	6	4	-10	-4	15	-4	7
20	15,95	2	2	-7	6	-7	6	4	-3	-4	2	-5	4
26	16,00	1	12	-13	-6	2	9	8	-5	-7	4	-9	7
27	38,00	4	4	-7	-7	-2	9	9	-1	-9	-1	-1	5
31	37,00	14	6	13	-1	2	18	1	-18	-18	-6	1	9
45	20,00	3	4	-1	-6	7	14	-5	-4	-4	0	-9	5
Lavouras de média produtividade (15 a 30 sc/ha/ano)													
1	12,53	7	9	10	10	-11	11	2	-10	-19	-6	9	9
2	4,12	-9	7	-4	10	-9	10	-4	-4	7	-3	0	6
3	3,85	-1	18	7	11	-17	14	5	-16	-15	-7	20	12
4	11,00	2	9	1	2	-18	7	12	-7	-4	-3	2	6
5	8,56	-6	14	0	1	-8	8	2	0	-13	-2	4	5
6	7,00	1	-17	-28	28	29	-8	-17	15	2	-5	9	14
18	15,00	1	3	-8	-4	-13	4	8	0	14	-4	5	6
21	18,68	-3	2	-9	-1	-5	6	4	-2	-5	2	7	4
23	25,00	6	-5	7	1	-7	16	9	-8	-15	4	-11	8
25	6,00	4	2	-14	7	-2	4	7	-8	-15	14	-6	7
46	15,00	6	12	5	3	2	18	-1	-11	-4	-3	-25	8
47	15,00	7	4	5	3	-4	15	-13	-11	-7	9	-14	8
Lavouras de baixa produtividade (< 15 sc/ha/ano)													
22	7,94	3	-1	-8	6	-6	7	6	1	-11	3	-4	5
24	11,11	-1	-5	11	8	-23	4	7	5	-11	-2	8	8

<sup>1/</sup> Produtividade em sc/ha/ano.

Quadro 5.8 - Produtividade, índices DRIS e índice de balanço nutricional médio (IBNm) das lavouras amostradas na região de Viçosa (ano de alta produtividade). Cálculo com base nas normas DRIS para a região de Viçosa, para o ano de alta produtividade

Lavoura	Prod. <sup>1/</sup>	Índices DRIS											IBNm
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B	
Lavouras de alta produtividade (□ 30 sc/ha/ano)													
2	38,00	1	1	12	-1	-5	4	0	13	-8	-6	-11	6
3	56,00	1	-3	-4	-7	-2	-1	25	-5	10	-13	0	6
4	58,34	-2	1	-4	-6	16	5	-3	1	-2	-2	-3	4
5	61,00	-6	-12	-2	-10	-5	-2	6	-3	22	15	-3	8
7	94,33	-1	1	1	1	4	-8	1	5	4	-2	-6	3
9	50,00	3	5	3	0	4	-2	0	-3	-3	4	-10	3
14	53,30	-8	-9	-8	10	0	10	2	19	1	-2	-14	7
18	60,00	9	3	2	-3	-4	6	-4	-12	-1	-2	5	5
21	71,00	-1	5	2	4	4	7	2	-4	-5	-2	-12	4
22	78,00	-9	3	6	-2	-1	5	-1	-5	7	-7	4	4
23	42,00	1	-1	10	-1	-5	-4	-4	-4	-4	6	6	4
24	40,00	3	6	2	-6	-6	1	6	-1	-8	1	2	4
27	45,00	1	-1	-8	-3	4	-3	1	-1	-6	18	-2	4
28	43,00	-1	-5	2	0	-4	-14	6	-2	2	8	9	5
31	100,00	5	-1	8	9	-6	-9	-4	-2	-4	0	3	5
32	62,80	5	8	-5	2	4	-6	-3	5	-3	-13	8	6
34	56,64	-2	-3	-10	6	13	1	-1	0	-4	-16	17	7
36	64,21	3	-4	1	4	-10	6	-8	-8	7	4	6	5
39	84,90	-3	5	-2	4	2	4	-20	8	-6	5	3	6
Lavouras de média produtividade (15 a 30 sc/ha/ano)													
1	26,70	8	9	7	13	3	11	4	-47	1	-1	-8	10
6	45,00	6	-2	0	-3	5	2	-14	-2	16	-10	3	6
8	44,00	8	-1	6	-6	0	7	1	2	-4	0	-14	4
10	44,00	9	4	11	-6	-2	-10	-4	6	0	4	-11	6
11	27,00	-2	-4	7	1	-6	8	3	9	-7	-1	-8	5
13	33,30	-10	17	-9	3	-12	-2	-2	36	0	-4	-16	10
15	48,00	-9	-4	2	2	-5	11	0	16	-3	-1	-9	6
16	19,00	0	0	2	-2	-31	4	13	-7	23	10	-12	9
17	19,00	-13	-2	-6	-6	-10	-3	15	-18	27	10	6	10
20	35,50	0	5	-1	0	0	4	2	-13	-3	15	-8	5
25	20,00	3	7	3	0	5	-5	-3	-5	-9	6	-1	4
33	30,22	-1	-7	5	3	-10	-4	1	12	-2	-6	9	5
35	36,53	-4	-9	6	1	-11	11	6	10	-5	0	-6	7
37	32,00	-16	3	0	4	0	10	2	7	-4	-2	-4	5
40	24,53	-4	0	-15	9	-9	4	3	-7	-10	27	1	8
Lavouras de baixa produtividade (< 15 sc/ha/ano)													
12	17,80	-8	3	6	6	-9	-2	4	3	-7	1	2	5
19	16,00	-3	7	1	10	-1	12	3	-8	-8	-5	-9	6
26	12,00	-1	-3	-5	0	-3	10	-7	3	-12	12	7	6
29	20,00	-9	-3	-13	3	19	2	5	-4	-8	-1	10	6
30	7,40	4	7	-26	3	12	7	0	-1	-7	17	-14	9
38	20,00	2	-1	-8	5	10	5	4	-7	-6	-8	5	5
41	5,25	0	-11	-1	5	-16	16	3	11	-8	1	1	7

<sup>1/</sup> Produtividade em sc/ha/ano.

Quadro 5.9 - Produtividade, índices DRIS e índice de balanço nutricional médio (IBNm) das lavouras amostradas na região de Viçosa (ano de baixa produtividade). Cálculo com base nas normas DRIS para a região de Viçosa, para o ano de baixa produtividade

Lavoura	Prod <sup>1/</sup>	Índices DRIS											IBNm
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B	
Lavouras de alta produtividade (□ 30 sc/ha/ano)													
2	31,33	4	-1	5	0	2	-2	-1	-5	-7	26	-19	6
3	9,40	-1	2	5	2	2	2	-14	5	-3	-5	3	4
4	50,00	-2	0	-9	1	15	8	-12	-2	0	-6	6	5
5	42,00	-6	-13	2	2	-4	1	-1	4	7	7	2	4
7	7,00	-2	-6	6	-8	-2	9	5	7	2	-6	-3	5
9	14,30	1	3	4	6	5	-6	-9	-6	-1	0	3	4
14	33,30	14	-1	1	3	-8	3	6	-22	-8	3	9	7
18	24,00	2	-10	-3	-12	-1	-2	1	1	20	-6	10	6
21	35,60	-3	8	2	13	1	4	7	-7	-2	-13	-10	6
22	27,00	-3	1	-1	8	-2	9	-3	0	1	-3	-8	3
23	24,00	-5	2	2	-6	-9	0	5	2	14	-4	-2	5
24	21,00	-4	9	-14	2	-9	-10	2	17	0	8	-1	7
27	38,00	3	7	1	-4	1	-7	12	-2	-8	2	-5	5
28	32,00	-4	0	6	0	-4	4	3	2	-3	3	-7	3
31	7,50	5	8	8	-5	-13	4	-2	2	-3	-3	-1	5
32	21,33	2	0	3	-5	13	4	-6	-1	-4	-9	3	4
34	12,76	-3	-7	-15	7	19	-2	2	-2	-8	-9	17	8
36	44,74	-6	-3	7	-1	-6	-6	8	-6	4	-3	11	6
39	17,00	7	0	-8	-3	1	-3	-2	7	-2	11	-7	5
Lavouras de média produtividade (15 a 30 sc/ha/ano)													
1	16,70	6	8	3	-5	2	-10	8	-18	21	-6	-9	9
6	9,40	3	3	2	1	-2	3	-14	6	0	-6	2	4
8	15,40	-10	-2	-4	1	0	7	6	12	0	-3	-8	5
10	15,40	-3	3	6	-9	-11	1	-2	8	-3	-2	13	5
11	25,00	7	-2	4	4	-10	-11	9	-14	-7	10	10	8
13	20,00	-4	-8	3	4	-2	6	13	-20	-1	-2	12	7
15	4,00	12	10	-23	8	16	-17	3	-11	2	-21	21	13
16	13,00	2	3	5	-7	-29	3	24	-1	1	1	-2	7
17	13,00	-6	-8	-4	-11	-10	1	36	-6	34	-23	-4	13
20	23,70	2	3	4	1	0	2	6	4	-3	-1	-17	4
25	13,33	-4	5	0	3	2	3	0	-7	-11	1	7	4
33	16,60	2	11	-10	-4	19	-1	-2	-2	-5	-6	-1	6
35	18,67	16	-9	-3	3	-7	3	8	-14	-5	14	-6	8
37	20,00	-5	6	-14	-3	16	-8	19	-16	-3	0	7	9
40	18,35	-1	-4	-1	-2	-13	4	16	-4	-5	7	3	5
Lavouras de baixa produtividade (< 15 sc/ha/ano)													
12	3,60	-3	6	5	-8	-9	-3	21	0	-7	-3	0	6
19	10,00	-1	9	-1	-4	0	3	11	8	-1	-5	-19	6
26	9,60	2	11	12	-3	-1	-1	1	-1	-9	0	-11	5
29	3,24	4	2	-22	5	24	-1	11	-12	-7	-5	0	8
30	2,54	4	1	-9	4	5	-5	2	-2	-7	-1	10	4
38	7,50	1	9	0	-3	0	3	0	-3	-4	-5	2	3
41	1,33	7	-16	-2	7	-14	-2	10	-1	-18	24	6	10

<sup>1/</sup> Produtividade em sc/ha/ano.

afirmar que os nutrientes mais limitantes da produtividade dessas lavouras foram S e Cu, conforme os critérios do Quadro 5.1, pois foram os que apresentaram índices mais negativos.

De maneira semelhante, índices DRIS muito positivos, como os valores encontrados na lavoura 2, com índice DRIS de 34 para o Fe (Quadro 5.2), e índice DRIS de 109 para Fe, na lavoura 24 (Quadro 5.3), indicam que as lavouras 2 e 24 estariam com excesso de Fe nos tecidos foliares do cafeeiro, pois foi o nutriente que apresentou índice DRIS mais positivo nestas lavouras, em relação aos demais. Desta forma, valores excedentes de Fe provavelmente estariam comprometendo a produtividade destas lavouras.

Na região de Manhuaçu, em geral, observou-se maior frequência de índices DRIS com valores mais altos, tanto positivos quanto negativos, nas lavouras de baixa produtividade (Quadros 5.2 e 5.3). Observa-se que as diferenças entre as lavouras de alta e baixa produtividade são maiores no ano amostrado de baixa produtividade (Quadro 5.3). Por exemplo, verificou-se na lavoura 8 que no ano de baixa produtividade os índices DRIS foram maiores quando comparados aos índices DRIS do ano de alta produtividade (Quadros 5.2 e 5.3).

Quanto aos valores dos IBNm calculados, as regiões estudadas apresentaram comportamento semelhante aos índices DRIS, em que quanto menor a produtividade da lavoura, maior foi o valor do IBNm calculado (Quadros 5.2 a 5.9).

Em cada faixa de produtividade, o IBNm expressou o estado nutricional de cada lavoura individualizada, sendo que as mais produtivas apresentaram valores menores do IBNm. Como por exemplo, no Quadro 5.4, observa-se na lavoura 12 produtividade de 15,00 sc/ha de café beneficiado e IBNm igual a 10, enquanto a lavoura 41 obteve um IBNm de 3 com produtividade de 32,00 sc/ha de café beneficiado. Quanto menor o IBNm da lavoura espera-se maior equilíbrio nutricional e, conseqüentemente, maior a produtividade.



Observando a variação dos valores dos IBNm das lavouras de Manhauçu, verificou-se que houve maior ou menor variação dos IBNm conforme as produtividades das lavouras e os anos amostrados.

Os IBNm para o ano de alta produtividade variaram de 3 a 8 nas lavouras de alta produtividade, de 5 a 12 para as lavouras de média produtividade e de 7 a 16 para as lavouras de baixa produtividade (Quadro 5.2), confirmando que quanto maior o IBNm menor seria a produtividade e, desta forma, maior o desequilíbrio nutricional.

Os IBNm das lavouras de Manhauçu para o ano de baixa produtividade variaram de 2 a 8 nas lavouras de alta produtividade, de 4 a 36 nas lavouras de média produtividade e de 8 a 25 nas lavouras de baixa produtividade (Quadro 5.3). Desta forma, apenas pelos valores dos IBNm, pode-se afirmar que entre os anos amostrados as lavouras menos produtivas, amostradas no ano de baixa produtividade, estavam mais desequilibradas nutricionalmente que as mesmas lavouras amostradas no ano de alta produtividade.

Os IBNm para as lavouras de Patrocínio, amostradas no ano de alta produtividade, variaram de 3 a 8 nas lavouras de alta produtividade, de 4 a 10 nas lavouras de média produtividade e de 3 a 13 para as lavouras de baixa produtividade (Quadro 5.4).

No ano de baixa produtividade, a variação do IBNm foi de 3 a 8 para as lavouras de alta produtividade, de 4 a 9 para as lavouras de média e de baixa produtividade (Quadro 5.5).

Conforme explicado anteriormente, foram observados menores valores dos IBNm para lavouras mais produtivas e maiores IBNm em lavouras menos produtivas. Mas, verificando os valores dos IBNm das lavouras de Patrocínio, observaram-se alguns valores de IBNm baixos mesmo em lavouras de baixa produtividade. Provavelmente, a baixa produtividade destas lavouras foi causada por algum fator que não seja de ordem nutricional, tal como ocorreu na lavoura 27 (Quadro 5.5) com IBNm de 4 e produtividade de 11,67 sc/ha, pois com esta produtividade era esperado um IBNm de valor maior. Snoeck (1984), citado por LEITE (1993), afirma que nem sempre que se tem uma planta em equilíbrio nutricional adequado ela terá alta produtividade, sendo apenas o inverso verdadeiro, ou

seja, a alta produtividade das culturas é apenas atingida quando as plantas estiverem em equilíbrio nutricional ótimo.

Na região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso, no ano de alta produtividade, a variação do IBNm foi de 2 a 9 nas lavouras de alta produtividade, de 3 a 9 nas lavouras de média produtividade e de 4 a 5 nas lavouras de baixa produtividade (Quadro 5.6). No entanto, os índices obtidos para as lavouras de baixa produtividade não são representativos, pois apenas três das 45 lavouras amostradas encontravam-se nessa situação.

No ano de baixa produtividade, os valores dos IBNm das lavouras de café variaram de 5 a 9 para as lavouras de alta produtividade, de 4 a 14 para as lavouras de média produtividade e de 5 a 8 para as lavouras de baixa produtividade (Quadro 5.7). Também neste caso, os valores obtidos para as lavouras de baixa produtividade não podem ser considerados representativos, uma vez que apenas duas lavouras apresentavam-se nessa condição.

Os maiores valores de IBNm de 12 e 14, nas lavouras 3 e 6 (Quadro 5.7), correspondem a uma produtividade de 3,85 e 7,00 sc/ha de café beneficiado, respectivamente, indicando haver algum desequilíbrio nutricional nessas lavouras. A provável causa da baixa produtividade nas lavouras 3 e 6 seria o excesso de B, com índice DRIS de 20, e o excesso de Ca e Mg, com índices DRIS de 28 e de 29, respectivamente (Quadro 5.7).

Outro fato que pode ser observado foi que nem sempre um índice DRIS negativo indica que o nutriente está deficiente na lavoura, às vezes ocorre deficiência induzida de um nutriente pelo excesso de outros. Foram verificados, na lavoura 6 (Quadro 5.7), deficiência de K (índice DRIS -28) e excesso de Ca e Mg (índices DRIS de 28 e de 29, respectivamente). Possivelmente, houve deficiência induzida de K pelo fato de Ca e Mg terem sido aplicados em doses excessivas neste cafezal.

Segundo os relatos de MALAVOLTA et al, (1997), um inadequado manejo de adubação pode causar excesso de algum nutriente e, desta forma, induzir à carência de outro. Como exemplo, os autores citam que o excesso de Ca e K induz à deficiência de Mg, pois há baixa relação Ca : Mg e muito K no solo e, desta maneira, os nutrientes estão interagindo entre si.

Para as lavouras amostradas no ano de alta produtividade da região de Viçosa, observaram-se as seguintes variações do IBNm: de 3 a 8 para as

lavouras de alta produtividade, de 4 a 10 para as lavouras de média produtividade e de 5 a 9 para as lavouras de baixa produtividade (Quadro 5.8).

No ano de baixa produtividade, os IBNm variaram de 3 a 8 para as lavouras de alta produtividade, de 4 a 13 para as lavouras de média e de 3 a 10, para as lavouras de baixa produtividade, respectivamente (Quadro 5.9).

No ano de baixa produtividade, deparou-se com os valores de IBNm de 13 e 3, nas lavouras 15 e 38, respectivamente, correspondentes às produtividades de 4,0 e 7,5 sc/ha de café beneficiado, conforme os dados do Quadro 5.9. Provavelmente, o IBNm de 13 indica desequilíbrio nutricional na lavoura 15, mas não da lavoura 38 com IBNm de 3 ( $< 13$ ), indicando equilíbrio nutricional, apesar da baixa produtividade. Desta forma, pode-se afirmar que a baixa produtividade da lavoura 38 provavelmente não foi de causa nutricional, o que está de acordo com a afirmação de Snoeck (1984), citado por LEITE (1993), de que nem sempre que se tem uma planta em equilíbrio nutricional adequado ela terá alta produtividade. Entretanto, a baixa produtividade da lavoura 15 se deve a um fator nutricional, comprovado pelos altos índices DRIS ( $-23$  para K,  $-21$  para Mn e  $21$  para B).

Os resultados dos índices DRIS e os IBNm calculados para Minas Gerais, conforme os anos amostrados, encontram-se nos Quadros 5.10 e 5.11, nos quais verificou-se haver maior frequência de índices DRIS mais negativos ( $\leq - 14$ ) e mais positivos ( $\geq + 14$ ) para os micronutrientes, principalmente em lavouras de média e baixa produtividade.

No ano de alta produtividade observou-se que os IBNm variaram de 2 a 11 para as lavouras de alta produtividade, de 2 a 10 para as lavouras de média produtividade e de 3 a 15 nas lavouras de baixa produtividade (Quadro 5.10). Estas variações informam que quanto menor a produtividade maiores valores dos IBNm foram observados.

Para o ano de baixa produtividade, verificaram-se as seguintes variações dos IBNm, de acordo com a produtividade das lavouras: de 3 a 10, para as lavouras de alta produtividade, de 2 a 13, para as lavouras de média produtividade e de 3 a 9, para as lavouras de baixa produtividade (Quadro 5.11).

De acordo com os dados contidos nos Quadros 5.10 e 5.11, verificou-se que os IBNm das lavouras apresentaram maiores amplitudes de variação para a região de Patrocínio, independentemente do ano amostrado.

Quadro 5.10 - Produtividade, índices DRIS e índice de balanço nutricional médio (IBNm) das lavouras amostradas no estado de Minas Gerais (ano de alta produtividade). Cálculo com base nas normas DRIS para Minas Gerais, no ano de alta produtividade

Lavoura	Prod. <sup>1/</sup>	Índices DRIS											IBNm
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B	
Manhuaçu													
Lavouras de alta produtividade (□ 30 sc/ha/ano)													
4	77,00	2	5	3	-2	0	3	1	-3	0	-5	-4	2
5	65,00	1	-2	0	1	-1	4	0	-2	6	-9	2	3
7	93,60	-1	5	3	1	5	6	-4	-6	0	-2	-9	4
9	58,00	2	-5	-5	3	-1	8	-2	-1	-7	10	-1	4
10	77,90	-1	1	-1	-3	-2	3	1	9	0	-7	0	3
13	41,30	4	-6	-8	3	3	13	-5	4	-21	14	0	7
14	60,10	1	-1	-2	0	-5	2	0	3	2	-4	6	2
17	100,00	2	6	3	-2	4	3	-3	-6	-1	-5	-2	3
19	71,40	0	-3	-5	12	4	6	-6	1	-22	15	-2	7
20	57,90	0	4	-15	-8	-6	10	-6	4	-11	25	3	8
21	111,10	3	-1	-3	-1	-4	13	-1	-1	-3	-6	5	4
22	100,00	2	3	-1	3	3	6	-2	-7	2	-9	0	3
25	59,50	2	0	-8	0	-3	13	-4	-1	-5	0	7	4
27	102,70	-5	0	-6	-7	-1	1	-6	41	-3	-10	-3	8
28	131,30	0	1	-2	4	1	7	-1	1	3	-8	-5	3
29	159,20	2	-3	-2	3	-2	10	-2	-5	-3	-2	3	3
32	66,70	0	5	0	-4	6	10	-4	-6	1	-12	5	5
33	50,00	3	3	-1	2	3	14	-5	0	-6	-7	-7	5
34	52,60	3	1	2	4	-8	11	-3	-1	-7	-6	6	5
35	52,30	-1	7	1	-3	3	8	-3	-2	-2	-10	3	4
36	91,70	-7	14	-6	-5	-1	4	0	-3	0	-4	9	5
Lavouras de média produtividade (15 a 30 sc/ha/ano)													
1	38,90	2	0	0	-5	-2	18	6	-3	7	-9	-13	6
6	29,40	0	-3	-2	0	3	12	-3	-1	-6	8	-8	4
8	26,70	2	-1	3	6	2	7	-6	-2	-6	6	-11	5
12	23,60	-10	-9	0	-4	-6	6	-16	27	-10	23	-1	10
15	31,50	-7	2	4	14	2	3	-6	-4	0	-5	-3	4
16	22,20	-4	4	-10	6	0	-13	-5	7	-12	26	1	8
18	30,36	-4	3	5	3	2	5	-7	-2	-6	4	-5	4
26	16,00	-8	8	7	-1	1	2	-7	-9	-2	-5	15	6
Lavouras de baixa produtividade (< 15 sc/ha/ano)													
2	10,00	-11	-13	0	1	-17	12	-20	43	-11	27	-10	15
3	16,70	-17	-4	-11	7	-2	5	-17	34	1	9	-4	10
11	10,40	-10	1	-14	4	-2	11	-3	17	-10	3	5	7
23	19,20	-12	9	7	-1	-8	14	-8	-2	1	-16	16	8
24	7,50	-11	6	3	-2	4	2	-11	-7	-4	2	20	7
30	17,00	-8	-5	-4	0	-16	2	-9	34	-8	27	-11	11
31	6,00	-13	-3	-1	2	-3	6	-17	29	-12	12	2	9

<sup>1/</sup> Produtividade em sc/ha/ano.

Quadro 5.10, Cont.

Lavoura	Prod. <sup>1/</sup>	Índices DRIS											IBNm
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B	
Patrocínio													
Lavouras de alta produtividade (□ 30 sc/ha/ano)													
1	70,00	-1	-15	-6	4	-3	-4	5	7	15	3	-6	6
4	98,00	-7	-10	7	0	-7	2	7	12	2	-5	-2	6
5	70,00	0	-4	0	-1	0	-14	19	1	-4	3	-1	4
9	50,00	-2	3	1	1	12	-2	0	-7	-4	-9	6	4
13	40,00	-9	-5	-5	4	0	-3	9	-3	12	-2	2	5
15	40,00	-9	-23	-4	-4	1	-17	29	10	20	-1	-4	11
17	53,00	-6	-1	7	-5	0	0	1	1	0	-4	5	3
18	78,00	1	-11	3	7	2	-3	0	11	0	-5	-4	4
19	41,50	-11	-7	3	7	-2	4	1	3	9	-3	-5	5
20	43,00	-1	-6	11	-8	3	2	9	4	10	-19	-5	7
21	37,50	0	-7	6	1	3	-5	8	0	2	-6	-3	4
25	33,00	-1	-2	-3	-2	12	-3	-2	7	-3	-10	6	5
26	46,15	-4	-4	-3	6	9	-11	2	6	9	-7	-3	6
30	74,00	-8	10	4	-1	-2	0	0	-1	-2	-4	4	3
31	68,00	-2	-9	-3	5	-4	-4	7	6	13	-9	-1	6
32	51,00	-1	-8	-1	8	1	-5	-7	19	1	-7	-1	5
41	32,00	-4	-4	2	3	3	-1	-1	5	1	-6	2	3
42	45,00	-7	-2	-8	3	1	-9	3	12	4	5	-3	5
43	45,40	-9	-2	6	-3	-8	-1	18	-1	-5	4	0	5
44	46,30	-11	-3	6	-9	-4	-3	26	-9	9	3	-6	8
Lavouras de média produtividade (15 a 30 sc/ha/ano)													
2	55,00	-9	-10	5	4	-6	-1	-6	4	15	-7	12	7
6	40,00	-5	-3	4	-1	-6	-1	30	4	3	-24	-2	7
8	23,80	-8	-4	-9	-1	-1	-5	-3	-2	27	-11	18	8
11	40,00	-7	-5	-9	4	3	-6	8	-1	12	-7	8	6
14	18,00	-2	3	-7	6	1	-5	2	3	-8	4	4	4
16	25,00	-2	-7	4	2	2	-1	7	7	-8	-1	-3	4
22	26,50	-6	-7	-2	0	-2	-2	7	3	10	-10	8	5
23	30,00	0	5	3	3	4	2	4	1	-3	-19	2	4
24	46,00	-7	-7	1	0	2	-9	23	-8	3	-10	12	8
29	45,00	-3	-3	1	-4	-11	-2	6	-8	21	-8	10	7
33	33,00	-7	-2	-2	-3	-3	1	12	-3	3	-2	4	4
34	29,60	-3	-7	4	-7	-15	0	38	-7	9	-8	-5	9
35	38,40	-5	-2	4	-12	-10	-5	17	4	20	-23	10	10
36	37,50	-8	-1	3	-8	-4	-8	-3	13	16	0	-1	6
37	12,50	-6	-12	-3	-2	4	-4	-1	8	-1	8	8	5
39	35,70	-1	-8	13	-4	6	0	-5	-4	1	1	3	4
Lavouras de baixa produtividade (< 15 sc/ha/ano)													
3	<sup>2/</sup>	-8	-11	-6	3	3	1	12	-9	8	-4	11	7
7	15,00	-1	1	7	17	2	-6	-2	-6	-6	-13	8	6
10	22,00	2	0	-4	23	1	-13	-3	-4	0	-17	18	8
12	15,00	10	-2	-24	4	14	-3	-2	10	-6	-4	3	8
27	15,00	-5	3	9	4	-2	5	-4	-3	9	-18	3	6
28	20,00	-4	-6	-1	0	2	-6	-1	8	7	0	1	3

<sup>1/</sup> Produtividade em sc/ha/ano.

<sup>2/</sup> Ausência do dado de produtividade.

Quadro 5.10, Cont.

Lavoura	Prod. <sup>1/</sup>	Índices DRIS											IBNm
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B	
Guaxupé e São Sebastião do Paraíso													
Lavouras de alta produtividade (□ 30 sc/ha/ano)													
7	61,03	4	-2	14	-3	-10	-6	2	1	-7	6	1	5
8	59,00	-1	3	12	-7	-2	-8	2	2	-3	0	0	4
9	49,34	0	-3	5	-3	11	-13	-10	5	15	0	-6	7
10	68,13	0	1	0	-4	-9	-13	3	14	4	10	-5	6
11	55,22	0	1	-2	1	-8	-4	4	0	2	2	6	3
12	40,11	-2	3	8	0	-2	-18	-8	2	10	-11	18	8
13	83,22	0	-4	8	1	15	-13	-6	-1	-3	-6	9	6
14	49,33	1	4	2	6	-2	-7	-1	0	-2	-5	5	3
15	43,54	4	4	-1	10	-9	-7	2	-2	-3	-2	4	4
19	40,00	6	5	3	-10	-8	3	-2	4	5	8	-12	6
20	80,00	0	0	5	-4	-5	8	0	-3	10	-2	-8	4
26	59,00	5	1	-4	-6	3	4	-1	-2	7	8	-16	5
27	63,00	6	0	2	-6	3	6	-7	1	3	-3	-5	4
32	94,20	12	-1	-10	3	3	12	-7	-4	-4	-3	-1	5
33	101,00	8	2	1	-3	-9	2	-2	-5	-4	7	3	4
34	47,60	4	1	-16	11	9	2	-5	-8	-8	2	8	7
35	58,00	-3	-7	5	11	-2	-1	-2	-11	3	-1	9	5
36	45,00	4	-5	1	5	1	-1	4	-8	1	-12	10	5
37	78,00	-2	-2	-10	15	-9	0	1	-6	-4	5	10	6
39	41,61	-1	-8	-4	-10	-26	-2	1	-3	27	6	20	10
40	55,44	3	-2	2	3	-10	-1	-4	-2	-2	6	7	4
43	35,50	6	4	1	11	-9	0	-11	-9	-1	-1	10	6
45	68,70	6	-5	-2	0	2	-3	-1	-2	-2	4	2	3
Lavouras de média produtividade (15 a 30 sc/ha/ano)													
1	37,77	-10	3	7	2	8	-8	-8	7	5	0	-7	6
2	50,72	-4	0	4	3	7	-5	-3	6	1	-9	0	4
3	45,45	-5	2	-3	-1	12	-7	-2	7	5	-2	-6	5
4	37,26	-3	0	5	2	9	-9	-6	6	3	4	-10	5
6	37,85	1	1	-13	16	11	-10	0	3	0	-20	12	8
16	47,05	2	0	-4	4	4	-7	4	2	-5	-2	4	4
17	28,80	-7	3	-1	-6	-5	-10	10	-2	10	-3	11	6
18	20,00	6	3	-2	-7	-2	11	-2	7	-3	-7	-3	5
21	30,00	2	-1	-1	-9	-1	8	-3	-2	6	0	1	3
23	30,00	-1	-2	-7	-1	-14	-2	7	2	11	6	0	5
25	38,00	2	-5	-5	-5	4	7	3	3	-1	12	-15	6
28	42,40	2	-3	5	-2	-9	1	2	1	-8	9	1	4
30	40,00	8	2	1	1	-13	4	-5	-7	0	8	2	5
38	40,00	1	-8	3	2	-1	-4	12	-11	7	-14	14	7
41	22,00	1	2	2	0	-13	6	-4	-7	-2	2	14	5
42	38,46	-3	-8	-3	-6	-25	-1	2	-9	35	1	17	10
44	40,50	-5	-1	2	0	-1	-2	4	-7	1	1	7	3
46	32,00	4	1	2	8	0	-2	-3	-6	1	2	-7	3
47	28,00	2	-2	0	7	-5	0	-5	-9	-1	12	2	4
Lavouras de baixa produtividade (< 15 sc/ha/ano)													
22	20,00	1	3	2	-3	-7	9	2	-1	-2	8	-13	5
24	15,21	2	-7	7	-4	-12	3	-2	5	7	3	-1	5
29	9,00	-4	6	3	-2	-10	-1	0	-5	11	-9	12	6

<sup>1/</sup> Produtividade em sc/ha/ano.

Quadro 5.10, Cont.

