

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**AMOSTRAGEM DE FOLHAS EM CAFEEIRO PARA FINS
DE DIAGNOSE DO ESTADO NUTRICIONAL.**

Antonio Carlos De Oliveira Cintra

Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

2012

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**AMOSTRAGEM DE FOLHAS EM CAFEEIRO PARA FINS
DE DIAGNOSE DO ESTADO NUTRICIONAL.**

Antonio Carlos De Oliveira Cintra

Orientador: Prof. Dr. William Natale

Co-orientador: Prof. Dr. Danilo Eduardo Rozane

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Ciência do Solo).

Jaboticabal – SP

Junho – 2012

Cintra, Antonio Carlos de Oliveira
C575a Amostragem de folhas em cafeeiro para fins de diagnose do estado nutricional / Antonio Carlos de Oliveira Cintra. -- Jaboticabal, 2012
xi, 34 f.: il.; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2012
Orientador: Prof. Dr. William Natale
Co-orientador: Prof. Dr. Danilo Eduardo Rozane
Banca examinadora: Profa. Dra. Silvia Helena Modenese Gorla da Silva e Prof. Dr. José Frederico Centurion
Bibliografia

1. *Coffea arabica*. 2. Diagnose foliar. 3. Tamanho da amostra foliar.
4. Nutrição de plantas I. Título. II. Jaboticabal - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.8:633.73

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

ANTONIO CARLOS DE OLIVEIRA CINTRA – nascido em Franca - SP em 27 de setembro de 1979, filho de Antonio Batista Cintra e Conceição Aparecida de Oliveira Cintra. Concluiu o primeiro e o segundo grau do ensino médio na Escola Estadual de Primeiro e Segundo Grau Professor Ângelo Gosuen e no Colégio Oswaldo Cruz (COC), respectivamente. Iniciou sua vida acadêmica na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP – Câmpus de Jaboticabal, em 1997, graduando-se no curso de Agronomia em dezembro de 2001. Em 2002 iniciou suas atividades como Engenheiro Agrônomo em uma empresa revendedora de produtos agropecuários na cidade de Ibiraci - MG, atuando na cultura do café. Nesta mesma região, passou por mais duas empresas, Plant Ouro Agroquímicos e Casa das Sementes Insumos Agrícolas, até meados de 2008, onde iniciou-se um trabalho no Programa de Parceria de Inovação Tecnológica (ParcIntec) criado pela Embrapa, atuando junto à empresas privadas da região de Franca - SP. Em meados de 2009 iniciou o mestrado cursando disciplina como aluno especial e a partir de 2010 como aluno regular. Em 2010 começou a trabalhar junto à Cooperativa dos Cafeicultores e Agropecuaristas (COCAPEC), na cidade de Ibiraci - MG, atuando na cultura do café, onde permanece até os dias atuais.

*“Sou livre quando amo o que faço,
sou livre quando aceito que o mais
importante é a minha consciência,
sou livre quando na hora do fracasso
é sempre tempo de começar outra
vez. Sou livre quando sou capaz de
amar o instante de vida que tenho
nas mãos.”*

(Fernando Pessoa)

Aos meus pais Antonio Batista Cintra e Conceição Aparecida de Oliveira Cintra pelo amor incondicional, pelo incentivo na realização dos meus sonhos e por sempre confiar em mim.

Aos meus irmãos Jean Carlo, Tiago e Jéssica pela companhia durante toda minha infância querida.

OFEREÇO

À minha esposa Mara Alvarenga Cintra que durante parte de minha vida se fez presente, me incentivando nesta longa caminhada. Deixo aqui declarado meu eterno amor.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a DEUS, pela oportunidade de vida;

A minha esposa amada e querida, pelo apoio e compreensão nos momentos mais difíceis desta jornada;

Ao meu grande amigo Dr. Clóvis Isberto Biscegli, pelo apoio e incentivo à inicialização deste curso;

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Jaboticabal, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Ciência do Solo), pela oportunidade oferecida;

Ao Prof. Dr. William Natale pela orientação, confiança, compreensão, paciência, incentivo pessoal e sobretudo pela amizade, que tanto contribuiu para a realização deste trabalho e minha formação profissional;

Ao Prof. Dr. Danilo Eduardo Rozane pela co-orientação, pelo apoio, conselhos e sugestões para a elaboração e finalização do trabalho;

A todos os professores da Pós-graduação que contribuíram para a minha formação profissional;

Aos Professores Dr. José Carlos Barbosa e Dr. Rogério Falleiros Carvalho, pelos conselhos e considerações dados ao meu artigo no exame de qualificação;

À Profa. Dra. Silvia Helena Modenese Gorla da Silva e Prof. Dr. José Frederico Centurion por aceitarem participar da minha banca examinadora de defesa e pela grande contribuição para a finalização deste trabalho;

Ao amigo Renato dos Reis Ferrari, que me apoiou e conseguiu através da All Plant, apoio do laboratório de análises agrícolas e biomoleculares de plantas – Micellium, tornando possível a realização das análises químicas de folhas;

A todos os amigos, colegas e companheiros de pesquisa, pela amizade durante essa caminhada;

À COCAPEC, pelo apoio e compreensão;

A todos que participaram dessa nova etapa em minha vida.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	ix
RESUMO.....	x
SUMMARY.....	xi
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	01
1.1 A Cultura do cafeeiro.....	01
1.2 Diagnose foliar.....	04
1.3 Diagnose foliar no cafeeiro.....	05
1.4 Tamanho da amostra de folhas indicado para outras culturas.....	08
1.5 Referências.....	11
CAPÍTULO 2 - AMOSTRAGEM DE FOLHAS EM CAFEIEIRO PARA FINS DE DIAGNOSE DO ESTADO NUTRICIONAL	15
RESUMO.....	15
SUMMARY.....	16
2.1 Introdução.....	17
2.2 Material e Métodos.....	18
2.3 Resultados e Discussão.....	23
2.4 Conclusões.....	31
2.5 Referências.....	32

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Local adequado para amostragem de folhas em cafeeiro.....	21
Figura 2. Fases do cafeeiro: (1) Florada; (2) “Chumbinho”; (3) Enchimento dos grãos – Granação; (4) Maturação dos grãos.....	22
Figura 3. Porcentagem de erro amostral em função do número de plantas amostradas por talhão homogêneo, em lavoura de cafeeiros, cultivar Mundo Novo, no sistema de sequeiro.....	28
Figura 4. Porcentagem de erro amostral em função do número de plantas amostradas por talhão homogêneo, em lavoura de cafeeiros, cultivar Mundo Novo, no sistema irrigado.....	30

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Teor de nutrientes em folhas de cafeeiro.....	08
Tabela 2. Propriedades químicas do solo referente à camada de 0-20cm, dos talhões de cafeeiros	20
Tabela 3. Estatística descritiva e porcentagem de erro na estimativa da média amostral para nutrientes em folhas de cafeeiros, Mundo Novo, no sistema de sequeiro, em função do tamanho da amostra.....	25
Tabela 4. Estatística descritiva e porcentagem de erro na estimativa da média amostral para nutrientes em folhas de cafeeiros, Mundo Novo, no sistema irrigado, em função do tamanho da amostra.....	26
Tabela 5. Teores foliares de macro e micronutrientes em função do número de plantas amostradas por talhão homogêneo, em lavoura adulta de cafeeiros, Mundo Novo, no sistema de sequeiro.....	29
Tabela 6. Teores foliares de macro e micronutrientes em função do número de plantas amostradas por talhão homogêneo, em lavoura adulta de cafeeiros, Mundo Novo, no sistema irrigado.....	31

AMOSTRAGEM DE FOLHAS EM CAFEIEIRO PARA FINS DE DIAGNOSE DO ESTADO NUTRICIONAL

RESUMO – O café é um dos principais produtos na pauta das exportações agrícolas, constituindo-se numa das mais importantes fontes de divisas para a economia brasileira. Além disso, a cafeicultura tem importante papel social no país, empregando considerável volume de mão-de-obra, devido à exigência da cultura em relação aos tratos culturais. A análise foliar é uma importante ferramenta para auxiliar no aumento de produtividade das culturas perenes em geral e, particularmente para o cafeeiro, sendo imprescindível conhecer o tamanho ideal da amostra de folhas a ser coletada, a fim de otimizar a mão-de-obra e diminuir os erros inerentes aos critérios de diagnose do estado nutricional. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo determinar em lavouras comerciais de café com idades entre 8 e 12 anos, instaladas em Latossolo Vermelho Distrófico, submetidas a dois regimes hídricos, o tamanho de amostras foliares e a variação do erro amostral para a diagnose do estado nutricional da cultura. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, composto por quatro tratamentos que constaram da amostragem de folhas em 5, 10, 20 e 40 plantas de cafeeiro e cinco repetições, no sistema de sequeiro e irrigado. Concluiu-se que para a determinação de macronutrientes, a amostragem de folhas em 10 e 20 plantas por unidade amostral nos sistemas irrigado e sequeiro respectivamente, são suficientes para manter o erro amostral menor que 10%. Para realizar as determinações químicas de macro e micronutrientes, 20 plantas são suficientes para manter o erro na estimativa da média amostral menor que 10% no sistema irrigado e sequeiro, exceto para o Cu e Mn que necessitam de amostragem superior a 40 plantas no sistema de sequeiro.

Palavras-Chave: *Coffea arabica*, Diagnose foliar, Tamanho da amostra foliar, Nutrição de plantas

SAMPLING OF LEAVES IN COFFEE FOR THE DIAGNOSIS OF NUTRITIONAL STATUS

SUMMARY – Coffee is one of the main products on the list of agricultural exports, becoming one of the most important sources of foreign exchange for the Brazilian economy. Additionally, coffee has an important social role in the country, employing considerable amount of manpower due to the requirement of culture in relation to cultural practices. The leaf analysis is an important tool to help increase productivity of perennial crops in general and, particularly for coffee and is essential to know the ideal size of a leaf sample to be collected in order to optimize the manpower and reduce errors inherent in the criteria for diagnosis of nutritional status. This study aimed to determine in 8-12 years-old commercial crops of coffee, installed in Oxisol submitted to two water regimes, the size of leaf samples and the variation of sampling error for the diagnosis of nutritional status of plants coffee. A completely randomized design, consisting of four treatments was used, that consisted of leaf sampling at 5, 10, 20 and 40 coffee plants and five repetitions, to with and without irrigation system. To determination of macronutrients, the sample sheets 10 and 20 plants per unit sample with and without irrigation systems respectively, was sufficient to maintain the sample error less than 10. To determine chemical analysis of macro and micronutrients, 20 plants were enough to keep the error in estimating the sample mean less than 10% in the with and without irrigation systems, except for Cu and Mn that need more than 40 plants without irrigation system.

