



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**FERTILIZANTES MINERAIS E AMINOÁCIDOS  
APLICADOS VIA FOLIAR NA PRODUTIVIDADE,  
DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO E NUTRIÇÃO DO  
CAFEIEIRO**

**REINALDO ADRIANO COSTA**

**2009**

REINALDO ADRIANO COSTA

**FERTILIZANTES MINERAIS E AMINOÁCIDOS APLICADOS VIA FOLIAR  
NA PRODUTIVIDADE, DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO E NUTRIÇÃO  
DO CAFEIEIRO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup> Regina Maria Quintão Lana

Co-orientador

Prof. Dr. Benjamim de Melo

UBERLÂNDIA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2009

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

C837f Costa, Reinaldo Adriano, 1983-  
2011 Fertilizantes minerais e aminoácidos aplicados via foliar na produtividade, desenvolvimento vegetativo e nutrição do cafeeiro / Reinaldo Adriano Costa. -- 2011.  
57 f. : il.

Orientador: Regina Maria Quintão Lana.

Co-orientador: Benjamim de Melo.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

Inclui bibliografia.

1. Agronomia - Teses. 2. Café - Nutrição - Teses. 3. Café - Adubos e fertilizantes - Teses. 4. Café - Adubação foliar - Teses. I. Lana, Regina Maria Quintão. II. Melo, Benjamin de. III. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

---

CDU: 631

REINALDO ADRIANO COSTA

**FERTILIZANTES MINERAIS E AMINOÁCIDOS APLICADOS VIA FOLIAR  
NA PRODUTIVIDADE, DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO E NUTRIÇÃO  
DO CAFEIRO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 21 de dezembro de 2009.

Prof. Dr. Benjamin de Melo UFU

Prof. Dr. Elias Nascentes Borges UFU

Prof. Dr. Paulo Roberto Rezende Sá Santos IFTM

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Regina Maria Quintão Lana  
ICIAG-UFU  
(Orientadora)

UBERLÂNDIA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2009

Aos meus pais, João José e Maria Sebastiana,  
e aos meus irmãos e sobrinhos, com muito amor,  
gratidão e respeito,

### **OFEREÇO**

À minha namorada Patrícia e ao meu filho João Pedro, pelo  
apoio e compreensão nos meus momentos mais difíceis,

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por sua presença constante.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade e suporte oferecidos.

Ao Prof. Dr. Benjamim de Melo, pela orientação e ensinamentos, amizade, incentivo e contribuição para meu crescimento profissional.

À Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Regina Maria Quintão Lana, pelos ensinamentos e amizade durante esses dois anos.

Aos Professores do Instituto de Ciências Agrárias, em especial: Benjamim, Carlos Machado, Marcos Vinicius, Reges, Beno, Gilberto, Elias, Carlos Rodrigues, Berildo, Denise, Césio, Mauricio e Adriane.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos no programa de mestrado.

Aos funcionários da Fazenda Experimental do Glória, especialmente Tony Jerri, Sr. Joaquim, Junior e o Sr. Eurípides pela colaboração na condução da lavoura cafeeira.

Aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Eduardo e Cida, pela amizade e apoio.

Aos funcionários do LAMAS e LABAS, Marco Aurélio, Cilson, Wilson, Fernanda, Marinho, Manoel, Eduardo, Andréia, Cida e Gilda, pela amizade e serviços prestados.

Aos amigos de Mestrado, em especial: Ricardo Lambert, Luis Augusto, Marcos Faria, Willian Bilibio, Juliana Gomide, Isabel, Luis Augusto, Emmerson, Ingrid, Cícero, Cezar, João Paulo, Aretuza, Robson, Dalcimar, enfim a todos que compartilharam esses bons momentos.

E a todos que de alguma forma contribuíram para a conclusão deste trabalho.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 - O cafeeiro e sua importância econômica.....	3
2.2 - Cultivar Topázio MG-1190.....	4
2.3 - Expansão da cafeicultura.....	4
2.4 - Necessidades hídricas do cafeeiro arabica ( <i>Coffea arabica</i> L.).....	5
2.5 - Fatores que afetam a disponibilidade dos nutrientes.....	6
2.6 - A cafeicultura no Cerrado e diagnose foliar.....	7
2.7 - Efeito da adubação foliar no desenvolvimento vegetativo.....	8
2.8 - Diagnose foliar na lavoura cafeeira.....	8
2.9 - Faixas críticas dos nutrientes em plantas do cafeeiro.....	9
2.10 - Macronutrientes no cafeeiro.....	10
2.11 - Micronutrientes no cafeeiro.....	11
2.12 - Uso de aminoácidos via foliar na lavoura cafeeira.....	12
3 - MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1 - Descrição da área experimental.....	13
3.2 - Variedade utilizada e tratos culturais.....	14
3.3 - Delineamento experimental.....	15
3.4 - Descrição dos tratamentos experimentais.....	15
3.5 - Características vegetativas avaliadas no experimento.....	16
3.6 - Características produtivas.....	17
3.7 - Monitoramento da fertilidade da lavoura cafeeira via análise foliar.....	18
3.8 - Metodologia estatística.....	18
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
4.1 - Características produtivas avaliadas.....	19
4.1.1 - Produtividade e Renda.....	19
4.2 - Características do estado nutricional em plantas de cafeeiro.....	23

4.2.1 - Caracterização de macronutrientes em folhas de cafeeiro.....	23
4.2.2 - Caracterização de micronutrientes em folhas do cafeeiro.....	26
4.2.3 - Caracterização de macronutrientes e micronutrientes nas flores.....	29
4.3 - Parâmetros climáticos.....	32
4.4 - Características vegetativas.....	35
4.4.1 - Altura de plantas.....	35
4.4.2 - Diâmetro de caule.....	36
4.4.3 - Diâmetro de copa.....	36
4.4.4 - Número de internódios no ramo ortotrópico.....	37
4.4.5 - Comprimento do ramo plagiotrópico.....	38
5 – CONCLUSÕES.....	39
REFERÊNCIAS.....	40



## LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Faixas críticas das concentrações de nutrientes em folhas de cafeeiro em produção, segundo alguns autores. UFU, Uberlândia - MG, 2009.....	10
2	Análise química do solo (0-20 cm). Fazenda Pedra Branca, Uberlândia - MG, 2006.....	14
3	Análise química do solo (20-40 cm). Fazenda Pedra Branca, Uberlândia - MG, 2006.....	14
4	Relação dos tratamentos experimentais utilizados na lavoura cafeeira.....	15
5	Composição química dos fertilizantes foliares com as respectivas porcentagens de cada nutriente.....	16
6	Produtividade média (sacas ha <sup>-1</sup> ) em função dos anos de condução do experimento e da aplicação de fertilizantes foliares em diferentes épocas na cultura do café, variedade Acaiá Cerrado. Fazenda Pedra Branca, Uberlândia – MG, 2009.....	19
7	Médias de renda (kg kg <sup>-1</sup> ) em função dos anos de condução do experimento e da aplicação de fertilizantes foliares em diferentes épocas na cultura do café, variedade Acaiá Cerrado. Fazenda Pedra Branca, Uberlândia – MG, 2009.....	23
8	Teores foliares médios de macronutrientes, N, P e K (g kg <sup>-1</sup> ) na cultura do café, variedade Acaiá Cerrado, em função dos anos de condução e da aplicação dos fertilizantes foliares em diferentes épocas. Fazenda Pedra Branca, Uberlândia – MG, 2009.....	25
9	Teores foliares médios de macronutrientes, Ca, Mg e S (g kg <sup>-1</sup> ) na cultura do café, variedade Acaiá Cerrado, em função dos anos de condução e da aplicação dos fertilizantes foliares em diferentes épocas. Fazenda Pedra Branca, Uberlândia – MG, 2009.....	26
10	Teores foliares médios de micronutrientes, B, Cu e Fe (mg kg <sup>-1</sup> ) na cultura do café, variedade Acaiá Cerrado, em função dos anos de condução e da aplicação dos fertilizantes foliares em diferentes épocas. Fazenda Pedra Branca, Uberlândia – MG, 2009.....	28

11	Teores foliares médios de micronutrientes, Mn e Zn ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) na cultura do café, variedade Acaiá Cerrado, em função dos anos de condução e da aplicação dos fertilizantes foliares em diferentes épocas. Fazenda Pedra Branca, Uberlândia – MG, 2009.....	29
12	Teores médios de macronutrientes, N, P e K ( $\text{g kg}^{-1}$ ) nas flores de café, variedade Acaiá Cerrado, em função dos anos de condução e da aplicação dos fertilizantes foliares em diferentes épocas. Fazenda Pedra Branca, Uberlândia – MG, 2009.....	30
13	Teores médios de macronutrientes, Ca, Mg e S ( $\text{g kg}^{-1}$ ) nas flores de café, variedade Acaiá Cerrado, em função dos anos de condução e da aplicação dos fertilizantes foliares em diferentes épocas. Fazenda Pedra Branca, Uberlândia – MG, 2009.....	30
14	Teores médios de micronutrientes, B, Cu e Fe ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) nas flores de café, variedade Acaiá Cerrado, em função dos anos de condução e da aplicação dos fertilizantes foliares em diferentes épocas. Fazenda Pedra Branca, Uberlândia – MG, 2009.....	31
15	Teores médios de micronutrientes, Mn e Zn ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) nas flores de café, variedade Acaiá Cerrado, em função dos anos de condução e da aplicação dos fertilizantes foliares em diferentes épocas. Fazenda Pedra Branca, Uberlândia – MG, 2009.....	31
16	Valores médios de altura de planta (m), Diâmetro de caule (mm), e Diâmetro de copa (m) de cafeeiro da variedade Acaiá Cerrado, em função dos anos de condução e da aplicação dos fertilizantes foliares em diferentes épocas. Fazenda Pedra Branca, Uberlândia – MG, 2009.....	37
17	Valores médios de número de internódios, comprimento do ramo plagiotrópico de cafeeiro da variedade Acaiá Cerrado, em função dos anos de condução e da aplicação dos fertilizantes foliares em diferentes épocas. Fazenda Pedra Branca, Uberlândia – MG, 2009.....	38

## LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Precipitação média mensal no ano de 2007 – Fazenda Pedra Branca – Uberlândia – MG .....	32
2	Precipitação média mensal no ano de 2008 – Fazenda Pedra Branca – Uberlândia – MG .....	32
3	Temperatura média mensal no ano de 2007 – Fazenda Pedra Branca – Uberlândia - MG .....	33
4	Temperatura média mensal no ano de 2008 – Fazenda Pedra Branca – Uberlândia – MG.....	34

## RESUMO

COSTA, REINALDO ADRIANO. **Fertilizantes Minerais e Aminoácidos Aplicados via Foliar na Produtividade, Desenvolvimento Vegetativo e Nutrição do Cafeeiro.** 2009. 41 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Brasil.<sup>1</sup>

Objetivou-se com este trabalho avaliar o desenvolvimento vegetativo, produtividade e renda, teores foliares de macro e micronutrientes no cafeeiro Acaia Cerrado, linhagem MG-1474, cultivado sob diferentes formulações de fertilizantes aplicados via foliar no período de 2007 a 2009. O experimento foi conduzido na Fazenda Pedra Branca, situada na margem da MG 265, km 14, com uma altitude de aproximadamente 912 m, localizada no município de Uberlândia, em Minas Gerais, Brasil, sob Latossolo amarelo distrófico de textura média. O clima local é do tipo Aw, sendo o inverno seco e o verão quente e chuvoso. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três repetições e oito tratamentos, sendo T1 (Plantin CaB<sub>2</sub> + Plantin II), T2 (Plantin CaB<sub>2</sub> + Ferty-Mould + Plantin II), T3 (Plantin CaB<sub>2</sub> + Ferty-Mould + Plantin II), T4 (Plantin II + Ferty-Mould), T5 (Plantin II), T6 (combinação de sais), T7 (Plantin CaB<sub>2</sub> + Ferty-Mould + Plantin Plus + Plantin II), T8 (testemunha). O plantio foi realizado em janeiro de 2004, e após três anos (café em formação) foram realizadas as aplicações foliares. As parcelas foram constituídas por 2 linhas de 8 plantas em cada, espaçadas de 0,8 m entre plantas e 4,0 m entre linhas, considerando como bordadura 2 plantas em cada extremidade. Anualmente, foram mensurados a produtividade, altura do cafeeiro, diâmetros de copa e de caule, comprimento de ramos plagiotrópicos e número de entrenós no ramo ortotrópico e teores foliares. A adubação foliar no cafeeiro não favoreceu para uma maior altura média de plantas, diâmetro de caule, número de internódios e comprimento de ramos plagiotrópicos nas duas safras avaliadas. O uso de aminoácidos na cultura do café não contribuiu para uma maior produtividade e desenvolvimento vegetativo, bem como, para um maior acúmulo de nutrientes nas folhas. Os fertilizantes foliares Plantin CaB<sub>2</sub> + Ferty-Mould + Plantin II, resultaram produtividade maiores nas duas safras, porém não foram suficiente para diferir significativamente da testemunha.

Palavras-chave: nutrição foliar, café, fertilizantes, aminoácidos, micronutriente

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador: Regina Maria Quintão Lana – UFU (Orientador) e Benjamim de Melo – UFU (Co-orientador).