Lavoura	Prod. <sup>1/</sup>	Índices DRIS											IBNm
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B	
Viçosa													
Lavouras de alta produtividade (□ 30 sc/ha/ano)													
2	38,00	3	7	11	-1	0	4	-1	3	-9	-1	-16	5
3	56,00	2	3	-3	-7	2	1	18	-9	3	-8	-3	5
4	58,34	-1	6	-3	-6	17	4	-5	-4	-4	3	-6	5
5	61,00	-5	-4	-2	-10	-2	-1	3	-8	11	24	-6	7
7	94,33	0	7	1	-1	7	-4	-1	-2	-1	3	-9	3
9	50,00	3	9	3	-2	6	-1	-2	-7	-5	10	-15	6
14	53,30	-5	1	-5	7	4	9	0	6	-2	4	-19	6
18	60,00	7	7	2	-5	0	4	-5	-12	-4	3	2	5
21	71,00	0	10	2	1	7	6	0	-7	-6	3	-17	5
22	78,00	-6	7	5	-4	2	4	-2	-8	2	-2	1	4
23	42,00	1	5	8	-4	-2	-3	-5	-8	-7	11	3	5
24	40,00	3	9	2	-7	-2	1	3	-6	-9	6	-1	4
27	45,00	0	4	-6	-5	6	-3	-1	-6	-8	26	-6	7
28	43,00	-2	1	1	-4	-1	-10	4	-7	-2	14	6	5
31	100,00	4	5	7	4	-1	-6	-5	-6	-6	5	0	5
32	62,80	5	11	-3	-1	7	-3	-4	-2	-6	-8	5	5
34	56,64	-1	3	-8	1	15	1	-2	-5	-7	-11	15	6
36	64,21	2	3	1	0	-5	5	-9	-10	2	10	3	4
39	84,90	-2	9	-1	2	6	4	-21	0	-7	11	0	6
Lavouras de média produtividade (15 a 30 sc/ha/ano)													
1	26,70	7	12	7	5	6	8	2	-38	-2	4	-12	10
6	45,00	5	5	1	-4	8	2	-14	-6	8	-5	0	5
8	44,00	7	6	6	-5	3	6	-1	-3	-6	5	-19	6
10	44,00	8	9	10	-5	2	-6	-6	-1	-4	10	-15	7
11	27,00	-1	3	7	-1	-1	7	0	1	-8	4	-12	4
13	33,30	-4	18	-4	3	-4	2	-3	14	-3	1	-20	7
15	48,00	-6	3	3	1	0	9	-1	4	-5	4	-14	5
16	19,00	0	5	3	-4	-19	4	8	-11	12	17	-16	9
17	19,00	-10	3	-5	-8	-4	-2	10	-19	14	18	4	9
20	35,50	0	8	0	-3	3	3	-1	-14	-5	23	-13	7
25	20,00	3	10	3	-3	6	-3	-5	-8	-10	12	-5	6
33	30,22	0	1	4	0	-4	-2	-1	2	-5	-1	5	2
35	36,53	-3	0	6	-1	-5	9	3	1	-7	5	-9	4
37	32,00	-11	7	1	1	4	8	0	0	-6	3	-7	4
40	24,53	-5	4	-12	2	-5	2	1	-10	-11	38	-3	8
Lavouras de baixa produtividade (< 15 sc/ha/ano)													
12	17,80	-5	7	6	2	-4	-1	2	-3	-9	6	-1	4
19	16,00	-1	11	2	6	3	9	1	-9	-8	-1	-14	6
26	12,00	-2	2	-4	-3	0	7	-8	-3	-12	19	4	6
29	20,00	-8	3	-11	-1	19	2	3	-7	-9	3	7	7
30	7,40	3	9	-20	0	14	5	-3	-6	-8	25	-20	10
38	20,00	1	5	-7	0	12	4	2	-9	-8	-4	3	5
41	5,25	0	-1	0	1	-8	11	1	2	-9	6	-3	4

<sup>1/</sup> Produtividade em sc/ha/ano.

Quadro 5.11 - Produtividade, índices DRIS e índice de balanço nutricional médio (IBNm) das lavouras amostradas no estado de Minas Gerais (ano de baixa produtividade). Cálculo com base nas normas DRIS para Minas Gerais, no ano de baixa produtividade

Lavoura	Prod. <sup>1/</sup>	Índices DRIS											IBNm
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B	
Manhuaçu													
Lavouras de alta produtividade (□ 30 sc/ha/ano)													
4	51,40	-4	8	-3	-1	-2	3	3	-9	0	-5	10	4
5	35,00	-4	11	1	2	-3	-3	2	-9	-2	-6	10	5
7	44,10	-2	8	0	2	-4	2	1	-9	-2	-6	10	4
9	19,00	-5	7	0	-5	-8	11	-4	-4	2	-2	7	5
10	17,30	-5	6	5	2	-4	3	-12	4	-7	0	9	5
13	37,57	-10	5	5	1	-7	0	-4	-4	7	-4	11	5
14	18,90	-5	7	5	3	-4	0	-8	-11	8	-5	10	6
17	13,80	-4	14	16	-2	-4	1	-6	-3	-5	-19	12	8
19	47,60	-6	3	6	1	-11	2	-3	-12	9	-1	11	6
20	2,60	-3	10	4	-5	2	4	-9	-9	-6	-1	12	6
21	41,70	-8	4	1	-1	-9	5	-1	-10	7	0	11	5
22	50,00	-6	11	5	-2	-7	3	-8	-7	-3	4	11	6
25	35,70	-6	12	4	0	-6	2	-4	-10	3	-3	9	5
27	40,00	-2	13	4	0	-6	3	-9	-7	-7	2	10	6
28	28,30	-4	10	4	5	-4	3	-11	-8	-10	6	10	7
29	58,30	-2	6	3	7	-4	4	-4	-13	-1	-6	11	6
32	5,00	-2	13	4	-7	-4	3	-3	-5	-3	-2	6	5
33	16,70	-8	10	2	4	-8	1	-5	-9	6	0	6	5
34	38,00	0	4	2	0	-9	0	-4	-2	11	-10	8	5
35	27,00	-2	10	1	0	-3	3	-5	-5	-4	0	6	4
36	19,70	4	1	2	5	-2	5	-1	-9	0	-8	3	4
Lavouras de média produtividade (15 a 30 sc/ha/ano)													
1	19,20	-4	12	5	-4	-5	0	-7	-1	-6	1	10	5
6	27,00	-5	7	4	-3	-11	1	-5	-4	7	-6	14	6
8	11,70	-1	13	9	13	-4	6	-2	-14	17	2	-38	11
12	11,30	-11	2	7	0	-5	0	-14	13	-1	-4	14	7
15	5,10	-4	7	4	3	-7	-1	-12	0	-8	7	12	6
16	17,80	-7	5	11	-17	-5	7	-5	-6	1	-1	17	7
18	9,55	-7	4	0	-5	-8	1	0	-14	19	-1	12	7
26	15,00	-5	2	-2	-2	-5	-1	3	1	-5	21	-7	5
Lavouras de baixa produtividade (< 15 sc/ha/ano)													
2	2,40	-8	-1	5	-2	0	1	-5	-6	-2	2	17	5
3	4,50	-12	-2	0	0	0	0	-4	2	4	-3	15	4
11	4,50	-6	-2	7	-2	1	6	-11	-5	-6	-1	19	6
23	8,00	1	2	-14	-3	5	-2	-2	1	-14	25	2	6
24	7,50	-7	-5	5	-1	-8	-3	-8	32	-11	12	-6	9
30	5,50	-8	0	8	0	4	2	-15	-10	-4	3	19	7
31	2/	-10	1	7	2	1	3	-11	-8	-4	2	18	6

<sup>1/</sup> Produtividade em sc/ha/ano.

<sup>2/</sup> Ausência do dado de produtividade.



Quadro 5.11, Cont.

Lavoura	Prod. <sup>1/</sup>	Índices DRIS											IBNm
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B	
Patrocínio													
Lavouras de alta produtividade (□ 30 sc/ha/ano)													
1	40,00	-6	-13	-3	-5	9	-9	3	-3	28	-1	-1	7
4	15,00	1	-8	13	-2	-12	-7	-7	17	0	2	5	7
5	29,00	0	-4	6	6	-5	-5	9	-6	-1	-8	6	5
9	12,86	-7	-8	-8	4	7	-8	9	6	-3	-5	11	7
13	25,00	-3	-2	0	0	8	-6	-1	6	1	-1	-2	3
15	35,00	-9	-15	1	6	8	1	6	13	-3	-3	-3	6
17	18,00	-4	-10	5	-4	10	-9	0	5	3	3	1	5
18	5,50	-1	-8	3	4	-3	-10	4	16	2	-8	2	6
19	18,70	-1	-9	7	1	4	-9	12	9	1	-6	-10	6
20	38,00	-5	-15	-1	-3	-2	-9	25	10	14	-9	-6	9
21	27,00	-1	-6	2	2	3	-10	-10	7	17	-3	-1	6
25	31,80	-8	-7	4	-1	7	-1	22	-8	12	-23	1	8
26	20,80	-3	0	13	4	-3	6	-3	-4	8	-18	1	6
30	14,50	-5	-5	7	-3	3	-5	-3	10	-2	5	-3	5
31	16,00	-5	-10	-2	6	4	-9	14	8	0	-6	0	6
32	37,00	-6	2	-3	7	0	-4	20	7	0	-16	-8	7
38	20,00	-6	-10	0	-5	-6	0	17	4	2	2	1	5
40	26,50	0	-7	1	-2	-17	-2	1	6	5	9	8	5
41	30,10	-9	-8	2	-8	-6	-2	24	1	9	0	-5	7
43	16,00	-11	-6	-5	-4	-9	-18	9	5	27	7	4	10
44	42,30	-4	-2	2	8	6	0	-4	3	0	-10	1	4
Lavouras de média produtividade (15 a 30 sc/ha/ano)													
2	4,00	-8	-16	3	-2	-5	-10	31	4	8	-5	-3	9
6	10,00	-3	-8	3	1	1	1	-6	7	7	-8	5	4
8	12,00	-2	-3	-7	1	6	-12	-5	4	20	1	-2	6
11	12,50	-7	-8	-13	4	9	-10	-2	6	13	9	-2	8
14	15,00	-5	-7	-6	-2	9	-12	3	17	-4	9	-1	7
16	15,00	-1	-9	-4	-4	-6	5	-3	12	2	8	0	5
22	5,00	-4	-6	-11	-2	1	1	0	2	20	-7	7	5
23	25,00	-2	-4	0	-3	10	-14	6	4	7	-12	8	6
24	0,00	-1	-4	0	-1	-3	-11	19	6	-4	-2	0	5
29	8,50	-4	-1	11	-4	14	-3	-9	7	-4	-7	-1	6
33	3,00	-14	-12	-16	2	-3	-3	24	12	10	4	-5	10
34	29,40	-10	-14	-5	-5	-2	-7	39	-4	14	-7	-3	10
35	20,80	-12	-7	0	-19	-13	-9	49	0	20	-12	-2	13
39	22,00	-6	-13	-3	-5	9	-9	3	-3	28	-1	-1	7
Lavouras de baixa produtividade (< 15 sc/ha/ano)													
3	15,00	2	-11	1	1	-13	-10	-4	13	26	7	-13	9
7	6,00	1	-6	12	-3	8	-7	-14	3	13	-7	1	7
10	1,00	0	-3	-6	-4	7	3	2	3	7	-8	-1	4
12	10,00	2	-1	-1	-2	12	-7	-1	0	-1	-6	4	3
27	11,67	-5	-6	0	7	8	-10	3	5	8	-8	-4	6
28	9,00	-5	-4	8	-5	-7	-7	16	3	16	-22	7	9

<sup>1/</sup> Produtividade em sc/ha/ano.

Quadro 5.11, Cont.

Lavoura	Prod. <sup>1/</sup>	Índices DRIS											IBNm
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B	
Guaxupé e São Sebastião do Paraíso													
Lavouras de alta produtividade (□ 30 sc/ha/ano)													
7	42,85	-11	-12	4	-4	-5	-4	24	9	3	-4	-2	5
8	21,70	-4	-8	6	0	-6	-7	3	6	0	11	-1	5
9	49,15	-1	-6	1	-8	5	-10	-1	2	14	7	-2	4
10	16,48	1	-2	4	-2	5	12	-5	-1	-3	-2	-5	6
11	50,12	2	-2	1	-8	3	-12	3	16	1	9	-12	6
12	28,57	-1	-5	-2	6	7	-12	-2	12	-5	6	-4	6
13	42,75	6	-1	8	-1	11	-10	-9	6	2	-10	-1	5
14	23,00	0	0	7	-2	6	-16	-10	4	10	1	0	5
15	21,00	-7	4	7	0	7	-12	-4	7	-3	1	1	4
19	22,00	-2	-12	3	3	3	-8	-1	8	0	2	3	5
20	15,95	5	-1	-3	-3	-12	3	2	-4	0	19	-6	3
26	16,00	3	-1	-2	1	-5	2	2	0	0	6	-6	4
27	38,00	3	4	-6	-7	1	5	3	-1	-1	8	-8	3
31	37,00	4	0	-2	-8	-2	5	4	1	-2	2	-3	6
45	20,00	9	0	11	-5	0	10	-1	-7	-6	-9	-3	4
Lavouras de média produtividade (15 a 30 sc/ha/ano)													
1	12,53	3	-1	2	-8	4	9	-3	-1	0	3	-8	5
2	4,12	5	2	9	4	-8	4	0	-3	-7	-7	2	3
3	3,85	-4	1	0	5	-6	5	-3	0	5	0	-3	6
4	11,00	0	5	8	5	-10	6	0	-6	-5	-12	9	3
5	8,56	3	2	4	-2	-12	2	5	-1	0	0	-2	3
6	7,00	-3	5	4	-2	-6	3	1	2	-4	1	-1	10
18	15,00	1	-10	-15	19	18	-12	-11	11	2	-7	4	3
21	18,68	3	0	-1	-5	-8	1	3	2	7	-2	0	2
23	25,00	2	-3	-4	1	-4	3	2	2	-3	8	-5	6
25	6,00	-1	-5	11	3	-15	0	2	5	-3	1	2	5
46	15,00	4	-1	-8	1	-3	0	3	-3	-5	18	-7	5
47	15,00	5	4	5	-3	1	12	-1	-4	1	-1	-18	6
Lavouras de baixa produtividade (< 15 sc/ha/ano)													
22	7,94	-1	-1	-3	-4	-3	3	1	1	-1	6	1	3
24	11,11	4	-5	7	-4	-6	11	4	-3	-5	8	-10	4

<sup>1/</sup> Produtividade em sc/ha/ano.

Quadro 5.11, Cont.

Lavoura	Prod. <sup>1/</sup>	Índices DRIS											IBNm
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B	
Viçosa													
Lavouras de alta produtividade (□ 30 sc/ha/ano)													
2	31,33	5	-1	5	-3	-4	9	-7	-4	-1	12	-12	8
3	9,40	-1	0	7	0	4	3	-3	-5	-12	30	-24	5
4	50,00	-5	2	7	2	5	6	-7	3	-8	1	-5	5
5	42,00	-5	0	-5	2	17	10	-7	-2	-7	0	-2	5
7	7,00	-9	-7	6	2	0	6	-2	2	-3	10	-5	5
9	14,30	-5	-2	9	-5	2	11	0	4	-5	0	-9	5
14	33,30	-4	2	6	5	8	1	-5	-5	-7	4	-4	6
18	24,00	8	1	4	4	-3	7	1	-16	-11	7	-1	3
21	35,60	-1	-4	2	-8	3	5	-1	1	2	1	1	7
22	27,00	-5	7	5	12	4	8	1	-5	-8	-4	-15	5
23	24,00	-6	2	3	8	2	11	-2	0	-6	2	-13	4
24	21,00	-6	3	7	-3	-4	6	1	2	0	2	-8	6
27	38,00	-6	7	-8	3	-3	-1	-1	11	-7	11	-7	5
28	32,00	-1	6	5	-1	4	1	3	-2	-11	6	-10	5
31	7,50	-6	1	9	1	0	8	0	1	-8	6	-12	5
32	21,33	1	6	11	-3	-8	7	-2	1	-8	3	-7	5
34	12,76	-3	0	5	-3	14	7	-4	-1	-9	-1	-5	7
36	44,74	-6	-3	-10	7	21	4	-2	-2	-12	-1	5	8
39	17,00	-7	0	10	1	-1	2	1	-4	-4	3	1	5
Lavouras de média produtividade (15 a 30 sc/ha/ano)													
1	16,70	2	1	-3	-2	4	3	-3	4	-8	14	-12	5
6	9,40	2	7	7	-2	5	0	1	-12	3	1	-13	4
8	15,40	-2	3	5	1	1	7	-7	4	-7	0	-5	5
10	15,40	-10	1	1	3	4	10	1	8	-6	2	-12	5
11	25,00	-6	2	8	-6	-5	5	-2	5	-8	3	3	5
13	20,00	-4	6	9	-4	-4	4	6	0	-10	3	-6	6
15	4,00	-6	-4	6	5	2	9	3	-14	-7	3	2	8
16	13,00	5	7	-18	7	18	-4	-1	-8	-7	-7	7	6
17	13,00	0	4	10	-2	-18	8	7	0	-6	6	-8	5
20	23,70	-3	8	4	-1	4	7	3	6	-7	1	-22	6
25	13,33	-2	4	7	2	3	7	1	2	-8	4	-21	5
33	16,60	0	2	-5	4	8	2	-1	-2	-11	3	0	6
35	18,67	-2	7	-6	-2	21	4	-3	-2	-10	0	-8	7
37	20,00	10	-4	1	3	-3	7	1	-11	-10	17	-12	6
40	18,35	-2	7	4	-1	3	6	-1	-2	-9	1	-5	5
Lavouras de baixa produtividade (< 15 sc/ha/ano)													
12	3,60	2	0	6	4	-4	-2	2	-11	-11	13	1	5
19	10,00	-4	-1	4	-4	-3	8	9	-3	7	-6	-8	6
26	9,60	-6	4	3	4	5	7	-1	-5	-13	5	-2	6
29	3,24	-2	8	14	-1	2	4	-1	-1	-12	4	-16	8
30	2,54	0	3	-16	6	26	4	2	-9	-11	1	-6	3
38	7,50	-6	5	-7	0	18	1	4	-11	-9	5	-1	4
41	1,33	-3	-1	4	0	-7	8	4	-3	-9	10	-4	7

<sup>1/</sup> Produtividade em sc/ha/ano.

### **5.3.2. Situação nutricional das regiões conforme os critérios dos índices DRIS**

As lavouras amostradas tiveram os índices DRIS classificados em faixas de interpretação, conforme o valor do índice para cada nutriente, segundo os dados do Quadro 5.1. Posteriormente à classificação dos índices DRIS, calculou-se o percentual de lavouras em cada faixa de interpretação. Deste modo, diagnosticou-se nutricionalmente cada região estudada (Manhuaçu, Patrocínio, Guaxupé e São Sebastião do Paraíso e Viçosa), conforme o ano amostrado (ano de alta produtividade e ano de baixa produtividade).

Tomando por base as faixas do DRIS para as lavouras da região de Manhuaçu com alta produtividade (  $\square$  30 sc/ha de café beneficiado), observou-se que 15 % das lavouras apresentaram-se com teores excessivos de Mn no ano amostrado de alta produtividade. No ano de baixa produtividade, verificou-se que 15 % das lavouras estavam com tendência à deficiência de Cu e 15 % estavam com tendência ao excesso de Ca (Quadro 5.12).

O excesso de Mn, observado nas lavouras de alta produtividade, pode ser devido à ocorrência de baixo pH, nos solos destas lavouras conforme referido por MARTINEZ et al. (2000), principalmente no ano de alta produtividade, pois verificou-se também a tendência à deficiência de Ca e Mg em 10 % das lavouras nesta mesma região (Quadro 5.12).

Nas lavouras cafeeiras de média produtividade (15 a 30 sc/ha de café beneficiado), na região de Manhuaçu, observou-se que os problemas nutricionais variaram de acordo com o ano amostrado (Quadro 5.13). Verificou-se, também, que a frequência das lavouras com problemas nutricionais aumentou quando comparada às lavouras de alta produtividade, podendo-se afirmar que quanto menor a produtividade da lavoura maiores foram os problemas nutricionais encontrados.

No ano de alta produtividade, nas lavouras de média produtividade, foram detectados excesso de Mn em 24 % das lavouras amostradas, deficiência de B em 38 % das lavouras e de Cu em 12 % delas (Quadro 5.13).

Quadro 5.12 - Frequência de lavouras com índices DRIS indicando excesso (E), tendência ao excesso (TE), equilibrada (N), tendência à deficiência (TD) e deficiência (D), para a avaliação nutricional da região de Manhuaçu (lavouras de alta produtividade)

Faixas	Nutrientes										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
Ano de alta produtividade (%)											
E	0	5	0	5	0	0	0	5	5	15	0
TE	0	0	15	0	5	20	10	5	15	5	15
N	95	85	75	85	85	65	90	85	65	70	65
TD	5	10	5	10	10	15	0	5	5	10	15
D	0	0	5	0	0	0	0	0	10	0	5
Ano de baixa produtividade (%)											
E	5	0	5	0	0	0	10	5	0	5	0
TE	5	20	0	15	10	0	15	5	5	10	0
N	85	65	90	70	80	90	55	80	95	70	80
TD	5	10	5	0	5	10	15	10	0	10	15
D	0	5	0	15	5	0	5	0	0	5	5

O excesso de Mn pode estar relacionado aos baixos valores do pH do solo, e a deficiência de B pode ser devida à ausência de pulverizações foliares ou às aplicações via solo de fertilizantes contendo B.

Nas lavouras de média produtividade, amostradas no ano de baixa produtividade, a frequência dos problemas nutricionais aumentou em relação ao ano amostrado de alta produtividade. Observando os dados do Quadro 5.13, verificou-se altas porcentagens de lavouras com teores de nutrientes na faixa excessiva (E) e também, na faixa deficiente (D). Destacando-se, 36 % das lavouras com teores excessivos de Mn e 24 % com teores excessivos de Fe e Zn. E, 24 % das lavouras estavam com deficiência de B, 24 % com deficiência de Cu e 24 % com deficiência de P.

Os teores excessivos de Fe e Mn podem estar relacionados aos baixos valores de pH do solo, verificados em amostras retiradas nessas mesmas áreas por ocasião das amostragens foliares (MARTINEZ et al., 2000). Com a aplicação de calcário nestas lavouras a situação nutricional poderia se reverter, ou seja, a disponibilidade de Mn e Fe no solo diminuiria e conseqüentemente, sua absorção pelas plantas. Fazendo-se adubação

com B, Cu e P, conforme as exigências das lavouras, as deficiências observadas poderiam ser corrigidas.

Quadro 5.13 - Frequência de lavouras com índices DRIS indicando excesso (E), tendência ao excesso (TE), equilibrada (N), tendência à deficiência (TD) e deficiência (D), para a avaliação nutricional da região de Manhuaçu (lavouras de média produtividade)

Faixas	Nutrientes										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
Ano de alta produtividade (%)											
E	0	0	12	12	0	12	12	12	12	24	12
TE	0	12	52	24	0	12	0	0	0	24	0
N	64	76	24	52	100	52	52	76	76	40	36
TD	36	12	12	12	0	12	24	12	12	12	12
D	0	0	0	0	0	12	12	0	0	0	38
Ano de baixa produtividade (%)											
E	12	12	12	12	12	12	12	24	24	36	12
TE	0	0	12	0	0	12	24	12	0	0	36
N	76	52	64	52	76	40	40	52	76	64	28
TD	0	12	12	24	12	36	0	12	0	0	0
D	12	24	0	12	0	0	24	0	0	0	24

As lavouras de baixa produtividade apresentaram maiores porcentagens de nutrientes com teores excessivos ou deficientes, quando comparadas com lavouras de alta e média produtividade (Quadros 5.12, 5.13 e 5.14). Destacaram-se os nutrientes: Fe, por excesso, em 72 % das lavouras; Cu e N, por deficiência, com 72 % e 70 %, respectivamente, como sendo os nutrientes mais limitantes da produtividade das lavouras de baixa produtividade, amostradas no ano de alta produtividade, na região de Manhuaçu (Quadro 5.14).

No ano de baixa produtividade, verificou-se o seguinte diagnóstico: 72 % das lavouras apresentaram excesso de B e 100 % deficiência de P (Quadro 5.14).

A deficiência de um nutriente na planta é mais fácil de ser corrigida do que o excesso. Por exemplo, a deficiência de P, como verificado nas lavouras de baixa produtividade, poderão ser superadas com aplicação de fertilizantes contendo este nutriente, como: superfosfato simples, superfosfato triplo ou fosfatos de amônio (MAP ou DAP).

Analisando o diagnóstico dos cafeeiros da região de Patrocínio, observou-se que grande parte das lavouras com alta produtividade (□ 30 sc/ha de café beneficiado) apresentava seus nutrientes nas faixas de interpretação dos índices DRIS: equilibrada (N), tendência à deficiência

Quadro 5.14 - Frequência de lavouras com índices DRIS indicando excesso (E), tendência ao excesso (TE), equilibrada (N), tendência à deficiência (TD) e deficiência (D), para a avaliação nutricional da região de Manhuaçu (lavouras de baixa produtividade)

Faixas	Nutrientes										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
Ano de alta produtividade (%)											
E	0	0	14	14	0	0	0	72	0	28	28
TE	0	14	44	14	14	28	0	0	14	28	0
N	14	72	14	72	44	58	28	28	58	30	44
TD	14	0	14	0	14	14	0	0	28	14	14
D	72	14	14	0	28	0	72	0	0	0	14
Ano de baixa produtividade (%)											
E	0	0	0	0	72	0	0	42	0	28	72
TE	0	0	0	0	14	0	0	0	0	42	0
N	44	0	86	86	14	72	58	58	100	30	0
TD	42	0	0	14	0	0	28	0	0	0	0
D	14	100	14	0	0	28	14	0	0	0	28

(TD) e tendência ao excesso (TE). Esta distribuição indica que a maioria das lavouras cafeeiras de alta produtividade estava equilibrada nutricionalmente, independentemente do ano amostrado (Quadro 5.15).

Nas lavouras de média produtividade, na região de Patrocínio, observou-se que os problemas nutricionais variaram de acordo com o ano amostrado. No ano amostrado de alta produtividade, identificou-se que 49 % das lavouras estavam com excesso de B e 21 % das lavouras com deficiência de Mg, e ainda, 21 % das lavouras apresentaram-se com deficiência de Mn (Quadro 5.16).

No ano de baixa produtividade, grande parte das lavouras apresentou seus nutrientes nas faixas de interpretação equilibrada (N), tendência à deficiência (TD) e tendência ao excesso (TE). Esta distribuição indica que a maioria das lavouras cafeeiras, de média produtividade, da região de Patrocínio estava equilibrada nutricionalmente. Pode-se, entretanto, destacar o excesso de Cu e Mn em 21 % das lavouras e a tendência à deficiência de Cu, em 28%

delas. Vinte e um por cento das lavouras apresentaram-se deficientes em K (Quadro 5.16).

Tendência ao excesso (TE) e excesso (E), principalmente de micronutrientes, são comuns de ocorrer em lavouras pulverizadas por estes nutrientes. Segundo relatos de LOPES (1999), aplicações de doses

Quadro 5.15 - Frequência de lavouras com índices DRIS indicando excesso (E), tendência ao excesso (TE), equilibrada (N), tendência à deficiência (TD) e deficiência (D), para a avaliação nutricional da região de Patrocínio (lavouras de alta produtividade)

Faixas	Nutrientes										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
Ano de alta produtividade (%)											
E	0	5	0	0	10	0	10	5	5	0	0
TE	0	5	5	10	5	10	10	15	15	25	15
N	100	80	80	80	75	75	70	65	55	65	70
TD	0	5	15	10	10	10	5	5	25	5	15
D	0	5	0	0	0	5	5	10	0	5	0
Ano de baixa produtividade (%)											
E	0	0	0	0	0	5	0	0	10	5	5
TE	0	15	10	5	15	0	30	15	10	10	10
N	95	75	85	90	70	90	50	75	70	70	75
TD	5	10	5	5	0	0	15	10	10	5	5
D	0	0	0	0	0	0	5	10	0	10	5

Quadro 5.16 - Frequência de lavouras com índices DRIS indicando excesso (E), tendência ao excesso (TE), equilibrada (N), tendência à deficiência (TD) e deficiência (D), para a avaliação nutricional da região de Patrocínio (lavouras de média produtividade)

Faixas	Nutrientes										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
Ano de alta produtividade (%)											
E	0	0	7	0	0	0	21	0	21	0	49
TE	0	14	0	0	0	7	7	7	21	14	14
N	100	86	72	86	65	86	44	51	37	44	37
TD	0	0	21	7	14	7	21	28	7	21	0
D	0	0	0	7	21	0	7	14	14	21	0
Ano de baixa produtividade (%)											
E	0	0	0	0	7	7	21	0	0	21	0
TE	0	7	7	0	21	0	14	14	28	7	14
N	93	86	51	93	65	72	30	86	51	65	86
TD	7	7	21	0	7	21	28	0	21	7	0



inadequadas de fertilizantes contendo estes elementos podem provocar excesso destes nas folhas, bem como os produtos fitossanitários que contêm micronutrientes como princípio ativo (Cu, Zn e Mn) podem ser carregados para as lavouras, e assim ocasionar a fitotoxidez.

As lavouras de média produtividade apresentaram maiores porcentagens de nutrientes com teores desequilibrados, quando comparadas às lavouras de alta produtividade (Quadros 5.15 e 5.16).

Pelos dados do Quadro 5.16 pode-se afirmar que os micronutrientes, principalmente B, Cu, Mn e Zn, foram os responsáveis pelas baixas produtividades das lavouras de média produtividade da região de Patrocínio, no ano de alta produtividade. E, no ano de baixa produtividade, Cu destacou-se pela alta frequência de lavouras tendendo à deficiência em 28 % das lavouras e Zn, tendendo ao excesso em 28 % das lavouras.

Analisando o quadro de frequência dos índices DRIS para as lavouras de baixa produtividade (Quadro 5.17), observou-se o aumento da frequência dos nutrientes nas faixas E, TE, TD e D, principalmente em relação aos micronutrientes. Nestas lavouras, destacaram-se os seguintes problemas nutricionais: para o ano de alta produtividade, 56 % das lavouras amostradas estavam com níveis excessivos de B; no ano de baixa produtividade e 51 % das lavouras com tendência ao excesso de Mg (Quadro 5.17).

Tomando-se por base as faixas do DRIS para os cafeeiros de alta produtividade (□ 30 sc/ha de café beneficiado), na região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso, os nutrientes que se destacaram por apresentar alta porcentagem de lavouras com teores desequilibrados foram: Ca, tendendo ao excesso em 25 % das lavouras (no ano de alta produtividade), S, tendendo à deficiência em 28 % das lavouras e em excesso em 21 % das lavouras e K, tendendo à deficiência em 21 % das lavouras, no ano de baixa produtividade (Quadro 5.18).

A deficiência de S nas plantas ocorre devido ao uso de fórmulas NPK concentradas ou a falta de matéria orgânica no solo e pode ser corrigida com aplicação de sulfato de amônio ou super fosfato simples.