Keywords: *Coffea arabica*, Diagnosis leaf, Sample size leaf, Plant nutrition

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 A cultura do cafeeiro

O cafeeiro é uma planta pertencente à família das Rubiáceas, do gênero *Coffea* (CARVALHO et al., 1991). Duas espécies são exploradas comercialmente, tendo elevada importância no Brasil e no mundo: *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre. O café arábica (*Coffea arabica* L.) e o café conilon (variedade do *Coffea canephora* Pierre) são plantas originárias do continente Africano, das regiões altas da Etiópia (Cafa e Enária) e da região do Congo, respectivamente.

A difusão do café (*Coffea arabica* L.) ocorreu a partir da Etiópia primeiramente para a Arábia e o Egito, sendo em seguida inserido nos países Europeus que difundiram posteriormente para as colônias ibéricas nas Américas, passando pelos Estados Unidos (GUIMARÃES & MENDES, 2000).

No Brasil o café foi introduzido em 1727, entrando pelo estado do Pará, com sementes e mudas oriundas da Guiana Francesa. Em seguida, o café foi plantado no Maranhão e daí se expandiu, em pequenas plantações, para os estados vizinhos, tendo atingido a Bahia em 1770. Em 1774, o café foi levado do Maranhão para o Rio de Janeiro, estado onde os cafezais se ampliaram. Do Rio de Janeiro as plantações de café se expandiram para a Serra do Mar, atingindo em 1825 o Vale do Paraíba, alcançado posteriormente os estados de São Paulo e Minas Gerais. Assim, estava implantado no Brasil o ciclo do café, após os ciclos do ouro e da cana (MATIELLO et al., 2002).

No Brasil, o desenvolvimento da cultura se confunde com a própria história do País, que por adaptação e mesmo por vocação, chegou a marcar época (Ciclo do Café) devido a sua grande importância econômica e social (GUIMARÃES & MENDES, 2000).

Após ser inserida no Brasil, em meados século XVIII, a cultura do café se expandiu por várias regiões brasileiras. Hoje, está presente nos planaltos, cerrados e nas montanhas, em pequenas e grandes propriedades, em cultivos convencionais e adensados.

Segundo o MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (2012), o Brasil é o maior produtor mundial de café, sendo responsável por mais de 30% do mercado internacional, volume equivalente à soma da produção dos outros quatro maiores países produtores, Vietnã, Indonésia, Colômbia e Etiópia. É também o segundo mercado consumidor, atrás somente dos Estados Unidos.

O mercado de café vem se modificando com grande velocidade nos últimos anos, a exemplo do que também ocorre nos mais diversos setores de consumo. O café em grãos é a segunda mercadoria mais comercializada no mundo, atrás apenas do petróleo. É, certamente, o primeiro produto de consumo global, que uniu diferentes culturas em torno de um ritual que se perpetua e a cada dia ganha novos adeptos (ANUÁRIO DO CAFÉ, 2010).

A cultura cafeeira é uma importante fonte de renda para a economia brasileira, pela sua participação em US\$ nas exportações do agronegócio, que em 2011 foi em torno de 9,2% (MAPA, 2012), pela transferência de renda aos outros setores da economia e pela grande capacidade de absorção de mão-de-obra (GUIMARÃES, 2008), empregando direta ou indiretamente aproximadamente três milhões de pessoas (MATIELLO et al., 2002).

No Brasil o café é cultivado em 11 regiões cafeeiras, sendo o café arábica cultivado principalmente nos Estados de Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo, Paraná, Bahia e, enquanto o café robusta é plantado principalmente no Espírito Santo, Rondônia e Bahia. As variedades Mundo Novo e Catuaí são as mais plantadas entre os cafés do tipo arábica e a variedade Conillon é a mais cultivada entre os cafés do tipo robusta (ANUÁRIO DO CAFÉ, 2010). O café arábica responde por mais de 70% da

produção nacional, sendo o estado de Minas Gerais o maior produtor, com mais de 50% ($1,32 \cdot 10^9$ kg de café arábica beneficiado) desta produção. A produção de café conilon (robusta) se aproxima dos $720 \cdot 10^6$ kg de café beneficiado (25%) e o estado do Espírito Santo se destaca como maior produtor, representando mais de 70% da produção de café conilon no país (MAPA, 2012).

No Brasil, a produtividade média do cafeeiro está em torno de 1320 kg ha^{-1} (MAPA, 2012). Segundo FERNANDES (2010), a produtividade média nacional aumentou 50% nos últimos 10 anos devido a grande contribuição da pesquisa em todas as áreas do conhecimento. Deve-se ressaltar que, os fatores que influenciam na produtividade do cafeeiro estão relacionados com os aspectos climáticos e de manejo cultural da lavoura, além de econômicos e conjunturais (MATIELLO, 1986).

Inúmeros produtores na cultura do cafeeiro tem empregado a irrigação com o objetivo de obter melhores produtividades. Além de garantir a produção em anos com menor regime hídrico, a irrigação permite a expansão da cafeicultura em áreas climaticamente consideradas marginais ou inadequadas para a cultura quanto ao déficit hídrico (QUAGGIO & RAIJ, 2009). A cafeicultura nacional tem cerca de 10% do seu parque cafeeiro irrigado, com uma produção que corresponde aproximadamente a 25% da produção nacional de café (FERNANDES, 2010).

O emprego de insumos e manejos que aumentam a receita e minimizam os custos de produção são objetivos dos produtores, especialmente os fertilizantes que representam de 16 a 25% do custo de produção da lavoura cafeeira (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB, 2012).

O conhecimento tecnológico é cada vez mais imprescindível para uma agricultura competitiva. Numa convivência internacional de globalização de mercados não há mais espaço para improvisações e perdas de colheitas ou reduções de lucros devido à falhas de controle de fatores de produção perfeitamente previsíveis. É o caso da nutrição mineral das plantas (BATAGLIA & SANTOS, 2001).

A utilização de adubações mais equilibradas é realizada através da interpretação da análise de solo, podendo-se obter resultados favoráveis ao aumento de produtividade e melhor rentabilidade para o produtor. Para se ter uma boa adequação

do programa de adubação é necessário utilizar, também, a diagnose foliar, que indica o estado nutricional da planta e os efeitos das adubações anteriores.

A prática de uma agricultura competitiva recomenda, entre outras técnicas, o monitoramento das plantas através de análises foliares como instrumento de avaliação do estado nutricional da cultura. Essa ferramenta serve, portanto, para ajustar os programas de recomendação de adubação (VALARINI, 2005).

1.2 Diagnose foliar

A análise química de plantas com critérios ajustados de amostragem é uma ferramenta essencial para a avaliação do equilíbrio de nutrientes. A ideia de usar o teor mineral das folhas como critério para a avaliação do estado nutricional foi proposta inicialmente por LAGATU & MAUME (1934) em Montpellier, na França.

A lógica da análise de tecidos vegetais é que o teor ou o conteúdo de nutrientes, em uma parte específica da planta, reflete o estado nutricional da mesma e, portanto, seu potencial de crescimento e produção. A diagnose objetiva avaliar, de forma direta, os nutrientes que a planta tenha absorvido, em vez de medir o aporte de elementos presentes no solo, portanto, tecidos das plantas e análise do solo são, por vezes, relacionados entre si (MEAD, 1984).

A diagnose foliar é um método de avaliação do estado nutricional das culturas em que se analisam determinadas folhas, em períodos definidos da vida da planta. O motivo pelo qual se analisam as folhas é conhecido: são os órgãos vegetais que apresentam o metabolismo mais intenso, devido à fotossíntese e, por isso refletem melhor o estado nutricional (MEAD, 1984), respondendo melhor às variações no suprimento de nutrientes, seja pelo solo, seja pelo adubo.

Sabe-se que o método de amostragem foliar é fundamental para o sucesso da avaliação do estado nutricional da cultura. A especificação da posição do ramo e do tipo de folha, a idade e a época do ano em que a amostra deve ser colhida, são fundamentais para uma amostragem adequada. Além dos aspectos inerentes à planta

(tipo de folha, estado fisiológico, etc.), parece razoável supor também, que haja variação no número de plantas necessárias para representar adequadamente as populações em lavouras irrigadas e não irrigadas, visto o papel fundamental da água nas alterações provocadas no solo e na planta.

Um aspecto importante da análise foliar para as culturas perenes, como é o café, é a possibilidade do monitoramento do estado nutricional da planta, fornecendo os teores foliares dos nutrientes em época que ainda permite ajustes na adubação inicialmente planejada, caso algum nutriente esteja com teores considerados inadequados (MENDES, 1995).

1.3 Diagnose foliar no cafeeiro

Estabelecido os fundamentos da diagnose foliar por LAGATU & MAUME (1934), o emprego da análise química foliar na cultura do cafeeiro somente avançou a partir da década de 1950. A diagnose foliar no Brasil iniciou-se em 1956 com trabalhos realizados por Lott, que padronizou a coleta para a análise foliar do cafeeiro, indicando a coleta do terceiro ou quarto par de folhas recém-maduras (MALAVOLTA, 1964).

LEECE & ENDE (1975); KOTUR & SINGH (1993) e DROSSOPOULOS et al. (1996) recomendam que para a amostragem de folhas para fins de diagnose do estado nutricional, é importante que se faça a coleta de folhas nas plantas, em períodos e posições onde as variações das concentrações de nutrientes sejam mínimas em virtude da flutuação estacional.