## ABSTRACT

COSTA, REINALDO ADRIANO. **Mineral Fertilizers and Sprayed Amino acids over yield and vegetative development and coffee nutrition 2009**. 41 f. Dissertação (Master in Agronomy /Soil and Plant Nutrition – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.<sup>1</sup>

The purpose of this work was to evaluate the vegetative development, yield and income, leaves macro and micronutrients content from the Acaiá Cerrado cultivar, trait MG-1474, cultivated under fertilizers formulations applied over the leaves during the period from 2007 to 2009. The experiment was conducted at Pedra Branca's Farm, situated at the km 14 by MG265, and has an altitude of 912 m, localized at Uberlândia, in Minas Gerais, Brasil, under Red Oxisol with medium texture. The weather is the type of Aw, with a dry winter and a hot and rainy summer. The experimental delineation used was a randomized block, with three replication and eight treatments, being T1 (Plantin CaB<sub>2</sub> + Plantin II), T2 (Plantin CaB<sub>2</sub> + Ferty-Mould + Plantin II), T3 (Plantin CaB<sub>2</sub> + Ferty-Mould + Plantin II), T4 (Plantin II + Ferty-Mould), T5 (Plantin II), T6 (salt combination), T7 (Plantin CaB<sub>2</sub> + Ferty-Mould + Plantin Plus + Plantin II), T8 (control). The planting was done on January 2004, and after three years (coffee plant in formation) there were done the spraying over the leaves. The plots were composed of two rows and eight plant each, space of 0,8 m between plants and 4,0 m between rows, having as boarder two plants on each side. Annually, there were measured the yield, coffee plant height, crown and trunk diameter, plagiotrophical branch length and the number of internodes on the ortotrophical branch and leaves nutrients content. The coffee leave fertilization did not favored for a higher average plants height, branch diameter, internodes number, and plagiotrophical branch length on the two seasons evaluated. The use of amino acids on the coffee plant did not contribute for a higher yield and vegetative development, as well as for a higher nutrient concentration on the leaves. The leaves fertilizers Plantin CaB<sub>2</sub> + Ferty-Mould + Plantin II, presented higher yields on the two evaluated seasons, although it was no sufficient to differ from control.

Key-words: leaf nutritions, coffee, fertilizers, amino acids, micronutrients.

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador: Regina Maria Quintão Lana – UFU (Orientador) e Benjamim de Melo – UFU (Co-orientador).

# 1 INTRODUÇÃO

A cafeicultura é uma atividade consagrada e de grande importância para o agronegócio no Brasil, visto que o país é o maior produtor e exportador mundial de café. Segundo dados da CONAB (2009), a terceira estimativa brasileira (2008/9) de produção de café (arábica e Robusta) será de aproximadamente 39,7 milhões de sacas beneficiadas de 60 kg.

O resultado aponta uma redução de 6.989,0 milhões de sacas (17,40%), quando comparado à produção de 46 milhões de sacas da safra 2007/2008. Entre os principais fatores desta queda estão a biennialidade (marcada neste ano pela baixa produção), a instabilidade das chuvas e as temperaturas elevadas.

Para o estado de Minas Gerais, a área em produção é estimada em 1.000.934 ha, representando uma redução média de 4,51% em relação à safra passada. Para a safra 2009, estima-se uma produção de 19.614.786 de sacas de café, sinalizando uma redução de 16,82% em relação à safra 2008 (CONAB, 2009). Esta redução da produção se deve principalmente a biennialidade da cultura, a adoção de diversos tipos de poda, à erradicação e/ou abandono de lavouras.

Com a incorporação das áreas de cerrado com cafeicultura, novos desafios foram expostos às pesquisas como, por exemplo, a construção e manutenção da fertilidade para uma cultura exigente em nutrientes, cuja produção está diretamente relacionada não só com a quantidade, mas também com o equilíbrio dos 17 elementos essenciais. Logo o monitoramento nutricional de cafezais pela análise foliar passou, nos últimos anos, a ser uma técnica altamente recomendada para garantir a sustentabilidade da produção de café no Brasil. A crescente demanda de nutrientes pelos cultivares de café, cada vez mais produtivos, assim como a expansão das lavouras para solos de baixa fertilidade, vem exigindo uma melhor compreensão da dinâmica dos nutrientes na cultura do café (REIS & MARTINEZ, 2002).

Um dos fatores que tem contribuído significativamente para a baixa produtividade média da cultura é o manejo inadequado dos fatores edáficos, especialmente os relacionados com a nutrição e adubação do cafeeiro, que se agrava pelo cultivo contínuo na mesma área de terra, devido ao enorme desgaste do solo e desequilíbrio entre nutrientes.

Como a nutrição do cafeeiro é analisada principalmente sob o ponto de vista da produção, e por ser uma cultura de alta exigência nutricional, a adubação baseada

apenas nas quantidades dos nutrientes exportados nos grãos não constitui uma recomendação muito correta. É preciso levar em consideração também a quantidade dos elementos minerais necessários para a manutenção da planta e para a produção de novos ramos, folhas e raízes (MALAVOLTA et al. 1974).

Assim como a avaliação do estado nutricional de uma planta é determinada pela análise foliar, a análise química de frutos determina a quantidade de nutrientes exportados pela produção. Essa análise tem mostrado que o nitrogênio e o potássio são os dois elementos exigidos pelo cafeeiro em maior proporção na formação dos frutos. Catani et al. (1965) demonstraram que para produzir 2000 kg de café em coco, da cultivar Mundo Novo, a quantidade de nutrientes remobilizadas pelos frutos do cafeeiro por ha, foi de aproximadamente 17,6 kg de nitrogênio; 1,8 kg de fósforo; 22,2 kg de potássio; 2,1 kg de cálcio; 1,4kg de magnésio e 1,2 kg de enxofre.

Segundo Augusto et al. (2007), a análise foliar aliada à análise de solo permite avaliar com maior eficiência o estado nutricional da lavoura. A faixa crítica de referência para a interpretação dos resultados de análise foliar varia com as condições climáticas, exposição do terreno, tipo de solo, disponibilidade de água e nutrientes, interação entre nutrientes do solo e da planta, idade da cultura, produção pendente, volume e eficiência do sistema radicular, declividade do terreno, cultivo prévio, ataque de pragas e doenças, uso de defensivos ou fertilizantes foliares e outras práticas de manejo que influenciam a composição mineral dos tecidos vegetais.

A análise química de tecidos vegetais, principalmente as folhas, mostra os teores de nutrientes em um dado momento, avaliando os efeitos da adubação de solo e foliar. Dá-se preferência pela análise de folha, pois é para ela que a maioria dos nutrientes são absorvidos pelas plantas.

No entanto, com o aumento da produção e melhoria da qualidade por outros países produtores, aliados a crescente demanda por cafês de qualidade superior, pelos países importadores, a exportação brasileira tem sofrido quedas significativas, refletindo diretamente nos aspectos sociais e econômicos do país.

Assim, o objetivo deste trabalho foi verificar a resposta de diferentes formulações de fertilizantes aplicados via foliar, durante duas safras consecutivas, nas características produtivas e vegetativas do cafeeiro.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 O cafeeiro e sua importância econômica

O cafeeiro é uma planta originária do Continente Africano, das regiões altas da Etiópia (Cafa e Enária), podendo ser a região de Cafa responsável pela origem do nome café (SILVA, 2006). É uma planta de sub-bosque pertencente à família *Rubiaceae* de nome café, trata-se de espécie tropical de floração gregária, ou seja, todas as plantas individuais, numa certa extensão geográfica, florescem simultaneamente (GUIMARÃES et al., 2002).

Existem descritas aproximadamente 100 espécies do gênero *Coffea*, mas somente duas, *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora*, produzem frutos que têm importância econômica no mercado internacional. A espécie *C. arabica* representa cerca de 70% da produção mundial, uma vez que essa espécie apresenta um produto de qualidade superior (aroma e sabor mais apreciados no mundo inteiro) e de maior aceitação em todos os mercados consumidores (VILELLA, 2001).

Segundo Silva e Leite (2000), a América do Sul é a região do mundo que possui a maior produção de café, sendo que o Brasil e a Colômbia, sozinhos, produziram em torno de 40% do total mundial nas duas últimas décadas. De acordo com os dados da Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2008), a produção nacional de café, para a safra 2008/09, está estimada em 45,85 milhões de sacas de café beneficiado, superior à safra passada em 27,1%. O referido acréscimo deve-se basicamente à biannualidade positiva, sendo Minas Gerais o Estado que detém a maior produção, seguido dos Estados do Espírito Santo, São Paulo, Paraná, Bahia e Rondônia (CONAB, 2008).

Este percentual classifica o Brasil como maior produtor e exportador mundial há pelo menos 150 anos, sendo que aproximadamente dez milhões de pessoas se envolvem direta ou indiretamente em toda a cadeia do agronegócio do café, desde a produção até a sua industrialização e comercialização (OLIVEIRA et al., 2003). Logo, a cafeicultura foi desde o período colonial e ainda é, para várias regiões produtoras, uma das atividades com maior capacidade de gerar e fixar mão de obra no campo, (SILVA, 2002).



## **2.2 Cultivar Acaia Cerrado – MG 1474**

A linhagem MG-1474, da cultivar Acaia Cerrado, é uma das principais recomendadas para o estado de Minas Gerais. Ela provém do retrocruzamento da cultivar Catuaí Vermelho com a cultivar Mundo Novo (MENDES, 1994).

A cultivar 'Acaia Cerrado' originou-se de um cruzamento natural entre as variedades 'Sumatra' e 'Bourbon Vermelho'. Sementes de um dos cafeeiros oriundos desse cruzamento deram origem à população da qual foram selecionadas as plantas matrizes que geraram as atuais linhagens da cultivar "Mundo Novo", inicialmente lançado pelo Instituto Agrônomo de Campinas-IAC, na década de 1950.

Algumas progênes de "Mundo Novo", como a CP-474, apresentaram a característica de produzir frutos maiores, com percentual elevado de classificação em peneiras altas (17 acima), característica comercial de grande interesse. Devido a essa característica, a progênie recebeu a denominação ACAIÁ que, na língua guarani, significa frutos com sementes grandes.

Em meados da década de 1960, foram introduzidas progênes da cultivar 'Acaia' no Estado de Minas Gerais, por meio da Universidade Federal de Viçosa, num trabalho coordenado inicialmente pelo Prof. José Carlos Begazo. Num ensaio de competição de progênes segregantes, foram selecionadas algumas que passaram a integrar os experimentos de adaptação às diferentes condições ambientais do Estado, conduzidos pela EPAMIG, a partir da década de 1970.

O Acaia Cerrado apresenta porte pouco superior a 3,00 m de altura e diâmetro médio de copa de 1,90 a 2,10m (aos 10 anos). Tais características são semelhantes às apresentadas por algumas linhagens de "Mundo Novo", entretanto apresenta conformação da copa cilíndrica.

## **2.3 Expansão da cafeicultura**

O café é um dos produtos agrícolas mais antigos da humanidade. Apesar da divergência quanto ao início do cultivo e uso econômico, é dado como centro de origem o continente africano, pois este foi o berço do gênero *Coffea*. De acordo com Moreira (2003), o uso do café pelo homem provavelmente teve início por volta do ano 850 d.C., na Abissínia (atualmente Etiópia).

A expansão para o domínio árabe possibilitou que o cultivo do mesmo se difundisse rapidamente para diversas regiões do mundo. Desta forma, exemplares nativos eram encontrados em toda faixa equatorial do continente africano, desde a Etiópia até o Congo, chegando até mesmo ao sul de Angola. Por volta de 1718, foi introduzido na Guiana Holandesa (atual Suriname), atingindo também a Guiana Francesa (LEITE, 2002).

Em menos de 10 anos, o café chegou ao Brasil, no estado do Pará, pelas mãos do Sargento-Mor Francisco de Mello Palheta. No mesmo ano em que chegou ao Brasil, ou seja, em 1727, o café começou a ser cultivado, expandindo-se rapidamente para as demais regiões do país, principalmente para o Maranhão, Ceará, Vale do São Francisco, Goiás, Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo. No final do século XVIII, difundiu-se intensamente para o Vale do Paraíba, iniciando-se a grande saga do café no país (GRISI, 2006).

No Brasil, o cafeeiro arábica foi inicialmente cultivado em áreas próximas ao litoral, por razões de conveniência (transporte, portos, etc), mas logo se percebeu que em locais de maior altitude, onde a temperatura média anual é ligeiramente mais baixa, ele se desenvolvia melhor (LEITE, 2002). Isso fez com que o café se expandisse pelo interior, porém encontrou, em muitos locais, a escassez de água como um fator limitante.

#### **2.4 Necessidades hídricas do cafeeiro arábica (*Coffea arabica* L.)**

O cafeeiro é uma planta perene, a qual completa seu ciclo de produção em dois anos. No primeiro ano, ocorre a emissão dos ramos que serão os responsáveis pela formação das flores e frutos no ano seguinte. Nesse mesmo ano ocorre a emissão de novos ramos, flores e frutos nos ramos formados no ano anterior. Desta forma, a deficiência hídrica pode afetar a safra anual e também a safra do ano seguinte, por isso, torna-se indispensável o conhecimento das necessidades hídricas do cafeeiro (CARVALHO, 2008).

Para vegetar e frutificar, o cafeeiro necessita de água facilmente disponível no solo. Dentre os fatores que interferem na disponibilidade de água, os climáticos são os mais relevantes, principalmente a precipitação e a temperatura (VILELLA, 2001; OLIVEIRA, 2003). Neste contexto, Santinato (2001) ressalta a importância do conhecimento da fisiologia do cafeeiro, aspectos relacionados ao crescimento,

diferenciação, florescimento e frutificação, além do conhecimento da tecnologia da irrigação.