Quadro 5.17 - Frequência de lavouras com índices DRIS indicando excesso (E), tendência ao excesso (TE), equilibrada (N), tendência à deficiência (TD) e deficiência (D) para a avaliação nutricional da região de Patrocínio (lavouras de baixa produtividade)

Faixas	Nutrientes										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
Ano de alta produtividade (%)											
E	14	0	0	28	14	0	0	0	0	14	56
TE	0	14	14	0	0	14	0	0	0	0	0
N	86	58	44	72	86	72	28	44	58	44	44
TD	0	28	28	0	0	14	72	28	28	14	0
D	0	0	14	0	0	0	0	28	14	28	0
Ano de baixa produtividade (%)											
E	0	0	0	0	0	0	0	0	17	17	0
TE	34	17	17	0	51	17	17	17	17	0	17
N	66	83	66	100	32	83	66	83	49	66	66
TD	0	0	17	0	17	0	17	0	17	0	0
D	0	0	0	0	0	0	17	0	0	17	17

Quadro 5.18 - Frequência de lavouras com índices DRIS indicando excesso (E), tendência ao excesso (TE), equilibrada (N), tendência à deficiência (TD) e deficiência (D), para a avaliação nutricional da região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso (lavouras de alta produtividade)

Faixas	Nutrientes										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
Ano de alta produtividade (%)											
E	0	0	0	0	5	5	0	5	10	0	5
TE	5	0	10	25	10	10	0	5	10	5	5
N	95	95	75	60	80	65	100	70	70	95	65
TD	0	5	10	15	0	15	0	20	10	0	15
D	0	0	5	0	5	5	0	0	0	0	10
Ano de baixa produtividade (%)											
E	7	0	0	0	7	21	0	14	14	7	0
TE	7	14	7	7	21	14	14	14	0	0	0
N	79	65	72	79	58	30	58	58	51	93	79

TD	7	14	21	14	7	28	14	7	21	0	14
D	0	7	0	0	7	7	14	7	14	0	7

O K está relacionado com a melhora de resistência das plantas ao ataque de pragas, doenças e ao frio (MARSCHNER, 1995). Portanto, quando o cafeeiro apresenta deficiência de K nos tecidos foliares possivelmente estará mais suscetível ao ataque de pragas e doenças e, desta forma, o potencial produtivo poderá ser comprometido. Além do mais, a deficiência de K no cafeeiro ocasiona o chochamento de frutos, também chamado de *floats* (MALAVOLTA, 1995). Grande porcentagem de grãos chochos significa perdas de produtividade. De acordo com MATIELLO e CARVALHO (1983), a deficiência de K também pode estar relacionada com o excesso de calagem (Ca e Mg) e o inverso também pode ocorrer, ou seja, pode haver deficiência induzida de Ca ou Mg pela adubação excessiva de K, por haver interações antagônicas entre estes nutrientes.

Na região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso, nas lavouras cafeeiras de média produtividade, no ano de alta produtividade, o Fe destacou-se como sendo o nutriente responsável pelas baixas produtividades das lavouras, pois 30 % das lavouras apresentaram-se com os índices DRIS na faixa tendendo ao excesso (TE) e 25 % dos índices DRIS na faixa tendendo à deficiência (TD), como pode ser verificado pelos resultados do Quadro 5.19. No ano de baixa produtividade, 32 % das lavouras estavam com o Zn na faixa de deficiência e 32 % das lavouras estavam com S na faixa de excesso, em relação aos demais nutrientes (Quadro 5.19).

A deficiência de Fe aparece nas culturas eventualmente pelo efeito de má drenagem do solo, quando há excesso de matéria orgânica, ou ainda quando o pH do solo está alto. O excesso, por sua vez, pode decorrer de pH baixo. Cabe destacar, ainda, que em pH muito baixo, o Mn pode atingir níveis tóxicos e impedir, desta maneira, a absorção adequada de Fe (MATIELLO e CARVALHO, 1983).

MARTINEZ et al. (2000) verificaram que o pH médio do solo nas lavouras amostradas estava em torno de 5,5 e que os teores de Mn estavam acima de 12 mg/dm<sup>3</sup>, considerado alto pela CFSEMG (1999). Acredita-se que em certos casos possa ter havido antagonismo do Mn com Fe.

A deficiência de Zn poderá ser corrigida pulverizando-se as lavouras com adubos foliares contendo Zn, como cloreto ou sulfato de Zn.

Quadro 5.19 - Frequência de lavouras com índices DRIS indicando excesso (E), tendência ao excesso (TE), equilibrada (N), tendência à deficiência (TD) e deficiência (D), para a avaliação nutricional da região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso (lavouras de média produtividade)

Faixas	Nutrientes										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
Ano de alta produtividade (%)											
E	0	0	0	5	0	5	10	0	5	0	0
TE	0	0	0	0	25	15	5	30	10	10	20
N	80	90	90	85	55	75	85	45	75	90	55
TD	20	10	10	10	15	5	0	25	10	0	20
D	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5
Ano de baixa produtividade (%)											
E	0	16	0	0	8	32	0	8	8	8	8
TE	0	24	8	24	0	24	24	0	0	8	16
N	92	52	60	76	44	36	60	44	52	84	52
TD	8	0	16	0	32	8	8	40	8	0	8
D	0	8	16	0	16	0	8	8	32	0	16

Apesar de serem poucas as lavouras de baixa produtividade amostradas na região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso, obteve-se o seguinte diagnóstico nutricional: 30 % das lavouras amostradas apresentaram-se com teores tendendo à deficiência de B, no ano de alta produtividade e 100 % das lavouras amostradas estavam tendendo à deficiência de Zn, no ano de baixa produtividade (Quadro 5.20).

A deficiência de B poderá ser facilmente corrigida com aplicações de adubos contendo este elemento.

Na região de Viçosa, observou-se que grande parte das lavouras com alta produtividade (30 sc/ha de café beneficiado) apresentou seus nutrientes nas faixas de interpretação dos índices DRIS: equilibrada (N),

indicando que a maioria das lavouras amostradas estavam equilibradas nutricionalmente, no ano de alta produtividade (Quadro 5.21).

No ano de baixa produtividade, verificou-se maior frequência de lavouras com índices DRIS fora da faixa equilibrada (N) para Mg e B. Deve-se ressaltar que 20 % das lavouras estavam com Mg na faixa tendência à deficiência (TD) como pode ser verificado no Quadro 5.21.

Quadro 5.20 - Frequência de lavouras com índices DRIS indicando excesso (E), tendência ao excesso (TE), equilibrada (N), tendência à deficiência (TD) e deficiência (D), para a avaliação nutricional da região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso (lavouras de baixa produtividade)

Faixas	Nutrientes										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
Ano de alta produtividade (%)											
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TE	0	30	0	0	0	30	0	30	30	0	30
N	100	40	100	100	70	70	100	70	70	100	40
TD	0	30	0	0	30	0	0	0	0	0	0
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
Ano de baixa produtividade (%)											
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TE	0	0	50	50	0	0	0	0	0	0	50
N	100	100	0	50	50	100	100	100	0	100	50
TD	0	0	50	0	0	0	0	0	100	0	0
D	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0

Quadro 5.21 - Frequência de lavouras com índices DRIS indicando excesso (E), tendência ao excesso (TE), equilibrada (N), tendência à deficiência (TD) e deficiência (D), para a avaliação nutricional da região de Viçosa (lavouras de alta produtividade)

Faixas	Nutrientes										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
Ano de alta produtividade (%)											
E	0	0	0	0	5	0	5	5	5	10	5
TE	5	5	15	10	5	5	0	10	5	0	10
N	85	85	70	85	85	85	85	75	80	75	65
TD	10	10	15	5	5	10	5	10	10	10	15
D	0	0	0	0	0	5	5	0	0	5	5
Ano de baixa produtividade (%)											

E	5	0	0	0	10	0	5	5	10	5	5
TE	0	15	5	10	5	15	10	0	0	10	15
N	95	75	75	80	65	80	75	90	75	70	65
TD	0	10	10	10	20	5	10	0	15	15	10
D	0	0	10	0	0	0	5	5	0	0	5

Nas lavouras de média produtividade da região de Viçosa registrou-se menor frequência de lavouras na faixa equilibrada (N), tomando-se por base as faixas de interpretação do DRIS quando comparadas às lavouras de alta produtividade. As maiores frequências de problemas foram observadas em relação aos nutrientes Zn e B, no ano de alta produtividade, em que 21 % das lavouras apresentaram-se com teores excessivos de Zn e 42 % das lavouras com teores tendendo à deficiência de B. No ano de baixa produtividade, 28 % das lavouras estavam com excesso de Cu (E) e outros 28 % na faixa tendendo ao excesso (TE), também de Cu nos tecidos foliares (Quadro 5.22).

Quadro 5.22 - Frequência de lavouras com índices DRIS indicando excesso (E), tendência ao excesso (TE), equilibrada (N), tendência à deficiência (TD) e deficiência (D), para a avaliação nutricional da região de Viçosa (lavouras de média produtividade)

Faixas	Nutrientes										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
Ano de alta produtividade (%)											
E	0	7	0	0	0	0	7	14	21	14	0
TE	21	7	7	14	0	35	7	21	0	14	7
N	51	79	79	86	58	58	79	44	72	65	42
TD	21	7	7	0	35	7	0	7	7	7	37
D	7	0	7	0	7	0	7	14	0	0	14
Ano de baixa produtividade (%)											
E	7	0	0	0	21	0	28	0	14	7	7
TE	7	21	0	7	0	0	28	14	0	7	21
N	79	58	79	79	44	72	37	44	79	72	51
TD	7	21	7	14	28	21	0	7	7	0	14
D	0	0	14	0	7	7	0	35	0	14	7

Na região de Viçosa, detectou-se alta frequência lavouras de média produtividade com teores excessivos de Cu ou Zn. O excesso destes nutrientes pode ser devido aplicações freqüentes de adubos foliares ( $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ) e produtos fitosanitários (Calda Viçosa ou produtos cúpricos). Nos questionários aplicados aos produtores depreendeu-se com o fato de que muitos produtores realizam aplicações freqüentes de adubos foliares e produtos fitossanitários, que possivelmente podem ter sido os responsáveis pelo excesso desses micronutrientes, em um dos anos avaliados.

Nas lavouras de baixa produtividade da região de Viçosa, foram observadas maiores frequências de lavouras fora da faixa equilibrada que nas lavouras de média produtividade (Quadros 5.22 e 5.23).

No ano de alta produtividade, destacou-se 56 % das lavouras amostradas tendendo à deficiência de Zn, 14 % com teores excessivos e 28 % tendendo ao excesso de Mg e S, em ambas as situações. Para o ano de baixa produtividade, observou-se como sendo os principais problemas nutricionais, a tendência aos excessos de Cu e P em 42 % das lavouras (Quadro 5.23).

Quadro 5.23 - Frequência de lavouras com índices DRIS indicando excesso (E), tendência ao excesso (TE), equilibrada (N), tendência à deficiência (TD) e deficiência (D) para a avaliação nutricional da região de Viçosa (lavouras de baixa produtividade)

Faixas	Nutrientes										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
Ano de alta produtividade (%)											
E	0	0	0	0	14	14	0	0	0	14	0
TE	0	0	0	14	28	28	0	14	0	14	14
N	72	86	58	86	30	58	100	72	33	58	58
TD	28	14	28	0	14	0	0	14	67	14	14
D	0	0	14	0	14	0	0	0	0	0	14
Ano de baixa produtividade (%)											
E	0	0	14	0	14	0	14	0	0	14	0
TE	0	42	0	0	0	0	42	14	0	0	14
N	100	44	58	86	58	100	44	72	72	86	58
TD	0	0	14	14	14	0	0	14	14	0	14
D	0	14	14	0	14	0	0	0	14	0	14

### 5.3.3. Situação nutricional das lavouras do estado de Minas Gerais conforme os critérios dos índices DRIS regional

Tomando-se por base as faixas do DRIS para as lavouras com alta produtividade (□ 30 sc/ha de café beneficiado) do Estado, observouse que 17 % das lavouras apresentaram tendência à deficiência de Mn, 13 % tendência ao excesso de S e 13 % das lavouras tendência à deficiência de Mg, no ano amostrado de alta produtividade (Quadro 5.24).

Quadro 5.24 - Frequência de lavouras com índices DRIS indicando excesso (E), tendência ao excesso (TE), equilibrada (N), tendência à deficiência (TD) e deficiência (D), para a avaliação nutricional no estado de Minas Gerais (lavouras de alta produtividade)

Faixas	Nutrientes										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
Ano de alta produtividade (%)											
E	0	1	1	1	4	1	1	4	5	7	4
TE	4	6	6	7	6	13	4	5	11	10	8
N	89	85	68	85	76	74	84	79	76	65	77
TD	7	6	5	7	13	8	5	12	6	17	5
D	0	2	2	0	1	4	6	0	2	1	6
Ano de baixa produtividade (%)											
E	0	1	6	0	4	0	9	4	6	3	0
TE	3	14	5	4	8	12	5	12	9	9	23
N	85	66	85	90	75	68	74	64	72	74	61
TD	12	16	4	6	12	17	12	17	13	10	13
D	0	3	0	0	0	3	0	3	0	4	3



No de baixa produtividade um dos nutrientes que se apresentou com maior freqüência de lavouras fora da faixa normal foi o B, com 23 % das lavouras tendendo ao excesso (Quadro 5.24).

Nas lavouras cafeeiras de média produtividade de Minas Gerais, observou-se que os problemas nutricionais variaram de acordo com o ano amostrado (Quadro 5.25). Verificou-se, também, que a freqüência das lavouras fora da faixa equilibrada aumentou, quando comparada às lavouras de alta produtividade, podendo-se afirmar que quanto menor a produtividade da lavoura maiores seriam os problemas nutricionais encontrados.

No ano de alta produtividade, nas lavouras de média produtividade, observou-se que as menores freqüências na faixa equilibrada foram obtidas para os micronutrientes B, Mn e Zn, com 55, 56 e 62 % de lavouras, respectivamente. No ano de baixa produtividade verificou-se que 14 % das lavouras estavam com teores excessivos de Zn (Quadro 5.25).

Quadro 5.25 - Freqüência de lavouras com índices DRIS indicando excesso (E), tendência ao excesso (TE), equilibrada (N), tendência à deficiência (TD) e deficiência (D), para a avaliação nutricional no estado de Minas Gerais (lavouras de média produtividade)

Faixas	Nutrientes										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
Ano de alta produtividade (%)											
E	0	2	0	3	0	2	7	3	12	10	8
TE	3	8	5	0	8	12	10	13	12	14	15
N	83	80	88	90	77	74	78	74	62	56	55
TD	14	10	7	7	8	12	2	15	14	12	12
D	0	0	0	0	7	0	3	5	0	8	10
Ano de baixa produtividade (%)											
E	0	0	0	2	8	4	10	2	14	8	6
TE	2	6	18	2	10	6	0	10	6	8	8
N	86	78	70	90	64	72	82	76	62	76	64
TD	10	12	6	2	14	16	6	6	18	8	14
D	2	4	6	4	4	2	2	6	0	0	8

Analisando os dados do Quadro 5.26, percebeu-se que as lavouras de baixa produtividade apresentaram maiores porcentagens de nutrientes com teores excessivos ou deficientes, quando comparadas com lavouras de alta e média produtividade (Quadros 5.25 e 5.26). Destacaram-se os

nutrientes: Zn, por tendência à deficiência em 43 % das lavouras, no ano de alta produtividade e em 31 % das lavouras no ano de baixa produtividade; e B, por excesso em 22 % das lavouras amostradas no ano de baixa produtividade (Quadro 5.26).

Alta frequência de índices DRIS dos nutrientes pertencentes às faixas deficiência (D) e tendência à deficiência (TD) evidenciam a necessidade de adição do nutriente em questão e, alta frequência de índices DRIS dos nutrientes pertencentes às faixas excessiva (E) e tendência ao excesso (TE) indica a necessidade de diminuir o suprimento do nutriente com teor

Quadro 5.26 - Frequência de lavouras com índices DRIS indicando excesso (E), tendência ao excesso (TE), equilibrada (N), tendência à deficiência (TD) e deficiência (D), para a avaliação nutricional no estado de Minas Gerais (lavouras de baixa produtividade)

Faixas	Nutrientes										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
Ano de alta produtividade (%)											
E	0	0	0	9	13	4	0	22	0	17	13
TE	4	13	4	0	4	22	4	9	13	13	13
N	57	78	74	91	57	70	66	60	44	48	48
TD	35	9	9	0	17	4	17	9	43	9	13
D	4	0	13	0	9	0	13	0	0	13	9
Ano de baixa produtividade (%)											
E	0	0	4	0	9	0	4	4	9	13	22
TE	0	4	13	0	13	9	4	4	9	27	0
N	82	92	74	100	69	82	70	70	47	60	61
TD	18	4	0	0	9	9	13	22	31	0	13
D	0	0	9	0	0	0	9	0	4	0	4

excessivo na lavoura. Observando as frequências de lavouras nas faixas DRIS, segundo a metodologia de BEAUFILS (1973), nos Quadros 5.24, 5.25 e 5.26, verificou-se que os principais nutrientes limitantes da produtividade dos cafeeiros do estado de Minas Gerais foram: B; tendendo ao excesso, nas lavouras de alta e baixa produtividade, no ano de baixa produtividade e Zn, por excesso, nas lavouras de média produtividade, independentemente do ano amostrado.

#### **5.4. CONCLUSÕES**

- Os índices DRIS de cada nutriente analisado permitiram detectar os principais problemas nutricionais encontrados em cada lavoura amostrada.

- A classificação dos índices DRIS em faixas possibilitou a identificação dos nutrientes mais limitantes nos cafeeiros, por região, por produtividade e de acordo com o ano amostrado.

- O estado nutricional dos cafeeiros diferiu em cada região, conforme a produtividade e em função do ciclo bianual de produção.

- Nas lavouras menos produtivas os problemas nutricionais detectados foram maiores.

- Nos cafeeiros da região de Manhauçu destacaram-se Mn e Fe, por excesso, B, por excesso e por deficiência, e Cu, por deficiência, independentemente do ano amostrado e da produtividade das lavouras.

- Na região de Patrocínio, as lavouras de alta produtividade, em sua maioria, não apresentaram problemas nutricionais. Nas lavouras de média produtividade destacaram-se B, por excesso e Cu, por estar em excesso em algumas lavouras e, deficientes em outras. Nas lavouras de baixa produtividade destacaram-se excesso de B, no ano de alta produtividade e tendência ao excesso de Mg, no ano de baixa produtividade.

- Na região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso, no ano de alta produtividade, na sua maioria, as lavouras não apresentavam problemas nutricionais relevantes, independentemente da faixa de produtividade. No ano de baixa produtividade, para as lavouras de média produtividade, os principais problemas foram excesso de S e deficiência de Zn.

- Nos cafeeiros da região de Viçosa, as lavouras de alta produtividade não apresentaram grandes problemas nutricionais. As lavouras de média produtividade apresentaram excesso de Zn e Cu e deficiência de B. Nas lavouras de baixa produtividade da região de Viçosa, destacaram-se Zn, por tendência à deficiência, e Cu, por tendência ao excesso.

## **6. CAPÍTULO 4**

### **AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DE CAFEIROS DE MINAS GERAIS, UTILIZANDO O PRA ASSOCIADO AO DRIS**

#### **6.1. INTRODUÇÃO**

Uma das principais atividades agrícolas do estado de Minas Gerais é a cafeicultura, correspondendo a 13,9 milhões de sacas de café beneficiado anualmente e a entrada de 1,4 bilhão de dólares no Estado (OLIVEIRA e ALVES, 2001). Entretanto, muitas lavouras apresentam baixas produtividades (< 15 sc/ha/ano de café beneficiado), devido, principalmente, a problemas nutricionais.

A fim de solucionar os problemas nutricionais responsáveis pelas baixas produtividades dos cafeeiros, faz-se necessário avaliar as principais regiões cafeicultoras do Estado (Manhuaçu, Patrocínio, Guaxupé e São Sebastião do Paraíso e Viçosa) e detectar quais seriam os nutrientes mais limitantes, por excesso ou por deficiência, nestas regiões.

Quanto mais eficiente a detecção dos nutrientes limitantes da produtividade, maior será a eficiência na utilização de fertilizantes e, conseqüentemente, maior produtividade poderá ser obtida.

Existem vários critérios empregados para avaliar o estado nutricional das lavouras, com base nos resultados das análises foliares. Destacam-se

entre eles a faixa crítica dos teores, o DRIS e o potencial de resposta à adubação (PRA).

O Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS), desenvolvido por Beaufils (BEAUFILS, 1973), tem sido usado para a identificação da ordem de limitação dos fatores nutricionais por meio de índices positivos e negativos. Os índices DRIS dos nutrientes, quanto mais negativos e, ou, mais positivos, indicam os nutrientes responsáveis pela baixa produtividade da lavoura.

O potencial de resposta à adubação (PRA), desenvolvido por WADT (1996), surgiu com o intuito de ampliar as possibilidades de uso do DRIS. O PRA estabelece o grau de possibilidade de resposta à adubação para um nutriente, utilizando o IBNm (índice de balanço nutricional médio) na separação de nutrientes limitantes e não-limitantes de uma determinada cultura.

A classificação das lavouras quanto ao PRA para cada nutriente é feita em função de classes possíveis de resposta à adubação, que podem ser: muito provável, provável, nula, pouco provável e não-provável, conforme a metodologia desenvolvida por WADT (1996). Posteriormente, os índices DRIS de cada nutriente, determinados em cada lavoura, são distribuídos nessas classes conforme o IBNm da lavoura em questão.

Na classe muito provável, a adição do nutriente, na maioria das vezes, resultará em aumentos de produtividade. Neste caso, a adição do nutriente seria sempre recomendada; na classe provável, a adição do nutriente pode ou não resultar em aumentos na produtividade, sendo a adição do nutriente recomendada. Na classe nula, a adição ou não do nutriente não afetará a produtividade, não sendo recomendada a adição do nutriente. Na classe pouco provável e não-provável, a resposta em produtividade decorrente da adição do nutriente seria rara ou quase nenhuma, portanto a adição do nutriente não seria recomendada.

Reunindo as possibilidades de resposta à adubação com as combinações entre os valores dos índices DRIS e do IBNm, estabelece-se um critério de interpretação dos resultados dos índices DRIS, que permite, pelo menos qualitativamente, a recomendação de fertilizantes.

Pressupõe-se que haverá maior possibilidade de resposta à adubação para aqueles nutrientes que, tendo o índice DRIS mais negativo, estejam mais desequilibrados que a média dos demais nutrientes analisados na lavoura.

Deste modo, os objetivos deste trabalho foram:

- Classificar os índices DRIS dos nutrientes determinados para cada lavoura cafeeira nas regiões de Minas Gerais (Manhuaçu, Patrocínio, Guaxupé e São Sebastião do Paraíso e Viçosa), quanto ao critério de interpretação, denominado potencial de resposta à adubação (PRA), conforme a produtividade das lavouras cafeeiras (alta, média e baixa) e o ano amostrado (ano de alta produtividade e ano de baixa produtividade).

- Classificar os índices DRIS dos nutrientes dos cafeeiros amostrados do estado de Minas Gerais, quanto ao PRA, conforme a produtividade das lavouras e o ano amostrado.

- Avaliar a distribuição das lavouras quanto às classes do PRA, informando as principais limitações nutricionais, por escassez ou excesso, dos cafeeiros das regiões estudadas conforme a produtividade das lavouras e os anos amostrados.

## **6.2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **6.2.1. Obtenção dos teores foliares de macro e micronutrientes**

Os teores de macro e micronutrientes, nas folhas de cafeeiros amostradas em cada região, foram obtidas de acordo com o Material e Métodos descrito no Capítulo 1. As lavouras foram classificadas de acordo com a produtividade: alta (produção do talhão  $\geq$  30 sc/ha de café beneficiado), média (produção do talhão de 15 a 30 sc/ha de café beneficiado) e baixa produtividade (produção do talhão  $<$  15 sc/ha de café beneficiado), e também em função do ano amostrado, ou seja, ano de alta, ano de baixa produtividade, conforme o ciclo bienal de produtividade do cafeeiro.

### **6.2.2. Utilização das normas DRIS**

O método de obtenção das normas DRIS e a utilização destas normas de referência para a cultura do cafeeiro, para posterior aplicação do DRIS em cada região estudada do estado de Minas Gerais, foram descritos no Capítulo 2.



### 6.2.3. Obtenção dos índices DRIS

Os índices DRIS de cada nutriente, lavoura (talhão) e região foram calculados conforme o Material e Métodos descritos no Capítulo 3.

Foram calculados os IBNm de cada talhão amostrado, de acordo com o Material e Métodos descritos no Capítulo 3.

### 6.2.4. Classificação das lavouras quanto ao PRA

A classificação dos nutrientes quanto ao PRA (potencial de resposta à adubação) nas lavouras cafeeiras de cada região foi realizada com base no grau de potencialidade de resposta à adubação. O grau de potencialidade de resposta à adubação foi distribuído em cinco classes possíveis de resposta à adubação, segundo a metodologia desenvolvida por WADT (1996), separando-se os índices DRIS e os IBNm das lavouras conforme o Quadro 6.1.

Quadro 6.1 - Classificação dos nutrientes quanto ao potencial de resposta à adubação (PRA)

PRA	+LD ou +LE	Índice DRIS	Modulo do Índice DRIS
Positiva (p)	Sim	<0	>IBNm
Positiva ou nula (pz)	Não	<0	>IBNm
Nula (z)	Indiferente	≥ 0	≤ IBNm
Nula (z)	Indiferente	≤ 0	≥ IBNm
Negativa ou nula (nz)	Não	>0	>IBNm
Negativa (n)	Sim	>0	>IBNm

+LD = o mais limitante por deficiência; +LE = o mais limitante por excesso.

Fonte: WADT (1996).

As possíveis classes de resposta à adubação foram: positiva (p), se o módulo do índice DRIS do nutriente em análise ( $|I_A|$ ) > IBNm e se o  $I_A$  for o índice DRIS mais negativo; positiva ou nula (pz), se  $I_A > IBNm$  e o  $I_A$  for negativo, porém não sendo o  $I_A$  o índice DRIS mais negativo; nula (z), se ( $|I_A|$ ) < IBNm; negativa ou nula (nz), se ( $|I_A|$ ) > IBNm e o  $I_A$  for positivo, porém não sendo o  $I_A$  o índice DRIS mais positivo; e negativa (n), se ( $|I_A|$ ) > IBNm e se o  $I_A$  for o índice DRIS mais positivo; em que o IBNm representa o índice do balaço nutricional médio.

Essa classificação pressupõe que haverá maior potencialidade de resposta à adubação (resposta positiva ou p) para aqueles nutrientes que, tendo o índice DRIS mais negativo, estejam mais desequilibrados que a média dos demais nutrientes analisados na lavoura.

A classificação p significa que a adição do nutriente, na maioria das vezes, resultará em aumentos da produtividade, caso em que a adição do nutriente seria sempre recomendada.

A classificação n significa que a resposta em produtividade decorrente da adição do nutriente seria rara ou nula. Desta maneira, não se recomenda adição do nutriente. A aplicação de nutriente neste caso pode significar perda de produtividade.

Após a classificação dos índices DRIS dos nutrientes em função as possíveis classes de potencialidade de resposta à adubação (PRA), determinou-se a frequência das lavouras em cada uma das classes, para cada região, conforme a produtividade das lavouras e os anos amostrados (ano de alta produtividade e ano de baixa produtividade).

Avaliou-se o estado nutricional das lavouras de cada região, determinando as frequências de lavouras em cada classe quanto ao PRA, indicando quais os nutrientes apresentaram maior porcentagem de lavouras com resposta do tipo positiva (p) e, ou, com resposta do tipo negativa (n).

Se a porcentagem de resposta do tipo positiva (p) para um determinado nutriente for alta, recomenda-se a adição do nutriente. Possivelmente, se o nutriente deficiente na lavoura for adicionado, na maioria das vezes ocorrerá o aumento da produtividade. Alta porcentagem de resposta do tipo negativa (n) para um determinado nutriente significa que há excesso do nutriente nas folhas dos cafeeiros do talhão amostrado. Neste caso, a adição do nutriente não seria recomendada.

As lavouras cafeeiras de Minas Gerais também foram classificadas quanto ao PRA, conforme os níveis de produtividade (alta, média e baixa). Avaliou-se o estado nutricional destas lavouras conforme a frequência de distribuição nas classes de potencialidade de resposta à adubação. As altas frequências de lavouras com resposta p identificam os nutrientes que teriam maiores potencialidades de resposta à adubação. As altas frequências de lavouras com resposta do tipo n identificam os nutrientes que teriam mínima

potencialidade de resposta à adubação, sendo a adição destes nutrientes, em excesso no tecido foliar, totalmente desnecessária.

### 6.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Calculou-se a freqüência dos índices DRIS em cada classe de resposta quanto ao PRA para as lavouras cafeeiras de cada região, para cada nível de produtividade (alta, média e baixa) e em ano amostrado (ano de alta produtividade e ano de baixa produtividade). Os resultados encontram-se nos Quadros 6.2 a 6.16.

A freqüência das lavouras cafeeiras nas distintas classes de PRA da região de Manhauçu que apresentaram alta produtividade ( $\geq 30$  sc/ha/ano de café beneficiado), encontra-se no Quadro 6.2. Pelos resultados obtidos, foram verificadas alta freqüência de resposta do tipo positiva (p) para B e alta freqüência de resposta do tipo negativa (n) para S e Zn, no ano de alta produtividade. Estes dados indicam que 20% dos talhões amostrados estariam com deficiência de B, conseqüentemente a aplicação de B nestas lavouras resultaria em resposta satisfatória em termos de ganho de produtividade. As altas freqüências de resposta negativa para S e Zn, indicam que estes nutrientes provavelmente estavam em excesso em 20% dos talhões amostrados, não se recomendando, portanto, a adição destes nutrientes às lavouras. As adubações com S e Zn, provavelmente, não promoveriam acréscimo na produtividade.

No ano de baixa produtividade, foram observadas: alta freqüência de resposta do tipo positiva para Cu e altas freqüências de resposta negativa (n) para Cu e Mn (Quadro 6.2). Estes dados indicam a provável deficiência

Quadro 6.2 - Frequência de lavouras de alta produtividade quanto ao potencial de resposta à adubação para a avaliação nutricional dos cafeeiros da região de Manhuaçu

FRA	Frequência de Lavouras Quanto ao PRA										
	Nutrientes										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
	Ano de alta produtividade										
p <sup>1/</sup>	5	10	10	5	15	15	0	10	10	15	20
pz	0	15	0	10	5	15	15	15	15	15	0
z	95	60	70	60	65	45	60	65	55	50	55
nz	0	5	5	15	5	5	15	5	0	5	15
n	0	10	15	10	10	20	10	5	20	15	10
	Ano de baixa produtividade										
p	5	0	10	15	10	5	30	15	0	15	15
pz	15	25	0	0	20	10	0	10	5	10	5
z	70	40	85	65	50	80	50	55	75	50	65
nz	5	20	0	10	10	0	0	5	5	5	15
n	5	15	5	10	10	5	20	15	15	20	0

<sup>1/</sup> Resposta do tipo positiva (p), positiva ou nula (pz), nula (z), negativa ou nula (nz) ou negativa (n).

Quadro 6.3 - Frequência de lavouras de média produtividade quanto ao potencial de resposta à adubação para a avaliação nutricional dos cafeeiros da região de Manhuaçu

FRA	Frequência de Lavouras Quanto ao PRA										
	Nutrientes										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
	Ano de alta produtividade										
p <sup>1/</sup>	8	0	0	0	0	12	48	0	0	0	24
pz	8	0	0	0	0	0	24	12	12	0	12
z	84	100	52	64	100	64	28	76	76	40	40
nz	0	0	24	12	0	24	0	0	12	36	0
n	0	0	24	24	0	0	0	12	0	24	24
	Ano de baixa produtividade										
p	0	0	0	24	12	0	24	12	0	0	12
pz	12	12	0	12	0	24	12	0	0	0	0
z	88	76	88	52	88	64	40	28	88	64	64
nz	0	12	12	0	0	12	24	36	0	12	0
n	0	0	0	12	0	0	0	24	12	24	24

<sup>1/</sup> Resposta do tipo positiva (p), positiva ou nula (pz), nula (z), negativa ou nula (nz) ou negativa (n).

Quadro 6.4 - Frequência de lavouras de baixa produtividade quanto ao potencial de resposta à adubação para a avaliação nutricional dos cafeeiros da região de Manhauçu

PRA	Frequência de Lavouras Quanto ao PRA										
	Nutrientes										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
	Ano de alta produtividade										
p <sup>1/</sup>	14	0	0	0	0	0	56	0	0	0	28
pz	56	0	0	0	0	0	14	14	14	0	14
z	30	100	44	58	58	100	30	72	72	30	30
nz	0	0	28	14	14	0	0	0	14	42	0
n	0	0	28	28	28	0	0	14	0	28	28
	Ano de baixa produtividade										
p	0	70	14	0	0	0	14	0	0	0	14
pz	28	14	0	0	0	0	28	0	0	0	14
z	72	16	86	100	14	100	58	72	100	58	0
nz	0	0	0	0	86	0	0	0	0	28	14
n	0	0	0	0	0	0	0	28	0	14	58

<sup>1/</sup> Resposta do tipo positiva (p), positiva ou nula (pz), nula (z), negativa ou nula (nz) ou negativa (n).