VALARINI et al. (2005) com o objetivo de avaliarem a mobilização de macronutrientes das folhas para os frutos, em diferentes cultivares de café arábica no município de Campinas, estado de São Paulo, realizando análises foliares periódicas, coletaram uma folha em cada lado da planta (terceiro par a partir do ápice) de ramos com frutos, em 20 plantas centrais da parcela, para a determinação de macronutrientes em três períodos (dezembro – frutos com chumbinho, fevereiro – estágio de fruto verde, e maio – fruto maduro) e observaram que houve decréscimo no teor dos

macronutrientes nas folhas do cafeeiro, durante a estação de crescimento do fruto, exceto do cálcio que apresentou aumento, com maior evidência para o potássio. Esses autores concluíram que, à medida que os frutos dos cafeeiros se desenvolvem, há decréscimos nos teores dos macronutrientes nas folhas dos ramos produtivos, entre dezembro e maio, com diferentes intensidades para cada elemento, à exceção do cálcio, que nesse período teve incrementos. Os autores observaram ainda, que a avaliação do estado nutricional das plantas de café, através das análises foliares obtidas nas amostras coletadas em fevereiro, revelou teores adequados de nutrientes, considerando os níveis limiares para o cafeeiro, exceção do potássio, com teores baixos em dez cultivares.

MARTINEZ et al. (2003), avaliaram o estado nutricional de cafeeiros em quatro regiões cafeeiras de Minas Gerais, realizaram a amostragem em plantas de cafeeiro coletando o 3º e o 4º par de folhas a contar do ápice do ramo na altura mediana da planta, em 20 plantas por talhão no período em que os frutos encontravam-se na fase de “chumbinho”. Os autores verificaram que as faixas críticas foram semelhantes nos anos de alta e baixa produtividade, indicando que na época em que as folhas foram amostradas os frutos ainda não apresentavam acentuada atividade de dreno, confirmando que a fase compreendida entre o florescimento e a primeira fase de expansão rápida dos frutos (chumbinho) é indicada para as avaliações do estado nutricional do cafeeiro.

Entretanto, persistem divergências na literatura entre os autores, com relação ao número de folhas adequadas a serem coletadas nas amostras para fins de diagnose do estado nutricional na cultura do café. Amostras variando entre 2 e 20 folhas por planta e, 60 a 144 folhas por parcela amostrada, foram encontradas na literatura conforme relata MALAVOLTA (1964).

MALAVOLTA (1980) recomenda amostrar o 3º ou 4º par de folhas a partir do ramo frutífero ou não, a meia altura da planta, sendo um par de cada lado do renque, somando 100 folhas por hectare, quando os frutos apresentarem metade do desenvolvimento. MALAVOLTA (1992) recomenda coletar 40 folhas por gleba uniforme, na época do verão-outono, amostrando o 3º e o 4º par de folhas (1º par de folhas com

mais de 2,5 cm), a partir da extremidade do ramo produtivo, à meia-altura da planta, sendo uma folha em cada quadrante (quatro folhas por planta) ou um par em cada lado do renque. MALAVOLTA et al. (1993) recomenda coletar folhas do 3º e do 4º par de folhas a partir da extremidade do ramo produtivo, na altura média da planta, num total de 50 pares de folhas por talhão homogêneo, em 25 plantas, colhendo 2 pares, um de cada lado da planta. MILLS & JONES JÚNIOR (1996), recomendam amostrar o 4º par de folhas, a partir do ápice do ramo de plantas maduras, coletando 50 folhas no início do florescimento. MALAVOLTA et al. (1997) recomendam amostrar 30 folhas por hectare no período da primavera-verão, devendo-se colher o 3º ou 4º par de folhas, a partir da extremidade, em ramos produtivos, à meia-altura do cafeeiro. RAIJ et al. (1997) recomendam coletar 100 folhas no período de dezembro a janeiro, amostrando o 3º par de folhas, a partir da extremidade do ramo, à meia-altura da planta, em igual número em ambos os lados da linha do cafeeiro. MARTINEZ et al. (1999) recomendam amostrar 25 plantas por talhão homogêneo quando os frutos estiverem na fase de “chumbinho”, devendo-se colher o 3º e o 4º par de folhas (2 pares por planta), a partir da extremidade de ramos produtivos, à meia-altura do cafeeiro. RAIJ (2011) recomenda coletar no verão 200 folhas (4 folhas com pecíolo por planta), nos quatro pontos cardeais, sendo o 3º par a partir do ápice dos ramos, na altura média da planta.

MATIELLO et al. (2010), avaliando a equivalência na coleta de folhas individuais ou de pares na amostragem para análise foliar do cafeeiro, coletaram folhas de 40 plantas num total de 40 e 80 folhas para as amostragens de folhas individuais e para o par de folhas, respectivamente. Estes autores concluíram que ocorre uma equivalência nas amostragens entre o par de folhas e as folhas individuais do mesmo par, mostrando que a coleta de folhas individuais representa mais ramos com o mesmo tamanho de amostra, entretanto sendo mais recomendável.

Inúmeras indicações de amostragem de folhas para o cafeeiro resultam em inúmeras indicações de teores adequados para avaliação do estado nutricional do cafeeiro (Tabela 1).

Tabela 1. Teor de nutrientes em folhas de cafeeiro

Nutrientes	Autores *							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	g kg ⁻¹							
N	28-31	28-32	29-32	26-31	23-30	27-32	28,8-32,2	26-32
P	1,7-1,9	1,6-1,9	1,6-1,9	1,5-1,9	1,2-2,0	1,5-2,0	1,2-1,6	1,2-2,0
K	22-25	24-31	22-25	19-24	20-25	19-24	21-30	18-25
Ca	10-13	12-15	13-15	15-18	10-25	10-14	8,8-12,6	10-15
Mg	2,7-3,5	3,1-3,8	4,0-4,5	3,6-4,0	2,5-4,0	3,1-3,6	2,9-5,1	3,0-5,0
S	1,8-2,3	1,6-2,3	1,5-2,0	2,1-2,4	1,0-2,0	1,5-2,0	1,4-2,2	1,5-2,0
	mg kg ⁻¹							
B	50-80	50-80	50-60	60-80	40-75	59-80	41-65	50-80
Cu	10-15	10-15	11-14	10-15	10-25	8-16	14-26	10-20
Fe	120-200	120-250	100-130	110-300	70-125	90-180	81-124	50-200
Mn	100-150	90-200	80-100	100-200	50-200	120-210	89-182	50-200
Zn	11-20	10-15	15-20	12-20	12-30	8-16	6-24	10-20

* 1- Malavolta (1992); 2- Malavolta et al. (1993); 3- Malavolta et al. (1997); 4- Malavolta (2006); 5- Mills & Jones Júnior (1996); 6- Martinez et al. (1999); 7- Martinez et al. (1999) - Região Sul de Minas; 8- Raij et al. (1997) e Raij (2011).

Tendo em vista os poucos estudos sobre amostragem de folhas no cafeeiro, principalmente sobre o tamanho adequado da amostra foliar, buscou-se subsídios em estudos realizados com outras culturas, os quais são relatados a seguir.

1.4 Tamanho da amostra de folhas indicado para outras culturas

HOLLAND et al. (1967), com o objetivo de avaliar a precisão dos métodos de amostragem foliar em macieiras, realizaram estudo em 40 pomares de maçã em quatro regiões da Inglaterra. As amostras foram retiradas de 25 plantas homogêneas escolhidas aleatoriamente, sendo representativas dos talhões. Os tratamentos

compreendiam amostras compostas por 25 folhas de cada planta, e amostras compostas por 100 folhas (25 plantas x 4 folhas planta⁻¹). Os autores concluíram que a amostra deve conter 100 folhas, amostrando no mínimo 5 plantas, sendo mais adequado amostrar quatro folhas em 25 árvores de macieira.

LAMB (1976), estudando as variações foliares de macro e micronutrientes em *Eucalyptus deglupta* Blume na Nova Guiné, amostrou folhas de diferentes idades, em três alturas da copa e em quatro posições dos ramos. Para cada posição no ramo foram colhidos três pares de folhas. O estudo mostrou uma considerável variação na distribuição de nutrientes dentro da copa do *E. deglupta*, e que uma posição de amostragem simples é improvável que seja adequada para todos os elementos. O autor ainda verificou que a menor variação para todos os nutrientes (exceto K) no tecido vegetal foi encontrada no final do período chuvoso, sendo necessário um número menor de amostras para esta época do ano. Para o nitrogênio, fósforo e todos os micronutrientes, a amostragem pode ser realizada no ramo superior da copa, amostrando as folhas internas do ramo, necessitando amostrar 52 árvores, enquanto que para o magnésio, as folhas podem ser amostradas a partir dos ramos superiores da copa, na posição inicial do ramo, necessitando amostrar apenas 11 árvores. Contudo, este autor concluiu que a posição escolhida no ramo e o número de amostras necessárias dependerão do elemento e propósito para o qual as análises serão realizadas.

DAHIYA & JOON (1995), com o objetivo de identificar o tamanho adequado da amostra de folhas para fins de análise química de tecido vegetal, desenvolveram um trabalho com plantas de goiabeira da cultivar L-49, com 12 anos de idade, implantadas no pomar experimental do Departamento de Horticultura da Universidade Agrícola de Haryana, na Índia. O estudo foi realizado usando o delineamento em blocos casualizados com quatro tratamentos (amostras de folhas de tamanhos diferentes (10, 20, 30, 40 e 50 folhas) e três repetições. Os autores concluíram que os menores tamanhos de amostras foliares (10 a 20 folhas) mostraram significativa variação no conteúdo de N, Ca, Mg, Zn, Mn e Fe, o que não ocorreu para as amostras contendo acima de 30 folhas, que apresentaram variação mínima nos teores destes nutrientes.

No Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), foi realizado um trabalho para determinar o tamanho da amostra de plantas de cacau, para fins de análise química do material vegetal (Folhas), a partir do desvio padrão dos teores de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn e Cu. Como padrão para a amostragem do tecido vegetal, coletou-se a terceira folha a partir do ápice de um lançamento recém amadurecido. Foram amostradas quatro folhas localizadas à meia sombra, nos quatro quadrantes de cada planta, amostrando um total de 80 plantas. Através da interpretação dos resultados, os autores concluíram que 10 plantas foram suficientes para se obter uma amostra representativa para estudos de nutrição em clones na cultura do cacau (SODRÉ et al., 2001).