Informações na literatura indicam que a baixa disponibilidade de água no solo afeta os processos fisiológicos associados à produção de biomassa e, conseqüentemente, a produtividade do cafeeiro. Embora seus efeitos dependam da duração, intensidade e estágio fenológico da cultura, o déficit hídrico limita o crescimento vegetativo, a formação e a maturação dos grãos (MAIA, 2004). Entretanto, regiões climaticamente aptas para o cultivo do cafeeiro vêm sofrendo o efeito de estiagens prolongadas nos períodos críticos de demanda de água, promovendo queda de produção em várias lavouras (ASSAD et al., 2004).

## **2.5 Disponibilidade de nutrientes e suas porções na planta**

Os principais fatores que afetam a disponibilidade de um nutriente no solo são: pH, umidade, teor de nutriente no solo, forma química do nutriente, capacidade de absorção da cultura, desenvolvimento do sistema radicular, tempo de crescimento, condições climáticas, presença de elementos tóxicos, balanço interno de cargas e disponibilidade de outros nutrientes. Dentre os fatores nos quais deve ser baseada a quantidade de nutriente a ser aplicada à lavoura cafeeira, destaca-se: idade das plantas, população de plantas, produção pendente, tipo de solo e teor de nutrientes no solo.

Os macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes exercem importante papel no desenvolvimento e frutificação do cafeeiro. Dentre os micronutrientes, os mais importantes para a cultura do café são Zn, B e Cu.

Segundo Lima et al. (2003), o nitrogênio (N) estimula a formação e o desenvolvimento de gemas florais e frutíferas, maior vegetação e perfilhamento e aumento nos teores de proteína. O potássio (K), segundo os mesmos autores, estimula a vegetação e o perfilhamento, aumenta os teores de carboidratos, óleos, gorduras e proteínas, estimula o enchimento de grãos, diminuindo o chochamento, melhora a utilização da água, aumenta a resistência à seca, às pragas e moléstias, além de ser um ativador de mais de 50 enzimas. Já o fósforo (P) pode acelerar a formação de raízes, apressar a maturação dos frutos, aumentar os teores de carboidratos, óleos, gorduras e proteínas e ajudar a fixação simbiótica do N.

O cálcio (Ca) estimula o desenvolvimento das raízes, aumenta o pegamento das flores, além de ser essencial para manter a integridade estrutural das membranas e da

parede celular. O zinco (Zn) é essencial para a síntese do triptofano que, por sua vez, é precursor do ácido indolacético (AIA). As plantas carentes em Zn apresentam uma grande diminuição nos teores de RNA, em razão da inibição da RNase, que resulta em uma menor síntese de proteína, comprometendo a divisão celular.

O boro (B) é importante na germinação do grão de pólen e crescimento do tubo polínico; desse modo, a deficiência desse nutriente leva a uma má formação dos grãos dos cereais e a um baixo pegamento das flores. Sua presença aumenta a granação e proporciona menores valores de esterilidade masculina e chochamento dos grãos. Segundo Faquin (1994), a exigência de B é normalmente maior para a produção de sementes e grãos, do que para o crescimento vegetativo das plantas, devido a sua participação no processo de fertilização.

## **2.6 A cafeicultura no Cerrado e Diagnose foliar**

Os solos sob vegetação de cerrado têm a característica marcante da baixa fertilidade natural, exigindo a suplementação de nutrientes por meio da adubação, seja de solo e/ou foliar, para obter altas produtividades. Devido à heterogeneidade do solo, os nutrientes nele aplicados sofrem reações complexas, as quais podem alterar a disponibilidade dos nutrientes, influenciando diretamente a sua absorção pelas plantas e causando desordens nutricionais. Dessa forma, nem todo nutriente aplicado ao solo é absorvido pela planta, em razão da influência de vários fatores no processo de absorção. Assim, Prezotti (2001) relata a existência de fatores nos quais deve ser baseada a quantidade de nutriente a ser aplicada à lavoura cafeeira, como: idade das plantas, população de plantas, produção pendente, tipo de solo e teor de nutrientes no solo.

A análise foliar é uma importante ferramenta para tomada de decisão de estratégias de aplicação de adubos para garantir altas produtividades. O método consiste na avaliação do estado nutricional das culturas em períodos distintos da vida da planta, mas é dependente da correta amostragem e envio ao laboratório, que deve ser credenciado no órgão de controle de qualidade de tecido vegetal.

A diagnose foliar é um método de avaliação do estado nutricional das culturas, onde se analisam determinadas folhas em períodos definidos da planta. O motivo pelo qual se analisam as folhas é conhecido porque estas correspondem aos órgãos que melhor refletem o estado nutricional, isto é, respondem mais às variações no suprimento

de nutrientes, por meio fertilizante. Em resumo, a análise foliar consiste em analisar o solo, usando a planta como solução extratora.

Muitos fatores agem e interagem para determinar a concentração foliar dos elementos, daí a necessidade de se obedecer rigorosamente às recomendações quanto à época de amostragem, ao número de folhas a serem colhidas, variáveis estas que podem ser controladas. Por outro lado, fatores que fogem ao controle, como a quantidade de chuvas, podem às vezes ser medidos, o que permitem correções nos valores encontrados na análise das folhas.

A diagnose foliar apresenta como vantagens: o alto índice de utilização, pelas plantas, dos nutrientes aplicados nas folhas; as doses de micronutrientes são, em geral, menores; as respostas das plantas são rápidas, sendo possível corrigir deficiências após o seu aparecimento, durante a fase de crescimento das plantas, embora, em alguns casos, os rendimentos das culturas já possam estar comprometidos (Volkweiss, 1991); e, é uma das formas mais eficientes de correção de deficiência de micronutrientes em solos com pH neutro ou alcalino.

A interpretação correta dos resultados de uma análise depende de muita experimentação visando ao estabelecimento de índices de calibração que reflitam o estado nutricional das plantas. Entre os critérios mais usados para o diagnóstico, são citados o nível crítico, faixas de concentração e o sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS). Este último vem sendo bastante difundido recentemente.

## **2.7 Efeito da adubação foliar no desenvolvimento vegetativo**

Segundo Matiello et al. (2005), as características vegetativas ou parâmetros de crescimento estão relacionados a aspectos do desenvolvimento das plantas, sendo os mais importantes: o porte das plantas, no qual é avaliada a altura da mesma; a arquitetura da copa, sendo um dos pontos mais avaliados o diâmetro de copa (saia do cafeeiro); e o vigor, o qual pode ser medido pelo diâmetro do caule das plantas.

## **2.8 Diagnose foliar na lavoura cafeeira**

Quando a demanda metabólica por um determinado nutriente é maior que o seu suprimento pelo meio externo, diversos mecanismos são acionados para o equilíbrio bioquímico e fisiológico do vegetal (MARTINEZ et al., 2008).

Numa agricultura intensiva, a diagnose foliar visa a identificar carências e/ou excessos antes que estes possam manifestar-se através de sintomas, de modo a poder corrigi-los antes que representem riscos para a produtividade da cultura. A diagnose foliar compreende a diagnose visual e a análise de tecidos vegetais, estando disponíveis na literatura, diversas técnicas de análise de interpretação dos resultados.

A análise de tecidos é a determinação da concentração de um elemento ou de uma fração extraível desse elemento em uma amostra tomada de uma fração particular de uma planta, num momento ou estágio de desenvolvimento morfológico definido.

## **2.9 Faixas críticas dos nutrientes em plantas do cafeeiro**

A composição mineral dos tecidos vegetais pode ser influenciada por uma série de fatores pertinentes à própria planta e ao ambiente: espécie, variedade ou porta-enxerto, estágio vegetativo e idade da planta, distribuição, volume e eficiência do sistema radicular, produção pendente, variações climáticas, disponibilidade de água e nutrientes no solo, estado fitossanitário da planta, tipo e manejo do solo e interações entre nutrientes. Assim, a obtenção de padrões apropriados a partir da análise de tecidos é de fundamental importância (INGESTAD & AGREN, 1995; MARTINEZ ET AL., 1999).

As maiores vantagens do uso de níveis críticos são a facilidade de interpretação dos resultados e a independência entre os níveis (a concentração de um nutriente não afeta a classificação do outro). Entretanto, apresenta 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 (Martinez et al., 1999). Sendo assim, pode-se observar na Tabela 1, as faixas críticas das concentrações para os principais nutrientes nas folhas de cafeeiro.

Araújo et al., 2007 salienta-se que os teores foliares de nutrientes em cafeeiros dependem da absorção radicular, que é influenciada por fatores externos e internos. A matéria orgânica ajuda a manter o  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  disponível e cátions, como  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , a ficarem em forma trocável. Outro fator de influência é a concentração dos nutrientes e os efeitos interiônicos (MALAVOLTA et al., 1989), além da inibição competitiva que é observada entre o Ca, Mg e K (FAQUIN., 2001). De forma geral, para uma condição ideal de suprimento das bases, a percentagem de saturação de Ca, Mg e K na CTC

potencial deve ser de 60%-70%, 10%-20% e 2%-5%, respectivamente (FURTINI NETO et al., 2001).

**Tabela 1.** Faixas críticas das concentrações de nutrientes em folhas de cafeeiro em produção, segundo alguns autores. UFU, Uberlândia- MG, 2009.

Nutriente	Autores <sup>(1)</sup>					
	1	2	3	4	5	6
N (dag kg <sup>-1</sup> )	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 (dag kg <sup>-1</sup> )	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 (dag kg <sup>-1</sup> )	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 (dag kg <sup>-1</sup> )	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 (dag kg <sup>-1</sup> )	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 (dag kg <sup>-1</sup> )	0,15-0,25	0,02-0,10	0,20	0,10-0,20	0,15-0,20	0,150,20
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	7-20	16-20	8-16	10-25	11-14	10-50
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	70-200	70-200	90-180	70-125	100-130	100-200
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	15-30	15-30	8-16	12-30	15-20	10-20
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	50-100	50-100	120-210	50-200	80-100	50-100
B (mg kg <sup>-1</sup> )	40-90	40-100	59-80	40-75	50-60	40-80

<sup>(1)</sup>1: Willson (1985); 2: Reuter e Robinson (1988); 3: Malavolta (1993); 4: Mills e Jones Junior (1996); 5: Malavolta et al. (1997); 6: Matiello (1997).  
Fonte: Adaptado de Martinez et al.,(2003)

Segundo Gontijo (2004) as faixas críticas obtidas para os teores foliares de macro e micronutrientes para mudas de cafeeiro em fase de viveiro são: nitrogênio (2,57 a 2,78 dag kg<sup>-1</sup>), fósforo (0,33 a 0,38 dag kg<sup>-1</sup>), potássio (2,58 a 2,70 dag kg<sup>-1</sup>), cálcio (0,70 a 0,77 dag kg<sup>-1</sup>), magnésio (0,11 a 0,12 dag kg<sup>-1</sup>), enxofre (0,22 a 0,26 dag kg<sup>-1</sup>), boro (39,74 a 39,94 mg kg<sup>-1</sup>), cobre (6,94 a 9,29 mg kg<sup>-1</sup>), ferro (209,01 a 213,88 mg kg<sup>-1</sup>), manganês (33,05 a 37,21 mg kg<sup>-1</sup>) e zinco (3,68 a 4,08 mg kg<sup>-1</sup>).

## 2.10 Macronutrientes no cafeeiro

Em condições normais, de clima e de tratos culturais, quando se emprega adequadamente as adubações de solo e a calagem, não se justifica a adubação foliar para o fornecimento de NPK, Ca, Mg e S. A adubação foliar com macronutrientes só é admitida em casos de plantas jovens, em plantios tardios, ou em lavouras adultas em condições adversas (veranicos e seca), onde não é efetiva a absorção radicular e de forma temporária (MATIELLO, 2005).

Estudos sobre a nutrição do cafeeiro têm revelado que a absorção de nutrientes, nos estádios de pré e pós-floração, intensifica variando, principalmente, em função das

condições ambientais e do estado de desenvolvimento da planta. Esse fato sugere que o suprimento de nutrientes, para atender a demanda do cafeeiro, deve iniciar-se, ainda na fase de pré-floração, período em que os nutrientes estão disponíveis para serem absorvidos. Segundo MALAVOLTA (2002), as flores constituem um forte dreno de nutrientes e têm, em relação às folhas e ramos, teores mais elevados.

CATANI et al. (1967), GALLO et al. (1970) e HIROCE (1981), demonstraram que durante a formação do fruto havia um decréscimo na concentração foliar dos principais macronutrientes, tornando evidente que qualquer interpretação dos teores de nutrientes encontrados pela análise foliar deve levar em consideração a época de amostragem.

Segundo Malavolta et al. (1997), o nitrogênio estimula a formação e o desenvolvimento de gemas florais e frutíferas além de mais promove maior crescimento vegetativo no cafeeiro. De acordo com esses mesmos autores, o potássio estimula o enchimento de grãos, diminuindo o chochamento, melhora a utilização da água, aumenta a resistência à seca, às pragas e moléstias, além de ser um ativador de mais de 50 enzimas. Já o fósforo acelera a formação de raízes, apressa a maturação dos frutos, aumenta os teores de carboidratos, óleos, gorduras e proteínas e ajuda a fixação simbiótica do nitrogênio.

Santinato et al. (1991) pesquisaram sobre os efeitos da aplicação via foliar de fósforo, cálcio e boro sobre o pegamento das flores e frutificação do cafeeiro e observaram que a aplicação dos mesmos em pré e pós-florada promoveu uma maior retenção de frutos e conseqüentemente aumento na produtividade.