Quadro 6.5 - Frequência de lavouras de alta produtividade quanto ao potencial de resposta à adubação, para a avaliação nutricional dos cafeeiros da região de Patrocínio

PRA	Frequência de Lavouras Quanto ao PRA										
	Nutrientes										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
	Ano de alta produtividade										
p <sup>1/</sup>	0	15	5	5	10	10	10	20	15	10	5
pz	5	5	15	10	5	10	10	5	20	10	15
z	80	70	60	60	65	60	60	55	35	55	50
nz	15	5	10	5	5	5	5	5	15	15	20
n	0	5	10	20	15	15	15	15	15	10	10
	Ano de baixa produtividade										
p	0	10	5	10	15	15	40	5	0	15	5
pz	0	5	5	5	10	10	10	10	30	10	10
z	100	65	75	65	50	55	20	60	50	50	75
nz	0	10	5	10	15	10	10	15	5	15	0
n	0	10	10	10	10	10	20	10	15	10	10

<sup>1/</sup> Resposta do tipo positiva (p), positiva ou nula (pz), nula (z), negativa ou nula (nz) ou negativa (n).

Quadro 6.6 - Freqüência de lavouras de média produtividade quanto ao potencial de resposta à adubação, para a avaliação nutricional dos cafeeiros da região de Patrocínio

FRA	Freqüência de Lavouras Quanto ao PRA										
	Nutrientes										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
	Ano de alta produtividade										
p <sup>1/</sup>	0	0	12	6	12	0	12	12	12	24	0
pz	0	0	6	6	24	6	6	24	6	6	6
Z	100	88	76	88	64	82	58	58	40	52	46
nz	0	6	0	0	0	12	12	0	36	0	6
n	0	6	6	0	0	0	12	0	6	6	48
	Ano de baixa produtividade										
p	0	7	35	7	0	7	28	7	14	0	0
pz	7	7	7	0	14	21	14	0	7	14	0
z	86	65	44	93	51	51	23	72	51	58	79
nz	7	21	7	0	28	14	0	21	14	7	7
n	0	0	7	0	7	7	35	0	14	21	14

<sup>1/</sup> Resposta do tipo positiva (p), positiva ou nula (pz), nula (z), negativa ou nula (nz) ou negativa (n).

Quadro 6.7 - Freqüência de lavouras de baixa produtividade quanto ao potencial de resposta à adubação, para a avaliação nutricional dos cafeeiros da região de Patrocínio

FRA	Freqüência de Lavouras Quanto ao PRA										
	Nutrientes										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
	Ano de alta produtividade										
p <sup>1/</sup>	0	0	17	0	0	0	17	34	0	17	0
pz	0	17	17	0	0	17	34	17	34	17	0
z	83	66	49	66	83	66	49	32	66	49	15
nz	0	17	17	17	17	0	0	17	0	0	51
n	17	0	0	17	0	17	0	0	0	17	34
	Ano de baixa produtividade										
p	17	0	17	0	0	17	17	0	17	17	17
pz	0	0	0	17	17	0	0	0	0	0	17
z	83	66	66	66	15	66	83	100	32	66	49
nz	0	34	0	17	34	0	0	0	17	17	0
n	0	0	17	0	34	17	0	0	34	0	17

<sup>1/</sup> Resposta do tipo positiva (p), positiva ou nula (pz), nula (z), negativa ou nula (nz) ou negativa (n).

Quadro 6.8 - Frequência de lavouras de alta produtividade quanto ao potencial de resposta à adubação, para a avaliação nutricional dos cafeeiros da região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso

FRA	Frequência de Lavouras Quanto ao PRA										
	Nutrientes										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
	Ano de alta produtividade										
p <sup>1/</sup>	0	4	12	8	16	16	0	16	8	4	8
pz	4	8	8	8	8	8	8	8	24	8	12
z	84	76	64	60	60	60	84	68	44	72	48
nz	8	8	8	8	4	0	4	4	8	8	20
n	4	4	8	16	12	16	4	4	16	8	12
	Ano de baixa produtividade										
p	7	21	14	0	14	0	14	7	28	0	14
pz	0	0	14	28	7	35	14	7	7	0	14
z	79	65	65	51	44	23	51	37	51	93	65
nz	14	0	7	14	28	7	7	21	0	0	7
n	0	14	0	7	7	35	14	28	14	7	0

<sup>1/</sup>Resposta do tipo positiva (p), positiva ou nula (pz), nula (z), negativa ou nula (nz) ou negativa (n).

Quadro 6.9 - Frequência de lavouras de média produtividade quanto ao potencial de resposta à adubação para a avaliação nutricional dos cafeeiros da região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso

FRA	Frequência de Lavouras Quanto ao PRA										
	Nutrientes										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
	Ano de alta produtividade										
p <sup>1/</sup>	10	0	5	10	15	0	0	20	10	0	15
Pz	20	10	10	5	10	15	0	10	0	5	10
z	65	90	85	70	50	60	75	40	65	75	55
nz	5	0	0	5	15	10	0	20	20	5	15
n	0	0	0	10	10	15	25	10	5	15	5
	Ano de baixa produtividade										
p	8	0	16	0	32	0	0	0	32	0	16
pz	8	8	16	0	24	0	16	40	16	0	8
z	84	52	60	76	36	28	60	44	36	84	60
nz	0	32	8	16	0	32	16	16	8	8	0
n	0	8	0	8	8	40	8	0	8	8	16

<sup>1/</sup>Resposta do tipo positiva (p), positiva ou nula (pz), nula (z), negativa ou nula (nz) ou negativa (n).



Quadro 6.10 - Frequência de lavouras de baixa produtividade quanto ao potencial de resposta à adubação, para a avaliação nutricional dos cafeeiros da região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso

FRA	Frequência de Lavouras Quanto ao PRA										
	Nutrientes										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
	Ano de alta produtividade										
p	30	30	0	0	0	0	0	0	0	0	30
pz	0	0	0	30	70	0	0	0	0	0	30
z	70	40	70	70	30	40	100	40	40	70	40
nz	0	0	30	0	0	30	0	30	30	30	0
n	0	30	0	0	0	30	0	30	30	0	0
	Ano de baixa produtividade										
p <sup>1/</sup>	0	0	0	0	50	0	0	0	50	0	0
pz	0	0	50	0	50	0	0	0	50	0	0
z	100	100	0	50	0	50	50	100	0	100	100
nz	0	0	0	50	0	0	50	0	0	0	0
n	0	0	50	0	0	50	0	0	0	0	0

<sup>1/</sup> Resposta do tipo positiva (p), positiva ou nula (pz), nula (z), negativa ou nula (nz) ou negativa (n).

Quadro 6.11 - Frequência de lavouras de alta produtividade quanto ao potencial de resposta à adubação, para a avaliação nutricional dos cafeeiros da região de Viçosa

FRA	Frequência de Lavouras Quanto ao PRA										
	Nutrientes										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
	Ano de alta produtividade										
p <sup>1/</sup>	5	5	5	5	10	15	5	5	5	15	20
pz	5	5	10	15	10	0	5	10	15	5	5
z	85	75	70	70	60	30	75	65	55	55	50
nz	0	10	15	5	15	50	5	0	15	20	10
n	5	5	0	5	5	5	10	20	10	5	15
	Ano de baixa produtividade										
p	0	5	15	15	10	0	15	5	5	10	15
pz	10	10	10	10	15	15	5	10	10	20	10
z	80	65	55	65	55	65	65	65	65	50	50
nz	5	15	5	0	5	10	10	10	0	5	20
n	5	5	15	10	15	10	5	10	15	15	5

<sup>1/</sup> Resposta do tipo positiva (p), positiva ou nula (pz), nula (z), negativa ou nula (nz) ou negativa (n).

Quadro 6.12 - Freqüência de lavouras de média produtividade quanto ao potencial de resposta à adubação para a avaliação nutricional dos cafeeiros da região de Viçosa

Freqüência de Lavouras Quanto ao PRA											
PRA	Nutrientes										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
Ano de alta produtividade											
p <sup>1/</sup>	14	0	7	0	21	0	7	21	7	0	35
pz	28	14	14	7	21	14	0	7	14	14	21
z	44	72	72	79	51	44	79	30	58	58	37
nz	7	7	0	7	7	28	14	14	0	14	7
n	7	7	7	7	0	14	0	28	21	14	0
Ano de baixa produtividade											
p	7	0	7	0	21	0	7	35	7	14	7
pz	0	7	14	7	7	21	0	14	0	7	7
z	86	79	72	93	51	72	44	30	79	58	51
nz	0	14	7	0	14	7	14	7	7	14	7
n	7	0	0	0	7	0	35	14	7	7	28

<sup>1/</sup> Resposta do tipo positiva (p), positiva ou nula (pz), nula (z), negativa ou nula (nz) ou negativa (n).

Quadro 6.13 - Freqüência de lavouras de baixa produtividade quanto ao potencial de resposta à adubação, para a avaliação nutricional dos cafeeiros da região de Viçosa

Freqüência de Lavouras Quanto ao PRA											
PRA	Nutrientes										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
Ano de alta produtividade											
p <sup>1/</sup>	0	0	44	0	28	0	0	0	14	14	14
pz	28	14	14	0	0	0	14	28	72	0	14
z	72	72	28	72	30	58	86	58	14	58	44
nz	0	14	0	14	14	0	0	14	0	0	28
n	0	0	14	14	28	42	0	0	0	28	0
Ano de baixa produtividade											
p	0	0	28	0	14	0	0	0	14	14	28
pz	0	14	0	14	14	14	0	14	58	0	0
z	100	44	58	86	44	86	58	72	28	72	58
nz	0	28	0	0	14	0	14	14	0	0	0
n	0	14	14	0	14	0	28	0	0	14	14

<sup>1/</sup> Resposta do tipo positiva (p), positiva ou nula (pz), nula (z), negativa ou nula (nz) ou negativa (n).

Quadro 6.14 - Frequência de lavouras de alta produtividade quanto ao potencial de resposta à adubação, para a avaliação nutricional dos cafeeiros de Minas Gerais

Frequência de Lavouras Quanto ao PRA											
PRA	Nutrientes										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
Ano de alta produtividade											
p <sup>1/</sup>	10	10	5	5	10	15	5	5	15	15	20
Pz	5	5	10	5	15	10	5	15	15	30	10
z	70	65	60	75	55	55	70	65	50	35	45
nz	10	10	10	5	5	10	10	5	0	5	10
n	5	10	15	10	15	10	10	10	20	15	15
Ano de baixa produtividade											
p	0	5	5	10	10	0	15	15	5	10	20
pz	10	10	10	10	15	15	5	10	15	30	10
z	80	65	60	65	55	65	65	55	65	40	45
nz	5	15	10	5	5	10	10	5	0	5	20
n	5	5	15	10	15	10	5	15	15	15	5

<sup>1/</sup> Resposta do tipo positiva (p), positiva ou nula (pz), nula (z), negativa ou nula (nz) ou negativa (n).

Quadro 6.15 - Frequência de lavouras de média produtividade quanto ao potencial de resposta à adubação, para a avaliação nutricional dos cafeeiros de Minas Gerais

Frequência de Lavouras Quanto ao PRA											
PRA	Nutrientes										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
Ano de alta produtividade											
p <sup>1/</sup>	10	6	4	8	16	10	6	12	10	20	24
pz	5	6	10	4	6	12	14	18	20	8	16
z	71	72	68	78	64	60	54	50	42	38	32
nz	10	10	10	2	4	4	16	14	10	10	14
n	4	6	8	8	10	14	10	6	18	24	14
Ano de baixa produtividade											
p	2	8	12	6	12	8	10	4	12	4	20
pz	8	4	2	4	8	8	4	10	22	10	6
z	86	72	66	78	60	60	72	68	42	66	50
nz	4	10	8	8	10	12	2	12	8	10	12
n	0	6	12	4	10	12	12	6	16	10	12

<sup>1/</sup> Resposta do tipo positiva (p), positiva ou nula (pz), nula (z), negativa ou nula (nz) ou negativa (n).

Quadro 6.16 - Frequência de lavouras de baixa produtividade quanto ao potencial de resposta à adubação, para a avaliação nutricional dos cafeeiros de Minas Gerais

PRA	Frequência de Lavouras Quanto ao PRA										
	Nutrientes										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
	Ano de alta produtividade										
p <sup>1/</sup>	8	8	32	0	12	4	16	4	24	16	12
pz	28	4	8	0	12	4	16	8	24	4	0
z	60	76	44	92	60	68	64	60	32	52	64
nz	4	4	8	0	4	16	0	4	12	24	12
n	0	8	8	8	12	8	4	24	8	4	12
	Ano de baixa produtividade										
p	5	0	10	5	5	10	20	10	25	10	15
pz	10	10	10	0	5	5	0	20	15	10	0
z	80	90	40	90	65	60	70	60	35	50	50
nz	5	0	35	5	5	15	0	5	5	15	5
n	0	0	5	0	20	10	10	5	20	15	10

<sup>1/</sup> Resposta do tipo positiva (p), positiva ou nula (pz), nula (z), negativa ou nula (nz) ou negativa (n).

de Cu em 30 % das lavouras e excesso deste nutriente em outros 20 % e, também, excesso de Mn em 20 % dos talhões. Frequências de respostas do tipo p e do tipo n indicam problemas nutricionais quanto ao Cu, por carência ou por excesso, em 50 % das lavouras. Haverá, possivelmente ganho de produtividade em resposta à adição de fertilizante que contém Cu (por exemplo: sulfato de cobre) apenas nas lavouras deficientes, e não naquelas que obtiveram resposta do tipo n.

A avaliação das lavouras cafeeiras da região de Manhuaçu que apresentaram média produtividade (15 a 30 sc/ha/ano de café beneficiado), com base no potencial de resposta à adubação, mostrou que o estado nutricional das lavouras variou conforme o ano amostrado (Quadro 6.3).

Verificou-se que no ano de alta produtividade houve alta frequência de resposta do tipo positiva e do tipo negativa para B, em 24 % dos talhões amostrados, em ambas as situações, indicando deficiência em algumas lavouras e excesso em outras. Contataram-se, também, altas frequências de resposta positiva (p) para Cu em 48 % das lavouras (Quadro 6.3). Portanto, a adição de B e Cu provavelmente resultaria em aumento de produtividade nas lavouras deficientes. Respostas negativas a K, Ca e Mn seriam também prováveis em 24 % dessas lavouras.

No ano de baixa produtividade altas freqüências de resposta do tipo positiva foram constatadas para Ca (24 %) e Cu (24 %), indicando que a adição destes nutrientes nas lavouras deficientes provavelmente resultaria em aumento na produtividade. Verificaram-se, também, altas freqüências de resposta negativa (n) para Fe, Mn e B em 24 % das lavouras amostradas, indicando haver excesso destes nutrientes nos cafeeiros amostrados (Quadro 6.3).

O estado nutricional das lavouras de baixa produtividade da região de Manhuaçu, no ano de alta produtividade, foi: 56 % das lavouras amostradas obtiveram resposta do tipo positiva para Cu e 28 % do tipo negativa para K, Ca, Mg, Mn e B (Quadro 6.4).

Para o ano de baixa produtividade, observou-se que 58 % das lavouras amostradas apresentaram resposta do tipo n para B. A alta freqüência do tipo n indica haver excesso de B nos tecidos foliares e que seria desnecessária a aplicação de adubos. Por outro lado, verificou-se, neste mesmo ano, que 70 % das lavouras tiveram resposta do tipo positiva para P, indicando a existência de deficiência de P nos tecidos foliares (Quadro 6.4).

Avaliando as lavouras cafeeiras com alta produtividade (□ 30 sc/ha/ano de café beneficiado), da região de Patrocínio, com base no potencial de resposta à adubação, verificou-se que o estado nutricional das lavouras variou de acordo com o ano amostrado (Quadro 6.5).

No ano de alta produtividade, foi verificada alta freqüência de resposta do tipo positiva (p) para Fe e alta freqüência de resposta negativa (n) para Ca. Desta forma, não seria provável o aumento da produtividade com adubação de Ca em 20 % das lavouras (Quadro 6.5). Quanto à deficiência de Fe, esta provavelmente decorre de excesso de calcário e poderia ser superada com a aplicação de fertilizantes nitrogenados, que promovem a acidificação do solo, ou emergencialmente com pulverizações à base de  $\text{FeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ . Apesar dos solos tropicais serem naturalmente ricos em óxidos de ferro (RAIJ, 1991), provavelmente o pH do solo esteja controlando a disponibilidade de Fe para a planta, pois em  $\text{pH} > 6,5$  poderá haver precipitação de Fe e, conseqüentemente, menor disponibilidade deste para as plantas, assim como menor absorção de Fe pelas mesmas (RAIJ, 1991).

Para o ano de baixa produtividade, observou-se que os maiores problemas nutricionais foram referentes ao Cu, pois 40 % das lavouras obtiveram resposta do tipo p e 20 % das lavouras com resposta do tipo n (Quadro 6.5). Tal fato indica que algumas lavouras estavam com teores excessivos de Cu nos tecidos foliares e outras com teores deficientes deste mesmo elemento.

O excesso Cu, provavelmente, procedeu de pulverizações com Calda Viçosa ou oxiclreto de Cu, contendo este nutriente como princípio ativo para o controle de doenças fúngicas. A aplicação de “caldas” pode ser confirmada ao analisar os questionários aplicados aos produtores da região, por ocasião da pesquisa.

Os nutrientes que responderiam a adubação e, provavelmente, contribuiriam para aumento de produtividade, nas lavouras de média produtividade na região de Patrocínio, seriam Mn, em 24 % das lavouras amostradas no ano de alta produtividade e K, em 35 % das lavouras que foram amostradas no ano de baixa produtividade (Quadro 6.6).

Os nutrientes que estariam limitando a produtividade das lavouras de média produtividade em Patrocínio por excesso seriam: B, em 48 % das lavouras, no ano de alta produtividade, e Cu, em 35 % das lavouras verificado no ano de baixa produtividade (Quadro 6.6). Portanto, não se recomenda adubação de B e Cu nas lavouras que tiveram teores excessivos desses nutrientes, pois a potencialidade de resposta em termos de aumento de produtividade seria pequena.

A avaliação das lavouras cafeeiras da região de Patrocínio que apresentaram baixa produtividade (< 15 sc/ha/ano de café beneficiado), com base no potencial de resposta à adubação, evidencia que dependendo do ano amostrado o estado nutricional da lavoura variou (Quadro 6.7).

Verificaram-se, no ano de alta produtividade, altas frequências de resposta do tipo positiva (p) para Mn e Fe, em 34 % e 51 % das lavouras (Quadro 6.7). Teores deficientes de Mn e Fe podem estar relacionados aos valores do pH do solo, possivelmente alto. Observaram-se também, altas frequências de resposta do tipo n e nz para B, em 34 % das lavouras, o que indica ser desnecessária a adição de B nas lavouras, pois o B estaria com teores excessivos e tendendo ao excesso. A adição de B nessas lavouras provavelmente resultaria em decréscimo da produtividade.

No ano de baixa produtividade, os maiores problemas nutricionais detectados foram excesso de Mg em 34 % das lavouras e de Zn em 34 % das lavouras (Quadro 6.7).

Teores excessivos de micronutrientes nas folhas de cafeeiros possivelmente advêm de aplicações foliares de sulfato de zinco, no caso de Zn, e sulfato de cobre, para Cu, ou pelo uso de produtos fitossanitários que contêm estes nutrientes como princípio ativo, conforme a descrição de LOPES (1999).

Ao avaliar nutricionalmente as lavouras cafeeiras da região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso que apresentaram alta produtividade ( $\square$  30 sc/ha ano de café beneficiado), com base no potencial de resposta à adubação (PRA), deparou-se com alta frequência de lavouras com resposta positiva para Mg e S em 16 % das lavouras, em ambas as situações, e resposta do tipo negativa foi para S e Zn, no ano de alta produtividade (Quadro 6.8). Espera-se ganho de produtividade corrigindo-se as deficiências.

O excesso de S, detectado nos tecidos foliares das lavouras cafeeiras amostradas da região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso, pode ser decorrente de aplicações sucessivas de fertilizantes que contêm sulfato como íon acompanhante, tais como sulfato de amônio ou super fosfato simples.

No ano de baixa produtividade, constatou-se alta frequência de resposta do tipo positiva para Zn, em 28 % das lavouras amostradas (Quadro 6.8). Resposta do tipo positiva (p) indica provável aumento de produtividade com a aplicação de fertilizante que contém o nutriente deficiente, segundo relatos de WADT (1996). Desta forma, recomenda-se a adição de fertilizantes que contêm Zn nas lavouras deficientes, para que haja acréscimo de produtividade nos cafeeiros da região.

A adição de S nas lavouras seria desnecessária, pois o excesso deste nutriente foi observado nos cafeeiros; neste caso, provavelmente não haveria aumento de produtividade (Quadro 6.8).

No ano de baixa produtividade, os nutrientes que responderiam à adubação e, provavelmente, contribuiriam para aumento de produtividade, nas lavouras de alta produtividade na região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso, seriam P e Zn. O nutriente que estaria limitando a produtividade por excesso seria o S, em 35 % das lavouras.

Nas lavouras cafeeiras da região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso que apresentaram média produtividade (de 15 a 30 sc/ha/ano de café beneficiado), a avaliação com base no potencial de resposta à adubação variou de acordo com o ano amostrado (Quadro 6.9).

No ano de alta produtividade, nas lavouras cafeeiras de média produtividade da região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso, observou-se que 25 % das lavouras obtiveram resposta do tipo n, para Cu indicando excesso desse nutriente nos tecidos foliares. A resposta do tipo n, indica que a adição deste nutriente nas lavouras seria desnecessária, pois, provavelmente, não haveria acréscimo de produtividade. Problemas nutricionais foram observados também para Fe, pois apenas 40 % das lavouras obtiveram resposta do tipo z para esse nutriente. Resposta do tipo z indica adequado teor do nutriente nos tecidos foliares (Quadro 6.9).

Verificou-se que, no ano de baixa produtividade, houve mais nutrientes apresentando altas freqüências de resposta do tipo p, do que no ano de alta produtividade (Quadro 6.9). Tal fato indica que houve maior desequilíbrio nutricional nas lavouras amostradas no ano de baixa produtividade, pois detectou-se que 32 % das lavouras apresentaram resposta do tipo p para Mg, e outras 32 %, também com resposta positiva para Zn. A resposta do tipo p indica que, com a correção das deficiências de Mg e Zn, seria muito provável haver aumento de produtividade nos cafeeiros dessa região. Observou-se resposta do tipo n para S (40 %), indicando excesso, sendo portanto, desnecessária sua aplicação nas lavouras.

A situação nutricional das lavouras de baixa produtividade na região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso foi difícil de ser diagnosticada, pois foram poucas as lavouras amostradas. Analisando os resultados, verificou-se baixa freqüência de resposta do tipo z (30 %) e alta freqüência de resposta do tipo pz (70 %) para Mg, no ano de alta produtividade. A baixa freqüência de resposta do tipo z indica que os teores de Mg estavam inadequados em grande parte das lavouras (Quadro 6.10). Pode se afirmar que foram vários os nutrientes responsáveis pela baixa produtividade das lavouras cafeeiras da região, pois apenas 40 % das lavouras apresentaram resposta do tipo z para P, S, Fe, Zn e B.



No ano de baixa produtividade, observaram-se altas freqüências de resposta do tipo p para Mg (50 %) e Zn (50 %), indicando que a adição destes nutrientes nas lavouras deficientes, provavelmente haveria incremento na produtividade. Respostas do tipo n foram observadas para K e S em 50 % das lavouras (Quadro 6.10).

Na região de Viçosa, nas lavouras cafeeiras de alta produtividade (□ 30 sc/ha/ano de café beneficiado), observou-se que 20 % das lavouras obtiveram resposta do tipo p para B e tipo n para Fe, indicando a possibilidade de resposta à adubação, com a adição de B às lavouras deficientes (Quadro 6.11).

No ano de baixa produtividade, houve baixa freqüência de resposta do tipo z para Mn e B, indicando que 50 % das lavouras estavam com problemas nutricionais, por excesso ou deficiência desses nutrientes (Quadro 6.11).

Avaliando nutricionalmente as lavouras cafeeiras da região de Viçosa que apresentaram média produtividade (15 a 30 sc/ha/ano de café beneficiado), com base no potencial de resposta à adubação, detectou-se diferenças nas freqüências de resposta dependendo do ano amostrado (Quadro 6.12).

No ano de alta produtividade verificaram-se altas freqüências de resposta do tipo p, em 35 % das lavouras, e do tipo pz em 21 %, para B (Quadro 6.12). A alta freqüência do tipo p (positiva) corresponde à deficiência e a resposta do tipo pz, tendência à deficiência de B. Recomenda-se, portanto, nas lavouras com deficiência de B, adição de desse nutriente, o que provavelmente acarretaria em aumento de produtividade. Observou-se também alta freqüência de resposta do tipo n para Fe em 28 % das lavouras.

No ano de baixa produtividade, nas lavouras de média produtividade da região de Viçosa, detectaram-se altas freqüências de lavouras com resposta do tipo n para Cu em 35 % das lavouras e para B em 28 % (Quadro 6.12). Portanto, a adição de Cu e B seria desnecessária nas lavouras com teores excessivos destes nutrientes. Houve alta freqüência de resposta positiva ao Fe (35 % das lavouras).

A frequência das lavouras cafeeiras da região de Viçosa que apresentaram baixa produtividade (< 15 sc/ha ano), com base no potencial de resposta à adubação (PRA), encontra-se no Quadro 6.13.

No ano de alta produtividade, verificaram-se altas frequências de resposta do tipo p e n para vários nutrientes. Entretanto, K com resposta do tipo p em 44 % das lavouras e S, com resposta do tipo n em 42 % das lavouras puderam ser destacados como sendo os nutrientes mais limitantes da produtividade. Recomenda-se a correção das deficiências de K, pois seria provável incremento na produtividade das lavouras deficientes (Quadro 6.13).

Os maiores problemas nutricionais detectados, nas lavouras de baixa produtividade amostradas no ano de baixa produtividade foram: K, com resposta do tipo p em 28 % das lavouras, B, com resposta do tipo p, em 28 % das lavouras e Cu, com resposta do tipo n, em 28 % das lavouras. Nas lavouras deficientes e com altas frequências de resposta do tipo p para K e B recomenda-se a adição desses nutrientes, pois potencialmente haveria ganho na produtividade. Mas, a adição de Cu, provavelmente não promoveria acréscimo da produtividade nas lavouras com resposta do tipo n (Quadro 6.13).

Os resultados quanto ao PRA das lavouras amostradas na região de Viçosa indicaram que quanto menor a produtividade das lavouras, maiores foram os desequilíbrios nutricionais detectados (Quadros 6.12 e 6.13).

Pela avaliação nutricional das lavouras cafeeiras de Minas Gerais de alta produtividade (□ 30 sc/ha/ano de café beneficiado), com base no potencial de resposta à adubação (PRA), pode-se identificar alta frequência de resposta do tipo positiva para B (20 %) e negativa para Zn (20 %) no ano de alta produtividade. Observou-se baixas frequências de resposta do tipo nula para Mn em 35 % e 40 % das lavouras, no ano de alta e de baixa produtividade, respectivamente (Quadro 6.14). Estes resultados informam a possibilidade de o B estar deficiente em 20 % das lavouras, portanto recomenda-se a adição de B para que haja incremento na produtividade das lavouras deficientes. No ano de baixa produtividade houve também 20 % de lavouras com possibilidade de resposta ao B.

A distribuição das lavouras cafeeiras do estado de Minas Gerais de média produtividade (15 a 30 sc/ha/ano de café beneficiado), com base no potencial de resposta à adubação, apresentou a seguinte situação nutricional: independentemente do ano amostrado, houve altas frequências de resposta do tipo p para B, em 24 % e 20 % das lavouras. Estes dados indicam a possibilidade de um grande número de lavouras estar deficiente em B e que haveria possibilidade de aumento da produtividade dos cafeeiros com a correção desta deficiência (Quadro 6.15).

No ano de alta produtividade, foram verificadas altas frequências de resposta do tipo z (nula) para Ca na maioria das lavouras (76 %), o que indica o equilíbrio nutricional quanto ao Ca para estas lavouras. No ano de baixa produtividade, o N destacou-se por apresentar as altas frequências do tipo z em 86 % das lavouras. Em contrapartida, baixas frequências do tipo z foram detectadas para B (ano de alta produtividade) e Zn (ano de baixa produtividade), indicando maiores problemas quanto à nutrição desses micronutrientes (Quadro 6.15).

Avaliando as lavouras cafeeiras do estado de Minas Gerais que apresentaram baixa produtividade (<15 sc/ha/ano de café beneficiado) quanto ao potencial de resposta à adubação, verificou-se que as altas frequências de resposta do tipo p foram detectadas para K, em 32 % das lavouras, e das altas frequências de resposta do tipo n ou negativa para Fe, em 24 % das lavouras, no ano de alta produtividade. Estes dados indicam deficiência de K e excesso de Fe nos tecidos foliares (Quadro 6.16).

No ano de baixa produtividade observou-se alta frequência de resposta do tipo p para B (20 % das lavouras) e baixa frequência de resposta do tipo z para Zn em 42 % das lavouras (Quadro 6.16).

No que se refere ao Zn, constatou-se alta frequência de resposta do tipo p para Zn, em 24 % das lavouras, no ano de alta produtividade e em 25 % das lavouras, no ano de baixa produtividade. Observou-se também alta frequência de resposta do tipo n em 20 % das lavouras, no ano de baixa produtividade para esse nutriente. Altas frequências do tipo p e n para um mesmo nutriente, indicam problemas nutricionais dos talhões, por deficiência ou por excesso (Quadro 6.16).

#### 6.4. CONCLUSÕES

Os principais problemas nutricionais detectados nos cafeeiros, utilizando-se o potencial de resposta à adubação (PRA), em cada região e conforme a produtividade das lavouras, foram:

- B, por excesso ou deficiência, em grande parte das lavouras de alta, média e baixa produtividades. Cu, por deficiência e Mn, por excesso em grande parte das lavouras de média produtividade na região de Manhuaçu.

- Zn, por deficiência em grande parte das lavouras cafeeiras de alta e baixa produtividade, Cu, por deficiência e por excesso, nas lavouras de alta e média produtividade e deficiência de Fe ou Mn nas lavouras, em anos de alta produtividade, na região de Patrocínio.

- S, por excesso, nas lavouras cafeeiras de alta, média e baixa produtividade na região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso.

- B, por deficiência ou por excesso, nas lavouras de alta e média produtividade, Cu, por excesso, nas lavouras de média e baixa produtividade e K, por deficiência, nas lavouras de baixa produtividade da região de Viçosa.

## 7. RESUMO E CONCLUSÕES

Com o propósito de avaliar o estado nutricional das lavouras cafeeiras de alta, média e baixa produtividades em regiões do estado de Minas Gerais (Manhuaçu, Patrocínio, Guaxupé e São Sebastião do Paraíso e Viçosa), utilizaram-se os seguintes métodos: faixa crítica, DRIS e PRA.

Foram amostradas folhas em 312 unidades amostrais (UA) de 168 lavouras, tanto no ano de alta produtividade, quanto no ano de baixa produtividade, conforme a bienalidade de produção do cafeeiro. Nas folhas foram determinados os teores dos macronutrientes e dos micronutrientes (Cu, Fe, Zn, Mn e B), para o ano de alta produtividade e para o ano de baixa produtividade.

Com os resultados das análises foliares estabeleceram-se faixas críticas dos teores dos nutrientes para cada região estudada, utilizando como referência lavouras de alta produtividade (  $\square$  30 sc/ha/ano de café beneficiado, na média do biênio). Independentemente do ano amostrado, as faixas críticas dos teores não diferiram de região para região, e nem entre os anos amostrados e conforme as produtividades dos cafeeiros.