Sabendo que o acúmulo de nutrientes pela macieira durante o ciclo vegetativo é um bom parâmetro indicador da demanda da cultura em cada etapa de desenvolvimento, NACHTIGALL & DECHEN (2006) realizaram um experimento em pomares comerciais de maçã, na região de Vacaria, estado do Rio Grande do Sul, com o objetivo de avaliar a sazonalidade de nutrientes na macieira, em três cultivares (Gala, Golden Delicious e Fuji), durante as safras agrícolas de 1999, 2000 e 2001. Para tanto, amostraram folhas e frutos, e avaliaram os teores de macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn). As folhas foram coletadas do terço médio dos ramos do ano (uma folha de cada quadrante da planta) em 10 plantas para obter uma amostra composta (40 folhas). A amostragem de folhas teve início uma ou duas semanas após a plena floração, dependendo do cultivar, e prolongou-se até quatro semanas depois da colheita dos frutos. Os autores observaram que nas folhas, de modo geral, os teores de N, P, K, Cu e B diminuíram, enquanto o de Ca aumentou, e os teores de Mg, Fe, Mn e Zn pouco variaram ao longo do ciclo vegetativo da cultura. Contudo, concluíram que na macieira, os teores foliares de nutrientes ao longo do ciclo vegetativo, apresentaram relativa estabilidade até 10 semanas após o pleno florescimento, indicando que a amostragem de folhas para a diagnose pode ser antecipada em 30 dias.

1.5 REFERÊNCIAS

ANUÁRIO do café. Com novas roupagens, café conquista consumidor. **Revista Campo & Negócios**, Uberlândia, p. 108-109, 2010.

BATAGLIA, O. C.; SANTOS, W. R. dos. **Estado nutricional de plantas perenes: avaliação e monitoramento**. Piracicaba: POTAFOS, 2001. 20 p. (Informações Agronômicas, 96).

CARVALHO, A.; MEDINA FILHO, H. P.; FAZUOLI, L. C.; GUERREIRO FILHO, O.; LIMA, M. M. A. Aspectos genéticos do cafeeiro. **Brazilian Journal of Genetics**, Ribeirão Preto, v. 14, n. 1, p. 135-183, 1991. Disponível em: <<http://www.gmb.org.br/>>. Acesso em: 09 jul. 2012.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Custo de produção café arábica 2003 - 2011**. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br / produtos e servicos / Indicadores da agropecuária / Custos de produção / Culturas perenes / Café>>. Acesso em: 17 maio 2012.

DAHIYA, S. S.; JOON, M. S. Variation in mineral composition of leaves of guava cultivar L-49 as affected by sample size. **Crop Research**, Hisar, v. 9, n. 1, p. 121-122, 1995.

DROSSOPOULOS, B.; KOUCHAJI, G. G.; BOURANIS, D. L. Seasonal dynamics of mineral nutrients and carbohydrates by walnut tree leaves. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 19, n. 3, p. 493-516, 1996.

FERNANDES, A. L. T. A nova realidade da cafeicultura irrigada. In: ANUÁRIO do café. Uberlândia, 2010. p. 55-60.

GUIMARÃES, G. C. **A lavoura cafeeira sob o sistema safra zero: análise técnica e econômica**. 2008. 26 f. Monografia (Trabalho de graduação em Tecnólogo em Gestão Ambiental) – Escola Agrotécnica Federal, Inconfidentes, 2008.

GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G. **Economia cafeeira: o agronegócio**. Lavras: UFLA, 2000. 46 p. (Textos Acadêmicos).

HOLLAND, D. A.; LITTLE, R. C.; ALLEN, M.; DERMOTT, W. Soil and leaf sampling in apple orchards. **Journal of Horticultural Science**, London, v. 42, p. 403-417, 1967.

KOTUR, S. C.; SINGH, H. P. Leaf-sampling technique in litchi (*Litchi sinensis*). **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi, v. 63, n. 10, p. 632-638, 1993.

LAGATU, H.; MAUME, L. Le diagnostic foliare de la pomme de terre. **Annales de l'École Nationale d'Agriculture**, Montpellier, v. 22, p. 50-158, 1934.

LAMB, D. Variations in the foliar concentrations of macro and micro elements in a fast-growing tropical eucalypt. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 45, n. 4, p. 477-492, 1976.

LEECE, D. R.; ENDE, B. van den. Diagnostic leaf analysis for stone fruit. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, Collingwood, v. 15, n. 72, p. 123-128, 1975.

MALAVOLTA, E. Diagnose foliar no cafeeiro. In: CURSO Internacional de Diagnose Foliar. Piracicaba: IICA/ESALQ, 1964. p. 1-14.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

MALAVOLTA, E. **ABC da análise de solos e folhas: amostragem, interpretação e sugestões de adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1992. 142 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 631 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. 2. ed. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319 p.

MALAVOLTA, E.; FERNANDES, D. R.; CASALE, H.; ROMERO, J. P. **Seja doutor do seu cafezal**. Piracicaba: POTAFÓS, 1993. 10 p. (Informações Agronômicas, 64).

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Informe estatístico do café**. Brasília: CGFUNCAFÉ, 2012. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/Vegetal/Estatísticas/Café>>. Acesso em: 12 abr. 2012.

MARTINEZ, H. E. P.; CARVALHO, J. G. de; SOUZA, R. B. de. Diagnose foliar. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARAES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.) **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais/CFSEMG, 1999. p. 143-168.

MARTINEZ, H. E. P.; MENEZES, J. F. S.; SOUZA, R. B. de; VENEGAS, V. H. A.; GUIMARÃES, P. T. G. Faixas críticas de concentrações de nutrientes e avaliação do estado nutricional de cafeeiros em quatro regiões de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 6, p. 703-713, 2003.

MATIELLO, J. B. Fatores que afetem a produtividade do café no Brasil. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do cafeeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFÓS, 1986. p. 1-11.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. **Cultura de café no Brasil**: novo manual de recomendações. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2002. 387 p.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. **Cultura de café no Brasil**: manual de recomendações. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2010. 387 p.

MEAD, D. J. Diagnosis of nutrient deficiencies in plantations. In: BOWEN, G. D.; NAMBIAR, E. K. **Nutrition of plantation forests**. London: Academic Press, 1984. p. 259-291.

MENDES, A. N. G; ABRAHÃO, E. J.; CAMBRAIA, J. F.; GUIMARÃES, R. J. **Recomendações técnicas para a cultura do cafeeiro no Sul de Minas**. Lavras: UFLA, 1995. 76 p.

MILLS, H. A.; JONES JÚNIOR, J. B.; **Plant Analysis Handbook II**: a practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide. 2. ed. Athens: MicroMacro, 1996. 422 p.

NACHTIGALLI, G. R.; DECHEN, A. R. Seasonality of nutrients in leaves and fruits of apple trees. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 63, n. 5, p. 493-501, 2006.

QUAGGIO, J. A.; RAIJ, B. van. Fertirrigação: novo ambiente de produção da cafeicultura. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM CAFÉ, 9., 2009, Campinas. **Anais...** Campinas: Instituto Agrônômico, 2009. p. 25-39. (Documentos IAC, 91)

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011, 420 p.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. Estimulantes. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 1997. p. 93-95, (Boletim Técnico, 100).

SODRÉ, G. A.; MARROCOS, P. C. L.; CHEPOTE, R. E.; PACHECO, R. G. Uso do desvio padrão para estimativa do tamanho da amostra de plantas de cacau (*Theobroma cacao* L.) em estudos de nutrição. **Agrotrópica**, Ilhéus, v. 13, n. 3, p. 145-150, 2001.

VALARINI, V. **Demanda de macronutrientes pelas folhas e frutos em cultivares de café arábica de porte baixo**. 2005. 87 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agrônômico, Campinas, 2005.

VALARINI, V.; BATAGLIA, O. C.; FAZUOLI, L. C. Macronutrientes em folhas e frutos de cultivares de café arábica de porte baixo. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 4, p. 661-672, 2005.

CAPÍTULO 2 – AMOSTRAGEM DE FOLHAS EM CAFEIEIRO PARA FINS DE DIAGNOSE DO ESTADO NUTRICIONAL.

Amostragem de folhas em cafeeiro para fins de diagnose do estado nutricional

RESUMO – A análise foliar é um método de avaliação do estado nutricional das plantas que auxilia os programas de adubação com o intuito de obter maiores produtividades nas culturas perenes em geral, no entanto, é imprescindível conhecer o número ideal de plantas ser amostrada. O trabalho teve como objetivo determinar em lavouras comerciais de café, cultivar Mundo Novo, submetidas a dois regimes hídricos, o número de plantas a serem amostradas e estimar o erro amostral para a diagnose do estado nutricional dessa cultura. O trabalho foi composto por dois estudos, onde foram realizadas amostragens de folhas, em lavoura de sequeiro e irrigado. Para ambos os estudos foram utilizados o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições, que constaram da coleta de folhas em 5, 10, 20 e 40 plantas de cafeeiro por unidade amostral. Concluiu-se que para a determinação de macronutrientes, a amostragem de folhas em 10 e 20 plantas por unidade amostral nos sistemas irrigado e sequeiro respectivamente, é suficiente para manter o erro amostral menor que 10% e a coleta do 3º par de folhas, a partir da ponta do ramo, a meia-altura das plantas, em igual número em ambos os lados da linha do cafeeiro, em 20 plantas, são suficientes para realizar as determinações químicas de macro e micronutrientes a um erro na estimativa da média amostral menor que 10% no sistema irrigado e sequeiro, exceto o Cu e Mn que necessitam de amostragem superior a 40 plantas no sistema de sequeiro.

Palavras-chave: *Coffea arabica*, Diagnose foliar, Tamanho da amostra foliar, Nutrição de plantas.