## **2.11 Micronutrientes no cafeeiro**

Embora sejam exigidos em pequenas quantidades, os efeitos dos micronutrientes no crescimento e na produtividade do cafeeiro são expressivos, e a falta de qualquer um deles pode resultar em perdas significativas de produção (FERREIRA et al., 2001).

Segundo Faquin (1994), a exigência do cafeeiro em relação ao boro é normalmente maior para a produção de sementes e grãos, do que para o crescimento vegetativo das plantas, devido a sua participação no processo de fertilização. De acordo com Matiello (2005), o boro influi no crescimento do cafeeiro e no pegamento (fecundação de flores), participando da divisão celular.



O cobre atua em vários processos fisiológicos das plantas, como a fotossíntese, a respiração e o metabolismo de proteínas, além de entrar em processo de ativação de resistência das plantas (fitoalexinas). Com deficiência de cobre as folhas novas apresentam uma ondulação, deixando as nervuras salientes na parte inferior (MATIELLO, 2007).

Segundo Matiello (2007), o cobre auxilia no crescimento e produção do cafeeiro, podendo suprido através de fungicida e bactericida, protegendo as plantas contra as suas principais doenças.

O zinco (Zn) é um dos micronutrientes mais importantes para a nutrição do cafeeiro (POZZA et al. 2009). A deficiência pode manifestar-se por sintomas moderados, como a clorose e folhas menores, até a forma mais intensa, quando as plantas têm seu crescimento e sua produção comprometidos (MALAVOLTA et al., 1997). Sua deficiência provoca também redução dos internódios, folhas pequenas e estreitas, formação de rosetas, morte de gemas terminais, menor vingamento floral, seca de ponteiros, superbrotamento, folhas mais novas coriáceas e quebradiças, frutos menores, queda de frutos antes do amadurecimento e produção reduzida (MALAVOLTA, et. al , 1961,).

Concentrações limitantes de Mn em tecidos foliares, provavelmente, advêm de lavouras cultivadas em solos com baixos conteúdos deste elemento, ou de solos com pH elevado (acima de 5,5), o qual limita sua disponibilidade para as plantas. Assim, a deficiência de Mn pode estar associada à aplicação de quantidades excessivas de calcário no ano em que havia perspectivas de produção elevada (Martinez et al., 2003).

## **2.12 – Uso de aminoácidos via foliar na lavoura cafeeira**

Os estudos fisiológicos sobre a absorção de nutrientes via foliar tem sido realizados, principalmente, no que se refere às barreiras à penetração, espaços de caminhamento, mecanismos e fatores que afetam a absorção (PEDRAS et al., 1989).

O uso de formulações foliares em café contendo micronutrientes, para o suprimento as plantas de forma rápida e eficiente, principalmente para o zinco e boro, pois estes são requeridos em pequenas quantidades. Embora não tenham muitos dados sobre a absorção de aminoácidos via foliar, em relato de Fregoni (1986), constata-se a importância destes na absorção e transporte dos nutrientes minerais através da membrana celular, visto que as formulações organominerais, nas quais os nutrientes

minerais estão quelatizados por compostos orgânicos, tais como aminoácidos e proteínas de origem vegetal, representam a última geração de fertilizantes foliares.

A importância dos aminoácidos nas plantas é indiscutível, pois estão envolvidos em grande parte do metabolismo primário e secundário, levando à síntese de vários compostos que influenciam na produção e qualidade dos frutos.

Sendo assim, Castro (1981), avaliando os efeitos da pulverização foliar na pré-florada de soja com aminoácidos, verificou que a substância promoveu aumentos na área foliar, na taxa assimilatória líquida, e na produção de matéria seca por unidade de área foliar, mostrando o efeito estimulatório deste biorregulador.

Lana (2006), visando avaliar o efeito de doses e épocas de aplicação de aminoácidos na cultura do feijoeiro, verificou que quando se aplicou 100 mL ha<sup>-1</sup> de aminoácidos no tratamento de sementes, mais uma aplicação foliar, 15 dias após a emergência de plântulas, na dosagem de 1L ha<sup>-1</sup> do aminoácido, as duas aplicações propiciaram um acréscimo de 7,5 sacas ha<sup>-1</sup> de feijão em relação à testemunha (sem aplicação de aminoácido).

Estudos envolvendo a aplicação foliar de N na forma de aminoácidos têm demonstrado resultados positivos em algumas espécies citrícolas. Porém, deve-se ter cuidado, pois essa prática pode trazer problemas ao desenvolvimento da planta em caso de fitotoxicidade do fertilizante nitrogenado, dependendo da prática utilizada. No entanto, em café, não há estudos suficientes sobre a resposta da planta submetida a este tipo de fertilizante.



cultura, sendo feito o controle das plantas infestantes com herbicidas nas entrelinhas, sendo que, na saia do cafeeiro foi utilizado roçagem mecanizada.

Durante todo período de condução do experimento, procedeu-se aos tratos culturais e controle fitossanitário sempre que necessário, conforme as recomendações para a lavoura cafeeira.

O controle de pragas e doenças foi realizado conforme a necessidade da cultura. As plantas daninhas foram controladas com aplicação de herbicidas ao longo da linha de plantio aliada à roçagens periódicas nas entrelinhas.

A lavoura cafeeira foi irrigada através do método de irrigação localizada, cujo sistema foi o de gotejamento, com uma vazão de 1,2 l h<sup>-1</sup>. Foi adotado o turno de rega fixo para o manejo da irrigação, sendo feito uma irrigação a cada três dias.

### 3.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com 8 tratamentos e 3 repetições, totalizando 24 parcelas.

As parcelas foram constituídas por 2 linhas de 8 plantas em cada, espaçadas de 0,8 m entre plantas e 4,0 m entre linhas, considerando como bordadura 2 plantas em cada extremidade, sendo a área da parcela de 51,2 m<sup>2</sup>. Após três anos do plantio (café em formação), foram realizadas as aplicações foliares.

### 3.4 Descrição dos tratamentos experimentais

Foram aplicados 7 (sete) tratamentos com aplicação de diferentes fertilizantes foliares em diferentes épocas de aplicação ao longo do ano e uma testemunha, ou seja com ausência de fertilização foliar, com isso totalizando 8 tratamentos, conforme descritos na Tabela 4.

**Tabela 4:** Relação dos tratamentos experimentais utilizados na lavoura cafeeira

Tratamento	Fertilizantes	Dose por hectare	Época de Aplicação
1	Plantin CaB <sub>2</sub>	1,5 L	Out
	Plantin II	1,0 kg	Nov, jan, mar
2	Plantin CaB <sub>2</sub> + Ferty-Mould	1,5 L + 1,0 L	Out
	Plantin II	1,0 kg	Nov, jan, mar
3	Plantin CaB <sub>2</sub> + Ferty-Mould + Plantin II	1,5 L + 1,0 L + 1,0 kg	Out
	Plantin II	1,0 kg	Nov, jan, mar

4	Plantin II + Ferty-Mould	1,0 kg + 1,0 L	Out, dez, mar
5	Plantin II	1,0 kg	Nov, dez, jan, mar
6	* Sulfato de zinco	1,3 kg	Nov, dez, jan, mar
	+ Sulfato de manganês	+ 0,8 kg	
	+ Sulfato de cobre	+ 1,3 kg	
	+ Ácido bórico	+ 1,3 kg	
7	+ Cloreto de potássio	+ 0,8 kg	Out Nov, mar Jan
	Plantin CaB <sub>2</sub> + Ferty-Mould	1,0 L + 0,75 L	
	Plantin Plus	1,0 kg	
8	Plantin II	1,0 kg	Jan
8	Testemunha (ausência de fertiliz. foliar)	-	-

\* Sulfato de zinco - ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O (23% Zn) + Sulfato de manganês - MnSO<sub>4</sub>.3H<sub>2</sub>O (26-28% Mn) + Sulfato de cobre - CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O (25% Cu) + Ácido bórico - H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> (17% B) + Cloreto de potássio - KCl (58% K<sub>2</sub>O, 45-48% Cl) (NOVAIS et al., 2007).

Para o tratamento 6, foi utilizado as seguintes fontes: Sulfato de zinco (23% Zn) + Sulfato de manganês (26-28% Mn) + Sulfato de cobre (25% Cu) + Ácido bórico (17% B) + Cloreto de potássio (58% K<sub>2</sub>O, 45-48% Cl) (NOVAIS et al., 2007), considerado referência neste trabalho, para comparação com as outras fontes de fertilizantes contendo aminoácidos.

Os fertilizantes foliares correspondem a formulações de fertilizantes produzidas pelos Laboratórios Pfizer LTDA. Os fertilizantes foliares utilizados foram: Plantin CaB<sub>2</sub>, composto por 8% de cálcio, 2% de boro e 3% de carbono orgânico total (COT), complexado com aminoácidos de cadeia curta, na forma líquida com densidade de 1,35; Plantin II, composto por macro e micronutrientes, na forma de pó solúvel; Plantin Plus, quelatizado, composto por macro e micronutrientes, na forma de pó solúvel; e Ferty-Mould, fertilizante organomineral foliar, composto por 11% de N, 1% de K<sub>2</sub>O e 6% de TOC, complexado com aminoácidos de cadeia curta, na forma líquida com densidade de 1,25.

**Tabela 5:** Composição química dos fertilizantes foliares com as respectivas porcentagens de cada nutriente.

Fertilizante	Nutrientes (%)												
	N	P	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Mo	*COT
Plantin CaB <sub>2</sub>	-	-	-	8,0	-	-	2	-	-	-	-	-	3
Plantin II	10	-	-	1,5	1,0	3,5	3	0,5	0,5	0,5	6,0	0,05	-
Plantin Plus	10	-	-	-	1,5	8,0	3	-	-	5,0	8,0	0,1	-
Ferty-Mould	11	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6

\*COT: Carbono Orgânico Total

Obs.: Densidade: Plantin CaB<sub>2</sub> = 1,35; Ferty-Mould = 1,25.

Na testemunha, aplicou-se apenas água, na mesma quantidade dos demais tratamentos.

### **3.5 Características vegetativas avaliadas no experimento**

O desenvolvimento vegetativo do cafeeiro foi avaliado anualmente nas seguintes safras (2007/08 e 2008/09). Sendo que o experimento começou a ser conduzido de outubro de 2007 e foi avaliado anualmente até Dezembro de 2008. As características vegetativas avaliadas e as metodologias adotadas foram as seguintes:

- Altura de planta (cm), medida com régua, do colo à gema apical das plantas;
- Diâmetro médio de copa (m), medido na altura média das plantas, no sentido perpendicular às linhas de plantio;
- Diâmetro de caule (mm), medido com paquímetro, a uma altura de 10 cm em relação à superfície do solo;
- Comprimento de ramos plagiotrópicos (cm), fazendo-se a média do primeiro par de ramos (um ramo de cada lado), selecionado nas plantas;
- Número de entrenós no ramo ortotrópico.

### **3.6 Características produtivas**

Foram avaliadas as características produtivas em duas safras consecutivas, sendo (2007/8 e 2008/9). O ponto de colheita foi determinado, a partir do momento em que o percentual de frutos verdes ainda atingia entre 10 e 15%. Para verificar o percentual de frutos verdes, coletou-se amostras de 1,0 L de café na bordadura das parcelas de cada tratamento, fazendo-se, então, a contagem dos frutos verde, verde-cana, cereja (maduro) e seco.

O método de colheita foi a derriça manual no pano, com “varreção” dos frutos caídos no chão, sendo também contabilizados na quantificação do volume de café colhido.

No dia da colheita, foi mensurado o volume (L) de frutos colhidos em cada parcela, do qual foi retirada uma amostra homogênea de 5,0 L, totalizando 24 amostras. As amostras foram acondicionadas em embalagens devidamente identificadas, de malha aberta, que permitem uma boa ventilação e incidência de luz e que minimizam o processo de fermentação da massa de café, possibilitando uma secagem rápida dos frutos.

As amostras foram expostas diariamente ao sol, em terreiro de chão batido, até atingirem a umidade ideal para o beneficiamento (entre 11 e 12%). Durante a noite, foram protegidas do orvalho, sendo também reviradas várias vezes durante o dia, para que a secagem ocorresse de forma homogênea.

Após a secagem, as amostras foram pesadas, sendo retirada de cada uma delas uma sub-amostra de 0,5 kg de café em “coco” para o beneficiamento. O beneficiamento foi realizado num descascador elétrico da marca Pinhalense, promovendo-se, em seguida, uma nova pesagem e medição do teor de umidade.

Em outubro de 2007 e setembro de 2008, foram realizadas duas coletas de flores, respectivamente, retirando-se somente flores abertas e na planta inteira, para análise química de macronutrientes e micronutrientes.

Em 2008, foram avaliadas as seguintes características: produtividade, renda, dados vegetativos e análise de nutrientes nas folhas.

### **3.7 Análise foliar**

As amostragens foliares foram realizadas retirando-se quatro pares de folhas nas 8 plantas de cada parcela. Foram retiradas folhas do terceiro e quarto pares, a partir do ápice, em ramos produtivos (plagiotrópicos), em uma altura mediana na copa. As folhas coletadas foram acondicionadas em sacos de papel e enviadas imediatamente ao Laboratório de Análise de Solos da Universidade Federal de Uberlândia, para as determinações de macronutrientes e micronutrientes, segundo Bataglia et al., (1983).