Os teores dos nutrientes foram separados em três níveis: adequado (valores dentro da faixa crítica), deficiente (valores abaixo da faixa crítica) e excessivo (valores acima da faixa crítica), e determinadas as freqüências dos nutrientes em cada nível, por região, de acordo com a produtividade das lavouras e ano amostrado.

Foram elaborados gráficos com as frequências dos nutrientes em cada nível. Os resultados permitiram identificar principais problemas nutricionais em escala regional, evidenciando excessos e deficiências, principalmente, com relação aos micronutrientes.

As normas DRIS (média, desvio-padrão e coeficiente de variação) foram geradas com os teores dos nutrientes dois a dois de lavouras cafeeiras de alta produtividade, para cada região e ano amostrado.

As normas DRIS desenvolvidas para a cafeicultura foram semelhantes entre as regiões estudadas e não foram afetadas pelo ciclo bienal de produção do cafeeiro. A semelhança estatística das normas provavelmente advém da padronização quanto à época de colheita das amostras e à idade das lavouras e que os distintos ambientes não afetaram as normas.

Pelo uso das normas, estabeleceram-se índices DRIS para cada nutriente, em todas as lavouras, que, posteriormente, foram classificados em faixas de interpretação do DRIS (E, TE, N, TD e D). Pela frequência de lavouras em cada faixa de interpretação, identificaram-se os nutrientes mais limitantes dos cafezais de cada região e conforme a produtividade das lavouras. As maiores frequências de lavouras nas faixas excessiva e deficiente indicaram os nutrientes mais limitantes da produtividade

Uma das dificuldades no uso do DRIS como ferramenta de avaliação nutricional das lavouras cafeeiras foi a escolha do critério a ser adotado para separar aqueles nutrientes limitantes (problemas) dos demais.

Os índices DRIS obtidos foram classificados quanto ao seu PRA. O PRA também possibilitou a identificação dos nutrientes limitantes da produtividade em cada região.

A avaliação nutricional das lavouras cafeeiras, utilizando as faixas de interpretação do DRIS e o PRA, foi considerada coerente em muitos aspectos, não havendo prejuízos em adotar uma ou outra metodologia.

A vantagem do uso do DRIS sobre o método das faixas críticas é que o DRIS ordena os nutrientes do mais deficiente para o mais excessivo, indicando que o nutriente mais negativo, ou o mais positivo, seria o responsável pela limitação da produtividade da lavoura.

Uma vantagem do PRA seria a recomendação de adição do nutriente, por meio da estimativa da potencialidade de resposta à adubação, e não apenas indicar os nutrientes mais deficientes.

Assim, pode-se concluir que os nutrientes mais limitantes da produtividade das lavouras cafeeiras, segundo as metodologias testadas foram:

- Mn, por excesso, B e Cu, por deficiência, em grande parte das lavouras de alta, média e baixa produtividades na região de Manhuaçu;

- Cu e Zn, por deficiência e excesso e B por excesso, em grande parte das lavouras da região de Patrocínio;

- S, por excesso, em grande parte das lavouras da região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso.

- B, por deficiência, em grande parte das lavouras de alta, média e baixa produtividades, Cu, por excesso e Zn e K, por deficiência, em grande parte das lavouras da região de Viçosa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ V., V.H. **Mapeamento edafológico y análisis foliar como base a un programa de fertilización em palma africana**. Quito: Universidad Central, 1962. 89p (Tese B.S.).
- ALVAREZ V., V.H., LEITE, R.A. Fundamentos estatísticos das fórmulas usadas para cálculos dos índices dos nutrientes no Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação-DRIS. **Boletim Informativo Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, n.1, p.20-24, 1999.
- BALDOCK, J.O., SCHULTE, E.E. Plant analysis with standardized scores combines DRIS and sufficiency range approaches for corn. **Agronomy Journal**, v.88, p.448-456, 1996.
- BASSO, C., WILS, F.W.W., SUZUKI, A. Fertilidade do Solo e nutrição de macieira. In: **Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária**. Manual da Cultura da Macieira. Florianópolis: EMPASC/DID, 1986. 265p.
- BATAGLIA, O.C., DECHEN, A.R., SANTOS, W.R. Diagnose visual e análise de plantas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20, Piracicaba, 1992. **Anais...** Piracicaba: SBCS, 1992. p.369-404.
- BATAGLIA, O.C., SANTOS, W.R. Efeito do procedimento de cálculo e da população de referência nos índices do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.14, p.339-344, 1990.



- BEAUFILS, E.R. **Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS)**. Pietermaritzburg: University of Natal, South Africa, 132p. 1973 (Soil Science Bulletin, 1).
- BELL, F.P., HALLMARK, W.B., SABBE, W.E., DOMBECK, D.G. Diagnosing nutrient deficiencies in soybean, using M-DRIS and critical nutrient level procedures. **Agronomy Journal**, v.87, p.859-865, 1995.
- BERVELY, R.B. DRIS diagnoses of soybean nitrogen, phosphorus, and potassium status are unsatisfactory. **Journal of Plant Nutrition**, 16 (21), p. 1431-1447, 1993
- BLANCHAR, R.W., REHM, G., GALDWEIL, A.C. Sulfur in plant material by digestion with nitric and perchloric acid. **Soil Science Society American Proceeding**, v.29, n.1, p.71-72, 1965.
- BRAGA, J.M., DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em substratos de solos e plantas. **Revista Ceres**, v.21, p.73-85, 1974.
- CAIXETA, G.Z.T. Comportamento atual do mercado de café. **Informe agropecuário**, v.19, n. 193, p.9-13, 1998.
- CATALDO, D.A.; HARRON, M.; SCHARDER, M. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitritation of salicylic acid. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.6 (1), p.71-81, 1975.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS-CFSEMG. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais; 5ª aproximação**. Viçosa, 259 p. 1999.
- COSTA, A.N. **Uso do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), na avaliação do estado nutricional dos mamoeiros no estado do Espírito Santo**. Viçosa-MG: UFV, 95p. 1995. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- DARA, S.T., FIXEN, P.E., GELDERMAN, R.H. Sufficiency level and Diagnosis and Recommendation System approaches for evaluating the nitrogen status of corn. **Agronomy Journal**, v.84, p.1006-1010, 1992.
- ELWALI, A.M.O., GASCHO, G.J., SUMNER, M.E. DRIS norms for 11 nutrients in corn leaves. **Agronomy Journal**, v.7, p. 506-508, 1985.
- EVENHUIS, B.; WAAR, P.W. Principles and practices in plant analysis. In: **FAO**, Soil. Rome, p.152-163. FAO (Bull 38/1), 1980.

- GUIMARÃES, T.G. **Nitrogênio no solo e na planta, teor de clorofila e produção do tomateiro no campo e na estufa, influenciados por doses de nitrogênio.** Viçosa-MG: UFV, 1998. 184p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- JACKSON, M.L. Nitrogen determinations for soil and plant tissue. In: JACKSON, M.L. (ed.) **Soil Chemical Analysis.** Englewood Cliffs: Prentice-Hall, p.183-204. 1958.
- JONES, C.A. proposed modifications of the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) for interpreting plant analyses. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, v.12, p.785-794, 1981.
- KENWORTHY, A.L. Interpreting the balance of nutrient-elements in leaves of fruit trees. **Plant analysis and fertilizers problems.** American Institute of Biological Science. p.28-43, 1961.
- LEITE, R.A. **Avaliação do estado nutricional do cafeeiro conilon no estado do Espírito Santo utilizando diferentes métodos de interpretação de análise foliar.** Viçosa-MG: UFV, 1993. 87p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1993.
- LETZSCH, W.S., SUMNER, M.E. Effect of population size and yield level in selection of diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) norms. **Communication Soil Science Plant Analysis**, v.15, p.997-1006, 1984.
- LOPES, A.S. **Micronutrientes, filosofia de aplicação e eficiência agrônoma.** ANDA-SP, dezembro 1999, 70p. (Boletim Técnico, 8).
- MALAVOLTA, E. **Nutrição, adubação e calagem do cafeeiro.** São Paulo: Copas Fertilizantes, 1985. 43p.
- MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação do cafeeiro: colheitas máximas econômicas.** São Paulo: Editora Agrônoma Ceres, 1993. 210p.
- MALAVOLTA, E., VITTI, G.C., OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas- princípios e aplicações.** 2.ed., Piracicaba-SP: ABPPF, 1997. 238p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** 2.ed. London: Academic Press, 1995. 889p.
- MARTINEZ, H.E.P., CARVALHO, J.G., SOUZA, R.B. **Diagnose foliar.** In: COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS-CFSEMG. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais; 5ª aproximação.** Viçosa, 1999, p.143-168.

- MARTINEZ, H.E.P., SOUZA, R.B., ALVAREZ V., V.H., MENEZES, J.F.S., OLIVEIRA, J.A., GUIMARÃES, P.T.G., ALVARENGA, A.de P., FONTES, P.C.R. **Avaliação da fertilidade do solo, padrões para diagnose foliar e potencial de resposta à adubação de lavouras cafeeiras de Minas Gerais.** In: ZAMBOLIM, L. *Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade*, Viçosa, 2000, p.209-238.
- MATIELLO, J.B. **Gosto do meu cafezal.** Publicações Globo Rural: 1997, 139p.
- MATIELLO, J.B., CARVALHO, F. Pesquisa cafeeira, contribuição marcante para o desenvolvimento da cafeicultura. In: MALAVOLTA, E., YAMADA, T., GUIDOLIM, J.A. (Eds.) **Nutrição e adubação do cafeeiro.** Piracicaba: Instituto da Potassa e do Fosfato. 1983. p.1-8.
- MENDAL-JOHNSEN, A., SUMNER, M.E. Foliar diagnostic norms for potatoes. **Journal of Plant Nutrition**, v.2, p.569-476.1980.
- MILLS, H.A., JONES JR., J.B. **Plant analysis handbook II.** 2.ed., Athens: Micro-Macro-Publishing, 1996. 422p.
- MORENO, J.J., LUCENA, J.J., CARPENA, O. Effect of the iron supply on the nutrition of different citrus variety/rootstock combinations using DRIS. **Journal of Plant Nutrition**, v.19, p.689-704, 1996.
- OLIVEIRA, P.L.C., ALVES, R.M.L. Certificação da cadeia produtiva do café. *Revista alimentação/Negócios do Estadão.* **OESP**, v.38, p.76-78, 2001.
- PAYNE, G.G., RECHCIGL, J.E., STEPHENSON, R.L. Development of Diagnosis and Recommendation Integrated System norms for Bahiagrass. **Agronomy Journal**, v.82, p.930-930, 1990.
- RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e adubação.** Piracicaba: Ceres, 1991. 303p.
- REIS JR., R.A. **Diagnose nutricional da cana-de-açúcar com uso do Sistema Integrado e Recomendação (DRIS).** Campos dos Goytacazes-RJ: UERJ, 1999. 141p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual do Rio de Janeiro, 1999.
- REIS JR., R.A., CORREA, J.B., CARVALHO, J.G., GUIMARÃES, P.T.G. **Avaliação do estado nutricional de cafeeiros do Sul de Minas Gerais - Safra 1998/99. I Macronutrientes e II Micronutrientes,** In: 25<sup>o</sup> Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Franca, SP, outubro, 1999, p.214-215.

- REIS JR., R.A., CORREA, J.B., CARVALHO, J.G., GUIMARÃES, P.T.G., GUIMARÃES, R.J.G. **Uso do DRIS no diagnóstico do estado nutricional dos cafeeiros do Sul de Minas Gerais. Estabelecimento de Normas DRIS preliminares.** In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, I. 2000. Brasília-DF: Embrapa/Café, v.2, p.1329-1332, 2000.
- RENA, A.B., FÁVARO, J.R.A. Nutrição do cafeeiro via folha. In: ZAMBOLIM, L. **Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade.** Viçosa-MG: UFV, 2000, 395p.
- REUTER, D.J., ROBSON, J.B. **Plant analysis: an interpretation manual.** Melbourne: Inkata Press, 1988. 218p.
- SMITH, F.W. Interpretation of plant analysis: concepts and principles. In: REUTER, D.J., ROBSON, J.B. (Eds.) **Plant analysis: an interpretation manual.** Melbourne: InKata Press, 1988, p.1-12.
- SNYDER, G.H., SANCHEZ, C.A., ALRIGHTS, J.S. DRIS evaluation of nutrient status of Bahia and St. Augustine turfgrasses. **Proceedings of Florida State Horticultural Society**, v.102, p.133-137. 1989.
- SUMNER, M.E. Use of the DRIS system in foliar diagnosis of crops at high yield level. **Communication Soil Science Plant Analysis**, v.8, p.252-268, 1977.
- TAIZ, L., ZEIGER, E. **Plant physiology.** Redwood City, California/USA, The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., 1991. 565p.
- ULRICH, A. Plant analysis – methods and interpretation of results. In: **The American Potash Institute.** Diagnostic techniques for soil and crops. Washington, 1948. p.157-198.
- WADT, P.G.S. **Os métodos da análise matemática e do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) na avaliação nutricional de plantios de eucalipto.** Viçosa-MG: UFV, 1996. 123p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- WALWORTH, J.L., SUMNER, M.E. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). **Advances in Soil Science**, v.6, p.149-188, 1987.
- WILLSON, K.C. Mineral nutrition and fertilizer needs. In: CLIFORD, N.N., WILLSON, K.C. (Eds.) **Coffee botany, biochemistry and production of beans and beverage.** London & Sidney: Croom Helm, 1985, part 6, p.135-156.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A

Quadro 1A - Nome dos proprietários e produtividade de cada lavoura da região de Manhuaçu

Lavoura	Nome do Proprietário	Produtividade (sc/ha) Média do Biênio	Faixa de Produtividade <sup>v</sup>
1	Devaldo Luiz da Silva	29,05	M
2	Geraldo Gomes	6,20	B
3	José Teodoro	10,60	B
4	José Fialho	64,20	A
5	Ramon Teixeira	50,00	A
6	Joaquim Souza	28,20	M
7	João Pereira da Silva	68,85	A
8	Elmar Silva	19,20	M
9	José Evangelista	38,50	A
10	Paulo Gomes	47,60	A
11	Cezar Augusto	7,45	B
12	Dalbino de Souza	17,45	M
13	Ernane Francisco	39,44	A
14	Elias Mansur	39,50	A
15	Paulo Augusto Correa	18,30	M
16	José Furtado	20,00	M
17	Oberon Werner	56,90	A
18	Geraldo Rodrigues dos Reis	19,96	M

19	José Luis Albuino	59,50	A
20	Paulo Augusto Correa	30,25	A
21	Alcino Rodrigues Soares	76,40	A
22	João Luiz Carneiro V.	75,00	A
23	José Sanglard Malosto	13,60	B
24	Ivair Inácio Lima	7,50	B
25	Cloves Roberto de Melo Alvares	47,60	A
26	Ednei Herculano Pereira	15,50	M
27	Afranio Barros	71,35	A
28	José da Silva Oliveira	79,80	A
29	Juarez Alves	108,75	A
30	Vitalino V. Silveira	11,25 <sup>2/</sup>	B
31	Ivânia Emerick da Silva		B
32	Nevio Batista	35,85	A
33	Osmar Nilo	33,35	A
34	Dalton Dias (Martins Soares)	45,30	A
35	Geraldo Perigolo	39,65	A
36	Dalton Dias (Manhuaçu)	55,70	A

<sup>1/</sup> A = alta ( $\geq 30$  sc/ha) , M = média (15 a 30 sc/ha), B = baixa (<.15 sc/ha)

<sup>2/</sup> Ausência do dado de produtividade.

Quadro 2A - Nome dos proprietários e produtividade de cada lavoura da região de Patrocínio

Lavoura	Nome do Proprietário	Produtividade (sc/ha) Média do Biênio	Faixa de Produtividade <sup>1/</sup>
1	Aguinaldo J. de Lima	55,00	A
2	Joaquim Garcia Morato	29,50	M
3	Aguinaldo J. de Lima	<sup>2/</sup>	M
4	Marcos Airton	56,50	A
5	José Alves da Rocha	49,50	A
6	Pedro Pereira Cardoso	25,00	M
7	Cerafim Rosci	10,50	B
8	Paulo Facina	17,90	M
9	João Martins de Ávila	31,43	A
10	Sebastião Martins de Ávila	11,50	B
11	José Eustáquio de Almeida	26,25	M
12	Altamar Carvalho	12,50	B
13	Ana Tereza	32,50	A
14	João Batista de Almeida	16,50	M
15	Osmar Fernandes	37,50	A
16	Adão Nunes	20,00	M
17	Antônio Custódio	35,50	A
18	Rogério Nunes S.	41,75	A
19	Alderico P. Cardoso	30,10	A
20	Donizete Bermutis	40,50	A
21	Gaspar Jesus dos Reis	32,25	A

22	Lauro Fenato	15,75	M
23	Juvenal Reisler	27,50	M
24	Darci Tonym	23,00	M
25	Antônio Reisler	32,40	A
26	Ana Lucia M. Arakaki	33,47	A
27	Antônio Vieira Assunção	13,33	B
28	Roberto Rosa Pinto	14,50	B
29	Maurício V. dos S.	26,75	M
30	Eurípedes J.G.	44,25	A
31	Fazenda Exp. EPAMIG	42,00	A
32	Sebastião Teixeira	44,00	A
33	Kumio Oda	18,00	M
34	Fábio Alves M.	29,50	M
35	Nilceu G. Alves	29,60	M
36	Odilon R. Oliveira	27,75	M
37	Remi Leite	11,90	B
38	Leo Carlos Marques	40,00	A
39	Aildo Carlos Marcato	28,85	M
40	Vicente Dizele	33,25	A
41	Nelson Moretti	31,05	A
42	Ruy Yoshio Tamura	30,00	A
43	Maurílio Benedito	30,70	A
44	Ailton M. Alves	44,30	A

<sup>1/</sup> A = alta ( $\geq 30$  sc/ha) , M = média (15 a 30 sc/ha), B = baixa (<.15 sc/ha)

<sup>2/</sup> Ausência do dado de produtividade.

Quadro 3A - Nome dos proprietários e produtividade de cada lavoura da região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso

Lavoura	Nome do Proprietário	Produtividade (sc/ha) Média do Biênio	Faixa de Produtividade <sup>1/</sup>
1	Agrop. Marcolin (Gávea - Catuaí)	25,15	M
2	Agrop. Marcolin (Gávea/M.Novo)	27,42	M
3	Agrop. Marcolin (S.José/C.Novo)	24,65	M
4	Agrop. Marcolin (Gávea/Açude)	24,13	M
5	Agrop. Marcolin (S.José/Cruzeiro)	29,53	M
6	Eduardo Queiroz (Passos/Novo)	22,43	M
7	Francisco Neto	51,94	A
8	Felix Silva	40,35	A
9	Francisco Tomin (recepado)	49,25	A
10	José Inácio Bronzati	42,31	A
11	Maria Ines Figueiredo	52,67	A
12	Luiz Antônio Borges	34,34	A
13	Francisco Tomin (andorinha)	62,99	A
14	Eduardo Queiroz (Passos/ velho)	36,17	A
15	Eduardo Queiroz (recepado)	32,27	A
16	Air Pereira do Couto	29,41	M
17	Odair Pimenta	25,90	M
18	Valdir José Santos	17,50	M
19	Antenor Cesar	31,00	A
20	Antônio Donizete	47,98	A



21	Marco Cardeal	24,34	M
22	Rosane Vasco	13,97	B
23	Aparecido Donizete	27,50	M
24	Maria Zamin	13,16	B
25	José Palandi	22,00	M
26	Jorge Imaculado	37,50	A
27	Mario Bueno	50,50	A
28	Paulo Sérgio Gornati	29,20	M
29	Orlando Augusto Costa	6,50	B
30	Taylor Frazão	26,56	M
31	Ademir Alves de Azevedo	68,50	A
32	Glória Sabino Azevedo	70,10	A
33	Zaira Campedelli Galante	66,00	A
34	Valdomiro Lucas Magalhães	38,05	A
35	João Lázaro Peloso	46,50	A
36	Vicente Paulino da Costa	30,00	A
37	Agrop. Alves Leite	54,00	A
38	Manoel Simões da Conceição	29,00	M
39	Firmino R. de Freitas (Pomar)	32,78	A
40	Firmino R. de Freitas (Cruzinha)	36,00	A
41	Firmino R. de Freitas (Cruz. Velha)	14,37	B
42	Firmino R. de Freitas (Limeira)	24,18	M
43	Sérgio Pedreira de Freitas	31,34	A
44	COOXUPÉ (Posto Agrop.)	<sup>2/</sup>	M
45	José Carlos M. Valle	44,35	A
46	Paulo J. Ribeiro do Valle	23,50	M
47	Nelson Lacotisse	21,50	M

<sup>1/</sup> A = alta ( $\geq 30$  sc/ha), M = média (15 a 30 sc/ha), B = baixa ( $< 15$  sc/ha)

<sup>2/</sup> Ausência do dado de produtividade.

Quadro 4A - Nome dos proprietários e produtividade de cada lavoura da região de Viçosa

Lavoura	Nome do Proprietário	Produtividade (sc/ha) Média do Biênio	Faixa de Produtividade <sup>v</sup>
1	Carlos Leite	21,70	M
2	Geraldo Chaves	34,67	A
3	Nacif (talhão 90)	32,70	A
4	Edson Shwambach	54,17	A
5	José Leonardo	51,50	A
6	Nacif (talhão 91)	27,20	M
7	Giacomo Valenza	50,67	A
8	Manoel Mendes Galvão (2)	29,70	M
9	José Mauro Chagas	32,15	A
10	Manoel Mendes Galvão (1)	29,70	M
11	Antônio Santana Maia	26,00	M
12	Custodio Ferreira Durval	10,70	B
13	Carlindo Rosa Loures (1)	26,65	M
14	Carlindo Rosa Loures (2)	43,30	A
15	Carlindo Rosa Loures (3)	26,00	M
16	Juracy Venancio (1)	16,00	M
17	Juracy Venancio (2)	16,00	M
18	Paulo M.A. Fontes	42,00	A
19	Jacinto Santana Paes	13,00	B
20	José Jair Campos	29,60	M

21	Adail Gomes de Campos	53,30	A
22	Dilson Seabra Rocha	52,50	A
23	Ademar Santana Paes (Porto S.A.)	33,00	A
24	Maurício Duarte Pontes	30,50	A
25	José Ferreira de Paula	16,67	M
26	Antônio Soares Moreira	10,80	B
27	Valter Lopes Moreira	41,50	A
28	Expedito Gomes Moreira	37,50	A
29	Antônio Carlos S. Paes	11,62	B
30	Geraldo Paes	4,97	B
31	Ademar S. Paes (Tiririca)	53,75	A
32	Luis Arruda (Tilu)	42,07	A
33	Braz F. Sant'Ana (Faz. Estiva)	23,41	M
34	Braz F. Sant'Ana (Faz. Brandao)	34,70	A
35	Francisco Santana Maia	27,60	M
36	Professor R ena	54,48	A
37	Juanico Orlando Correia	26,00	M
38	João Catarino de Miranda	13,75	B
39	José Galvão Duarte	50,95	A
40	Jesus Saqueto	21,44	M
41	Jorge Saqueto	3,29	B

---

<sup>1/</sup> A = alta ( $\geq 30$  sc/ha), M = média (15 a 30 sc/ha), B = baixa ( $<.15$  sc/ha)

## APÊNDICE B

Quadro 1B – Produtividade e teores foliares de macro e micronutrientes de cafeeiros da região de Manhuaçu (ano de alta produtividade)

Lav.	Prod. <sup>1/</sup> sc/ha	Nutrientes na Folha										
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
		dag/kg					mg/kg					
Lavouras de alta produtividade (□ 30 sc/ha/ano)												
4	77,00	2,79	0,16	2,50	0,91	0,35	0,18	21,00	63,00	10,50	71,50	36,70
5	65,00	2,60	0,12	2,10	0,97	0,32	0,18	19,10	62,70	15,10	52,50	47,00
7	93,60	2,62	0,16	2,50	1,02	0,43	0,20	15,40	53,90	10,20	87,70	28,70
9	58,00	2,97	0,12	1,90	1,16	0,35	0,23	17,30	71,90	6,70	251,10	43,30
10	77,90	2,78	0,15	2,40	0,96	0,36	0,20	23,30	140,00	11,80	67,00	47,90
13	41,30	2,87	0,11	1,60	1,05	0,38	0,25	12,90	88,00	3,30	298,20	40,50
14	60,10	2,75	0,13	2,10	1,00	0,29	0,18	19,80	88,10	12,60	77,40	58,90
17	100,00	2,60	0,15	2,30	0,86	0,38	0,17	14,20	48,70	9,00	67,40	36,40
19	71,40	2,66	0,12	1,80	1,41	0,40	0,20	13,00	74,40	3,30	307,00	39,30
20	57,90	2,99	0,17	1,50	0,85	0,32	0,26	14,90	105,90	6,10	586,20	55,70
21	111,10	2,87	0,13	2,00	0,96	0,30	0,26	17,70	70,00	8,20	69,10	55,70
22	100,00	2,82	0,15	2,20	1,10	0,39	0,20	17,70	49,60	12,00	57,20	44,30
25	59,50	2,68	0,13	1,60	0,96	0,30	0,25	13,70	64,80	7,10	97,60	56,50
27	102,70	2,71	0,16	2,20	0,93	0,41	0,20	17,70	486,00	11,00	64,70	46,50
28	131,30	2,50	0,13	2,00	1,06	0,34	0,20	18,30	73,80	11,90	54,40	31,92
29	159,20	2,98	0,13	2,20	1,14	0,34	0,25	17,90	59,50	9,10	94,00	53,00
32	66,70	2,64	0,16	2,20	0,88	0,43	0,23	14,20	52,20	11,00	46,90	54,70
33	50,00	2,71	0,14	2,00	0,98	0,37	0,25	12,90	68,40	6,40	60,40	29,10
34	52,60	2,69	0,13	2,20	1,03	0,24	0,22	13,60	62,80	5,90	60,40	52,90
35	52,30	2,61	0,17	2,30	0,90	0,40	0,22	15,30	66,60	9,20	52,20	50,90
36	91,70	2,54	0,24	2,12	0,98	0,39	0,22	22,35	71,80	12,00	87,50	77,76
Lavouras de média produtividade (15 - 30 sc/ha/ano)												
1	38,90	2,87	0,14	2,30	0,86	0,34	0,31	35,20	65,40	17,70	59,40	25,10
6	29,40	2,66	0,12	2,00	0,95	0,38	0,25	15,50	69,30	6,70	199,60	28,50
8	26,70	2,79	0,13	2,40	1,16	0,37	0,21	13,20	63,50	6,80	167,40	25,00
12	23,60	2,57	0,13	2,70	1,08	0,37	0,25	10,60	334,20	7,80	580,70	53,00
15	31,50	2,21	0,14	2,50	1,50	0,38	0,18	13,30	59,40	10,00	70,70	37,40
16	22,20	2,73	0,17	1,80	1,35	0,40	0,12	16,60	127,50	5,90	613,00	52,90
18	30,36	2,46	0,15	2,61	1,10	0,39	0,20	12,30	65,60	6,70	151,50	34,70
26	16,00	2,63	0,21	3,50	1,19	0,44	0,21	14,35	55,70	11,45	90,00	102,28
Lavouras de baixa produtividade (<15 sc/ha/ano)												
2	10,00	2,76	0,13	3,00	1,37	0,30	0,33	11,40	545,00	8,50	718,50	41,40
3	16,70	2,22	0,15	2,00	1,55	0,43	0,25	11,20	446,20	15,40	278,70	49,10
11	10,40	2,34	0,16	1,60	1,30	0,38	0,28	18,10	214,90	6,70	158,70	62,70
23	19,20	2,70	0,24	3,81	1,31	0,36	0,35	15,55	93,30	15,25	55,00	116,88
24	7,50	2,47	0,20	3,06	1,15	0,50	0,21	11,15	62,25	9,80	155,00	119,68
30	17,00	2,80	0,15	2,50	1,25	0,28	0,23	16,40	426,00	9,10	716,20	37,90
31	6,00	2,46	0,16	2,80	1,35	0,42	0,26	10,60	374,60	7,30	348,00	62,10

<sup>1/</sup> Produtividade em sc/ha/ano.

Quadro 2B – Produtividade e teores foliares de macro e micronutrientes de cafeeiros da região de Manhauçu (ano de baixa produtividade)

Lav.	Prod. <sup>1/</sup> sc/ha	Nutrientes na Folha										
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
		dag/kg					mg/kg					
Lavouras de alta produtividade (□ 30 sc/ha/ano)												
4	51,40	2,78	0,23	2,25	1,13	0,38	0,20	27,00	60,40	13,40	89,50	92,60
5	35,00	2,70	0,25	2,50	1,21	0,36	0,16	24,65	60,30	11,20	81,50	88,84
7	44,10	3,01	0,24	2,50	1,27	0,36	0,20	23,35	61,85	11,95	84,00	93,08
9	19,00	2,98	0,25	2,75	1,09	0,34	0,30	18,75	86,90	16,40	121,25	91,12
10	17,30	2,70	0,21	2,81	1,20	0,35	0,20	10,35	110,65	8,20	129,70	85,72
13	37,57	2,60	0,23	3,12	1,31	0,35	0,20	18,30	86,70	24,10	107,50	108,04
14	18,90	2,74	0,22	2,87	1,25	0,35	0,18	13,20	57,10	22,00	88,50	94,92
17	13,80	2,67	0,26	3,69	1,07	0,34	0,18	13,90	72,95	9,20	40,00	89,88
19	47,60	2,73	0,20	3,00	1,23	0,28	0,20	19,20	55,40	25,35	123,50	102,36
20	2,60	3,10	0,27	3,00	1,10	0,49	0,23	13,15	65,05	9,55	125,00	104,36
21	41,70	2,68	0,22	2,69	1,20	0,31	0,23	23,05	64,70	23,75	136,50	107,80
22	50,00	2,54	0,25	2,75	1,05	0,30	0,20	12,50	64,45	10,45	162,00	90,96
25	35,70	2,74	0,28	2,87	1,20	0,34	0,21	17,35	60,90	16,10	108,00	92,76
27	40,00	2,93	0,27	2,75	1,16	0,32	0,20	12,30	65,85	8,10	140,50	87,68
28	28,30	2,77	0,24	2,69	1,30	0,34	0,20	10,75	60,15	6,90	179,50	85,48
29	58,30	2,97	0,22	2,75	1,43	0,35	0,21	16,45	51,65	12,10	80,50	94,16
32	5,00	2,68	0,25	2,56	0,88	0,32	0,19	15,60	66,75	9,90	98,50	71,16
33	16,70	2,77	0,27	2,87	1,42	0,33	0,21	17,40	68,10	21,20	142,00	83,00
34	38,00	3,46	0,22	2,87	1,29	0,33	0,20	19,65	94,50	31,30	72,00	94,00
35	27,00	2,88	0,24	2,50	1,13	0,36	0,20	14,65	70,10	9,55	122,00	73,32
36	19,70	2,93	0,15	2,20	1,13	0,33	0,18	17,60	49,70	10,90	61,40	54,70
Lavouras de média produtividade (15 - 30 sc/ha/ano)												
1	19,20	2,88	0,27	2,94	1,07	0,36	0,19	14,50	91,80	9,25	142,50	93,00
6	27,00	3,01	0,25	3,06	1,19	0,30	0,21	18,00	86,55	23,50	95,00	121,24
8	11,70	2,74	0,23	2,81	1,45	0,32	0,20	17,35	46,75	27,50	136,50	11,96
12	11,30	2,70	0,22	3,50	1,35	0,40	0,21	11,70	199,70	14,50	117,00	125,20
15	5,10	2,91	0,23	2,87	1,30	0,33	0,18	11,05	94,30	8,05	213,00	102,36
16	17,80	2,87	0,24	3,75	0,83	0,38	0,26	17,90	79,20	16,15	140,00	137,44
18	9,55	2,72	0,22	2,62	1,07	0,33	0,20	25,95	56,35	47,25	129,50	113,04
26	15,00	2,83	0,19	2,40	1,14	0,36	0,18	28,10	107,80	10,00	467,70	38,70
Lavouras de baixa produtividade (<15 sc/ha/ano)												
2	2,40	2,71	0,18	3,06	1,20	0,45	0,20	16,80	74,65	12,50	165,00	130,44
3	4,50	2,62	0,19	2,87	1,35	0,51	0,21	20,40	125,90	21,85	123,00	134,00
11	4,50	2,74	0,17	3,06	1,14	0,45	0,23	11,75	75,75	9,55	119,00	135,12
23	8,00	2,95	0,17	1,60	1,01	0,49	0,16	18,40	94,50	5,70	470,50	55,70
24	7,50	2,65	0,14	2,80	1,14	0,32	0,16	14,40	319,10	7,70	285,00	41,13
30	5,50	2,60	0,18	3,12	1,18	0,49	0,20	9,90	59,95	10,20	160,00	131,28
31	<sup>2/</sup>	2,50	0,19	3,06	1,27	0,46	0,21	11,75	66,40	10,40	150,00	128,56

<sup>1/</sup> Produtividade em sc/ha/ano.