Sampling of leaves in coffee for the diagnosis of nutritional status

SUMMARY – The leaf analysis is a method of evaluating the nutritional status of plants that helps fertilization programs in order to obtain higher yields in perennial crops in general, however, is indispensable to know the optimal number of plants to be sampled. The study aimed to determine cash crops of coffee, Mundo Novo cultivar subjected two water regimes, the number of plants to be sampled and the sampling error estimate for the diagnosis of nutritional status of this culture. The work comprised two studies, where samples taken from leaves in irrigated and without irrigation. For both studies we used a completely randomized design with four treatments and five repetitions that consisted of leaf collection in 5, 10, 20 and 40 coffee plants per plot. It was concluded that the plots assessed no difference in the number of plants, considering the error in estimating the sample mean less than 10% acceptable, to compose the leaf sample for macronutrients, in the system with and without irrigation, when we considered the sample of 20 plants. The sampling of the 3rd pair of leaves from the tip of the branch, the half-height of the plants in equal numbers on both sides of the row of coffee plants, 20 plants are enough to perform chemical analysis of macro and micronutrients an error in estimating the sample mean less than 10% in the system with and without irrigation, except for Cu and Mn in need of higher than 40 plants in the system without irrigation.

Keywords: *Coffea arabica*, Diagnosis leaf, Sample size leaf, Plant nutrition.

2.1 Introdução

A prática de uma agricultura competitiva recomenda, entre outras técnicas, o monitoramento das plantas através de análises foliares como instrumento de avaliação do estado nutricional da cultura.

A diagnose foliar é um método de avaliação do estado nutricional em que se analisam determinados órgãos, em períodos definidos do ciclo produtivo das plantas. As maiores indicações de amostragem são para as folhas, pois é o órgão que, como regra geral, reflete melhor o estado nutricional, isto é, respondem melhor às variações no suprimento de nutrientes (MALAVOLTA, 1992).

Segundo MEAD (1984), a análise foliar em culturas perenes tem-se mostrado sensível para detectar deficiências nutricionais, tendo como vantagem a relação direta com a produtividade, pois são as folhas os órgãos vegetais de metabolismo mais intenso, devido à fotossíntese. Um aspecto importante da análise foliar para as culturas perenes, como o café, é a possibilidade do monitoramento do estado nutricional da planta, fornecendo os teores foliares dos nutrientes em época que ainda permite ajustes na adubação inicialmente planejada, caso algum nutriente esteja com teores considerados inadequados.

Para a cultura do cafeeiro, entretanto, persistem divergências na literatura entre os autores, com relação ao número de folhas adequadas a serem coletadas por unidade amostral para fins de diagnose do estado nutricional. Coleta de folhas variando entre 2 e 20 unidades por planta e, 60 a 144 folhas por unidade amostral, foram encontradas na literatura conforme relatado por MALAVOLTA (1964).

MALAVOLTA (1992), recomenda coletar 40 folhas por gleba uniforme, na época do verão-outono, amostrando o 3º ou o 4º par de folhas (1º par de folhas com mais de 2,5 cm), a partir da extremidade do ramo produtivo, à meia-altura da planta, sendo uma folha em cada quadrante, ou 1 par de cada lado do renque. RAIJ et al. (1997) recomendam coletar 100 folhas (duas folhas por planta) de 50 plantas, no período de dezembro a janeiro, amostrando o 3º par de folhas, a partir da extremidade do ramo frutífero, à meia-altura da planta, em igual número em ambos os lados da linha do

cafeeiro. GUIMARÃES et al. (1999) recomendam amostrar em 25 plantas (1 par de cada lado do renque), o 3º ou 4º par de folhas a partir do ápice de ramos produtivos, em altura mediana na planta, no estágio de chumbinho. RAIJ (2011) recomenda coletar no verão 200 folhas (quatro folhas com pecíolo por planta), nos quatro pontos cardeais, sendo o 3º par a partir do ápice dos ramos, na altura média da planta.

Na literatura nacional, para a cultura do cafeeiro há inúmeros trabalhos que contemplam o número de plantas a ser amostrado por unidade amostral, para fins de avaliação do estado nutricional, porém há divergências entre eles e não há informações sobre a variação do erro na estimativa da média amostral. Para o diagnóstico foliar em grandes culturas como o eucalipto (LAMB, 1976), Pinus (MEAD, 1984), mangueira (ROZANE et al., 2007), goiabeira (ROZANE et al., 2009) e caramboleira (HERNANDES et al., 2011), os autores propõem um erro na estimativa da média amostral aceitável entre 5% e 10%.

Este estudo teve como objetivo determinar para a cultura do café, cultivado sob dois sistemas (irrigado e sequeiro), o número de plantas por parcela a serem amostradas para fins de diagnose nutricional.

2.2 Material e Métodos

O trabalho foi realizado em lavouras comerciais de café, com idades de 8 anos no sistema sequeiro e 12 anos no sistema irrigado, ambas plantadas no espaçamento convencional de 3,5 x 0,8 m, contendo 3.571 plantas por hectare. Nas lavouras, a cultivar avaliada foi a Mundo Novo IAC 379-19, do gênero *Coffea arabica* L., que representa amplamente a cafeicultura regional de Minas Gerais. As coordenadas geográficas das lavouras em estudo são: 20°19'02" latitude sul e 47°11'29" longitude oeste para a lavoura no sistema de sequeiro, que está instalada no município de Ibiraci, e, 20°20'39" latitude sul e 46°56'20" longitude oeste para a lavoura irrigada, que está instalada no município de Delfinópolis, ambas situadas na região sudoeste do estado de Minas Gerais, e distantes 26,5 km entre si.

O talhão avaliado em Ibiraci possui 1,4 hectares, está situado a 780 metros de altitude, possui clima do tipo Cwa, de acordo com a classificação de Köppen, chuvoso com inverno seco, com índice pluviométrico médio de 1.700 milímetros.

O talhão avaliado em Delfinópolis possui 2,0 hectares, está situado a 700 metros de altitude, e o clima segundo a classificação de Köppen é do tipo Cwa, chuvoso e quente, com chuvas de verão e precipitação média anual superior a 1.600 milímetros. O talhão está equipado com sistema de irrigação por gotejo, com emissores de $2,3 \text{ l h}^{-1}$ e é manejado por tensiômetros – vacuômetro, instalados a 15 e 30 cm de profundidade.

Os tensiômetros com vacuômetro metálico tipo Bourdon, foram fabricados pela SONDATERRA[®], confeccionados em tubo de PVC soldável de 1/2" com cápsula porosa em cerâmica de 3/4", e vacuômetro com caixa de aço inoxidável blindada. A tomada de decisão para se fazer a irrigação foi realizada de acordo com as cores indicadas nos tensiômetros com escala qualitativa em 04 cores [azul (0 - 13 kPa) – “saturado”; verde (14 - 40 kPa) – “umidade econômica”; laranja (41 - 65 kPa) – “umidade de pré-stress hídrico”; vermelha (66 – 100 kPa) – “stress-hídrico”], ou seja, iniciando-se a irrigação quando o tensiômetro situado a 15 cm de profundidade indicava a cor laranja – “umidade de pré-stress hídrico”, e desligando o sistema de irrigação quando o tensiômetro situado a 30 cm de profundidade indicava a cor verde.

Os solos dos talhões avaliados foram caracterizados como Latossolo Vermelho Distrófico, segundo a classificação da EMBRAPA (2006). Para avaliar a fertilidade do solo, com o auxílio de um trado tipo sonda, com 18 mm de diametro interno, confeccionado em aço inoxidável e ponteira em aço carbono, foram coletadas na camada de 0-20 cm de profundidade 20 subamostras, em zigue-zague e de maneira aleatória, sob a projeção da copa do cafeeiro conforme recomendado por RAIJ et al. (1997), e analisadas como recomendam RAIJ et al. (2001). Os resultados das análises químicas do solo dos talhões estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Propriedades químicas do solo referente à camada de 0-20cm, dos talhões de cafeeiros.

Talhão	pH	M.O.	P(resina)	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
	(CaCl ₂)	g/dm ³	mg/dm ³	mmol _c /dm ³						%
Sequeiro	5,3	32	27	2,5	33	7	34	42,5	76,5	56
Irrigado	4,9	31	54	1,7	40	11	38	52,7	90,7	58
Talhão	Al	S-SO ₄ ⁻²	B	Cu	Fe	Mn	Zn			
	mmol _c /dm ³	mg/dm ³								
Sequeiro	0	113	0,47	6,8	17	4,4	5,0			
Irrigado	0	144	0,66	3,2	33	6,2	4,5			

Os talhões apresentavam-se homogêneos quanto aos tratos culturais e fitossanitários, não havendo a prática da fertilização foliar. As produtividades de café beneficiado na safra agrícola 2010/2011, para as lavouras de Ibiraci e Delfinópolis foram de 2.570 kg e 2.142 kg respectivamente, quantidade bem superior à média nacional que é de aproximadamente 1320 kg ha⁻¹ (MAPA, 2012).

O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos constaram da coleta do 3º par de folhas (Figura 1), a partir da ponta de ramos produtivos, a meia-altura das plantas, no estágio de “chumbinho” - 67 dias após a antese da florada principal (Figura 2), em igual número em ambos os lados da linha do cafeeiro, seguindo a recomendação de GUIMARÃES et al. (1999) para a cultura.



Figura 1. Local adequado para amostragem de folhas em cafeeiro.

As coletas foram realizadas em ambos os talhões em dezembro de 2010. Foram escolhidas aleatoriamente 5, 10, 20 e 40 plantas (tratamentos) por talhão homogêneo, somando um total de 20, 40, 80 e 160 folhas respectivamente para cada unidade amostral. O material após lavado e seco em estufa de ventilação forçada de ar a 65°C, até atingir peso constante foi moído em moinho tipo Willey, e determinado os teores de macronutrientes em g kg^{-1} e micronutrientes em mg kg^{-1} , como descrito por BATAGLIA et al. (1983).



Figura 2. Fases do cafeeiro – (1) Florada; (2) “Chumbinho”; (3) Enchimento dos grãos – granação; (4) Maturação dos grãos.

Com base nos resultados dos teores dos nutrientes, para cada atributo foi calculado a média, a variância, o desvio padrão da média, o erro-padrão da média, o intervalo de confiança para a média e a porcentagem de erro na estimativa da média, através da semi-amplitude do intervalo de confiança (a um coeficiente de 95% de confiança) expresso em porcentagem da média e o coeficiente de variação, dado por:

$$\% \text{ Erro} = \frac{t \cdot s(\hat{m})}{\hat{m}} \cdot 100$$

onde:

- t é o valor da distribuição t de Student, a 5% de probabilidade;

- $s(\hat{m})$ é o erro padrão da média, e
- \hat{m} é a estimativa da média amostral.