Estudos sobre a nutrição foliar no cafeeiro têm revelado que a absorção de nutrientes, se intensifica nos estádios de pré e pós-floração se intensifica, variando principalmente em função das condições ambientais e do estágio de desenvolvimento da planta. Lima et al. (1999) avaliaram o efeito de adubações foliares em pré e pós-florada na produção e qualidade das sementes de café. Os tratamentos constituíram de diversas combinações e fontes de boro com potássio, cálcio, magnésio, zinco, uréia, map, manganês, cobre, açúcar e molibdênio.

### **3.8 Metodologia estatística**

Os dados coletados foram submetidos aos testes de média, de Tukey. Em seguida, aplicou-se a análise de variância, 5% de probabilidade, sendo usado o software SISVAR<sup>1</sup> (FERREIRA, 2000).

<sup>1</sup> Software desenvolvido no Departamento de Ciências Exatas da Universidade Federal de Lavras.



## 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Características produtivas avaliadas

#### 4.1.1 Produtividade e Renda

Avaliou-se a produtividade média do cafeeiro em dois anos, 2007 e 2008, e verificou-se que não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 6). Já comparando as das safras de 2007 e 2008, nota-se que os tratamentos não apresentaram resultados superiores à testemunha (tratamento 8).

**Tabela 6.** Produtividade média (sacas ha<sup>-1</sup>), em função dos anos de condução do experimento e da aplicação de fertilizantes foliares em diferentes épocas na cultura do café, variedade Acaia Cerrado. Fazenda Pedra Branca, Uberlândia – MG, 2009.

Tratamentos	Produtividade (sacas ha <sup>-1</sup> )		Produtividade (sacas ha <sup>-1</sup> ) Conjunta
	2007	2008	
1- Plantin CaB <sub>2</sub> (1,5 L ha <sup>-1</sup> ) out Plantin II (0,25 %) nov, jan, mar	40,71 a A	30,49 a A	71,20
2- Plantin CaB <sub>2</sub> + Ferty-Mould (1,5 + 1 L ha <sup>-1</sup> ) out Plantin II (0,25 %) nov, jan, mar	47,18 a A	28,28 a B	75,46
3- Plantin CaB <sub>2</sub> + Ferty-Mould + Plantin II (1,5 + 1 L ha <sup>-1</sup> + 0,25 %) out Plantin II (0,25 %) nov, jan, mar	49,64 a A	27,86 a B	77,50
4- Plantin II + Ferty-Mould (0,25 % + 1 L ha <sup>-1</sup> ) out, dez, mar	32,33 a A	26,40 a A	58,73
5- Plantin II (0,25 %) nov, dez, jan, mar	43,69 a A	21,87 a B	65,56
6- *ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O + MnSO <sub>4</sub> .3H <sub>2</sub> O + CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O + H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> + KCl (nov, dez, jan, mar)	49,38 a A	26,60 a B	75,98
7- Plantin CaB <sub>2</sub> + Ferty-Mould (1 L ha <sup>-1</sup> + 0,75 L ha <sup>-1</sup> ) out Plantin Plus (0,25 %) nov, mar Plantin II (0,25 %) jan	44,62 a A	22,59 a B	67,21
8- Testemunha (ausência de fertiliz. foliar)	38,11 a A	32,02 a A	70,13
C.V. (%)	20,2	15,5	

\* Sulfato de zinco (23% Zn) + Sulfato de manganês (26-28% Mn) + Sulfato de cobre (25% Cu) + Ácido bórico (17% B) + Cloreto de potássio (58% K<sub>2</sub>O, 45-48% Cl) (NOVAIS et al., 2007).

\* Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

\* Médias seguidas de mesma letra maiúscula entre linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

Embora não se tenha observado diferenças significativas entre os tratamentos, procurou-se fazer uma análise coletiva dos tratamentos em relação a testemunha.

Na safra de 2007, com exceção do tratamento 4 (Plantin II + Ferty-Mould em 3 aplicações/ano), todos os tratamentos obtiveram produtividades mais elevadas do que a testemunha, a qual não recebeu fertilização foliar (Tabela 6).

O tratamento que determinou a maior produtividade no primeiro ano corresponde a misturas dos seguintes produtos: Plantin CaB<sub>2</sub> em 1 aplicação/ano, Ferty-Mould em 1 aplicação/ano, Plantin II em 4 aplicações/ano (tratamento 3). Sendo que este proporcionou um aumento na produtividade de 11,5 sacas de 60 kg de café beneficiado ha<sup>-1</sup> em relação à testemunha, ou seja, 30% a mais na produtividade do que a testemunha (Tabela 6).

O fato do tratamento 3 ter apresentado um acréscimo de aproximadamente 11,5 sacas ha<sup>-1</sup> pode ser explicado devido aos fertilizantes conterem em sua formulação Ca, B e aminoácidos, ressaltando que a aplicação de boro via foliar consegue-se aplicação mais uniforme e respostas mais rápidas, sendo possível corrigir eventuais deficiências ainda dentro do mesmo ciclo da cultura (VOLKWISS, 1991).

Mesmo com pH em torno de 6,0, na maioria dos solos a quantidade de cálcio não é suficiente para suprir a quantidade exigida pelo cafeeiro, visando obter altas produtividades. Isto ocorre devido às características do solo do cerrado de baixa fertilidade e alta acidez, e CTC variando de baixo a médio, aliado a um baixo poder tampão. A quantidade de Ca retido na CTC e repassado para a solução do solo, em função do poder tampão dos solos de cerrado que normalmente é baixa, é inferior à quantidade requerida pelo cafeeiro. Aliadas a essas características de solo, a má homogeneização do calcário má distribuição de chuvas concentradas num período curto, contribuem para disponibilizar pouco cálcio às plantas

Em relação à testemunha, o tratamento 6 (sulfato de Zn + sulfato de Mn + sulfato de Cu + ácido bórico + cloreto de K em 4 aplicações/ano) (considerado referência neste trabalho) proporcionou um aumento de produtividade de 11,27 sacas ha<sup>-1</sup> de café, ou seja, 29,6% a mais de café do que a testemunha (Tabela 6).

Observa-se aumento da produção em relação à testemunha, com a aplicação dos nutrientes Zn, Mn e Cu na forma de sulfato. Em trabalho realizado por MELO et al. (1999), estudando o efeito de diferentes doses de sulfato de zinco em pulverização foliar na produção do cafeeiro (*Coffea arabica* L.), verificaram que a aplicação deste em

forma de sulfato apresentou um leve acréscimo na produtividade, em sacas por hectare em ano de safras altas, porém, em safra de baixa produtividade não foi obtida diferença na produtividade.

Em pesquisa realizada por Carvalho (1980), foi verificada que a absorção foliar de cobre (Cu) pelo cafeeiro foi semelhante ao do sistema radicular. Neste mesmo trabalho, observou-se que a aplicação de formulações contendo sulfato de Cu no controle de ferrugem, ocasionou um acréscimo de 50% na produtividade da lavoura cafeeira quando comparado com a testemunha (sem aplicação de sulfato de cobre).

Ainda na safra 2007, o tratamento 2 com a mistura dos seguintes produtos: (Plantin CaB<sub>2</sub>, em 1 aplicação/ano, Ferty-Mould em 1 aplicação/ano, Plantin II em 3 aplicações ano<sup>-1</sup>), resultou em uma produtividade de 9,07 sacas ha<sup>-1</sup> de café a mais, em comparação com a testemunha (Tabela 6).

Em comparação com a testemunha (T8), o tratamento 7 (Plantin CaB<sub>2</sub> em 1 aplicação ano<sup>-1</sup>, Ferty-Mould em 1 aplicação ano<sup>-1</sup>, Plantin II em 1 aplicação ano<sup>-1</sup>, Plantin Plus em 2 aplicações ano<sup>-1</sup>), proporcionou um aumento na produtividade de 6,5 sacas ha<sup>-1</sup> de café beneficiado, que corresponde a 17% a mais de grãos de café (Tabela 6).

O tratamento 5 (Plantin II em 4 aplicações ano<sup>-1</sup>) obteve uma produtividade de 5,58 sacas ha<sup>-1</sup> de café a mais, em comparação com a testemunha, o qual corresponde a 15 % a mais de grãos de café.

Em relação à testemunha, o tratamento 1 (Plantin CaB<sub>2</sub>, em 1 aplicação ano<sup>-1</sup>, Plantin II, em 3 aplicações ano<sup>-1</sup>), resultou em um aumento de produtividade de 2,6 sacas ha<sup>-1</sup> de café, que corresponde a 7% a mais de grãos de café (Tabela 6).

No tratamento 6 (mistura de sais em 4 aplicações ano<sup>-1</sup>), o tratamento 3 (Plantin CaB<sub>2</sub> em 1 aplicação ano<sup>-1</sup>, Ferty-Mould em 1 aplicação ano<sup>-1</sup>, Plantin II em 4 aplicações/ano), produziu 0,3 sacas ha<sup>-1</sup> de café a mais, no primeiro ano (Tabela 6).

Em relação safra de 2008, não houve aumento de produtividade com a aplicação dos fertilizantes foliares em relação à testemunha (Tabela 6). No entanto, não houve aumento significativo em relação ao tratamento referência (tratamento 6). Isto deve ao fato de o segundo ano foi de baixa produtividade, devido à bianualidade da cultura do café. No ano em que há um novo período vegetativo, juntamente com o período reprodutivo, o cafeeiro produz menos, e no ano seguinte, período reprodutivo, o cafeeiro produz mais (Adaptado de Camargo et al., 2001). Ainda na safra 2008, nos tratamentos os quais apresentaram altas produtividades no primeiro ano, observou-se

uma produtividade próxima da testemunha, visto que a testemunha, em 2007, resultou baixa produtividade.

Observou-se que houve diferenças significativas entre os anos com aumento na produtividade para o primeiro ano em relação ao segundo ano, através da aplicação dos fertilizantes foliares em diferentes épocas (Tabela 6).

O primeiro ano resultou, em aumentos estatisticamente maiores de produtividade em relação ao segundo ano, com a aplicação foliar dos tratamentos 2, 3, 5, 6 e 7 (Tabela 6). Ou seja, os tratamentos 2, 3, 5, 6 e 7 resultaram em produtividades de, respectivamente, 19, 22, 22, 23 e 22 sacas de 60 kg de café beneficiado ha<sup>-1</sup> a mais no primeiro ano do que no segundo ano.

Martinez et al. (2003) concluíram que a situação nutricional das lavouras cafeeiras difere de acordo com o ano amostrado e com a região. Os problemas nutricionais mais acentuados são observados nas lavouras menos produtivas. Ainda segundo os mesmos autores, maiores desequilíbrios são observados em relação aos micronutrientes e no ano de alta produção (safra 2007).

A variável renda refere-se ao peso de café em coco necessário para produzir 1,0 kg de café beneficiado, portanto, quanto menos café em coco for necessário para produzir 1,0 kg de café beneficiado, melhor será a renda.

Observa-se que não houve diferença significativa para a renda, em função dos tratamentos, porém, houve diferença significativa, em função dos anos, para os tratamentos 1, 2, 4 e 8 (Tabela 7). No primeiro ano, com a aplicação foliar do tratamento 1, obteve-se uma renda de 1,97 kg de café da roça para produzir 1 kg de café beneficiado, e no segundo ano, obteve-se uma renda de 1,75 kg de café da roça para produzir 1 kg de café beneficiado (Tabela 7).

Em trabalho de Rotondano et al. (2005), a renda foi representada por uma equação linear, em função das lâminas de irrigação aplicadas e, considerando a lâmina de irrigação de 140,0% da ECA, teve-se uma renda de 3,88 kg de café da roça para produzir 1,0 kg de café beneficiado.

Freire e Miguel (1984), citado por Rotondano et al. (2005), conduzindo experimento em Varginha – MG, observaram uma sensível redução na renda do café, em função de baixas precipitações pluviométricas e temperaturas médias elevadas, que levou a gastar 5,6 kg de café da roça para produzir 1,0 kg de café beneficiado.

**Tabela 7.** Médias de renda ( $\text{kg kg}^{-1}$ ) em função dos anos de condução do experimento e da aplicação de fertilizantes foliares em diferentes épocas na cultura do café, variedade Acaia Cerrado. Fazenda Pedra Branca, Uberlândia – MG, 2009.

Tratamentos	Renda ( $\text{kg kg}^{-1}$ )	
	2007	2008
1- Plantin CaB <sub>2</sub> (1,5 L ha <sup>-1</sup> ) out Plantin II (0,25 %) nov, jan, mar	1,97 a A	1,75 a B
2- Plantin CaB <sub>2</sub> + Ferty-Mould (1,5 + 1 L ha <sup>-1</sup> ) out Plantin II (0,25 %) nov, jan, mar	2,01 a A	1,79 a B
3- Plantin CaB <sub>2</sub> + Ferty-Mould + Plantin II (1,5 + 1 L ha <sup>-1</sup> + 0,25 %) out Plantin II (0,25 %) nov, jan, mar	1,97 a A	1,84 a A
4- Plantin II + Ferty-Mould (0,25 % + 1 L ha <sup>-1</sup> ) out, dez, mar	1,99 a A	1,82 a B
5- Plantin II (0,25 %) nov, dez, jan, mar	1,92 a A	1,93 a A
6- *ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O + MnSO <sub>4</sub> .3H <sub>2</sub> O + CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O + H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> + KCl (nov, dez, jan, mar)	1,94 a A	1,89 a A
7- Plantin CaB <sub>2</sub> + Ferty-Mould (1 L ha <sup>-1</sup> + 0,75 L ha <sup>-1</sup> ) out Plantin Plus (0,25 %) nov, mar Plantin II (0,25 %) jan	1,98 a A	1,85 a A
8- Testemunha (ausência de fertiliz. foliar)	1,97 a A	1,76 a B
C.V. (%)	3,92	

\* Sulfato de zinco (23% Zn) + Sulfato de manganês (26-28% Mn) + Sulfato de cobre (25% Cu) + Ácido bórico (17% B) + Cloreto de potássio (58% K<sub>2</sub>O, 45-48% Cl) (NOVAIS et al., 2007).

\* Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

\* Médias seguidas de mesma letra maiúscula entre linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

## 4.2 Características do estado nutricional das plantas

### 4.2.1 Caracterização de Macronutrientes nas folhas de cafeeiro

Ao teor de certo nutriente, em determinada parte da planta, que se associa a 90% da produtividade ou ao crescimento máximo, denomina-se nível crítico. Segundo este conceito, um nutriente é considerado como deficiente, caso sua concentração na folha esteja abaixo de um determinado valor crítico. Entretanto, o teor de um nutriente na folha pode sofrer alterações acentuadas pela influência de uma série de fatores, além de sua disponibilidade no solo, ou seja, clima, genótipo, disponibilidade de outros nutrientes, manejo, amostragem, características físicas e químicas do solo.

Os teores foliares médios de nitrogênio, nas safras 2007 e 2008, não variaram (P < 0,05) entre os tratamentos (Tabela 8). Porém, variaram entre os anos, para todos os

tratamentos, com acréscimos de 2,88 a 4,80 g kg<sup>-1</sup> de N do primeiro para o segundo ano (Tabela 8).

Os teores foliares médios de P, na safra 2007, variaram entre os tratamentos, sendo equivalentes à testemunha e superiores aos tratamentos 5 e 7 (Tabela 8). Já em 2008, não se observou diferença entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ) (Tabela 8). Os teores de P variaram entre os anos para todos os tratamentos, com acréscimos de 0,22 a 0,37 g kg<sup>-1</sup> de P do primeiro para o segundo ano (Tabela 8). Assim, observa-se que a adubação com os fertilizantes foliares na safra 2007 contribuiu para aumentar os teores de N nas folhas na safra 2008.

O cafeeiro se coloca entre as plantas de maior exigência pelo nutriente N (nitrogênio). Neste contexto, verificou-se que na safra 2007 os teores de N encontravam-se abaixo do nível ideal para a cultura, segundo Malavolta et al. (1997) e Matiello (1997) (Tabela 8). Isto pode ser devido à um período de seca prolongado ou à elevada produção de frutos, fatores que corroboram para diminuir o teor de N nas folhas.

As faixas críticas apresentam algumas diferenças, em relação aos autores. Observa-se que os teores de fósforo mostraram-se abaixo do nível ideal para a cultura do café, segundo CFSEMG (1999) e Malavolta et al. (1997) (Tabela 8). No entanto, segundo Matiello (1997), os teores de P mostraram-se abaixo do nível ideal somente no primeiro ano.

Sendo assim, observa-se que para ter eficiência na adubação foliar e, conseqüentemente, elevação da produtividade, é importante que o técnico conheça o histórico da lavoura, os níveis críticos para alta produtividade, a análise foliar e, principalmente, faça a interpretação dos níveis críticos segundo um dos autores (Tabela 2), e via adubação foliar, forneça os nutrientes exigidos com uma formulação eficiente de adubação.

Os teores de potássio variaram entre os tratamentos no primeiro ano, sendo os tratamentos 1 e 6 os que proporcionaram maiores teores de K nas folhas, respectivamente 17,67 e 17,93 g kg<sup>-1</sup>, porém, equivalentes aos outros com exceção do tratamento 3. Já em 2008, não se observou diferença entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ) (Tabela 8). Os teores foliares de K variaram entre os anos para todos os tratamentos, com acréscimos de 7,60 a 9,43 g kg<sup>-1</sup> de K do primeiro para o segundo ano (Tabela 8).

Os teores de K, em 2007 mostraram-se abaixo do nível ideal (Tabela 8). Em trabalho de Martinez et al. (2003), a carência de K provavelmente restringiu a

manifestação de outras carências, uma vez que, após o N, é o nutriente mais exigido quantitativamente pelos cafeeiros.

**Tabela 8.** Teores foliares médios de macronutrientes, N, P e K ( $\text{g kg}^{-1}$ ) na cultura do café, variedade Acaia Cerrado, em função dos anos de condução e da aplicação dos fertilizantes foliares em diferentes épocas. Fazenda Pedra Branca, Uberlândia – MG, 2009.

Tratamento	N		P		K	
	g $\text{kg}^{-1}$					
	2007	2008	2007	2008	2007	2008
1	27,30 a B	31,30 a A	1,05 ab B	1,27 a A	17,67 a B	25,27 a A
2	27,94 a B	31,37 a A	1,04 ab B	1,32 a A	17,10 ab B	24,73 a A
3	27,38 a B	31,36 a A	1,05 ab B	1,37 a A	15,80 b B	25,23 a A
4	28,13 a B	31,50 a A	0,99 abc B	1,29 a A	17,00 ab B	25,77 a A
5	27,14 a B	31,44 a A	0,92 c B	1,29 a A	17,50 ab B	25,37 a A
6	27,41 a B	32,21 a A	1,09 a B	1,33 a A	17,93 a B	25,57 a A
7	27,89 a B	31,85 a A	0,99 bc B	1,29 a A	16,77 ab B	24,80 a A
8	28,51 a B	31,39 a A	1,05 ab B	1,37 a A	16,30 ab B	25,20 a A
CV (%)	2,76		4,71		6,16	
<sup>(1)</sup> CFSEMG (1999)	27,0-32,0		1,5-2,0		19,0-24,0	
<sup>(1)</sup> Malavolta (1997)	29,0-32,0		1,6-1,9		22,0-25,0	
<sup>(1)</sup> Matiello (1997)	30,0-35,0		1,2-2,0		18,0-25,0	

\* Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

\* Médias seguidas de mesma letra maiúscula entre linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

<sup>(1)</sup>Níveis ideais segundo alguns autores, para a cultura do café.

Os teores de cálcio nas folhas variaram entre os tratamentos, sendo que, no primeiro ano os tratamentos 2 (Plantin CaB2, Ferty-Mould, Plantin II), 3 (Plantin CaB2, Ferty-Mould, Plantin II) e 6 (Mistura de sais) proporcionaram os maiores teores, porém, equivalentes aos tratamentos 4, 7 e 8. No segundo ano, o tratamento 2 obteve maiores teores, porém, equivalente aos demais tratamentos, com exceção do 5 e do 7 (Tabela 9). Os teores de Ca variaram ( $P < 0,05$ ) entre os anos, para todos os tratamentos exceto o tratamento 1, com os maiores teores no primeiro ano (Tabela 9).

Os teores de magnésio, no primeiro ano variaram entre os tratamentos, sendo o tratamento 3 o que proporcionou o maior teor de Mg e equivalente aos tratamentos 2 e 8 (testemunha), os quais mostraram-se acima do nível ideal para a cultura do café (Tabela 9). No segundo ano, não se observou diferença entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ). Os teores de Mg variaram ( $P < 0,05$ ) entre os anos, para todos os tratamentos, com os maiores teores no primeiro ano (Tabela 9).

Os teores foliares médios de enxofre, nos dois anos, não variaram ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos (Tabela 9). Os teores de S variaram entre os anos para os tratamentos, exceto o tratamento 4, com os maiores teores no segundo ano (Tabela 9).

**Tabela 9.** Teores foliares médios de macronutrientes, Ca, Mg e S ( $\text{g kg}^{-1}$ ) na cultura do café, variedade Acaiá Cerrado, em função dos anos de condução e da aplicação dos fertilizantes foliares em diferentes épocas. Fazenda Pedra Branca, Uberlândia – MG, 2009.

Tratamento	Ca		Mg		S	
	g kg <sup>-1</sup>					
	2007	2008	2007	2008	2007	2008
1	11,20 b A	10,41 abc A	3,26 b A	2,42 a B	1,47 a B	1,70 a A
2	12,64 a A	11,49 a B	3,68 ab A	2,53 a B	1,47 a B	1,69 a A
3	12,83 a A	10,39 abc B	4,00 a A	2,40 a B	1,47 a B	1,79 a A
4	11,83 ab A	10,39 abc B	3,36 b A	2,28 a B	1,52 a A	1,69 a A
5	11,07 b A	9,33 c B	3,19 b A	2,23 a B	1,42 a B	1,79 a A
6	12,77 a A	11,16 ab B	3,25 b A	2,31 a B	1,53 a B	1,75 a A
7	11,83 ab A	10,01 bc B	3,45 b A	2,36 a B	1,44 a B	1,67 a A
8	12,21 ab A	10,65 abc B	3,65 ab A	2,43 a B	1,43 a B	1,77 a A
CV (5%)	14,67		14,70		3,11	
<sup>(1)</sup> CFSEMG (1999)	10,0-14,0		3,1-3,6		1,5-2,0	
<sup>(1)</sup> Malavolta (1997)	13,0-15,0		4,0-4,5		1,5-2,0	
<sup>(1)</sup> Matiello (1997)	10,0-15,0		3,5-5,0		1,5-2,0	

\* Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

\* Médias seguidas de mesma letra maiúscula entre linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

<sup>(1)</sup> Níveis ideais, segundo alguns autores, para a cultura do café.

#### 4.2.2 Caracterização de micronutrientes em folhas do cafeeiro

O fornecimento de micronutrientes é imprescindível ao desenvolvimento normal das lavouras. Atualmente, numerosas opções de fertilizantes contendo micronutrientes, usadas em diferentes formas de aplicação, são oferecidas ao agricultor, mas a adubação nem sempre é realizada com base em critérios respaldados pela pesquisa científica. A disponibilidade de informação técnica é fundamental para subsidiar a tomada de decisão para aplicação de micronutrientes e, muitas vezes, pode apresentar a diferença entre eficiência e insucesso no manejo da adubação.

Os teores foliares de boro diferiram ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos. Em 2007, todos os tratamentos obtiveram teores de B superiores à testemunha (Tabela 10). Já em 2008, os teores de boro foram equivalentes à testemunha (controle) e superiores ao



tratamento 4 (Tabela 10). Os teores de boro variaram ( $P < 0,05$ ) entre os anos apenas para os tratamentos 3 e 6 (Tabela 10).

Observou-se que os teores de boro encontravam abaixo do nível ideal para a cultura, segundo a CFSEMG (1999). Deficiências de boro podem também decorrer de pH elevado. O íon borato, por sua vez, tem sua adsorção a sesquióxidos e minerais de argila aumentada com o aumento do pH, o que limita sua disponibilidade para as plantas. Em culturas perenes, é comum ocorrer pH elevado quando não se considera a profundidade efetiva em que o corretivo atuará (5-10 cm) no cálculo da dose de corretivo a ser aplicada. Embora o sistema radicular do cafeeiro seja profundo, mas como a maior parte de suas raízes absorventes concentra-se na estreita camada superficial, os efeitos do pH elevado nessa camada podem causar deficiências (Martinez et al., 2003).

Para os teores de cobre, na safra 2007, somente o tratamento 6 foi superior aos demais tratamentos (Tabela 10). Segundo Martinez et al. (2003), a deficiência de Cu tem se acentuado em lavouras em que fungicidas cúpricos não fazem parte do programa de combate à ferrugem. Em 2008, os teores de Cu variaram entre os tratamentos, sendo superiores à testemunha (tratamento 9) e aos tratamentos 3 e 7. Os teores foliares de cobre variaram entre os anos, para todos os tratamentos, com os maiores valores para o segundo ano (Tabela 10).

Os teores de ferro, em 2007 e 2008, não variaram ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos. Os teores foliares de Fe diferiram entre os anos, com os maiores teores observados no em 2007 em relação à 2008 (Tabela 10). Verificou-se que, no segundo ano, os teores de ferro encontram-se abaixo do nível ideal, com exceção do tratamento 1, segundo a CFSEMG (1999) (Tabela 10).

**Tabela 10.** Teores foliares médios de micronutrientes, B, Cu e Fe (mg kg<sup>-1</sup>) na cultura do café, variedade Acaia Cerrado, em função dos anos de condução e da aplicação dos fertilizantes foliares em diferentes épocas. Fazenda Pedra Branca, Uberlândia – MG, 2009.

Tratamento	B		Cu		Fe	
	mg kg <sup>-1</sup>					
	2007	2008	2007	2008	2007	2008
1	47,33 bcA	45,60 abA	7,73 bB	16,13 abA	115,47 aA	90,67 aB
2	50,60 abcA	47,60 abA	6,87 bB	14,33 abA	124,07 aA	85,07 aB
3	53,13 abA	47,20 abB	5,73 bB	12,87 bA	117,00 aA	84,73 aB
4	45,73 bcA	42,07 bA	5,47 bB	15,13 abA	112,00 aA	79,73 aB
5	43,33 cA	43,13 abA	6,40 bB	14,00 abA	128,73 aA	85,87 aB
6	59,00 aA	51,93 aB	12,20 aB	17,60 aA	122,40 aA	79,73 aB
7	46,33 bcA	44,80 abA	5,73 bB	12,80 bA	133,67 aA	71,13 aB
8	41,93 cA	43,53 abA	7,53 bB	13,53 bA	113,60 aA	83,07 aB
CV (%)		13,71		23,51		9,07
<sup>(1)</sup> CFSEMG (1999)	59-80		8-16		90-180	
<sup>(1)</sup> Malavolta (1997)	50-60		11-14		100-130	
<sup>(1)</sup> Matiello (1997)	40-80		10-50		100-200	

\* Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

\* Médias seguidas de mesma letra maiúscula entre linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

<sup>(1)</sup> Níveis ideais, segundo alguns autores, para a cultura do café.