<sup>2/</sup> Ausência do dado de produtividade.

Quadro 3B – Produtividade e teores foliares de macro e micronutrientes de cafeeiros da região de Patrocínio (ano de alta produtividade)

Lav.	Prod. <sup>1/</sup> sc/ha	Nutrientes na Folha										
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
			dag/kg					mg/kg				
Lavouras de alta produtividade (□ 30 sc/ha/ano)												
1	70,00	3,04	0,10	2,29	1,36	0,39	0,17	44,15	146,20	34,60	169,25	42,00
4	98,00	2,70	0,12	3,67	1,23	0,35	0,22	46,75	202,15	17,35	94,50	52,92
5	70,00	2,72	0,12	2,37	1,00	0,37	0,10	82,40	87,45	10,15	144,35	46,30
9	50,00	2,71	0,16	2,54	1,13	0,58	0,16	21,35	55,10	8,70	61,25	61,92
13	40,00	2,60	0,14	2,42	1,45	0,44	0,18	57,25	82,70	31,70	124,50	63,76
15	40,00	2,43	0,08	2,56	1,06	0,45	0,11	151,55	174,85	45,80	142,50	50,10
17	53,00	2,60	0,15	3,42	0,99	0,42	0,19	26,50	96,85	13,15	92,25	64,84
18	78,00	2,85	0,10	2,67	1,35	0,40	0,15	22,75	151,15	11,35	74,75	40,16
19	41,50	2,45	0,13	3,17	1,53	0,41	0,23	30,80	116,25	25,30	109,25	43,84
20	43,00	2,96	0,13	3,79	0,89	0,46	0,20	49,95	114,95	24,60	43,50	41,24
21	37,50	2,91	0,12	3,17	1,15	0,45	0,15	44,35	84,95	13,95	78,00	43,79
25	33,00	2,62	0,13	2,13	0,98	0,56	0,15	17,20	117,30	9,10	54,80	60,70
26	46,15	2,64	0,13	2,38	1,38	0,55	0,12	28,45	126,85	23,00	73,80	44,80
30	74,00	2,51	0,22	3,04	1,13	0,39	0,19	23,55	84,65	10,80	89,50	63,28
31	68,00	2,73	0,11	2,29	1,29	0,34	0,15	43,90	124,25	28,35	66,25	48,80
32	51,00	2,71	0,11	2,29	1,36	0,39	0,14	13,15	225,50	11,95	68,65	44,80
41	32,00	2,41	0,12	2,44	1,12	0,40	0,16	18,50	103,30	11,75	66,50	50,10
42	45,00	2,46	0,14	1,94	1,22	0,42	0,13	32,85	179,05	16,30	185,15	45,00
43	45,40	2,70	0,16	3,67	1,17	0,34	0,20	93,55	95,60	11,65	197,50	59,08
44	46,30	2,80	0,17	4,04	1,06	0,44	0,20	154,60	73,90	31,05	205,75	50,12
Lavouras de média produtividade (15 - 30 sc/ha/ano)												
2	55,00	2,53	0,12	3,29	1,41	0,35	0,19	18,00	123,83	33,85	81,00	96,80
6	40,00	2,48	0,13	2,92	1,06	0,32	0,17	120,90	107,40	16,10	37,00	46,84
8	23,80	2,32	0,13	1,92	1,06	0,37	0,15	19,80	79,90	47,30	61,25	104,92
11	40,00	2,76	0,14	2,17	1,43	0,50	0,16	52,85	95,55	30,60	85,00	83,40
14	18,00	2,45	0,14	1,67	1,17	0,35	0,13	21,95	82,95	6,25	139,25	52,52
16	25,00	2,64	0,11	2,70	1,12	0,40	0,16	36,05	116,95	6,95	105,00	40,00
22	26,50	2,71	0,13	2,67	1,24	0,40	0,18	48,72	115,85	27,80	68,50	83,68
23	30,00	2,71	0,16	2,54	1,11	0,41	0,18	27,05	79,40	8,70	35,75	49,44
24	46,00	2,68	0,13	2,92	1,24	0,47	0,14	113,60	64,40	18,40	72,25	96,40
29	45,00	3,03	0,15	3,04	1,12	0,30	0,19	45,45	65,80	45,05	83,75	91,88
33	33,00	2,95	0,17	2,92	1,23	0,42	0,23	73,35	90,55	18,95	125,50	73,64
34	29,60	2,70	0,12	3,04	0,91	0,25	0,18	169,60	65,95	24,70	83,00	42,64
35	38,40	2,73	0,15	3,17	0,84	0,30	0,16	80,95	126,35	40,95	42,00	85,60
36	37,50	2,45	0,15	2,94	0,89	0,35	0,14	22,25	191,80	34,40	124,65	50,80
39	35,70	2,90	0,12	3,92	0,98	0,50	0,18	15,40	67,00	12,45	132,50	58,44
Lavouras de baixa produtividade (< 15 sc/ha/ano)												
3	<sup>2/</sup>	2,68	0,12	2,42	1,44	0,51	0,21	69,10	62,90	24,40	104,00	97,24
7	15,00	3,00	0,16	3,29	1,92	0,43	0,15	19,10	61,75	8,40	53,75	72,76
10	22,00	2,72	0,13	1,92	1,91	0,35	0,10	14,80	59,25	10,30	39,00	90,00
12	15,00	3,00	0,11	0,92	1,01	0,50	0,13	15,25	116,55	6,10	69,50	43,72
27	15,00	2,71	0,17	3,54	1,29	0,38	0,22	17,90	76,35	21,10	42,28	59,24
28	20,00	2,56	0,12	2,38	1,09	0,42	0,14	23,00	137,55	19,15	122,35	52,70
37	12,50	2,70	0,11	2,50	1,15	0,50	0,17	24,40	147,65	12,65	267,80	81,20

<sup>1/</sup> Produtividade em sc/ha/ano.

<sup>2/</sup> Ausência do dado de produtividade

Quadro 4B – Produtividade e teores foliares de macro e micronutrientes de cafeeiros da região de Patrocínio (ano de baixa produtividade)

Lav.	Prod. <sup>1/</sup> sc/ha	Nutrientes na Folha										
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
		dag/kg						mg/kg				
Lavouras de alta produtividade (□ 30 sc/ha/ano)												
1	40,00	2,43	0,10	2,06	0,94	0,60	0,12	30,95	87,55	60,65	119,35	51,60
4	15,00	2,82	0,11	3,13	0,97	0,24	0,12	12,70	179,10	11,65	129,75	62,50
5	29,00	3,00	0,14	2,79	1,31	0,33	0,14	41,40	67,90	12,00	66,50	71,92
9	12,86	2,47	0,12	1,87	1,26	0,58	0,13	44,20	126,95	11,35	90,20	91,90
13	25,00	2,41	0,13	2,00	0,97	0,50	0,12	17,40	108,15	12,20	101,20	40,60
15	35,00	2,70	0,11	2,79	1,53	0,68	0,20	39,30	199,80	12,50	119,25	50,80
17	18,00	2,70	0,11	2,69	0,99	0,64	0,12	21,85	120,85	15,90	151,30	56,70
18	5,50	2,73	0,11	2,44	1,18	0,35	0,11	28,35	184,10	14,45	67,35	54,50
19	18,70	2,84	0,11	2,81	1,14	0,49	0,12	51,90	145,75	14,25	79,55	31,10
20	38,00	2,79	0,10	2,44	1,08	0,42	0,13	114,95	173,30	36,40	78,55	45,00
21	27,00	2,67	0,12	2,31	1,08	0,44	0,11	11,25	125,00	34,95	96,00	47,20
25	31,80	2,50	0,13	2,67	1,10	0,56	0,17	100,50	71,60	29,90	36,25	59,24
26	20,80	2,90	0,17	3,54	1,29	0,38	0,22	17,90	76,35	21,10	42,28	59,24
30	14,50	2,55	0,13	2,75	1,01	0,46	0,14	16,95	151,45	11,00	176,00	43,90
31	16,00	2,61	0,11	2,19	1,32	0,49	0,12	59,85	141,20	13,95	83,05	52,20
32	37,00	2,57	0,17	2,19	1,35	0,43	0,15	82,60	135,15	13,75	46,20	36,10
38	20,00	2,71	0,12	2,50	1,02	0,36	0,18	80,15	131,35	17,50	155,00	61,90
40	26,50	2,83	0,12	2,31	0,99	0,20	0,15	22,40	120,35	18,20	217,70	76,30
41	30,10	2,90	0,15	3,04	1,11	0,42	0,20	136,50	134,40	34,05	161,75	56,04
43	16,00	2,56	0,15	2,37	1,16	0,36	0,11	56,20	151,30	74,10	251,05	82,4
44	42,30	2,55	0,14	2,31	1,32	0,49	0,16	14,80	99,50	11,70	56,00	52,9
Lavouras de média produtividade (15 - 30 sc/ha/ano)												
2	4,00	2,61	0,10	2,75	1,13	0,38	0,13	147,45	133,85	27,10	97,40	52,20
6	10,00	2,73	0,12	2,50	1,12	0,42	0,17	14,50	129,00	20,45	69,10	67,60
8	12,00	2,56	0,13	1,75	1,03	0,50	0,10	14,85	109,90	40,00	122,90	46,00
11	12,50	2,46	0,12	1,63	1,22	0,62	0,12	20,10	134,35	32,15	239,20	47,90
14	15,00	2,35	0,11	1,75	0,95	0,55	0,10	23,85	190,25	9,40	216,60	45,70
16	15,00	2,75	0,11	1,94	0,92	0,31	0,19	16,70	154,40	14,10	214,30	49,50
22	5,00	2,60	0,13	1,69	1,03	0,43	0,17	22,90	104,30	44,85	80,15	78,40
23	25,00	2,72	0,13	2,25	0,98	0,60	0,10	35,35	113,65	21,50	53,85	75,80
24	<sup>2/</sup>	2,71	0,13	2,19	1,01	0,35	0,11	74,55	121,25	10,65	100,00	50,20
29	8,50	2,64	0,15	3,13	0,97	0,70	0,15	11,80	125,20	9,35	72,25	47,90
33	3,00	2,54	0,13	1,88	1,45	0,48	0,19	133,75	222,30	36,45	223,20	54,20
34	29,40	2,68	0,12	2,44	1,14	0,49	0,16	211,80	109,00	42,85	98,30	60,30
35	20,80	2,53	0,15	2,75	0,81	0,33	0,15	251,65	124,80	52,25	77,85	62,10
39	22,00	2,55	0,12	3,00	1,15	0,41	0,17	119,40	178,20	20,85	116,15	58,30
Lavouras de baixa produtividade (< 15 sc/ha/ano)												
3	15,00	2,93	0,10	2,25	1,05	0,24	0,11	17,45	160,40	50,45	198,60	27,80
7	6,00	2,62	0,11	2,75	0,88	0,48	0,11	8,30	90,30	24,65	62,40	47,00
10	1,00	2,45	0,12	1,63	0,83	0,46	0,16	21,85	92,50	17,65	58,60	41,70
12	10,00	2,45	0,12	1,75	0,82	0,51	0,10	15,25	72,45	8,90	62,65	49,30
27	11,67	2,64	0,13	2,38	1,38	0,60	0,12	28,45	126,85	23,00	73,80	44,80
28	9,00	2,90	0,16	3,29	1,10	0,36	0,15	80,55	126,35	40,95	42,00	85,60

<sup>1/</sup> Produtividade em sc/ha/ano.

<sup>2/</sup> Ausência do dado de produtividade

Quadro 5B – Produtividade e teores foliares de macro e micronutrientes de cafeeiros da região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso (ano de alta produtividade)

Lav.	Prod. <sup>1/</sup> sc/ha	Nutrientes na Folha										
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
		dag/kg						mg/kg				
Lavouras de alta produtividade (□ 30 sc/ha/ano)												
7	61,03	3,01	0,13	3,67	0,92	0,25	0,13	23,60	81,85	7,25	187,50	46,64
8	59,00	2,80	0,16	3,67	0,84	0,36	0,13	27,10	92,70	9,45	113,25	48,52
9	49,34	2,61	0,12	2,69	0,89	0,52	0,10	11,40	102,40	26,25	106,40	34,40
10	68,13	2,89	0,15	2,54	0,95	0,28	0,11	30,75	186,90	16,95	277,50	39,04
11	55,22	2,87	0,15	2,29	1,10	0,28	0,15	30,95	82,15	13,75	133,50	64,32
12	40,11	2,93	0,17	3,42	1,18	0,38	0,10	13,85	103,30	23,25	60,00	111,88
13	83,22	2,90	0,13	3,17	1,12	0,65	0,11	13,75	79,10	9,55	76,00	71,36
14	49,33	3,04	0,17	2,67	1,35	0,36	0,14	19,75	80,10	10,00	78,25	63,00
15	43,54	3,12	0,16	2,29	1,44	0,26	0,13	24,85	68,95	9,25	96,25	56,20
19	40,00	2,78	0,14	2,18	0,62	0,23	0,16	16,00	82,00	13,00	190,00	22,00
20	80,00	2,96	0,15	2,96	0,97	0,33	0,24	24,00	71,00	23,00	104,00	34,00
26	59,00	3,05	0,14	1,96	0,81	0,39	0,19	20,00	69,00	17,00	210,00	22,00
27	63,00	2,95	0,13	2,27	0,78	0,37	0,19	12,00	73,00	12,00	78,00	32,00
32	94,20	3,54	0,13	1,54	1,06	0,38	0,24	11,70	55,40	7,20	83,50	39,32
33	101,00	3,45	0,15	2,42	0,93	0,26	0,18	17,50	56,70	8,40	196,00	52,52
34	47,60	3,29	0,15	1,42	1,55	0,53	0,19	14,15	53,25	6,80	137,50	68,56
35	58,00	3,20	0,14	3,54	1,84	0,42	0,20	22,90	54,70	17,20	129,25	90,12
36	45,00	3,36	0,13	2,67	1,36	0,41	0,18	31,80	57,30	13,20	55,25	81,68
37	78,00	3,11	0,15	1,92	1,94	0,31	0,20	26,70	65,90	9,85	194,75	85,00
39	41,61	3,15	0,13	2,54	0,93	0,19	0,19	32,50	86,45	56,55	234,55	129,44
40	55,44	3,08	0,13	2,54	1,15	0,25	0,16	15,70	70,05	9,65	183,25	64,84
43	35,50	3,30	0,16	2,42	1,47	0,27	0,17	9,55	48,95	10,05	102,25	73,12
45	68,70	3,26	0,12	2,17	1,02	0,40	0,15	19,8	69,45	9,60	148,5	49,62
Lavouras de média produtividade (15 - 30 sc/ha/ano)												
1	37,77	2,05	0,15	2,88	1,05	0,49	0,12	12,50	117,50	15,20	108,00	32,30
2	50,72	2,45	0,14	2,75	1,14	0,47	0,14	17,20	113,05	11,95	56,25	45,20
3	45,45	2,38	0,15	2,13	1,00	0,57	0,13	19,80	119,80	15,50	97,15	35,30
4	37,26	2,57	0,14	2,87	1,11	0,52	0,12	14,30	111,05	13,55	149,05	28,70
6	37,85	2,57	0,13	1,42	1,55	0,49	0,11	18,80	86,25	9,95	33,00	71,28
16	47,05	2,95	0,14	2,04	1,21	0,43	0,13	29,25	88,40	8,05	93,00	55,88
17	28,80	2,70	0,18	2,79	1,02	0,37	0,14	59,30	86,15	28,06	112,25	95,16
18	20,00	2,94	0,14	1,95	0,76	0,31	0,23	16,00	106,00	8,00	59,00	36,00
21	30,00	2,77	0,13	2,14	0,74	0,33	0,22	16,00	67,00	16,00	103,00	47,00
23	30,00	3,06	0,15	2,17	1,16	0,25	0,18	47,00	107,00	29,00	219,00	56,00
25	38,00	2,91	0,12	1,93	0,87	0,42	0,22	27,00	90,00	10,00	292,00	23,00
28	42,40	2,80	0,12	2,67	0,93	0,25	0,17	23,65	75,65	6,40	226,25	46,40
30	40,00	3,49	0,15	2,42	1,06	0,23	0,20	14,40	52,60	10,60	213,50	50,24
38	40,00	3,12	0,12	2,92	1,24	0,39	0,16	58,45	52,40	21,30	54,75	97,24
41	22,00	3,05	0,16	2,67	1,12	0,24	0,22	15,65	57,40	10,40	137,50	89,68
42	38,46	3,24	0,14	2,79	1,13	0,21	0,21	38,9	73,05	76,55	167,5	124,36
44	40,50	2,69	0,15	2,79	1,14	0,39	0,17	32,65	58,75	13,9	139,25	70,48
46	32,00	3,00	0,14	2,42	1,26	0,35	0,15	16,45	51,75	10,7	120,25	31,88
47	28,00	3,14	0,14	2,42	1,39	0,32	0,18	15,2	51,55	10,8	296,25	52,96
Lavouras de baixa produtividade (< 15 sc/ha/ano)												
22	20,00	2,65	0,14	2,27	0,84	0,26	0,22	24,00	65,00	9,00	201,00	23,00
24	15,21	2,64	0,10	2,68	0,81	0,21	0,17	18,00	97,00	17,00	130,00	41,00
29	9,00	2,67	0,18	2,79	1,04	0,27	0,17	23,25	63,40	23,60	65,50	86,60

<sup>1/</sup> Produtividade em sc/ha/ano.

Quadro 6B – Produtividade e teores foliares de macro e micronutrientes de cafeeiros da região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso (ano de baixa produtividade)

Lav.	Prod. <sup>1/</sup> sc/ha	Nutrientes na Folha										
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
		dag/kg						mg/kg				
Lavouras de alta produtividade (□ 30 sc/ha/ano)												
7	42,85	2,68	0,12	2,75	1,12	0,33	0,13	26,60	129,90	13,35	270,30	49,50
8	21,70	2,98	0,13	2,44	0,91	0,52	0,12	22,65	110,60	34,15	211,00	51,40
9	49,15	2,86	0,14	2,42	0,96	0,46	0,24	13,75	77,35	9,00	97,60	35,68
10	16,48	3,06	0,14	2,31	0,86	0,46	0,11	26,85	193,60	14,40	234,20	28,90
11	50,12	3,17	0,14	2,37	1,42	0,61	0,12	20,20	179,80	10,15	206,30	44,00
12	28,57	2,99	0,13	2,50	0,92	0,54	0,10	10,30	103,50	11,90	51,60	40,90
13	42,75	2,79	0,15	2,69	1,00	0,50	0,09	10,85	109,00	24,25	123,40	51,40
14	23,00	2,80	0,21	3,27	1,29	0,63	0,13	17,70	147,65	12,05	150,65	63,20
15	21,00	2,95	0,11	2,69	1,27	0,49	0,13	21,30	149,75	14,10	157,20	62,40
19	22,00	3,04	0,14	1,94	0,89	0,23	0,17	22,00	70,00	11,00	348,00	34,00
20	15,95	3,11	0,15	2,13	1,11	0,32	0,18	23,00	91,00	12,00	187,00	37,00
26	16,00	3,06	0,18	1,86	0,85	0,40	0,20	26,00	86,00	11,00	214,00	32,00
27	38,00	3,07	0,15	2,03	0,79	0,35	0,19	25,00	90,00	10,00	138,00	40,00
31	37,00	3,06	0,13	2,54	0,76	0,32	0,19	14,50	48,25	6,50	52,00	35,04
45	20,00	2,83	0,14	2,15	0,76	0,42	0,21	15,00	78,00	11,00	135,00	29,00
Lavouras de média produtividade (15 - 30 sc/ha/ano)												
1	12,53	2,95	0,15	2,67	1,07	0,25	0,17	16,65	64,30	6,75	60,75	49,72
2	4,12	2,97	0,19	2,67	1,43	0,36	0,23	19,70	103,20	19,90	136,00	51,64
3	3,85	2,85	0,19	2,79	1,19	0,25	0,20	19,80	62,65	8,55	50,25	75,96
4	11,00	3,09	0,17	2,54	1,01	0,24	0,18	28,15	80,90	11,85	121,75	44,92
5	8,56	2,85	0,20	2,67	1,08	0,33	0,20	22,10	102,90	9,85	138,75	51,76
6	7,00	2,70	0,10	1,44	1,64	0,74	0,10	10,30	136,80	13,50	69,10	56,50
18	15,00	2,97	0,15	2,08	0,87	0,27	0,16	24,00	97,00	20,00	96,00	49,00
21	18,68	2,63	0,14	1,91	0,89	0,32	0,17	21,00	88,00	11,00	180,00	50,00
23	25,00	2,94	0,12	2,50	0,87	0,28	0,22	24,00	70,00	8,00	193,00	27,00
25	6,00	3,21	0,15	1,84	1,11	0,36	0,17	26,00	79,00	9,00	366,00	35,00
46	15,00	2,80	0,15	2,19	0,83	0,33	0,21	15,00	59,00	10,00	91,00	17,00
47	15,00	3,07	0,14	2,41	0,91	0,31	0,21	12,00	65,00	10,00	246,00	25,00
Lavouras de baixa produtividade (<15 sc/ha/ano)												
22	7,94	2,81	0,13	1,86	1,01	0,30	0,17	22,00	91,00	9,00	190,00	34,00
24	11,11	2,65	0,12	2,90	1,08	0,20	0,15	22,00	104,00	9,00	115,00	52,00

<sup>1/</sup> Produtividade em sc/ha/ano.



Quadro 7B – Produtividade e teores foliares de macro e micronutrientes de cafeeiros da região de Viçosa (ano de alta produtividade)

Lav.	Prod. <sup>1/</sup> sc/ha	Nutrientes na Folha										
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
		dag/kg						mg/kg				
Lavouras de alta produtividade (□ 30 sc/ha/ano)												
2	38,00	2,73	0,16	3,00	0,89	0,33	0,18	16,70	81,05	5,55	90,20	19,80
3	56,00	3,52	0,19	2,60	1,00	0,48	0,21	92,80	61,80	18,30	83,10	50,70
4	58,34	3,00	0,19	2,30	0,95	0,73	0,22	16,30	69,30	8,80	155,70	36,70
5	61,00	3,07	0,16	2,80	0,95	0,45	0,21	39,60	69,50	29,50	694,70	47,00
7	94,33	2,91	0,18	2,50	1,02	0,49	0,15	20,60	72,60	10,70	147,60	30,30
9	50,00	3,13	0,19	2,60	0,98	0,47	0,17	18,50	54,40	7,70	243,70	23,40
14	53,30	2,38	0,14	1,88	1,22	0,42	0,23	20,90	109,60	9,15	144,25	19,52
18	60,00	3,44	0,18	2,50	0,90	0,37	0,20	14,50	41,00	8,10	139,90	49,30
21	71,00	2,86	0,19	2,50	1,05	0,47	0,21	21,10	52,50	7,00	142,70	21,30
22	78,00	2,45	0,18	2,80	0,93	0,41	0,20	18,60	51,50	12,20	97,10	48,30
23	42,00	2,82	0,16	3,00	0,89	0,34	0,15	13,60	49,90	6,90	264,10	50,90
24	40,00	3,25	0,20	2,70	0,89	0,37	0,19	28,50	59,90	6,70	201,90	45,10
27	45,00	3,01	0,17	2,00	0,93	0,49	0,17	21,10	61,10	7,10	627,00	37,90
28	43,00	2,95	0,16	2,70	1,01	0,40	0,13	33,00	59,50	11,20	374,20	68,00
31	100,00	3,29	0,17	3,00	1,20	0,36	0,14	14,20	56,90	7,30	172,60	46,90
32	62,80	3,18	0,20	2,10	1,02	0,47	0,15	15,00	69,00	7,30	60,50	56,60
34	56,64	2,61	0,15	1,70	1,04	0,58	0,17	16,30	56,50	6,90	51,10	81,80
36	64,21	3,10	0,16	2,50	1,06	0,32	0,21	11,80	47,30	12,10	251,70	53,50
39	84,90	2,78	0,19	2,30	1,10	0,46	0,20	6,70	79,40	6,70	255,70	45,70
Lavouras de média produtividade (15 - 30 sc/ha/ano)												
1	26,70	2,91	0,17	2,44	1,02	0,38	0,19	20,55	16,70	7,70	131,75	22,72
6	45,00	3,50	0,18	2,60	1,00	0,53	0,20	9,70	60,70	18,10	82,90	49,50
8	44,00	3,18	0,16	2,60	0,80	0,39	0,20	18,30	59,80	6,70	158,70	18,50
10	44,00	3,36	0,18	3,10	0,83	0,38	0,13	13,50	69,40	8,10	230,10	22,20
11	27,00	2,62	0,15	2,81	0,96	0,34	0,21	20,60	77,65	6,15	146,75	24,96
13	33,30	2,75	0,26	2,19	1,23	0,36	0,20	18,50	182,50	9,90	133,50	21,16
15	48,00	2,27	0,15	2,44	1,00	0,35	0,23	18,30	95,55	7,40	150,30	23,24
16	19,00	2,92	0,17	2,70	0,92	0,20	0,20	45,80	49,60	24,40	397,00	25,30
17	19,00	2,52	0,18	2,40	0,95	0,38	0,19	60,80	42,20	32,70	481,50	67,90
20	35,50	2,97	0,19	2,40	0,97	0,43	0,20	22,00	41,40	8,10	531,70	27,70
25	20,00	3,00	0,19	2,50	0,93	0,46	0,15	14,30	49,10	5,70	273,90	35,10
33	30,22	2,84	0,15	2,80	1,05	0,32	0,16	20,20	89,20	8,20	106,60	61,50
35	36,53	2,21	0,12	2,38	0,84	0,26	0,20	23,15	70,90	6,10	147,20	24,96
37	32,00	2,25	0,19	2,56	1,16	0,46	0,25	23,00	81,90	7,95	147,95	35,04
40	24,53	2,70	0,17	1,70	1,17	0,34	0,20	25,10	51,90	6,40	893,00	44,60
Lavouras de baixa produtividade (< 15 sc/ha/ano)												
12	17,80	2,24	0,16	2,60	1,00	0,29	0,15	21,80	58,90	5,90	173,90	39,10
19	16,00	2,65	0,19	2,40	1,17	0,39	0,23	21,30	46,00	6,00	100,20	23,30
26	12,00	2,80	0,16	2,10	0,98	0,39	0,23	12,80	68,30	5,50	451,70	55,70
29	20,00	2,40	0,16	1,70	1,05	0,73	0,19	26,10	55,70	6,60	152,00	66,00
30	7,40	2,91	0,18	1,20	0,98	0,56	0,20	17,30	56,80	6,20	516,70	19,50
38	20,00	2,83	0,16	1,80	1,02	0,54	0,19	23,40	46,90	6,40	79,30	49,50
41	5,25	2,29	0,11	1,88	0,87	0,22	0,21	18,40	68,40	5,05	149,15	32,24

<sup>1/</sup> Produtividade em sc/ha/ano.

Quadro 8B – Produtividade e teores foliares de macro e micronutrientes de cafeeiros da região de Viçosa (ano de baixa produtividade)

Lav.	Prod. <sup>1/</sup>	Nutrientes na Folha										
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
		dag/kg						mg/kg				
sc/ha		Lavouras de alta produtividade (□ 30 sc/ha/ano)										
2	31,33	2,88	0,16	2,80	1,09	0,47	0,19	17,40	72,60	6,10	527,70	17,30
3	9,40	2,56	0,17	2,81	1,14	0,49	0,21	12,60	99,95	7,10	128,45	39,40
4	50,00	2,64	0,17	2,06	1,19	0,80	0,25	13,90	84,80	8,05	129,75	47,84
5	42,00	2,60	0,14	3,00	1,30	0,45	0,23	19,90	113,75	11,15	265,60	42,92
7	7,00	2,63	0,15	3,00	0,96	0,44	0,25	21,00	111,20	8,70	128,80	32,24
9	14,30	2,62	0,17	2,63	1,23	0,53	0,17	13,80	67,60	7,30	157,00	38,84
14	33,30	3,52	0,16	2,50	1,17	0,33	0,21	20,20	41,50	5,90	186,60	46,50
18	24,00	2,71	0,13	2,31	0,83	0,44	0,19	18,60	89,90	13,75	128,35	52,36
21	35,60	2,42	0,19	2,50	1,44	0,44	0,21	20,25	63,15	6,90	86,80	22,80
22	27,00	2,33	0,16	2,31	1,26	0,40	0,23	15,60	79,95	7,40	129,85	24,04
23	24,00	2,52	0,18	2,81	1,00	0,34	0,21	21,75	97,70	12,40	147,05	34,08
24	21,00	2,54	0,21	1,87	1,22	0,36	0,17	20,30	158,00	8,25	264,55	35,96
27	38,00	2,82	0,19	2,56	1,02	0,46	0,17	23,95	78,55	6,10	186,65	28,72
28	32,00	2,22	0,15	2,63	1,00	0,35	0,20	17,55	82,50	6,40	171,60	24,12
31	7,50	2,71	0,18	2,81	0,90	0,26	0,20	15,45	83,60	6,45	130,95	30,60
32	21,33	2,89	0,17	2,75	1,05	0,74	0,23	15,75	86,20	7,20	114,05	41,20
34	12,76	2,43	0,14	1,69	1,29	0,87	0,19	18,10	79,50	6,15	110,85	65,68
36	44,74	2,27	0,15	2,88	1,05	0,36	0,17	21,15	68,05	8,65	138,45	52,04
39	17,00	2,98	0,16	2,00	1,00	0,45	0,18	16,50	106,45	7,15	291,35	25,52
		Lavouras de média produtividade (15 - 30 sc/ha/ano)										
1	16,70	2,98	0,19	2,70	0,98	0,46	0,16	21,80	48,90	13,40	121,00	25,10
6	9,40	2,87	0,18	2,69	1,16	0,43	0,22	12,90	105,90	7,85	125,60	38,92
8	15,40	2,04	0,15	2,13	1,08	0,43	0,22	19,50	117,55	7,50	133,60	24,88
10	15,40	2,43	0,17	2,81	0,89	0,31	0,20	16,80	109,60	7,15	146,00	56,80
11	25,00	2,94	0,15	2,60	1,13	0,31	0,15	21,20	51,00	6,00	262,20	48,50
13	20,00	2,48	0,14	2,70	1,24	0,43	0,23	24,90	46,50	7,60	151,40	55,10
15	4,00	2,98	0,18	1,30	1,20	0,72	0,13	17,00	54,90	7,20	66,10	66,00
16	13,00	2,50	0,16	2,57	0,86	0,17	0,19	28,20	75,05	7,30	156,95	28,96
17	13,00	2,53	0,15	2,50	0,94	0,35	0,22	40,95	77,25	19,40	77,55	33,64
20	23,70	2,65	0,17	2,63	1,08	0,42	0,20	19,60	91,90	6,70	147,40	17,64
25	13,33	2,41	0,18	2,44	1,18	0,48	0,21	17,60	66,00	5,50	171,90	45,16
33	16,60	2,55	0,19	1,81	0,96	0,81	0,18	15,50	74,45	6,15	114,65	31,60
35	18,67	3,52	0,13	2,20	1,10	0,33	0,20	20,70	50,60	6,10	313,00	25,00
37	20,00	2,66	0,21	2,00	1,19	0,87	0,19	31,30	59,70	7,90	185,40	53,50
40	18,35	2,40	0,14	2,25	0,96	0,27	0,20	24,30	68,60	6,25	220,20	35,72
		Lavouras de baixa produtividade (< 15 sc/ha/ano)										
12	3,60	2,27	0,17	2,56	0,84	0,29	0,17	26,60	76,20	5,80	127,85	31,12
19	10,00	2,49	0,19	2,31	0,96	0,42	0,20	22,30	103,80	7,00	123,60	16,56
26	9,60	2,55	0,19	3,06	0,96	0,39	0,18	16,90	75,35	5,35	150,40	20,52
29	3,24	2,69	0,16	1,38	1,17	0,93	0,18	21,65	54,60	5,80	120,95	33,72
30	2,54	2,74	0,16	1,88	1,16	0,52	0,17	17,85	77,50	6,05	147,80	48,92
38	7,50	2,44	0,18	2,25	0,93	0,40	0,19	16,20	69,10	6,10	117,20	33,92
41	1,33	2,55	0,10	2,00	1,08	0,25	0,16	19,40	69,60	4,00	413,00	35,80

<sup>1/</sup> Produtividade em sc/ha/ano.