A equação para se obter a porcentagem de erro na estimativa da média amostral é uma variável da equação de THOMPSON (1992).

Os teores dos nutrientes obtidos, foram submetidos à análise de variância pelo teste F e a comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

2.3 Resultados e Discussão

Os dados da Tabela 2, referentes às amostras de solo, indicam que todos os atributos analisados são considerados como médios a altos para as culturas perenes, de acordo com a classificação proposta por RAIJ et al. (1997).

GUIMARÃES et al. (1999) indicam para a cultura do cafeeiro no Sul de Minas as seguintes faixas de teores foliar consideradas adequadas: N = 28-32; P = 1,2-1,6; K = 21-30; Ca = 8-12; Mg = 2,9-5,1; S = 1,4-2,2 g kg⁻¹ e, ainda, B = 41-65; Cu = 14-26; Fe = 81-124; Mn = 89-182 e Zn = 6-24 mg kg⁻¹. Os teores foliares de N, Ca, Mg, B, Mn e Zn nos sistemas de cultivo avaliados estão dentro ou próximos aos limites inferiores e superiores da faixa proposta por GUIMARÃES et al. (1999).

Observa-se nas Tabelas 3 e 4 que os teores foliares médios de P, Ca, S, B e Cu foram superiores nas plantas do sistema irrigado, porém, o B nos dois sistemas e o Ca no sistema de sequeiro estão dentro da faixa considerada adequada por GUIMARÃES et al. (1999). O fato dos teores foliares médio no sistema irrigado serem superiores à faixa considerada adequada pode ser explicado pela maior concentração destes nutrientes no solo (Tabela 2).

Concentrações de S e Cu consideradas altas no solo segundo RAIJ et al. (1997) para culturas perenes, também explicariam os teores foliares acima do adequado para estes dois nutrientes. Já os teores de N e Mg nos dois sistemas, o Fe e o Zn no sistema

irrigado encontram-se dentro da faixa considerada adequada por GUIMARÃES et al. (1999), porém os teores de N e Mg não mostraram variações entre os dois sistemas.

Nas Tabelas 3 e 4, onde se tem a % erro na estimativa da média amostral para cada parcela, observa-se que os maiores erros foram detectados quando se coletavam um número menor de plantas por unidade amostral, diminuindo este erro com o aumento do número de cafeeiros amostrados. A mesma observação foi feita por ROZANE et al. (2007, 2009) amostrando folhas de mangueiras e goiabeiras, respectivamente, bem como HERNANDES et al. (2011) para a cultura da carambola.

Para compor a amostra foliar para fins de diagnose nutricional, LAMB (1976) trabalhando com a cultura do eucalipto, propõe um erro aceitável na estimativa da média amostral de 5% a 10%. MEAD (1984) para florestas de Pinus, ROSSETTI (2002) para plantas arbóreas, ROZANE et al. (2007; 2009) para a mangueira e goiabeira, respectivamente e HERNANDES et al. (2011) para caramboleira, também preconizam o mesmo erro na estimativa da média amostral. Para a presente pesquisa, admitindo-se um erro na estimativa da média neste mesmo intervalo proposto, observa-se que a amostragem de 20 plantas de cafeeiro seria suficiente para a análise dos macro e micronutrientes (Tabela 3 e 4) para as lavouras no sistema irrigado e sequeiro, com exceção ao Cu e Mn no sistema de sequeiro. Porém, se o Cu e Mn forem considerados para o sistema de sequeiro, deveram ser coletadas mais que 40 plantas, para manter o erro na estimativa da média amostral menor que 10%.

Tabela 3. Estatística descritiva e porcentagem de erro na estimativa da média amostral para nutrientes em folhas de cafeeiros, Mundo Novo, no sistema de sequeiro, em função do tamanho da amostra

Parâmetros*	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
5 PLANTAS											
\hat{m}	31,14	0,94	22,54	9,36	3,58	2,81	47,70	37,00	157,60	184,10	21,40
s^2	2,26	0,00	1,75	0,69	0,15	0,02	1,04	31,69	151,80	987,42	18,02
s	1,50	0,03	1,32	0,83	0,39	0,12	1,02	5,63	12,32	31,42	4,24
$s(\hat{m})$	0,67	0,01	0,59	0,37	0,17	0,05	0,46	2,52	5,51	14,05	1,90
LI	29,27	0,90	20,89	8,33	3,10	2,65	46,43	30,01	142,30	145,08	16,13
LS	33,00	0,98	24,18	10,39	4,07	2,96	48,97	43,99	172,90	223,12	26,67
E	5,99	4,07	7,29	11,04	13,55	5,42	2,65	18,89	9,71	21,19	24,63
CV	4,83	3,28	5,87	8,89	10,91	4,37	2,14	15,21	7,82	17,07	19,84
10 PLANTAS											
\hat{m}	31,47	0,94	22,14	9,46	3,79	2,79	44,64	36,26	156,60	183,70	21,60
s^2	0,96	0,00	1,27	0,25	0,03	0,01	0,84	18,03	68,80	463,10	0,95
s	0,98	0,03	1,13	0,50	0,19	0,12	0,92	4,25	8,29	21,52	0,97
$s(\hat{m})$	0,44	0,01	0,50	0,22	0,08	0,05	0,41	1,90	3,71	9,62	0,44
LI	30,25	0,91	20,74	8,84	3,56	2,64	43,50	30,99	146,30	156,98	20,39
LS	32,69	0,98	23,54	10,08	4,02	2,94	45,78	41,53	166,90	210,42	22,81
E	3,87	3,89	6,33	6,60	6,07	5,33	2,55	14,54	6,58	14,55	5,60
CV	3,12	3,13	5,10	5,32	4,89	4,29	2,05	11,71	5,30	11,71	4,51
20 PLANTAS											
\hat{m}	31,16	0,93	18,73	9,10	3,80	2,62	49,52	29,05	182,60	157,38	21,86
s^2	0,58	0,00	0,67	0,19	0,03	0,01	0,86	10,38	45,80	189,85	0,73
s	0,76	0,01	0,82	0,44	0,17	0,09	0,93	3,22	6,77	13,78	0,86
$s(\hat{m})$	0,34	0,01	0,37	0,19	0,08	0,04	0,41	1,44	3,03	6,16	0,38
LI	30,22	0,91	17,71	8,56	3,58	2,51	48,37	25,05	174,20	140,27	20,80
LS	32,11	0,94	19,75	9,64	4,01	2,73	50,67	33,05	191,00	174,49	22,92
E	3,04	1,53	5,42	5,95	5,70	4,29	2,32	13,77	4,60	10,87	4,86
CV	2,45	1,23	4,37	4,79	4,59	3,46	1,87	11,09	3,71	8,75	3,92
40 PLANTAS											
\hat{m}	31,14	0,90	17,42	8,92	3,56	2,45	49,26	29,22	180,40	176,92	21,90
s^2	0,56	0,00	0,47	0,17	0,02	0,00	0,64	8,74	38,30	207,28	0,47
s	0,75	0,01	0,69	0,41	0,13	0,06	0,80	2,96	6,19	14,40	0,69
$s(\hat{m})$	0,34	0,00	0,31	0,18	0,06	0,03	0,36	1,32	2,77	6,44	0,31
LI	30,20	0,89	16,57	8,41	3,39	2,38	48,27	25,55	172,72	159,04	21,04
LS	32,07	0,91	18,28	9,43	3,73	2,52	50,25	32,89	188,08	194,80	22,76
E	3,00	1,15	4,91	5,69	4,70	2,89	2,01	12,56	4,26	10,10	3,91
CV	2,41	0,93	3,95	4,58	3,78	2,32	1,62	10,12	3,43	8,14	3,15

* \hat{m} - estimativa da média amostral; s^2 - variância; s - desvio padrão; $s(\hat{m})$ - erro padrão da média; ; LI - limite inferior do intervalo de confiança para a média; LS - limite superior do intervalo de confiança para a média; E - porcentagem de erro na estimativa da média e CV - coeficiente de variação.

Tabela 4. Estatística descritiva e porcentagem de erro na estimativa da média amostral para nutrientes em folhas de cafeeiros, Mundo Novo, no sistema irrigado, em função do tamanho da amostra