Os teores de Mn (manganês), em 2007, variaram entre os tratamentos, sendo que a testemunha proporcionou os maiores teores, porém, foi equivalente ao tratamento 3 (Tabela 11). A testemunha, que não recebeu fertilização foliar, apresentou maiores teores de Mn, devido ao efeito de diluição, ou seja, as plantas cresceram menos e acumularam mais nutrientes. No ano de 2008, os teores de manganês foram equivalentes à testemunha (controle) e superiores ao tratamento 5 (Tabela 11). Os teores de manganês variaram (P<0,05) entre os anos somente para os tratamentos 4 e 6.

Os teores de zinco variaram entre os tratamentos, na safra 2007, sendo o tratamento 6 proporcionou os maiores teores, porém, equivalente aos tratamentos 1, 3 e 5 (Tabela 10). Já no ano de 2008, não se observou diferença entre os tratamentos (P<0,05). Os teores de zinco variaram entre os anos, sendo os maiores teores observados no ano de 2007 em relação à 2008 (Tabela 11).

Observou-se que os teores de zinco encontravam-se abaixo do nível ideal no em 2008, com exceção do tratamento 2 e 6, de acordo com a CFSEMG (1999) (Tabela 11).

**Tabela 11.** Teores foliares médios de micronutrientes, Mn e Zn ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) na cultura do café, variedade Acaiá Cerrado, em função dos anos de condução e da aplicação dos fertilizantes foliares em diferentes épocas. Fazenda Pedra Branca, Uberlândia – MG, 2009.

Tratamento	Mn		Zn	
	----- $\text{mg kg}^{-1}$ -----			
	2007	2008	2007	2008
<b>1</b>	620,33 bA	681,13 abA	19,20 abcA	7,87 aB
<b>2</b>	658,27 bA	688,20 abA	16,87 bcA	8,40 aB
<b>3</b>	716,67 abA	745,67 abA	19,27 abcA	7,80 aB
<b>4</b>	633,87 bB	744,00 abA	16,07 cA	6,87 aB
<b>5</b>	667,53 bA	640,67 bA	20,47 abA	7,13 aB
<b>6</b>	595,40 bB	749,07 abA	22,67 aA	9,73 aB
<b>7</b>	664,93 bA	676,87 abA	17,20 bcA	7,67 aB
<b>8</b>	809,33 aA	791,87 aA	17,27 bcA	6,67 aB
<b>CV (%)</b>	23,12	15,5	11,17	13,8
<b>CFSEMG (1999)</b>	120-210		8-16	
<b>Malavolta (1997)</b>	80-100		15-20	
<b>Matiello (1997)</b>	50-100		10-20	

\* Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

\* Médias seguidas de mesma letra maiúscula entre linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

<sup>(1)</sup> Níveis ideais, segundo alguns autores, para a cultura do café.

#### 4.2.3 Macronutrientes e micronutrientes nas flores

Os teores dos nutrientes, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Mn e Zn, nas flores de café, não variaram ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos (Tabelas 12, 13, 14 e 15). Os teores de N, nas flores, variaram entre os tratamentos somente em 2007, sendo equivalentes à testemunha e superiores ao tratamento 5 (Tabela 12). Os teores de Fe, nas flores variaram entre os tratamentos somente em 2008, sendo que os tratamentos 1, 2, 3, 4 e 6 foram superiores à testemunha (Tabela 14). Os teores dos macro e micronutrientes, nas flores, variaram ( $P < 0,05$ ) entre os anos (Tabelas 12, 13, 14 e 15).

**Tabela 12.** Teores médios de macronutrientes, N, P e K ( $\text{g kg}^{-1}$ ) nas flores de café, variedade Acaia Cerrado, em função dos anos de condução e da aplicação dos fertilizantes foliares em diferentes épocas. Fazenda Pedra Branca, Uberlândia – MG, 2009.

Tratamento	N		P		K	
	g $\text{kg}^{-1}$					
	2007	2008	2007	2008	2007	2008
1	22,77 ab B	24,73 a A	1,63 a B	2,27 a A	23,00 a B	29,83 a A
2	23,47 ab B	25,43 a A	1,77 a B	2,43 a A	22,50 a B	30,00 a A
3	23,37 abA	24,73 a A	1,73 a B	2,37 a A	21,50 a B	29,50 a A
4	23,67 abA	24,27 a A	1,67 a B	2,23 a A	22,83 aB	28,50 a A
5	21,83 b B	24,50 a A	1,67 a B	2,30 a A	22,50 a B	28,83 a A
6	24,83 a A	25,43 a A	1,70 a B	2,37 a A	23,17 a B	29,83 a A
7	23,23 ab B	25,90 aA	1,77 a B	2,33 a A	23,50 a B	29,67 a A
8	22,80 ab B	24,97 a A	1,70 a B	2,27 a A	23,00 a B	28,50 a A
CV (%)	4,84		7,35		4,74	

\* Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

\* Médias seguidas de mesma letra maiúscula entre linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Nota-se através da Tabela 12, que nas comparações entre safras ocorreu um maior acúmulo de NPK na segunda safra e com isso, apresentando uma diferença significativa. Esse fato pode ser atribuído devido a segunda safra ser de baixa produtividade, com isso resultou um maior acúmulo destes macronutrientes na folha.

Laviola (2004), avaliando a dinâmica de macronutrientes em folhas, flores e frutos de cafeeiro arábico em três níveis de adubação, notou que houve um maior acúmulo de N e P em ano de safra baixa.

**Tabela 13.** Teores médios de macronutrientes, Ca, Mg e S ( $\text{g kg}^{-1}$ ) nas flores de café, variedade Acaia Cerrado, em função dos anos de condução e da aplicação dos fertilizantes foliares em diferentes épocas. Fazenda Pedra Branca, Uberlândia – MG, 2009.

Tratamento	Ca		Mg		S	
	g $\text{kg}^{-1}$					
	2007	2008	2007	2008	2007	2008
1	3,30 aA	3,27 aB	1,87 aB	2,47 aA	1,30 aB	1,53 aA
2	3,23 aA	2,67 aB	1,87 aB	2,40 aA	1,27 aB	1,57 aA
3	3,07 aA	3,07 aA	1,83 aB	2,33 aA	1,27 aB	1,53 aA
4	3,57 aA	3,13 aA	1,93 aB	2,47 aA	1,30 aB	1,53 aA
5	3,17 aA	2,87 aA	1,83 aB	2,40 aA	1,17 aB	1,47 aA
6	3,07 aA	3,13 aA	1,80 aB	2,40 aA	1,20 aB	1,53 aA
7	3,17 aA	3,27 aA	1,87 aB	2,50 aA	1,30 aB	1,53 aA
8	3,37 aA	2,83 aB	1,83 aB	2,37 aA	1,20 aB	1,53 aA
CV (%)	10,43		7,85		6,98	

\* Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

\* Médias seguidas de mesma letra maiúscula entre linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

**Tabela 14.** Teores médios de micronutrientes, B, Cu e Fe (mg kg<sup>-1</sup>) nas flores de café, variedade Acaiá Cerrado, em função dos anos de condução e da aplicação dos fertilizantes foliares em diferentes épocas. Fazenda Pedra Branca, Uberlândia – MG, 2009.

Tratamento	B		Cu		Fe	
	2007	2008	2007	2008	2007	2008
1	15,33 a A	11,00 a B	21,67 a A	19,67 a A	100,00 a A	124,33 ab A
2	17,00 a A	10,67 a B	20,33 a A	19,00 a A	103,00 a A	67,33 ab A
3	16,00 a A	10,67 a B	18,67 a A	17,67 a A	111,67 a A	77,00 ab A
4	15,00 a A	10,67 a B	20,33 a A	18,00 a A	103,67 a A	159,00 a A
5	16,00 a A	13,33 a B	21,33 a A	16,67 a B	103,33 a A	57,00 b A
6	18,00 a A	10,67 a B	21,33 a A	17,33 a B	122,00 a A	76,00 ab A
7	15,67 a A	10,00 a B	20,33 a A	18,00 a A	117,00 a A	51,67 b B
8	15,00 a A	10,67 a B	18,67 a A	16,67 a A	100,67 a A	52,00 b A
CV (%)	10,90		16,41		35,49	

\* Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

\* Médias seguidas de mesma letra maiúscula entre linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

Analisando as Tabelas 14 e 15, verifica-se que não houve diferença para o acúmulo de micronutrientes em flores de café, com exceção do ferro, onde nota-se que ocorreu diferença significativa entre tratamentos na safra 2008. Quando foi feito um comparativo entre safras, percebe-se que houve diferença significativa entre safras para a maioria dos tratamentos quanto aos micronutrientes.

Lima et al. (1999), citado por Valarini (2005), avaliaram o efeito de adubações foliares em pré e pós-florada na produção e qualidade de sementes de café, com diversas combinações e fontes de boro com outros nutrientes, e concluíram que, nas condições do ensaio, a aplicação de adubação foliar de boro mais cálcio em pré e pós-florada foi a que proporcionou maior produção não influenciando, entretanto, a qualidade fisiológica das sementes de café.

**Tabela 15.** Teores médios de micronutrientes, Mn e Zn ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) nas flores de café, variedade Acaia Cerrado, em função dos anos de condução e da aplicação dos fertilizantes foliares em diferentes épocas. Fazenda Pedra Branca, Uberlândia – MG, 2009.

Tratamento	Mn		Zn	
	----- $\text{mg kg}^{-1}$ -----			
	2007	2008	2007	2008
1	244,33 a A	170,33 a B	10,33 a A	12,00 a A
2	201,00 a A	150,00 a A	10,00 a A	11,33 a A
3	236,67 a A	186,33 a A	10,00 a A	11,33 a A
4	239,67 a A	154,67 a B	10,67 a A	11,33 a A
5	213,67 a A	124,33 a B	10,33 a A	11,00 a A
6	243,67 a A	172,33 a B	10,33 a B	12,33 a A
7	211,00 a A	147,00 a B	9,67 a A	11,00 a A
8	267,00 a A	159,00 a B	11,67 a A	9,67 a B
CV (1%)	38,35		9,64	

\* Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

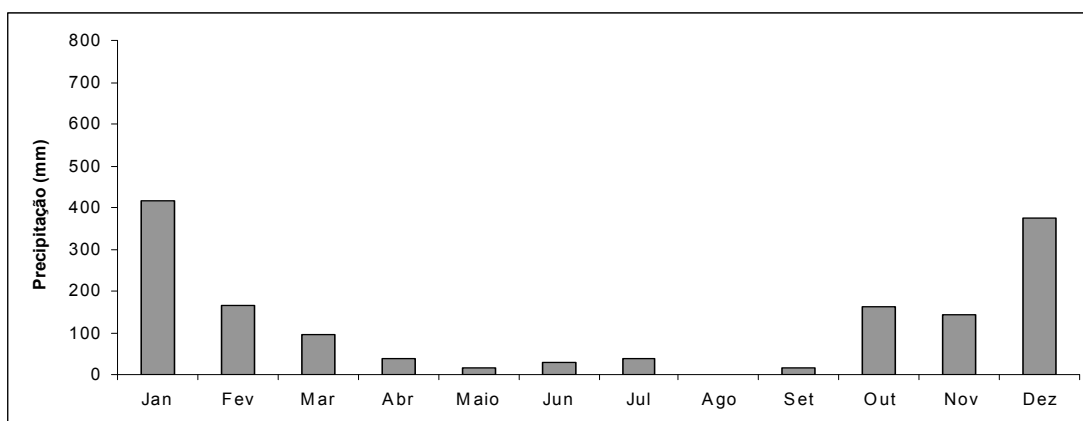
\* Médias seguidas de mesma letra maiúscula entre linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

### 4.3 Parâmetros climáticos

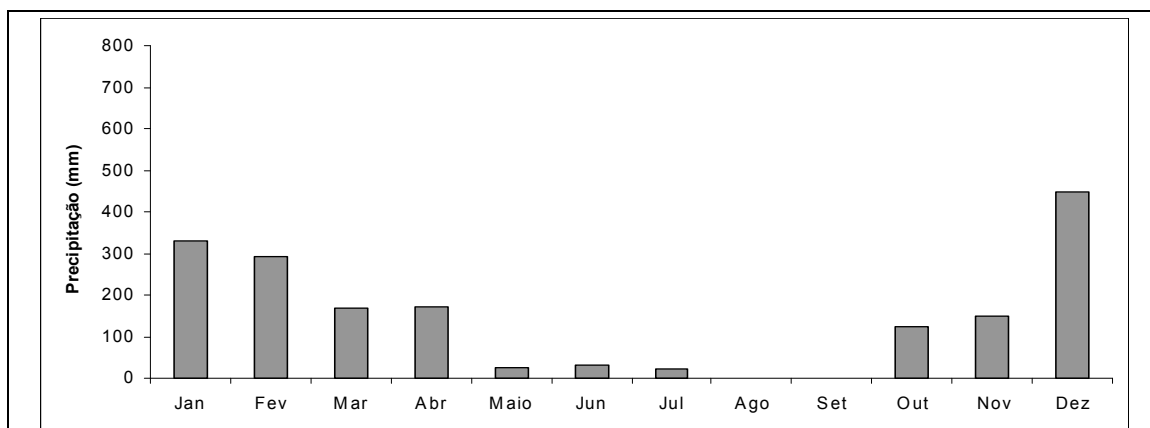
Analisando as Figuras 1 e 2, é possível observar que nos anos de 2007 e 2008 houve uma sensível redução na precipitação anual no segundo ano, tendo precipitado 1202 mm e 1493 mm, respectivamente, contra uma média de 1769 mm entre os anos analisados.