## APÊNDICE C

Quadro 1C – Faixas críticas (FC) dos teores de macro e micronutrientes em folhas de cafeeiros, apresentadas por lavouras com produtividade média superior a 30 sacas de café beneficiado por hectare (ano de alta produtividade)

Nutriente	Manhuaçu		Patrocínio		Guaxupé e São Sebastião do Paraíso		Viçosa	
	FC <sup>1/</sup>	CV	FC <sup>1/</sup>	CV	FC <sup>1/</sup>	CV	FC <sup>1/</sup>	CV
	dag/kg		dag/kg		dag/kg		dag/kg	
N	2,58 - 2,88	5,37	2,52 - 2,86	6,47	2,78 - 3,10	5,38	2,66 - 3,28	10,20
P	0,12 - 0,17	19,24	0,11 - 0,15	22,96	0,13 - 0,16	10,42	0,15 - 0,19	9,98
K	1,80 - 2,36	13,39	2,31 - 3,31	22,32	2,07 - 3,05	24,12	2,12 - 2,87	15,05
Ca	0,89 - 1,12	12,38	1,02 - 1,37	14,60	0,87 - 1,41	29,43	1,10 - 1,20	9,66
Mg	0,31 - 0,41	13,83	0,36 - 0,48	15,17	0,26 - 0,44	30,98	0,36 - 0,52	21,89
S	0,19 - 0,25	13,24	0,13 - 0,21	13,88	0,14 - 0,18	27,81	0,17 - 0,21	16,15
	mg/kg		mg/kg		mg/kg		mg/kg	
Cu	14 - 20	18,72	34 - 66	81,45	14 - 26	35,37	8 - 38	79,90
Fe	48 - 125	105,48	86 - 156	36,96	55 - 101	36,07	54 - 72	24,41
Zn	7 - 11	34,07	13 - 25	53,46	9 - 21	71,89	7 - 13	56,22
Mn	71 - 177	106,33	77 - 137	47,02	102 - 174	43,86	116 - 326	79,43
B	38 - 56	24,70	42 - 59	16,42	44 - 76	45,38	31 - 57	37,32
Produção	sc/ha		Sc/ha		sc/ha		sc/ha	
	50 - 110	37,20	36 - 70	32,83	42 - 78	29,66	43 - 79	29,31

<sup>1/</sup> Faixas críticas obtidas de 21 lavouras da região de Manhuaçu, 20 lavouras de Patrocínio, 23 do Guaxupé e São Sebastião do Paraíso e 19 de Viçosa.

Quadro 2C – Faixas críticas (FC) dos teores de macro e micronutrientes em folhas de cafeeiros, apresentadas por lavouras com produtividade média superior a 30 sacas de café beneficiado por hectare (ano de baixa produtividade)<sup>1/</sup>

Nutriente	Manhuaçu		Patrocínio		Guaxupé e São Sebastião do Paraíso		Viçosa	
	FC <sup>1/</sup>	CV	FC <sup>1/</sup>	CV	FC <sup>1/</sup>	CV	FC <sup>1/</sup>	CV
	dag/kg		dag/kg		dag/kg		dag/kg	
N	2,61 - 3,13	9,01	2,51 - 2,85	6,50	2,82 - 3,10	4,84	2,35 - 2,95	11,21
P	0,20 - 0,29	18,01	0,11 - 0,15	15,71	0,12 - 0,17	17,01	0,14 - 0,18	12,03
K	2,45 - 3,08	11,42	2,13 - 2,94	16,03	2,04 - 2,77	15,16	2,14 - 2,91	15,31
Ca	1,06 - 1,32	14,34	0,87 - 1,42	13,92	0,83 - 1,15	20,65	0,96 - 1,26	13,96
Mg	0,30 - 0,38	11,71	0,36 - 0,58	24,06	0,35 - 0,53	26,09	0,34 - 0,60	34,31
S	0,17 - 0,23	10,55	0,11 - 0,15	16,78	0,11 - 0,19	30,52	0,17 - 0,23	12,82
	mg/kg		mg/kg		mg/kg		mg/kg	
Cu	13 - 21	26,95	26 - 70	75,82	15 - 25	28,74	15 - 21	17,04
Fe	56 - 80	21,82	106 - 153	28,24	78 - 144	37,41	68 - 108	27,95
Zn	11 - 19	47,01	13 - 33	74,45	8 - 18	50,32	6 - 10	27,73
Mn	82 - 136	31,28	76 - 144	52,23	124 - 220	46,47	119 - 241	56,17
B	77 - 102	13,77	44 - 68	26,36	33 - 51	26,24	29 - 51	33,45
Produção	sc/ha		sc/ha		sc/ha		sc/ha	
	15 - 46	50,79	15 - 35	41,07	17 - 42	41,83	13 - 39	49,54

<sup>1/</sup> Faixas críticas obtidas de 21 lavouras da região de Manhuaçu, 21 lavouras de Patrocínio, 15 de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso e 19 de Viçosa.

Quadro 3C – Médias e intervalos de confiança (IC) dos teores de macro e micronutrientes em folhas de cafeeiros, apresentadas por lavouras com produtividade média superior a 30 sacas de café beneficiado por hectare (ano de alta produtividade)

Nutriente	Manhuaçu		Patrocínio		Guaxupé e São Sebastião do Paraíso		Viçosa	
	Média <sup>1/</sup>	IC	Média <sup>1/</sup>	IC	Média <sup>1/</sup>	IC	Média <sup>1/</sup>	IC
dag/kg								
N	2,73	2,47 - 2,99	2,69	2,40 - 2,98	2,94	2,66 - 3,22	2,97	2,43 - 3,51
P	0,15	0,10 - 0,19	0,13	0,08 - 0,19	0,14	0,12 - 0,17	0,17	0,14 - 0,21
K	2,08	1,60 - 2,56	2,81	1,73 - 3,90	2,56	1,51 - 3,62	2,50	1,85 - 3,15
Ca	1,00	0,79 - 1,21	1,19	0,89 - 1,49	1,14	0,57 - 1,71	1,00	0,83 - 1,17
Mg	0,36	0,27 - 0,44	0,42	0,32 - 0,52	0,35	0,17 - 0,54	0,44	0,28 - 0,61
S	0,22	0,17 - 0,27	0,17	0,10 - 0,24	0,14	0,07 - 0,21	0,18	0,13 - 0,23
mg/kg								
Cu	17	11 - 22	50	0 - 121	20	8 - 33	23	0 - 55
Fe	89	0 - 251	122	44 - 200	78	30 - 126	63	37 - 90
Zn	9	4 - 15	19	2 - 38	15	0 - 33	10	1 - 20
Mn	124	0 - 352	107	20 - 194	138	34 - 242	221	0 - 525
B	47	27 - 67	51	36 - 65	60	13 - 106	41	16 - 72

<sup>1/</sup> Média obtida de 21 lavouras da região de Manhuaçu, 20 lavouras de Patrocínio, 23 do Guaxupé e São Sebastião do Paraíso e 19 de Viçosa.

Quadro 4C – Médias e intervalos de confiança (IC) dos teores de macro e micronutrientes em folhas de cafeeiros, apresentadas por lavouras com produtividade média superior a 30 sacas de café beneficiado por hectare (ano de baixa produtividade)

Nutriente	Manhuaçu		Patrocínio		Guaxupé e São Sebastião do Paraíso		Viçosa	
	Média <sup>1/</sup>	IC	Média <sup>1/</sup>	IC	Média <sup>1/</sup>	IC	Média <sup>1/</sup>	IC
dag/kg								
N	2,87	2,42 - 3,32	2,68	2,39 - 2,97	2,96	2,71 - 3,21	2,65	2,13 - 3,17
P	0,24	0,17 - 0,32	0,13	0,09 - 0,16	0,14	0,10 - 0,19	0,16	0,13 - 0,20
K	2,76	2,22 - 3,30	2,53	1,83 - 3,23	2,41	1,77 - 3,04	2,52	1,85 - 3,19
Ca	1,19	0,97 - 1,41	1,15	0,87 - 1,42	0,99	0,63 - 1,35	1,11	0,85 - 1,37
Mg	0,34	0,27 - 0,41	0,47	0,28 - 0,66	0,44	0,24 - 0,64	0,47	0,19 - 0,75
S	0,20	0,15 - 0,25	0,13	0,10 - 0,17	0,15	0,06 - 0,24	0,20	0,15 - 0,25
mg/kg								
Cu	17	9 - 25	48	0 - 110	20	10 - 27	18	13 - 23
Fe	68	43 - 94	130	67 - 193	111	38 - 184	88	45 - 130
Zn	15	3 - 27	23	0 - 52	14	2 - 26	8	4 - 12
Mn	109	51 - 168	110	11 - 210	172	32 - 311	180	5 - 355
B	90	68 - 111	56	31 - 82	42	23 - 62	40	16 - 58

<sup>1/</sup> Média obtida de 21 lavouras da região de Manhuaçu, 21 lavouras de Patrocínio, 15 de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso e 19 de Viçosa.

## APÊNDICE D

Quadro 1D – Normas DRIS (média, desvio-padrão e coeficiente de variação) para os nutrientes e suas relações dois a dois, para a região de Manhuaçu (ano de alta produtividade)

Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	Desvio-Padrão <sup>2/</sup>	CV (%)	Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	Desvio-Padrão <sup>2/</sup>	CV (%)
N/P	19,34	3,48	17,99	Cu/N	6,15	1,210	19,63
N/K	1,34	0,24	18,00	Cu/P	117,32	24,190	20,62
N/Ca	2,75	0,32	11,57	Cu/K	8,11	1,360	16,79
N/Mg	7,83	1,34	17,18	Cu/Ca	16,93	3,710	21,94
N/S	12,78	1,52	11,89	Cu/Mg	48,00	11,270	23,48
N/Cu	0,17	0,031	18,38	Cu/S	79,44	21,230	26,72
N/Fe	0,039	0,011	29,94	Cu/Fe	0,23	0,076	32,25
N/Zn	0,35	0,18	52,46	Cu/Zn	2,03	0,720	35,68
N/Mn	0,035	0,015	42,86	Cu/Mn	0,22	0,104	47,17
N/B	0,061	0,015	24,53	Cu/B	0,37	0,101	27,08
P/N	0,054	0,0117	22,00	Fe/N	33,51	34,170	101,95
P/K	0,071	0,015	21,47	Fe/P	630,96	575,140	91,15
P/Ca	0,15	0,038	25,52	Fe/K	44,53	42,380	95,18
P/Mg	0,41	0,077	18,62	Fe/Ca	93,70	101,070	107,87
P/S	0,68	0,16	23,07	Fe/Mg	245,69	223,970	87,94
P/Cu	0,009	0,0017	19,91	Fe/S	434,10	469,120	108,06
P/Fe	0,002	0,0007	36,86	Fe/Cu	5,47	5,180	94,67
P/Zn	0,018	0,007	39,95	Fe/Zn	11,19	9,620	85,95
P/Mn	0,002	0,0009	47,75	Fe/Mn	1,19	1,510	126,86
P/B	0,003	0,0008	27,46	Fe/B	2,02	2,000	99,01
K/N	0,76	0,118	15,41	Zn/N	3,38	1,230	36,23
K/P	14,58	2,28	15,62	Zn/P	63,43	23,060	36,36
K/Ca	2,1	0,39	18,69	Zn/K	4,35	1,310	30,13
K/Mg	5,93	1,1	18,56	Zn/Ca	9,33	3,380	36,18
K/S	9,87	2,28	23,13	Zn/Mg	26,07	9,370	35,95
K/Cu	0,13	0,022	17,60	Zn/S	44,04	18,720	42,51
K/Fe	0,03	0,011	37,02	Zn/Cu	0,54	0,150	26,85
K/Zn	0,26	0,101	39,56	Zn/Fe	0,13	0,064	48,77
K/Mn	0,028	0,013	47,28	Zn/Mn	0,13	0,076	59,03
K/B	0,047	0,015	32,14	Zn/B	0,20	0,085	41,54
Ca/N	0,37	0,048	13,00	Mn/N	44,39	44,610	100,49
Ca/P	7,17	1,82	25,35	Mn/P	895,44	931,14	103,99
Ca/K	0,49	0,104	21,12	Mn/K	67,93	88,36	130,08
Ca/Mg	2,87	0,54	18,92	Mn/Ca	123,90	144,14	116,34
Ca/S	4,72	0,84	17,83	Mn/Mg	356,17	395,94	111,17
Ca/Cu	0,06	0,015	24,44	Mn/S	553,89	525,15	94,81
Ca/Fe	0,014	0,0045	32,00	Mn/Cu	8,09	9,43	116,63
Ca/Zn	0,13	0,087	65,62	Mn/Fe	1,60	1,36	84,67
Ca/Mn	0,013	0,005	42,13	Mn/Zn	20,94	31,02	148,14
Ca/B	0,023	0,0069	30,36	Mn/B	2,74	2,70	98,72
Mg/N	0,13	0,021	16,03	B/N	17,24	4,45	25,81
Mg/P	2,5	0,44	17,43	B/P	327,71	77,56	23,67
Mg/K	0,17	0,03	17,17	B/K	23,15	7,06	30,48
Mg/Ca	0,36	0,065	18,10	B/Ca	47,63	13,65	28,66
Mg/S	1,68	0,34	20,00	B/Mg	136,03	44,09	32,41
Mg/Cu	0,022	0,005	24,15	B/S	218,84	53,85	24,61
Mg/Fe	0,005	0,0018	36,88	B/Cu	2,86	0,72	25,09
Mg/Zn	0,046	0,026	56,18	B/Fe	0,66	0,24	36,86
Mg/Mn	0,005	0,002	48,53	B/Zn	5,89	2,78	47,20
Mg/B	0,008	0,003	33,37	B/Mn	0,60	0,30	49,76
S/N	0,079	0,009	11,52	S/Cu	0,013	0,0034	25,98
S/P	1,53	0,34	22,39	S/Fe	0,003	0,0009	30,76
S/K	0,11	0,028	26,06	S/Zn	0,028	0,016	56,76
S/Ca	0,22	0,038	17,44	S/Mn	0,0027	0,0012	44,62
S/Mg	0,62	0,138	22,24	S/B	0,0048	0,0012	26,56

<sup>1/</sup> Teores de macronutrientes expressos em dag/kg e de micronutrientes em mg/kg.

<sup>2/</sup> 21 lavouras de alta produtividade.

Quadro 2D – Normas DRIS (média, desvio-padrão e coeficiente de variação) para os nutrientes e suas relações dois a dois, para a região de Manhuaçu (ano de baixa produtividade)

Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	Desvio-Padrão <sup>2/</sup>	CV (%)	Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	Desvio-Padrão <sup>2/</sup>	CV (%)
NP	12,17	2,19	17,99	Cu/N	6,07	1,67	27,49
NK	1,04	0,14	13,60	Cu/P	73,89	23,72	32,10
NCa	2,39	0,28	11,78	Cu/K	6,34	2,18	34,40
NMg	8,28	0,88	10,65	Cu/Ca	14,44	3,98	27,56
NS	14,04	1,66	11,84	Cu/Mg	50,22	13,98	27,85
NCu	0,18	0,046	26,16	Cu/S	85,16	26,30	30,88
NFe	0,043	0,008	18,90	Cu/Fe	0,26	0,09	34,54
NZn	0,220	0,09	39,71	Cu/Zn	1,31	0,45	34,66
NMn	0,029	0,012	42,55	Cu/Mn	0,18	0,086	47,90
NB	0,032	0,006	19,26	Cu/B	0,19	0,057	29,26
PN	0,084	0,012	14,42	Fe/N	24,24	5,40	22,28
PK	0,086	0,011	13,35	Fe/P	292,47	74,44	25,45
PCa	0,200	0,037	18,32	Fe/K	24,83	5,07	20,41
PMg	0,690	0,099	14,28	Fe/Ca	57,92	13,91	24,02
PS	1,170	0,18	15,60	Fe/Mg	200,27	46,14	23,04
PCu	0,015	0,0045	30,53	Fe/S	337,67	74,59	22,09
PFe	0,004	0,0006	18,94	Fe/Cu	4,33	1,81	41,74
PZn	0,019	0,008	43,37	Fe/Zn	5,51	2,67	48,52
PMn	0,002	0,001	44,11	Fe/Mn	0,7	0,33	47,41
PB	0,003	0,0004	15,55	Fe/B	0,77	0,18	23,92
KN	0,980	0,14	14,43	Zn/N	5,25	2,39	45,64
KP	11,800	1,67	14,13	Zn/P	64,46	33,39	51,80
KCa	2,340	0,37	15,74	Zn/K	5,37	2,34	43,68
KMg	8,110	1,27	15,70	Zn/Ca	12,32	5,22	42,33
KS	5,930	0,89	15,02	Zn/Mg	44,22	23,00	52,01
KCu	0,170	0,054	31,12	Zn/S	73,2	34,45	47,06
KFe	0,042	0,007	17,82	Zn/Cu	0,87	0,35	40,44
KZn	0,222	0,093	42,00	Zn/Fe	0,22	0,101	46,63
KMn	0,029	0,016	55,00	Zn/Mn	0,15	0,088	58,25
KB	0,031	0,004	13,64	Zn/B	0,16	0,067	41,21
Ca/N	0,420	0,049	11,48	Mn/N	39,02	13,16	33,74
Ca/P	5,140	0,96	18,64	Mn/P	463,09	137,02	29,59
Ca/K	0,440	0,06	13,74	Mn/K	39,97	12,43	31,09
Ca/Mg	3,500	0,5	14,36	Mn/Ca	92,37	30,15	32,64
Ca/S	5,930	0,89	15,05	Mn/Mg	322,5	114,25	35,42
Ca/Cu	0,070	0,02	27,88	Mn/S	535,65	160,33	29,93
Ca/Fe	0,018	0,004	22,51	Mn/Cu	7,08	3,72	52,55
Ca/Zn	0,095	0,038	39,58	Mn/Fe	1,65	0,57	34,53
Ca/Mn	0,012	0,005	40,00	Mn/Zn	9,06	5,750	65,45
Ca/B	0,013	0,002	16,93	Mn/B	1,23	0,400	32,23
Mg/N	0,120	0,013	10,73	B/N	31,94	5,040	15,79
Mg/P	1,470	0,24	16,08	B/P	383,2	60,970	15,91
Mg/K	0,130	0,02	15,86	B/K	32,65	4,210	12,90
Mg/Ca	0,290	0,048	16,59	B/Ca	75,74	10,910	14,41
Mg/S	1,710	0,25	14,77	B/Mg	263,38	45,060	17,11
Mg/Cu	0,020	0,007	30,76	B/S	444,67	67,680	15,22
Mg/Fe	0,005	0,001	21,22	B/Cu	5,59	1,560	27,89
Mg/Zn	0,028	0,012	43,27	B/Fe	1,36	0,290	21,26
Mg/Mn	0,004	0,0015	42,50	B/Zn	7,09	2,700	38,01
Mg/B	0,004	0,0007	18,32	B/Mn	0,91	0,380	41,45
S/N	0,072	0,009	12,83	S/Cu	0,013	0,0035	27,83
S/P	0,870	0,15	16,77	S/Fe	0,003	0,0005	18,11
S/K	0,075	0,012	15,79	S/Zn	0,016	0,006	39,05
S/Ca	0,173	0,031	18,20	S/Mn	0,002	0,0007	36,14
S/Mg	0,598	0,097	16,19	S/B	0,002	0,0004	17,58

<sup>1/</sup> Teores de macronutrientes expressos em dag/kg e de micronutrientes em mg/kg.

<sup>2/</sup> 21 lavouras de alta produtividade.

Quadro 3D – Normas DRIS (média, desvio-padrão e coeficiente de variação) para os nutrientes e suas relações dois a dois, para a região de Patrocínio (ano de alta produtividade)

Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	Desvio-Padrão <sup>2/</sup>	CV (%)	Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	Desvio-Padrão <sup>2/</sup>	CV (%)
NP	21,270	4,930	23,16	Cu/N	18,7900	15,660	83,36
NK	0,990	0,200	20,44	Cu/P	410,4600	406,770	99,10
N/Ca	2,290	0,390	16,85	Cu/K	17,6100	13,380	75,97
N/Mg	6,410	1,050	16,35	Cu/Ca	44,2300	39,500	89,30
NS	17,000	3,980	23,40	Cu/Mg	121,6000	98,160	80,72
N/Cu	0,080	0,050	58,76	Cu/S	328,3600	319,140	97,19
N/Fe	0,025	0,009	37,11	Cu/Fe	0,4780	0,467	97,74
N/Zn	0,170	0,078	44,99	Cu/Zn	2,7300	2,040	74,47
N/Mn	0,03	0,014	46,13	Cu/Mn	0,4600	0,270	57,99
NB	0,05	0,011	19,58	Cu/B	1,0070	0,810	80,70
P/N	0,05	0,012	25,31	Fe/N	45,8800	17,460	38,45
PK	0,0480	0,012	25,06	Fe/P	1012,7000	530,110	52,35
P/Ca	0,1100	0,03	29,50	Fe/K	46,3300	22,300	48,12
P/Mg	0,3100	0,086	27,74	Fe/Ca	102,9000	35,590	34,58
PS	0,8200	0,19	23,41	Fe/Mg	296,2700	128,130	43,25
P/Cu	0,0040	0,002	62,94	Fe/S	790,2400	382,790	48,44
P/Fe	0,0012	0,0006	53,52	Fe/Cu	3,9800	3,620	90,96
P/Zn	0,0090	0,005	56,66	Fe/Zn	7,6600	4,180	54,63
P/Mn	0,0014	0,0006	47,07	Fe/Mn	1,3800	0,770	55,91
PB	0,0030	0,0004	17,68	Fe/B	2,5200	1,110	44,24
K/N	1,0500	0,224	21,27	Zn/N	7,3200	4,040	55,14
K/P	21,9400	5,26	23,98	Zn/P	163,0900	122,290	74,98
K/Ca	2,4300	0,76	31,43	Zn/K	7,2300	4,300	59,48
K/Mg	6,7700	1,95	28,76	Zn/Ca	16,4900	9,200	55,76
KS	17,3200	3,09	17,83	Zn/Mg	46,6600	25,050	53,68
K/Cu	0,0830	0,044	52,88	Zn/S	124,8700	84,310	67,52
K/Fe	0,0260	0,01	45,56	Zn/Cu	0,5000	0,220	45,13
K/Zn	0,1800	0,081	45,07	Zn/Fe	0,1700	0,098	56,93
K/Mn	0,0320	0,016	51,62	Zn/Mn	0,2100	0,123	59,53
KB	0,0560	0,015	26,3	Zn/B	0,4000	0,230	56,94
Ca/N	0,4500	0,07	16,42	Mn/N	40,2100	18,930	47,07
Ca/P	9,5100	2,61	27,46	Mn/P	843,3800	426,510	50,57
Ca/K	0,4500	0,12	27,35	Mn/K	39,4900	20,490	51,87
Ca/Mg	2,8600	0,63	21,97	Mn/Ca	91,0600	45,170	49,60
Ca/S	7,5600	1,91	25,31	Mn/Mg	261,4100	137,390	52,56
Ca/Cu	0,0370	0,023	62,54	Mn/S	683,7200	373,050	54,56
Ca/Fe	0,0110	0,004	35,19	Mn/Cu	2,7800	1,310	47,26
Ca/Zn	0,0760	0,032	42,09	Mn/Fe	0,9900	0,620	62,41
Ca/Mn	0,0130	0,005	39,43	Mn/Zn	6,5100	3,810	58,55
Ca/B	0,0240	0,006	24,17	Mn/B	2,1500	1,070	49,59
Mg/N	0,1600	0,028	17,35	B/N	19,1500	3,710	19,36
Mg/P	3,3800	0,84	24,77	B/P	396,0900	76,120	19,22
Mg/K	0,1600	0,047	29,13	B/K	18,8200	4,650	24,70
Mg/Ca	0,3700	0,089	24,35	B/Ca	43,7600	10,530	24,08
Mg/S	2,7400	0,84	30,62	B/Mg	121,3100	25,410	20,94
Mg/Cu	0,0130	0,009	65,47	B/S	320,3300	74,730	23,33
Mg/Fe	0,0040	0,002	48,12	B/Cu	1,5900	1,010	63,35
Mg/Zn	0,0280	0,015	54,57	B/Fe	0,4800	0,230	47,79
Mg/Mn	0,0050	0,003	53,56	B/Zn	3,3900	1,840	54,38
Mg/B	0,0085	0,0017	20,05	B/Mn	0,5800	0,260	44,86
S/N	0,0620	0,014	22,7	S/Cu	0,0050	0,003	56,67
S/P	1,2800	0,29	22,56	S/Fe	0,0015	0,0006	43,42
S/K	0,0590	0,01	16,76	S/Zn	0,0105	0,005	45,48
S/Ca	0,1500	0,04	26,23	S/Mn	0,0018	0,0009	49,17
S/Mg	0,4000	0,11	29,04	S/B	0,0032	0,0008	25,07

<sup>1/</sup> Teores de macronutrientes expressos em dag/kg e de micronutrientes em mg/kg.

<sup>2/</sup> 20 lavouras de alta produtividade.

Quadro 4D – Normas DRIS (média, desvio-padrão e coeficiente de variação) para os nutrientes e suas relações dois a dois, para a região de Patrocínio (ano de baixa produtividade)

Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	Desvio-Padrão <sup>2/</sup>	CV (%)	Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	Desvio-Padrão <sup>2/</sup>	CV (%)
NP	21,710	3,450	15,90	Cu/N	17,780	13,170	74,10
NK	1,070	0,130	11,77	Cu/P	382,630	289,860	75,75
N/Ca	2,370	0,320	13,70	Cu/K	19,110	13,790	72,20
N/Mg	6,590	2,570	38,97	Cu/Ca	41,770	32,640	78,13
N/S	19,380	3,780	19,48	Cu/Mg	111,560	85,250	76,42
N/Cu	0,090	0,066	69,63	Cu/S	329,680	225,340	68,35
N/Fe	0,022	0,008	35,05	Cu/Fe	0,395	0,334	84,41
N/Zn	0,160	0,067	42,34	Cu/Zn	2,470	1,600	64,69
N/Mn	0,031	0,017	54,51	Cu/Mn	0,600	0,660	111,59
N/B	0,051	0,014	27,12	Cu/B	0,920	0,770	83,94
P/N	0,047	0,008	16,94	Fe/N	48,640	13,390	27,53
P/K	0,051	0,010	20,35	Fe/P	1072,530	395,570	36,88
P/Ca	0,110	0,017	15,73	Fe/K	52,400	15,140	28,90
P/Mg	0,310	0,110	37,18	Fe/Ca	114,910	338,600	29,47
P/S	0,900	0,180	19,61	Fe/Mg	319,350	153,960	48,21
P/Cu	0,004	0,003	71,23	Fe/S	956,080	353,050	36,93
P/Fe	0,001	0,000	42,99	Fe/Cu	4,550	3,510	77,11
P/Zn	0,008	0,003	45,15	Fe/Zn	7,890	4,360	55,29
P/Mn	0,002	0,001	68,18	Fe/Mn	1,430	0,670	47,08
P/B	0,002	0,001	32,19	Fe/B	2,490	1,040	41,58
K/N	0,940	0,120	12,32	Zn/N	8,670	6,800	78,45
K/P	20,430	3,850	18,86	Zn/P	186,160	142,560	76,58
K/Ca	2,240	0,440	19,72	Zn/K	9,390	7,690	81,89
K/Mg	6,230	2,570	41,34	Zn/Ca	20,780	16,500	79,40
K/S	18,130	3,580	19,76	Zn/Mg	54,920	43,220	78,69
K/Cu	0,091	0,068	74,77	Zn/S	172,090	155,070	90,11
K/Fe	0,021	0,009	42,34	Zn/Cu	0,730	0,710	97,20
K/Zn	0,150	0,067	44,86	Zn/Fe	0,200	0,160	82,88
K/Mn	0,030	0,019	63,58	Zn/Mn	0,250	0,190	76,59
K/B	0,048	0,014	30,13	Zn/B	0,420	0,280	66,55
Ca/N	0,430	0,063	14,57	Mn/N	41,460	21,810	52,12
Ca/P	9,260	1,660	17,88	Mn/P	901,170	451,660	50,12
Ca/K	0,460	0,095	20,44	Mn/K	44,710	24,020	53,74
Ca/Mg	2,760	0,850	30,87	Mn/Ca	100,960	58,420	57,87
Ca/S	8,260	1,640	19,90	Mn/Mg	286,770	241,290	84,14
Ca/Cu	0,040	0,026	66,80	Mn/S	814,920	478,890	58,77
Ca/Fe	0,010	0,004	37,63	Mn/Cu	3,940	3,330	84,49
Ca/Zn	0,070	0,033	47,94	Mn/Fe	0,870	0,420	48,46
Ca/Mn	0,014	0,008	60,60	Mn/Zn	6,260	3,890	62,14
Ca/B	0,022	0,007	30,79	Mn/B	2,000	0,900	44,97
Mg/N	0,170	0,052	30,58	B/N	21,110	5,790	27,41
Mg/P	3,670	1,310	35,52	B/P	455,050	126,100	27,71
Mg/K	0,180	0,063	34,44	B/K	22,900	8,070	35,26
Mg/Ca	0,390	0,120	29,82	B/Ca	49,870	14,030	28,13
Mg/S	3,250	1,070	33,08	B/Mg	141,530	76,940	54,36
Mg/Cu	0,015	0,011	70,40	B/S	408,840	140,330	34,32
Mg/Fe	0,004	0,002	43,42	B/Cu	1,960	1,330	68,04
Mg/Zn	0,027	0,014	54,19	B/Fe	0,480	0,220	46,20
Mg/Mn	0,005	0,003	61,57	B/Zn	3,330	1,780	53,56
Mg/B	0,009	0,003	39,91	B/Mn	0,640	0,380	58,58
S/N	0,054	0,011	21,23	S/Cu	0,005	0,003	69,98
S/P	1,150	0,230	20,44	S/Fe	0,001	0,001	47,63
S/K	0,057	0,011	18,57	S/Zn	0,009	0,004	45,22
S/Ca	0,130	0,027	21,43	S/Mn	0,002	0,001	71,70
S/Mg	0,350	0,140	40,56	S/B	0,003	0,001	30,70

<sup>1/</sup> Teores de macronutrientes expressos em dag/kg e de micronutrientes em mg/kg.

<sup>2/</sup> 21 lavouras de alta produtividade.