Parâmetros*	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
5 PLANTAS											
\hat{m}	28,50	1,76	16,77	13,24	3,86	3,20	61,24	44,70	106,20	114,02	19,52
s^2	2,02	0,05	1,68	0,91	0,03	0,01	20,76	19,29	52,20	123,25	20,90
s	1,42	0,22	1,29	0,96	0,18	0,09	4,56	4,39	7,22	11,10	4,57
$s(\hat{m})$	0,64	0,10	0,58	0,43	0,08	0,04	2,04	1,96	3,23	4,96	2,04
LI	26,74	1,48	15,16	12,05	3,63	3,09	55,58	39,25	97,23	100,24	13,84
LS	30,27	2,03	18,38	14,43	4,08	3,31	66,90	50,15	115,17	127,80	25,20
E	6,20	15,56	9,58	8,96	5,86	3,38	9,24	12,20	8,45	12,09	29,08
CV	4,99	12,53	7,72	7,22	4,72	2,72	7,44	9,83	6,80	9,74	23,42
10 PLANTAS											
\hat{m}	29,96	1,69	15,97	13,22	3,45	3,18	58,96	49,44	111,80	124,36	14,64
s^2	0,66	0,02	1,45	0,22	0,02	0,00	16,39	10,75	39,70	79,16	1,56
s	0,81	0,12	1,20	0,47	0,15	0,07	4,05	3,28	6,30	8,90	1,25
$s(\hat{m})$	0,36	0,06	0,54	0,21	0,07	0,03	1,81	1,47	2,82	3,98	0,56
LI	28,95	1,54	14,47	12,64	3,26	3,10	53,93	45,37	103,98	113,31	13,09
LS	30,97	1,84	17,47	13,80	3,64	3,27	63,99	53,51	119,62	135,41	16,19
E	3,37	9,07	9,36	4,38	5,53	2,70	8,53	8,24	7,00	8,88	10,60
CV	2,71	7,31	7,54	3,52	4,46	2,17	6,87	6,63	5,64	7,15	8,54
20 PLANTAS											
\hat{m}	29,52	1,75	15,77	13,30	3,48	3,17	64,72	49,98	113,60	130,84	14,78
s^2	0,61	0,00	0,71	0,16	0,02	0,00	8,04	4,17	39,80	59,38	0,91
s	0,78	0,06	0,84	0,40	0,15	0,05	2,83	2,04	6,31	7,71	0,95
$s(\hat{m})$	0,35	0,03	0,38	0,18	0,07	0,02	1,27	0,91	2,82	3,45	0,43
LI	28,55	1,67	14,73	12,80	3,29	3,11	61,20	47,44	105,77	121,27	13,60
LS	30,49	1,82	16,82	13,80	3,67	3,23	68,24	52,52	121,43	140,41	15,96
E	3,28	4,46	6,61	3,73	5,39	1,87	5,44	5,07	6,90	7,31	8,00
CV	2,64	3,59	5,33	3,01	4,34	1,50	4,38	4,09	5,55	5,89	6,44
40 PLANTAS											
\hat{m}	31,16	1,80	16,45	12,72	3,39	3,12	59,96	50,84	124,60	130,32	14,34
s^2	0,24	0,00	0,56	0,07	0,02	0,00	4,90	3,78	32,80	58,17	0,39
s	0,49	0,05	0,75	0,26	0,13	0,04	2,21	1,94	5,73	7,63	0,62
$s(\hat{m})$	0,22	0,02	0,34	0,12	0,06	0,02	0,99	0,87	2,56	3,41	0,28
LI	30,55	1,73	15,52	12,40	3,23	3,07	57,21	48,43	117,49	120,85	13,56
LS	31,77	1,86	17,38	13,04	3,55	3,17	62,71	53,25	131,71	139,79	15,11
E	1,94	3,63	5,66	2,53	4,65	1,65	4,59	4,75	5,71	7,27	5,40
CV	1,56	2,93	4,56	2,03	3,75	1,33	3,69	3,82	4,60	5,85	4,35

* \hat{m} - estimativa da média amostral; s^2 - variância; s - desvio padrão; $s(\hat{m})$ - erro padrão da média; LI - limite inferior do intervalo de confiança para a média; LS - limite superior do intervalo de confiança para a média; E - porcentagem de erro na estimativa da média e CV - coeficiente de variação.

Em florestas de eucalipto, para analisar os macronutrientes (N, P, K e Mg) com um erro amostral aceitável entre 5 e 10%, LAMB (1976) recomenda amostrar no mínimo 11 plantas, e se considerar o Ca, seria necessário amostrar 22 plantas. Para os micronutrientes, este mesmo autor recomenda um número ainda maior, 37 plantas.

Maiores erros amostrais foram observados quando se coletou folhas em menor número de plantas e para os micronutrientes, a mesma observação pode ser feita para o coeficiente de variação (Tabelas 3 e 4), o que corrobora com os resultados de LAMB (1976), MEAD (1984), ROSSETTI (2002), ROZANE et al. (2007; 2009) e HERNANDES et al. (2011).

Admitindo-se o erro amostral menor que 10%, a amostragem de 10 plantas por unidade amostral no sistema de sequeiro seria suficiente para as determinações dos macro e micronutrientes, exceto para o Cu e Mn (Figura 3), porém a média deste tratamento não diferiu dos demais somente para os macronutrientes N, P, Ca e Mg, e o micronutriente Zn. Entretanto, para abranger todos os macro e micronutrientes, exceto o Cu e Mn, a amostragem de 20 plantas por unidade amostral é suficiente, pois este tratamento não diferiu da amostragem de folhas em 40 plantas (Tabela 5).

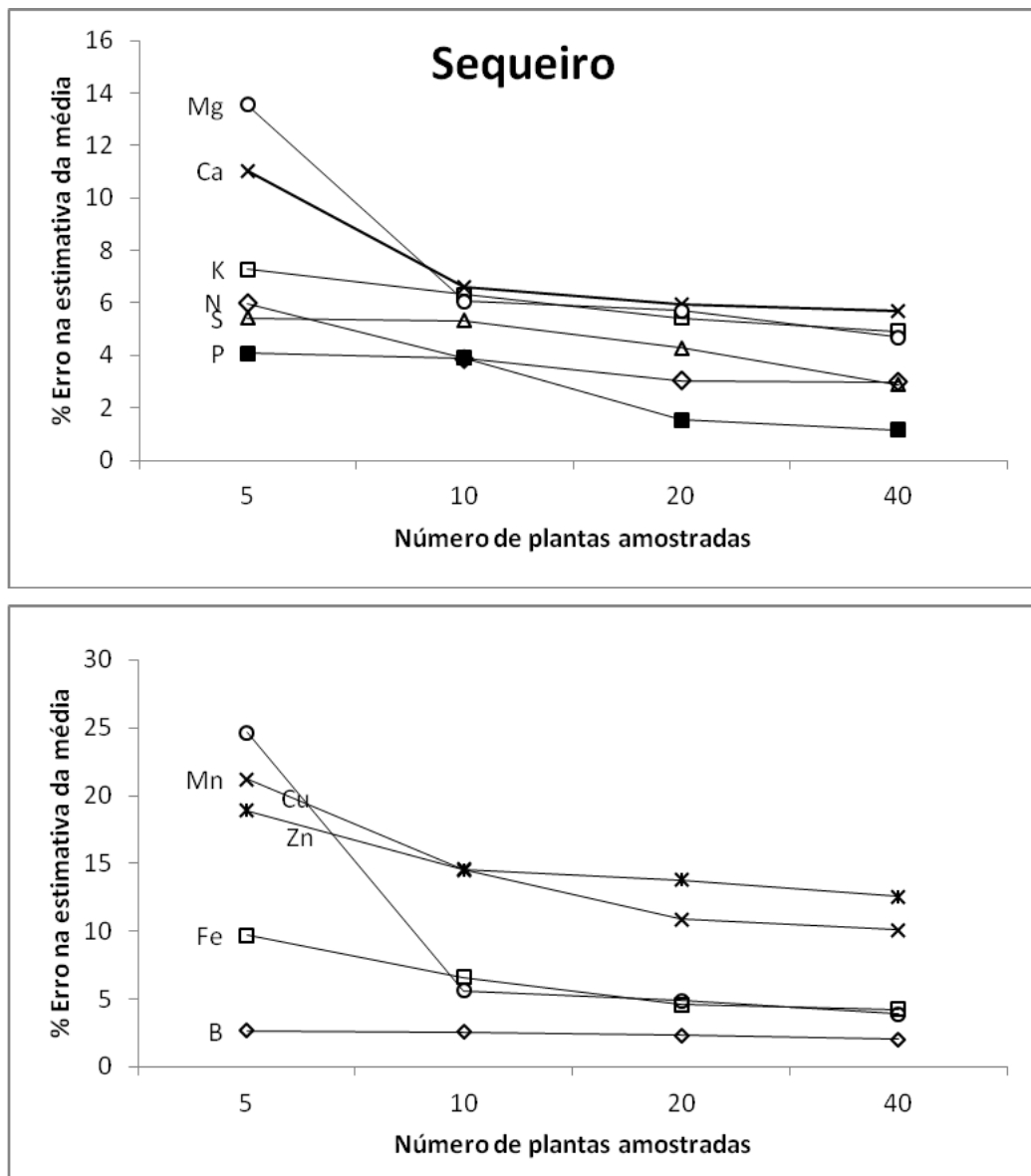


Figura 3. Porcentagem de erro amostral em função do número de plantas amostradas por talhão homogêneo, em lavoura de cafeeiros, cultivar Mundo Novo, no sistema de sequeiro.

Tabela 5. Teores foliares de macro e micronutrientes em função do número de plantas amostradas por talhão homogêneo, em lavoura adulta de cafeeiros, Mundo Novo, no sistema de sequeiro

Número plantas	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
5	31,14 a	0,94 a	22,54 a	9,36 a	3,58 a	2,81 a	47,70 a	37,00 a	157,61 a	184,10 a	21,40 a
10	31,47 a	0,94 a	22,14 a	9,46 a	3,79 a	2,79 ab	44,64 b	36,26 ab	156,60 a	183,70 a	21,60 a
20	31,16 a	0,93 a	18,73 b	9,10 a	3,80 a	2,62 bc	49,52 c	29,05 b	182,60 b	157,38 a	21,86 a
40	31,14 a	0,90 a	17,42 b	8,92 a	3,56 a	2,45 c	49,26 ac	29,22 b	180,40 b	176,92 a	21,90 a
Teste F	0,123 ^{NS}	3,363*	30,534**	0,927 ^{NS}	1,388 ^{NS}	13,895**	29,813**	5,143*	13,090**	1,701 ^{NS}	0,055 ^{NS}
dms	1,8925	0,0407	1,8472	1,0331	0,4395	0,1828	1,6621	7,7427	15,7978	38,9016	4,0654
CV (%)	3,35	2,42	5,05	6,20	6,59	3,79	1,92	13,01	5,16	12,24	10,35

^{NS}, * e ** Não significativo, significativo a 5% e a 1% respectivamente pelo Teste F. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para o sistema irrigado, também considerando o erro amostral menor que 10%, a amostragem de 10 plantas por unidade amostral é suficiente para as determinações dos macro e micronutrientes, exceto o Zn (Figura 4), entretanto, para o Zn a amostragem de folhas em 10 plantas não diferiu dos tratamentos que amostravam 20 e 40 plantas. Para a determinação do micronutriente Fe, a amostragem de folhas em 10 plantas mantém o erro amostral abaixo de 10%, porém este tratamento difere das amostragens de folhas em 20 e 40 plantas, mostrando ser necessário para este micronutriente amostrar 20 plantas por unidade amostral (Tabela 6).

Para a determinação dos macro e micronutrientes nas lavouras de cafeeiros amostradas, a amostragem de folhas em 20 plantas nos sistemas irrigado e sequeiro proporciona um erro na estimativa da média amostral menor que 10%, não diferindo do tratamento onde se amostravam mais plantas (40 plantas). Isto pode ser explicado pela pequena variação entre os teores foliares de nutrientes nesses dois sistemas. Dados semelhantes foram obtidos por MARTINEZ et al. (2003) quando amostraram, como recomenda GUIMARÃES et al. (1999), varias lavouras de café com produtividades variadas, no Sul de Minas Gerais, e concluíram que os teores foliares dos nutrientes

nos anos de alta e baixa produtividade são semelhantes, corroborando com os resultados de VALARINI et al. (2005), que avaliando a remobilização de macronutrientes de folhas para frutos em cultivares de café arábica, de porte baixo, não encontrou relação entre os teores de nutrientes e a produtividade.

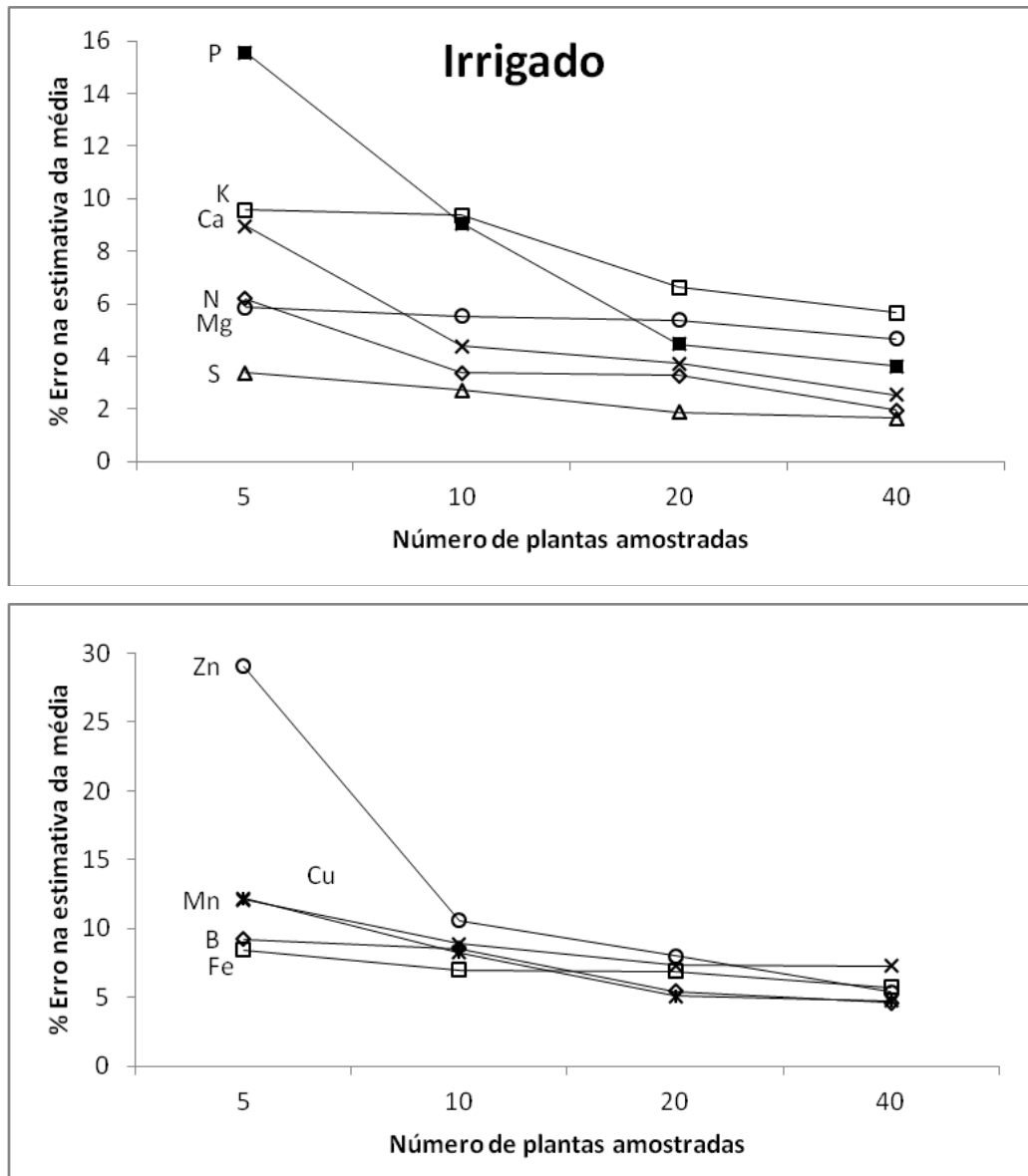


Figura 4. Porcentagem de erro amostral em função do número de plantas amostradas por talhão homogêneo, em lavoura de cafeeiros, cultivar Mundo Novo, no sistema irrigado.

Tabela 6. Teores foliares de macro e micronutrientes em função do número de plantas amostradas por talhão homogêneo, em lavoura adulta de cafeeiros, Mundo Novo, no sistema irrigado

Número plantas	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
5	28,50 a	1,76 a	16,77 a	13,24 a	3,86 a	3,20 a	61,24 a	44,70 a	106,20 a	114,02 a	19,52 a
10	29,96 ab	1,69 a	15,97 a	13,22 a	3,45 b	3,18 a	58,96 a	49,44 ab	111,80 a	124,36 ab	14,64 b
20	29,52 ab	1,75 a	15,77 a	13,30 a	3,48 b	3,17 a	64,72 a	49,98 ab	113,60 ab	130,84 b	14,78 b
40	31,16 b	1,80 a	16,45 a	12,72 a	3,39 b	3,12 a	59,96 a	50,84 b	124,60 b	130,32 b	14,34 b
Teste F	6,862**	0,562 ^{NS}	0,935 ^{NS}	1,065 ^{NS}	9,313**	1,474 ^{NS}	2,521 ^{NS}	3,993*	7,221**	3,820*	5,154*
Dms	1,7001	0,2400	1,8968	1,0542	0,2799	0,1157	6,4053	5,5788	11,6076	16,1886	4,4110
CV(%)	3,15	7,59	6,45	4,44	4,36	2,02	5,78	6,32	5,62	7,16	15,41

^{NS}, * e ** Não significativo, significativo a 5% e a 1% respectivamente pelo Teste F. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

2.4 Conclusões

Para a determinação de macronutrientes, a amostragem de folhas em 10 e 20 plantas por unidade amostral nos sistemas irrigado e sequeiro respectivamente, é suficiente para manter o erro amostral menor que 10%.

A coleta do 3º par de folhas, a partir da ponta do ramo, a meia-altura das plantas, em igual número em ambos os lados da linha do cafeeiro, em 20 plantas, são suficientes para realizar as determinações químicas de macro e micronutrientes a um erro na estimativa da média amostral menor que 10% no sistema irrigado e sequeiro, exceto o Cu e o Mn que necessitam de amostragem superior a 40 plantas no sistema de sequeiro.

2.5 REFERÊNCIAS

BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: IAC. 1983. 48 p. (Boletim Técnico, 78).

EMBRAPA – Empresa Brasileira DE Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2006. 306 p.

GUIMARAES, P. T. G.; GARCIA, A. W. R.; ALVAREZ V., V. H.; PREZOTTI, L. C.; VIANA, A. S.; MIGUEL, A. E.; MALAVOLTA, E.; CORREA, J. B.; LOPES, A. S.; NOGUEIRA, F. D.; MONTEIROS, A. V. C.; OLIVEIRA, J. A. de. Cafeeiro In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARAES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.) **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais/CFSEMG, 1999. p. 289-302.

HERNANDES, A.; ROZANE, D. E.; SOUZA, H. A. de; ROMUALDO, L. M.; NATALE, W. Amostragem para diagnose do estado nutricional e avaliação da fertilidade do solo em caramboleiras. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 3, p. 657-663, 2011.

LAMB, D. Variations in the foliar concentrations of macro and micro elements in a fast-growing tropical eucalypt. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 45, n. 4, p. 477-492, 1976.

MALAVOLTA, E. Diagnose foliar no cafeeiro. In: CURSO Internacional de Diagnose Foliar. Piracicaba: IICA/ESALQ, 1964. p. 1-14.

MALAVOLTA, E. **ABC da análise de solos e folhas**: amostragem, interpretação e sugestões de adubação. São Paulo: Agronômica Ceres, 1992. 142 p.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Informe estatístico do café**. Brasília: CGFUNCAFÉ, 2012. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/Vegetal/Estatísticas/Café>>. Acesso em: 12 abr. 2012.

MARTINEZ, H. E. P.; MENEZES, J. F. S.; SOUZA, R. B.; VENEGAS, V. H. A.; GUIMARÃES, P. T. G. Faixas críticas de concentrações de nutrientes e avaliação do estado nutricional de cafeeiros em quatro regiões de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 6, p. 703-713, 2003.

MEAD, D. J. Diagnosis of nutrient deficiencies in plantations. In: BOWEN, G. D. e NAMBIAR, E. K. **Nutrition of plantation forests**. London: Academic Press, 1984. p. 259-291.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011, 420 p.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. Estimulantes. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C.(Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. p. 93-95. (Boletim Técnico, 100).

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo. 2001, 285 p.

ROSSETTI, A. G. Influência da área da parcela e do número de repetições na precisão de experimentos com arbóreas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 4, p. 433-438, 2002.

ROZANE, D. E.; NATALE, W.; PRADO, R. M.; BARBOSA, J. C. Amostragem para diagnose do estado nutricional de mangueiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 371-376, 2007.

ROZANE, D. E.; NATALE, W.; PRADO, R. M.; BARBOSA, J. C. Tamanho da amostra foliar para avaliação do estado nutricional de goiabeiras com e sem irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 3, p. 233-239, 2009.

THOMPSON, S. K. **Sampling**. New York: John Wiley, 1992. 343 p.

VALARINI, V.; BATAGLIA, O. C.; FAZUOLI, L. C. Macronutrientes em folhas e frutos de cultivares de café arábica de porte baixo. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 4, p. 661-672, 2005.