Quadro 5D – Normas DRIS (média, desvio-padrão e coeficiente de variação) para os nutrientes e suas relações dois a dois, para a região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso (ano de alta produtividade)

Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	Desvio-Padrão <sup>2/</sup>	CV (%)	Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	Desvio-Padrão <sup>2/</sup>	CV (%)
NP	21,700	2,810	12,94	Cu/N	6,690	2,420	36,15
NK	1,280	0,400	31,30	Cu/P	143,830	51,900	36,09
N/Ca	2,880	0,710	24,75	Cu/K	8,280	3,120	37,66
N/Mg	9,510	2,830	29,79	Cu/Ca	19,170	8,130	42,42
N/S	19,880	4,400	22,11	Cu/Mg	65,550	35,500	54,16
N/Cu	0,170	0,068	39,80	Cu/S	132,890	56,100	42,22
N/Fe	0,040	0,013	31,00	Cu/Fe	0,280	0,110	38,52
N/Zn	0,270	0,120	43,55	Cu/Zn	1,700	0,780	45,72
N/Mn	0,027	0,013	47,27	Cu/Mn	0,170	0,110	61,19
N/B	0,060	0,029	47,09	Cu/B	0,400	0,210	52,56
P/N	0,047	0,006	12,81	Fe/N	25,850	10,660	41,22
PK	0,059	0,016	27,29	Fe/P	548,090	193,940	35,38
P/Ca	0,130	0,040	26,55	Fe/K	31,360	11,180	35,65
P/Mg	0,440	0,130	30,04	Fe/Ca	75,830	38,270	50,47
P/S	0,940	0,280	30,26	Fe/Mg	243,780	124,020	50,87
P/Cu	0,008	0,003	38,96	Fe/S	539,780	335,290	62,12
P/Fe	0,002	0,001	27,38	Fe/Cu	4,190	1,770	42,16
P/Zn	0,012	0,005	40,55	Fe/Zn	6,400	2,500	39,02
P/Mn	0,001	0,001	48,70	Fe/Mn	0,660	0,340	51,54
P/B	0,003	0,001	48,25	Fe/B	1,640	1,090	66,80
K/N	0,840	0,230	27,39	Zn/N	4,880	3,510	71,96
K/P	18,060	4,570	25,32	Zn/P	105,380	82,440	78,23
K/Ca	2,430	0,860	35,61	Zn/K	5,860	4,040	68,97
K/Mg	7,920	2,840	35,92	Zn/Ca	14,430	12,130	84,08
K/S	17,260	7,500	43,42	Zn/Mg	48,840	56,250	115,18
K/Cu	0,140	0,057	40,67	Zn/S	96,970	71,370	73,59
K/Fe	0,035	0,010	29,90	Zn/Cu	0,770	0,510	65,40
K/Zn	0,220	0,099	45,44	Zn/Fe	0,190	0,120	62,28
K/Mn	0,023	0,013	57,07	Zn/Mn	0,120	0,090	70,70
K/B	0,051	0,024	46,73	Zn/B	0,290	0,210	74,17
Ca/N	0,370	0,100	27,04	Mn/N	45,230	20,290	44,85
Ca/P	7,980	2,210	27,66	Mn/P	979,530	444,530	45,38
Ca/K	0,480	0,220	45,40	Mn/K	57,890	29,770	51,42
Ca/Mg	3,470	1,250	36,03	Mn/Ca	134,970	80,600	59,72
Ca/S	7,350	2,390	32,55	Mn/Mg	457,000	300,160	65,68
Ca/Cu	0,063	0,030	47,42	Mn/S	894,600	470,710	52,62
Ca/Fe	0,016	0,008	48,18	Mn/Cu	7,200	2,910	40,50
Ca/Zn	0,101	0,050	52,58	Mn/Fe	1,860	0,800	43,08
Ca/Mn	0,010	0,006	55,53	Mn/Zn	11,740	6,610	56,24
Ca/B	0,021	0,006	29,57	Mn/B	2,960	2,370	79,90
Mg/N	0,115	0,039	33,60	B/N	19,450	8,670	44,55
Mg/P	2,500	0,910	36,46	B/P	420,310	193,190	45,96
Mg/K	0,150	0,070	45,74	B/K	24,250	11,620	47,92
Mg/Ca	0,330	0,120	36,70	B/Ca	52,790	23,260	44,06
Mg/S	2,350	1,190	50,73	B/Mg	189,210	128,260	67,79
Mg/Cu	0,020	0,012	57,50	B/S	394,180	215,290	54,62
Mg/Fe	0,005	0,002	41,03	B/Cu	3,240	1,830	56,50
Mg/Zn	0,031	0,017	54,79	B/Fe	0,840	0,430	51,04
Mg/Mn	0,003	0,002	64,20	B/Zn	5,000	2,450	49,07
Mg/B	0,007	0,004	54,99	B/Mn	0,550	0,420	76,28
S/N	0,053	0,012	21,91	S/Cu	0,009	0,004	47,51
S/P	1,150	0,320	27,42	S/Fe	0,002	0,001	42,35
S/K	0,069	0,030	45,12	S/Zn	0,014	0,007	49,94
S/Ca	0,150	0,056	36,76	S/Mn	0,001	0,001	51,09
S/Mg	0,510	0,190	37,61	S/B	0,003	0,002	61,36

<sup>1/</sup> Teores de macronutrientes expressos em dag/kg e de micronutrientes em mg/kg.

<sup>2/</sup> 23 lavouras de alta produtividade.

Quadro 6D – Normas DRIS (média, desvio-padrão e coeficiente de variação) para os nutrientes e suas relações dois a dois, para a região de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso (ano de baixa produtividade)

Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	Desvio-Padrão <sup>2/</sup>	CV (%)	Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	Desvio-Padrão <sup>2/</sup>	CV (%)
NP	20,430	1,860	9,08	Cu/N	6,870	1,770	25,70
NK	1,190	0,220	18,34	Cu/P	140,420	38,830	27,65
N/Ca	3,030	0,550	18,14	Cu/K	8,190	2,580	31,52
N/Mg	7,660	1,990	26,00	Cu/Ca	20,800	6,520	31,34
N/S	20,900	5,090	24,37	Cu/Mg	53,880	21,260	39,46
N/Cu	0,160	0,050	29,34	Cu/S	143,200	52,440	36,62
N/Fe	0,031	0,007	23,46	Cu/Fe	0,210	0,058	28,13
N/Zn	0,220	0,053	24,38	Cu/Zn	1,520	0,540	35,47
N/Mn	0,022	0,011	47,96	Cu/Mn	0,140	0,037	26,62
N/B	0,070	0,023	32,50	Cu/B	0,490	0,210	43,15
P/N	0,049	0,005	10,55	Fe/N	34,610	10,200	29,47
P/K	0,058	0,011	18,36	Fe/P	705,270	218,980	31,05
P/Ca	0,150	0,026	17,19	Fe/K	40,460	12,610	31,16
P/Mg	0,370	0,090	24,04	Fe/Ca	102,960	32,390	31,46
P/S	1,030	0,280	26,87	Fe/Mg	261,650	93,240	35,64
P/Cu	0,008	0,002	31,01	Fe/S	753,580	370,440	49,16
P/Fe	0,002	0,000	22,78	Fe/Cu	5,260	1,650	31,45
P/Zn	0,011	0,003	26,19	Fe/Zn	7,520	2,580	34,26
P/Mn	0,001	0,001	50,82	Fe/Mn	0,760	0,380	50,37
P/B	0,003	0,001	32,21	Fe/B	2,380	1,020	42,89
K/N	0,870	0,160	18,09	Zn/N	4,840	1,290	26,74
K/P	17,660	3,200	18,09	Zn/P	98,490	25,670	26,07
K/Ca	2,590	0,450	17,51	Zn/K	5,630	1,260	22,46
K/Mg	6,500	1,730	26,51	Zn/Ca	14,670	4,680	31,87
K/S	18,540	6,740	36,35	Zn/Mg	36,140	9,950	27,54
K/Cu	0,140	0,054	39,41	Zn/S	102,680	42,520	41,41
K/Fe	0,026	0,005	20,37	Zn/Cu	0,770	0,360	47,27
K/Zn	0,190	0,051	27,08	Zn/Fe	0,150	0,050	31,85
K/Mn	0,020	0,011	57,99	Zn/Mn	0,110	0,070	64,11
K/B	0,059	0,013	22,03	Zn/B	0,340	0,130	38,14
Ca/N	0,340	0,064	18,82	Mn/N	53,030	21,640	40,80
Ca/P	6,930	1,230	17,74	Mn/P	1089,740	470,810	43,20
Ca/K	0,400	0,074	18,67	Mn/K	64,240	31,840	49,56
Ca/Mg	2,560	0,610	23,82	Mn/Ca	164,910	85,760	52,00
Ca/S	7,260	2,560	35,26	Mn/Mg	434,060	283,620	65,34
Ca/Cu	0,053	0,019	35,32	Mn/S	1091,370	513,880	47,09
Ca/Fe	0,010	0,002	19,44	Mn/Cu	7,650	2,370	30,98
Ca/Zn	0,075	0,025	33,72	Mn/Fe	1,620	0,780	48,31
Ca/Mn	0,008	0,004	54,17	Mn/Zn	11,840	5,860	49,48
Ca/B	0,023	0,005	20,97	Mn/B	4,000	2,600	64,82
Mg/N	0,134	0,032	23,86	B/N	15,690	5,140	32,77
Mg/P	2,800	0,630	22,64	B/P	317,460	96,870	30,51
Mg/K	0,160	0,030	21,44	B/K	17,910	4,300	24,02
Mg/Ca	0,410	0,090	22,32	B/Ca	45,560	10,950	24,03
Mg/S	2,950	1,220	41,28	B/Mg	114,990	30,990	26,95
Mg/Cu	0,022	0,011	50,32	B/S	346,200	185,410	53,56
Mg/Fe	0,004	0,001	28,18	B/Cu	2,540	1,470	57,95
Mg/Zn	0,030	0,008	26,87	B/Fe	0,470	0,140	29,30
Mg/Mn	0,003	0,002	61,35	B/Zn	3,410	1,310	38,23
Mg/B	0,009	0,003	28,33	B/Mn	0,390	0,320	83,24
S/N	0,051	0,011	23,75	S/Cu	0,008	0,003	33,72
S/P	1,030	0,270	26,42	S/Fe	0,002	0,001	43,22
S/K	0,061	0,023	37,46	S/Zn	0,011	0,004	35,49
S/Ca	0,160	0,060	36,61	S/Mn	0,001	0,000	40,76
S/Mg	0,390	0,160	40,95	S/B	0,004	0,002	51,03

<sup>1/</sup> Teores de macronutrientes expressos em dag/kg e de micronutrientes em mg/kg.

<sup>2/</sup> 15 lavouras de alta produtividade.

Quadro 7D – Normas DRIS (média, desvio-padrão e coeficiente de variação) para os nutrientes e suas relações dois a dois, para a região de Viçosa (ano de alta produtividade)

Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	Desvio-Padrão <sup>2/</sup>	CV (%)	Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	Desvio-Padrão <sup>2/</sup>	CV (%)
NP	17,090	1,680	9,83	Cu/N	7,630	5,200	68,17
NK	1,210	0,190	15,89	Cu/P	132,430	98,820	74,62
N/Ca	3,000	0,440	14,64	Cu/K	9,300	7,030	75,56
N/Mg	6,990	1,580	22,62	Cu/Ca	23,420	18,710	79,91
NS	16,650	3,480	20,87	Cu/Mg	53,070	38,870	73,24
N/Cu	0,170	0,080	48,76	Cu/S	126,630	90,540	71,50
N/Fe	0,050	0,013	26,59	Cu/Fe	0,380	0,300	78,93
N/Zn	0,340	0,110	31,74	Cu/Zn	2,350	1,030	43,90
N/Mn	0,020	0,014	66,96	Cu/Mn	0,170	0,240	138,30
NB	0,078	0,032	40,69	Cu/B	0,590	0,410	69,53
P/N	0,059	0,006	10,29	Fe/N	21,770	7,270	33,40
PK	0,070	0,010	17,02	Fe/P	368,750	119,630	32,44
P/Ca	0,180	0,026	14,52	Fe/K	26,300	9,680	36,80
P/Mg	0,410	0,076	18,75	Fe/Ca	63,190	13,370	21,16
PS	0,980	0,180	18,90	Fe/Mg	147,450	43,300	29,37
P/Cu	0,010	0,005	53,56	Fe/S	351,030	86,840	24,74
P/Fe	0,003	0,001	23,56	Fe/Cu	3,670	2,300	62,60
P/Zn	0,021	0,007	33,36	Fe/Zn	7,480	3,120	41,79
P/Mn	0,001	0,001	67,56	Fe/Mn	0,460	0,320	71,31
PB	0,005	0,002	43,94	Fe/B	1,790	1,230	69,04
K/N	0,850	0,140	16,65	Zn/N	3,350	1,790	53,49
KP	14,410	2,510	17,46	Zn/P	57,970	35,030	60,42
K/Ca	2,530	0,500	19,97	Zn/K	4,000	1,980	49,57
K/Mg	5,970	1,800	30,21	Zn/Ca	10,050	5,910	58,88
K/S	14,040	3,660	26,03	Zn/Mg	23,160	12,830	55,38
K/Cu	0,140	0,070	49,49	Zn/S	54,280	26,650	49,10
K/Fe	0,042	0,012	28,06	Zn/Cu	0,500	0,220	44,33
K/Zn	0,290	0,110	36,60	Zn/Fe	0,160	0,090	53,51
K/Mn	0,017	0,010	58,97	Zn/Mn	0,066	0,051	77,25
KB	0,067	0,032	47,51	Zn/B	0,250	0,140	53,87
Ca/N	0,340	0,056	16,53	Mn/N	74,180	57,580	77,63
Ca/P	5,810	0,980	16,90	Mn/P	1296,190	1087,540	83,90
Ca/K	0,410	0,090	22,85	Mn/K	89,380	74,690	83,56
Ca/Mg	2,350	0,490	20,97	Mn/Ca	225,130	187,740	83,39
Ca/S	5,600	1,170	20,81	Mn/Mg	519,030	392,950	75,71
Ca/Cu	0,058	0,030	54,83	Mn/S	1243,460	1001,100	80,51
Ca/Fe	0,016	0,003	20,41	Mn/Cu	12,030	9,550	79,33
Ca/Zn	0,118	0,037	31,61	Mn/Fe	3,640	2,780	76,34
Ca/Mn	0,007	0,005	68,90	Mn/Zn	24,070	18,600	77,26
Ca/B	0,027	0,013	49,64	Mn/B	5,620	4,230	75,28
Mg/N	0,150	0,037	24,71	B/N	14,810	5,940	40,09
Mg/P	2,540	0,560	21,92	B/P	254,390	107,680	42,33
Mg/K	0,180	0,060	34,74	B/K	18,190	9,030	49,63
Mg/Ca	0,440	0,100	23,39	B/Ca	44,150	16,480	37,33
Mg/S	2,460	0,580	23,74	B/Mg	102,740	41,590	40,48
Mg/Cu	0,025	0,014	54,33	B/S	250,290	118,430	47,31
Mg/Fe	0,007	0,002	24,53	B/Cu	2,550	1,660	65,22
Mg/Zn	0,052	0,019	36,60	B/Fe	0,750	0,340	46,10
Mg/Mn	0,003	0,003	81,49	B/Zn	5,050	2,500	49,44
Mg/B	0,012	0,006	48,10	B/Mn	0,340	0,370	109,81
S/N	0,063	0,013	21,51	S/Cu	0,011	0,006	55,34
S/P	1,060	0,210	20,08	S/Fe	0,003	0,001	26,71
S/K	0,076	0,019	25,10	S/Zn	0,021	0,007	32,58
S/Ca	0,180	0,030	17,81	S/Mn	0,001	0,001	64,94
S/Mg	0,430	0,100	23,92	S/B	0,005	0,003	53,45

<sup>1/</sup> Teores de macronutrientes expressos em dag/kg e de micronutrientes em mg/kg.

<sup>2/</sup> 19 lavouras de alta produtividade.

Quadro 8D – Normas DRIS (média, desvio-padrão e coeficiente de variação) para os nutrientes e suas relações dois a dois, para a região de Viçosa (ano de baixa produtividade)

Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	Desvio-Padrão <sup>2/</sup>	CV (%)	Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	Desvio-Padrão <sup>2/</sup>	CV (%)
N/P	16,270	2,570	15,78	Cu/N	6,910	1,380	20,05
N/K	1,080	0,220	20,33	Cu/P	111,250	22,620	20,34
N/Ca	2,430	0,460	18,98	Cu/K	7,340	1,700	23,14
N/Mg	6,130	1,950	31,88	Cu/Ca	16,600	3,870	23,28
N/S	13,220	2,180	16,52	Cu/Mg	42,430	14,770	34,82
N/Cu	0,150	0,031	20,37	Cu/S	90,840	21,490	23,66
N/Fe	0,033	0,014	42,15	Cu/Fe	0,220	0,080	37,86
N/Zn	0,350	0,100	27,78	Cu/Zn	2,390	0,640	26,85
N/Mn	0,017	0,006	33,01	Cu/Mn	0,120	0,040	38,22
N/B	0,080	0,030	37,25	Cu/B	0,550	0,210	38,89
P/N	0,063	0,010	15,23	Fe/N	33,610	10,010	29,79
P/K	0,067	0,015	22,72	Fe/P	536,410	146,180	27,25
P/Ca	0,150	0,024	15,94	Fe/K	36,050	14,480	40,17
P/Mg	0,380	0,130	33,55	Fe/Ca	80,500	24,560	30,51
P/S	0,830	0,160	19,88	Fe/Mg	203,090	85,670	42,18
P/Cu	0,010	0,002	21,48	Fe/S	438,180	144,990	33,09
P/Fe	0,002	0,001	31,42	Fe/Cu	4,970	1,500	30,16
P/Zn	0,022	0,006	25,40	Fe/Zn	11,350	3,080	27,13
P/Mn	0,001	0,000	37,85	Fe/Mn	0,560	0,190	34,43
P/B	0,005	0,002	38,50	Fe/B	2,630	1,030	39,32
K/N	0,960	0,180	18,72	Zn/N	3,050	0,910	29,98
K/P	15,430	3,080	19,80	Zn/P	49,500	18,130	36,63
K/Ca	2,320	0,530	22,62	Zn/K	3,210	0,960	30,00
K/Mg	5,920	2,060	34,84	Zn/Ca	7,380	2,850	38,67
K/S	12,550	2,200	17,57	Zn/Mg	18,500	7,480	40,41
K/Cu	0,140	0,033	23,18	Zn/S	39,570	11,540	29,16
K/Fe	0,030	0,010	33,29	Zn/Cu	0,450	0,120	26,73
K/Zn	0,330	0,080	24,76	Zn/Fe	0,095	0,027	28,36
K/Mn	0,017	0,006	37,29	Zn/Mn	0,050	0,023	43,45
K/B	0,080	0,031	40,06	Zn/B	0,230	0,070	31,52
Ca/N	0,430	0,082	19,24	Mn/N	67,560	34,560	51,15
Ca/P	6,820	1,130	16,63	Mn/P	1108,180	640,820	57,83
Ca/K	0,460	0,120	26,33	Mn/K	73,100	41,080	56,20
Ca/Mg	2,540	0,680	26,88	Mn/Ca	164,800	93,330	56,63
Ca/S	5,550	0,980	17,68	Mn/Mg	420,310	242,990	57,81
Ca/Cu	0,060	0,015	23,60	Mn/S	917,000	563,700	61,47
Ca/Fe	0,014	0,005	36,88	Mn/Cu	10,150	5,810	57,21
Ca/Zn	0,150	0,040	26,46	Mn/Fe	2,180	1,450	66,42
Ca/Mn	0,007	0,003	43,13	Mn/Zn	24,430	17,100	69,98
Ca/B	0,034	0,013	39,50	Mn/B	6,020	6,350	105,48
Mg/N	0,180	0,060	35,60	B/N	14,110	5,090	36,09
Mg/P	2,930	1,140	38,84	B/P	231,330	97,540	42,16
Mg/K	0,200	0,100	50,80	B/K	15,330	7,320	47,76
Mg/Ca	0,430	0,130	31,40	B/Ca	33,770	11,980	35,49
Mg/S	2,340	0,780	33,17	B/Mg	82,760	30,600	36,98
Mg/Cu	0,027	0,012	45,31	B/S	184,910	68,630	37,12
Mg/Fe	0,006	0,002	40,37	B/Cu	2,100	0,800	37,98
Mg/Zn	0,063	0,028	43,94	B/Fe	0,460	0,230	51,08
Mg/Mn	0,003	0,002	59,08	B/Zn	4,830	1,930	39,98
Mg/B	0,014	0,005	36,68	BMn	0,250	0,130	51,96
S/N	0,077	0,013	16,26	S/Cu	0,012	0,003	24,19
S/P	1,250	0,230	18,36	S/Fe	0,002	0,001	31,65
S/K	0,082	0,016	19,22	S/Zn	0,027	0,006	22,31
S/Ca	0,180	0,030	17,94	S/Mn	0,001	0,001	39,97
S/Mg	0,470	0,130	29,00	SB	0,006	0,002	36,13

<sup>1/</sup> Teores de macronutrientes expressos em dag/kg e de micronutrientes em mg/kg.

<sup>2/</sup> 19 lavouras de alta produtividade.

Quadro 9D – Normas DRIS (média, desvio-padrão e coeficiente de variação) para os nutrientes e suas relações dois a dois, para Minas Gerais (ano de alta produtividade)

Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	Desvio-Padrão <sup>2/</sup>	CV (%)	Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	Desvio-Padrão <sup>2/</sup>	CV (%)
NP	19,940	3,820	19,15	Cu/N	9,690	9,570	98,00
NK	1,210	0,300	25,13	Cu/P	198,760	236,310	118,89
N/Ca	2,730	0,550	20,29	Cu/K	10,720	8,420	78,51
N/Mg	7,760	2,200	28,36	Cu/Ca	26,610	24,000	93,71
N/S	16,650	4,340	26,07	Cu/Mg	71,760	61,440	85,62
N/Cu	0,150	0,070	47,27	Cu/S	165,030	188,060	113,95
N/Fe	0,040	0,015	37,86	Cu/Fe	0,340	0,290	85,48
N/Zn	0,280	0,150	51,17	Cu/Zn	2,180	1,280	58,59
N/Mn	0,030	0,010	51,18	Cu/Mn	0,250	0,220	87,19
N/B	0,064	0,025	38,68	Cu/B	0,580	0,520	88,73
P/N	0,050	0,010	20,11	Fe/N	31,680	21,900	69,13
PK	0,062	0,017	26,94	Fe/P	639,960	460,810	72,01
P/Ca	0,140	0,040	27,99	Fe/K	37,140	26,050	70,13
P/Mg	0,400	0,110	27,10	Fe/Ca	83,980	58,720	69,92
P/S	0,850	0,240	27,92	Fe/Mg	237,140	152,920	64,49
P/Cu	0,008	0,004	51,91	Fe/S	530,190	381,790	72,01
P/Fe	0,002	0,001	42,23	Fe/Cu	4,340	3,470	79,89
P/Zn	0,015	0,007	50,55	Fe/Zn	8,160	5,820	71,27
P/Mn	0,001	0,001	54,38	Fe/Mn	0,920	0,940	102,34
P/B	0,003	0,002	45,48	Fe/B	1,980	1,420	71,97
K/N	0,870	0,210	24,21	Zn/N	4,740	3,270	69,04
K/P	17,280	4,890	28,31	Zn/P	97,820	86,110	88,02
K/Ca	2,370	0,670	28,49	Zn/K	5,380	3,400	63,18
K/Mg	6,690	2,180	32,57	Zn/Ca	12,630	8,860	70,09
K/S	14,670	5,580	38,00	Zn/Mg	36,680	34,480	94,01
K/Cu	0,120	0,060	45,11	Zn/S	80,530	65,660	81,53
K/Fe	0,033	0,012	37,46	Zn/Cu	0,590	0,330	56,70
K/Zn	0,230	0,100	44,32	Zn/Fe	0,170	0,100	58,29
K/Mn	0,025	0,014	56,79	Zn/Mn	0,130	0,100	75,49
K/B	0,055	0,023	42,02	Zn/B	0,290	0,180	65,73
Ca/N	0,380	0,082	21,47	Mn/N	50,440	39,750	78,80
Ca/P	7,640	2,370	31,01	Mn/P	997,930	771,680	77,33
Ca/K	0,460	0,150	31,98	Mn/K	63,210	61,430	97,18
Ca/Mg	2,910	0,890	30,60	Mn/Ca	142,230	131,730	92,62
Ca/S	6,330	2,070	32,76	Mn/Mg	398,560	331,730	83,23
Ca/Cu	0,055	0,027	49,51	Mn/S	837,440	666,650	79,61
Ca/Fe	0,014	0,006	39,39	Mn/Cu	7,460	7,400	99,09
Ca/Zn	0,110	0,060	56,16	Mn/Fe	2,000	1,820	91,34
Ca/Mn	0,011	0,006	52,68	Mn/Zn	15,630	19,340	123,72
Ca/B	0,024	0,008	36,37	Mn/B	3,320	3,030	91,19
Mg/N	0,140	0,036	26,18	B/N	17,760	6,270	35,28
Mg/P	2,720	0,800	29,35	B/P	353,060	139,670	39,56
Mg/K	0,160	0,050	33,35	B/K	21,280	8,850	41,60
Mg/Ca	0,370	0,110	28,17	B/Ca	47,330	17,020	35,97
Mg/S	2,300	0,890	38,87	B/Mg	139,600	80,660	57,78
Mg/Cu	0,020	0,011	54,29	B/S	299,080	149,540	50,00
Mg/Fe	0,005	0,002	41,64	B/Cu	2,590	1,500	57,96
Mg/Zn	0,039	0,022	55,86	B/Fe	0,690	0,350	50,43
Mg/Mn	0,004	0,002	62,00	B/Zn	4,850	2,540	52,47
Mg/B	0,009	0,004	46,36	B/Mn	0,520	0,350	67,89
S/N	0,064	0,015	24,18	S/Cu	0,009	0,005	53,96
S/P	1,260	0,340	27,12	S/Fe	0,002	0,001	42,21
S/K	0,080	0,030	38,08	S/Zn	0,018	0,012	63,92
S/Ca	0,170	0,050	29,76	S/Mn	0,002	0,001	59,32
S/Mg	0,490	0,160	33,57	S/B	0,004	0,002	48,31

<sup>1/</sup> Teores de macronutrientes expressos em dag/kg e de micronutrientes em mg/kg.

<sup>2/</sup> 21 lavouras de alta produtividade.

Quadro 10D – Normas DRIS (média, desvio-padrão e coeficiente de variação) para os nutrientes e suas relações dois a dois, para Minas Gerais (ano de baixa produtividade)

Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	Desvio-Padrão <sup>2/</sup>	CV (%)	Relação <sup>1/</sup>	Média <sup>2/</sup>	Desvio-Padrão <sup>2/</sup>	CV (%)
N/P	17,580	4,860	27,65	Cu/N	9,630	8,600	89,31
N/K	1,100	0,190	17,47	Cu/P	181,590	198,080	109,08
N/Ca	2,530	0,500	19,77	Cu/K	10,540	9,130	86,64
N/Mg	7,080	2,140	30,21	Cu/Ca	23,730	20,770	87,55
N/S	16,660	4,800	28,84	Cu/Mg	65,080	54,660	83,98
N/Cu	0,150	0,060	41,37	Cu/S	164,350	158,910	96,69
N/Fe	0,032	0,013	40,10	Cu/Fe	0,280	0,200	73,11
N/Zn	0,240	0,110	45,35	Cu/Zn	1,970	1,080	54,85
N/Mn	0,025	0,014	55,90	Cu/Mn	0,270	0,400	149,44
N/B	0,060	0,027	46,62	Cu/B	0,540	0,500	92,44
P/N	0,060	0,018	29,33	Fe/N	35,940	14,170	39,42
P/K	0,070	0,018	27,64	Fe/P	667,240	402,270	60,29
P/Ca	0,150	0,040	28,75	Fe/K	39,450	16,880	42,79
P/Mg	0,440	0,190	43,79	Fe/Ca	89,800	36,400	40,53
P/S	0,980	0,250	25,58	Fe/Mg	244,840	111,270	45,45
P/Cu	0,009	0,005	55,50	Fe/S	631,260	390,240	61,82
P/Fe	0,002	0,001	55,17	Fe/Cu	4,870	2,480	50,98
P/Zn	0,015	0,008	53,70	Fe/Zn	8,300	4,040	48,66
P/Mn	0,002	0,001	64,11	Fe/Mn	0,880	0,560	63,46
P/B	0,003	0,002	46,15	Fe/B	2,090	1,230	58,89
K/N	0,030	0,160	16,85	Zn/N	5,520	4,430	80,22
K/P	16,160	4,490	27,76	Zn/P	100,930	97,090	96,20
K/Ca	2,330	0,440	18,77	Zn/K	6,010	4,920	81,81
K/Mg	6,580	2,130	32,33	Zn/Ca	13,780	10,840	78,63
K/S	15,360	4,460	29,03	Zn/Mg	38,340	29,700	77,46
K/Cu	0,140	0,060	45,85	Zn/S	98,130	102,110	104,05
K/Fe	0,030	0,012	40,04	Zn/Cu	0,710	0,490	69,97
K/Zn	0,230	0,100	45,95	Zn/Fe	0,160	0,110	69,89
K/Mn	0,024	0,016	64,58	Zn/Mn	0,140	0,130	94,43
K/B	0,053	0,024	46,52	Zn/B	0,280	0,190	67,32
Ca/N	0,410	0,075	18,26	Mn/N	50,580	27,200	53,78
Ca/P	7,080	2,090	29,48	Mn/P	894,680	560,260	62,62
Ca/K	0,440	0,090	20,33	Mn/K	56,380	34,110	60,49
Ca/Mg	2,830	0,810	28,38	Mn/Ca	129,420	77,970	60,25
Ca/S	6,720	1,970	29,38	Mn/Mg	361,550	245,160	67,81
Ca/Cu	0,058	0,025	42,40	Mn/S	841,200	522,040	62,06
Ca/Fe	0,013	0,005	40,81	Mn/Cu	7,270	4,670	64,30
Ca/Zn	0,100	0,046	46,50	Mn/Fe	1,570	1,040	66,13
Ca/Mn	0,010	0,006	59,87	Mn/Zn	13,070	11,960	91,45
Ca/B	0,023	0,011	46,59	Mn/B	3,260	3,860	118,56
Mg/N	0,150	0,051	32,80	B/N	21,020	8,910	42,40
Mg/P	2,760	1,280	46,37	B/P	348,920	129,590	37,14
Mg/K	0,180	0,068	40,05	B/K	22,630	9,140	40,39
Mg/Ca	0,380	0,120	31,05	B/Ca	51,580	19,750	38,30
Mg/S	2,590	1,160	44,90	B/Mg	152,360	87,990	57,75
Mg/Cu	0,022	0,011	51,00	B/S	343,010	148,770	43,37
Mg/Fe	0,005	0,002	37,86	B/Cu	3,080	1,980	64,40
Mg/Zn	0,038	0,023	60,97	B/Fe	0,700	0,470	66,16
Mg/Mn	0,004	0,003	63,51	B/Zn	4,770	2,520	52,88
Mg/B	0,009	0,005	54,87	B/Mn	0,560	0,400	72,05
S/N	0,064	0,016	25,25	S/Cu	0,009	0,004	48,57
S/P	1,090	0,270	25,05	S/Fe	0,002	0,001	48,18
S/K	0,070	0,018	26,48	S/Zn	0,016	0,009	55,02
S/Ca	0,160	0,050	28,69	S/Mn	0,002	0,001	58,32
S/Mg	0,450	0,170	36,98	S/B	0,004	0,002	56,49

<sup>1/</sup> Teores de macronutrientes expressos em dag/kg e de micronutrientes em mg/kg.

<sup>2/</sup> 21 lavouras de alta produtividade.