Conforme Matiello et al. (2005), precipitações anuais acima de 1200 mm podem ser consideradas aptas ao bom desenvolvimento da cafeicultura. Embora a média anual seja de 1769 mm, em alguns meses foi observada baixa precipitação, o que poderia ocasionar abortamento de flores ou grãos pequenos, caso a lavoura cafeeira não fosse irrigada.

Os meses de janeiro e dezembro apresentaram as maiores precipitações em média, onde o volume de chuva nesses dois meses correspondeu a 43% da precipitação média anual no período avaliado (2007 a 2009).



**FIGURA 1** - Precipitação média mensal no ano de 2007 – Fazenda Pedra Branca – Uberlândia - MG

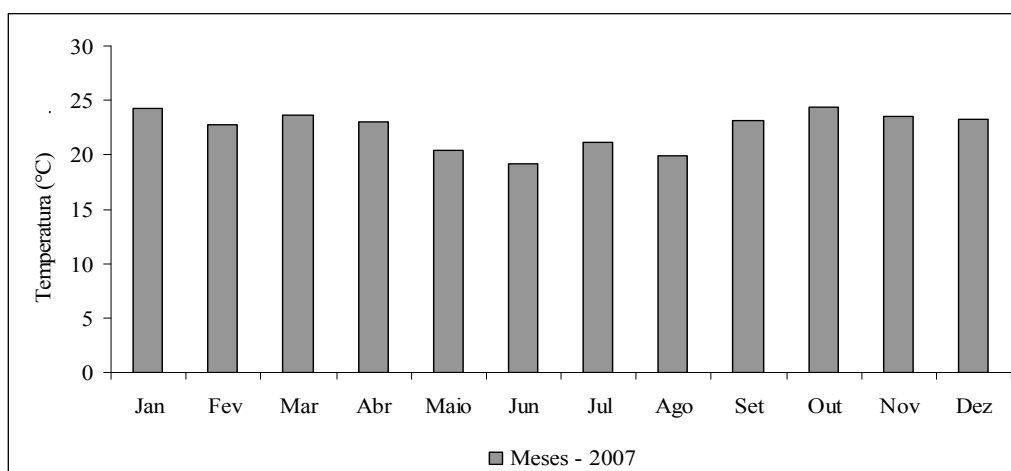


**FIGURA 2** - Precipitação média mensal no ano de 2008 – Fazenda Pedra Branca – Uberlândia – MG.

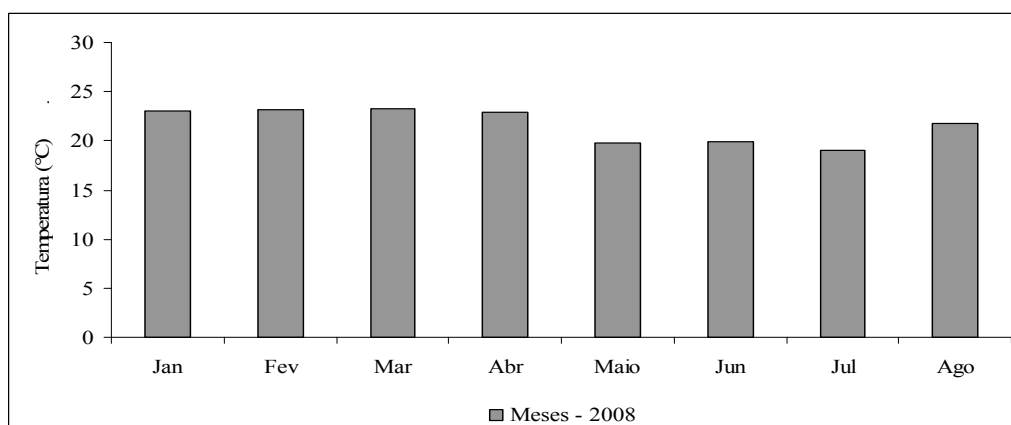
Assunção (2002) afirma que, na região do Triângulo Mineiro, o início e o final do período chuvoso é irregular. Essa irregularidade das chuvas afeta a produção das culturas não irrigadas, principalmente do cafeeiro cultivado no cerrado mineiro, que concentra seu florescimento nos meses de setembro e outubro (CARVALHO, 2008).

As precipitações, em junho, julho e setembro de 2007, foram superiores ao mesmo período de 2008. Silva (2007) comentou que essa baixa precipitação pode ter reduzido o efeito biannual da produtividade em 2008. Camargo (1987) afirma que a falta de chuvas nos estádios de maturação e abotoamento não afeta a produtividade do ano, mas prejudica a safra do ano seguinte.

Com relação a temperatura, pode-se dizer que o mês de julho foi o mais frio e o mês de outubro o mais quente, para os anos de avaliação, conforme Figura 3 e 4. Matiello et al. (2005) afirmam que a temperatura ideal para o desenvolvimento do cafeeiro, segundo o zoneamento térmico, está entre 19 e 22°C. Embora a temperatura média para o local do experimento tenha sido de 22,5°C, essa série de dados que deu origem a essa média é pequena, o que não dá subsídios para um questionamento sobre a aptidão dessa região, quanto ao zoneamento térmico.



**FIGURA 3** - Temperatura média mensal no ano de 2007 – Fazenda Pedra Branca – Uberlândia - MG



**FIGURA 4** - Temperatura média mensal no ano de 2008 – Fazenda Pedra Branca – Uberlândia - MG



## 4.4 Características vegetativas

### 4.4.1 Altura de plantas

Observou-se que a altura média de plantas de cafeeiro, nas duas safras, apresentou diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 16). Na avaliação da altura de plantas na safra 2007/08, o tratamento 1 (Plantin CaB<sub>2</sub>, Plantin 2) resultou nos maiores valores, com uma altura de 2,16 m, porém esse valor não diferiu estatisticamente dos tratamentos 2, 4, 7 e 8.

**Tabela 16.** Valores médios de altura de planta (m), Diâmetro de caule (mm), e Diâmetro de copa (m) de cafeeiro da variedade Acaiá Cerrado, em função dos anos de condução e da aplicação dos fertilizantes foliares em diferentes épocas. Fazenda Pedra Branca, Uberlândia – MG, 2009.

Tratamento	Altura (m)		Diâmetro de caule (mm)		Diâmetro de copa (m)	
	2007/08	2008/09	2007/08	2008/09	2007/08	2008/09
1	2,16 aB	2,41 aA	54,68 eB	59,61 eA	1,593 aA	1,79 aA
2	2,09 abB	2,33 abA	56,57 bB	61,66 bA	1,606 aA	1,80 aA
3	2,01 bcdB	2,24 cdA	55,72 cB	60,73 cA	1,564 aA	1,76 aA
4	2,14 aB	2,39 abA	53,43 fB	58,24 fA	1,658 aA	1,86 aA
5	1,98 dB	2,21 dA	55,31 cdB	60,29 cdA	1,570 aA	1,66 aA
6	2,00 cdB	2,23 dA	58,21 aB	63,44 aA	1,717 aA	1,93 aA
7	2,08 abcB	2,32 bcA	53,05 fB	57,82 fA	1,529 aA	1,72 aA
8	2,11 aB	2,35 abA	54,91 deB	59,85 deA	1,653 aA	1,86 aA
CV (%)	23,76	20,55	8,00	10,11	14,52	10,78
DMS	0,0797	0,086	0,019	0,019	0,563	0,350

\* Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

\* Médias seguidas de mesma letra maiúscula entre linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

Este fato pode ser atribuído devido esse tratamento conter em sua formulação fontes de aminoácidos, visto que os quais são fontes de hormônios de crescimento. Dentre eles, as auxinas atuam nas folhas e a citocinina atuam no sistema radicular. Já nas folhas, promovem aumento de permeabilidade da membrana e quelatização dos nutrientes, enquanto que nas raízes estimulam o crescimento e aumento de volume dos ápices (sítios de absorção).

O fato do tratamento 1 (Plantin CaB<sub>2</sub>, em 1 aplicação, Plantin II em 3 aplicações ano<sup>-1</sup>) apresentar os maiores valores de altura de planta pode ser explicado, devido o

fertilizante Plantin II conter em sua formulação o Cu e também pelo fato do cafeeiro é muito exigente deste nutriente para os seus processos de crescimento (MATIELLO, 2006).

Albuquerque et. al.(2008), avaliando mudas tratadas com aminoácidos em videira, relataram um maior crescimento quando comparado com ausência deste fertilizante. Com isso a combinação de Plantin II mais Plantin CaB<sub>2</sub> contribuíram para um maior crescimento na altura de plantas de café.

Para a safra 2008 o tratamento 1 novamente apresentou os maiores valores de altura de planta, com um acréscimo de 6 cm quando comparado com a testemunha, porém, não diferiu dos tratamentos 2, 4 e 8 (Tabela 16).

Observa-se que ocorreu diferença significativa entre as safras, com aumento na altura de plantas da primeira para a segunda safra, para todos os tratamentos. Na segunda safra ocorreu um aumento médio de 24 cm na altura de planta nos respectivos tratamentos quando comparada a primeira safra. Os tratamentos 1 e 4 (Plantin II mais Ferty-Mould, em 3 aplicações ano<sup>-1</sup>) foram os que resultaram nos maiores aumentos na altura de plantas da ordem de 25 cm. Esse acréscimo na altura de planta já era esperado, pois o cafeeiro tende a se desenvolver de uma safra para outra.

#### **4.4.2 Diâmetro de caule**

Para o parâmetro vegetativo diâmetro de caule (mm), nas duas safras, verifica-se que houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo que o tratamento 6 (Mistura de sais) apresentou os maiores valores médios (Tabela 16). Em relação a testemunha, o tratamento 6 propiciou um acréscimo de 3,3 mm na primeira safra, e 3,6 mm na segunda.

Esses dados corroboram com resultados encontrados por Torres et al. (2009), avaliando o diâmetro do caule do pinhão, com diferentes fontes de adubação. Tais autores verificaram que a adubação mineral com mistura de sais propiciou um maior diâmetro de caule para o pinhão manso, quando comparado com outras fontes minerais e orgânicas.

Na comparação das duas safras, observou-se que ocorreram acréscimos significativos no diâmetro de caule em todos os tratamentos, que, em média, foi de 5

mm. O maior acréscimo foi de 5,23 mm, proporcionado pelo tratamento 6 na comparação dos dois anos de condução.

Em trabalho realizado por Lambert (2008), em que avalio-se o efeito de lâminas de irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro durante 7 safras, verificou um aumento contínuo no diâmetro de caule a cada ano avaliado para esse atributo. Esse resultado mostra o efeito no desenvolvimento vegetativo da cultura do café com o passar das safras.

#### **4.4.3 Diâmetro de copa**

Analisando a Tabela 16, nota-se que para a variável diâmetro de copa não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos nas duas safras estudadas. Esse fato pode ser atribuído devido o ano de 2007 ter sido um ano de safra alta. Com isso, os ramos plagiotrópicos do cafeeiro sofrem acamamento devido ao pesos dos grãos. Vale ressaltar que o tratamento 6 (mistura de sais) apresentou o maior valor de diâmetro de copa (m), seguido pela testemunha e o tratamento 4 (Tabela 16).

Porém, na comparação da safra 2007/08 com a 2008/9, percebe-se que na segunda safra ocorreu um acréscimo médio no diâmetro, porém não houve diferença significativa entre os dois ciclos produtivos para este atributo. Este fato pode ser explicado devido, na safra 2007/08 a produtividade ter sido elevada, e pode ter ocorrido acamamento da copa do cafeeiro.

Lemos et al., (2007), avaliando o desenvolvimento vegetativo em cafeeiros sombreado e a pleno sol, também não encontraram diferença significativa para o diâmetro de caule, visto que este parâmetro depende muito da variedade e do estágio reprodutivo em que se encontra o cafeeiro. LUNZ (2006), avaliando plantas jovens de cafeeiro em condição de campo, também não observou diferença no diâmetro da copa.

#### **4.4.4 Número de internódios no ramo ortotrópico**

Analisando a Tabela 17, verifica-se que nas duas safras os maiores números médios de internódios foram encontrados no tratamento 8, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Em contrapartida, o tratamento 2, propiciou o menor número médio de internódios às respectivas safras.

Para todos os tratamentos avaliados, nota-se um aumento crescente nos números médios de internódios em todos os tratamentos na segunda safra, quando comparada com a primeira. Esse fato pode ser explicado devido à segunda safra ser um ano de baixa, com isso o cafeeiro tende a desenvolver mais o seu crescimento, em consequência disto, um maior número de internódios por planta.

#### 4.4.5 Comprimento do ramo plagiotrópico

Para esse parâmetro, nota-se que o tratamento 5 apresentou o maior comprimento do ramo vegetativo nas duas safras avaliadas, porém, não diferiu significativamente dos tratamentos 2 e 8 (Tabela 17). Já o tratamento 7 foi o que apresentou o menor comprimento do parâmetro estudado, com redução média no crescimento de 9,8 cm quando comparado com a testemunha, em ambas as safras.

Analisando o crescimento médio do ramo entre safras, nota-se um aumento significativo da primeira para segunda safra em todos os tratamentos.

**Tabela 17.** Valores médios de número de internódios, comprimento do ramo plagiotrópico de cafeeiro da variedade Acaíá Cerrado, em função dos anos de condução e da aplicação dos fertilizantes foliares em diferentes épocas. Fazenda Pedra Branca, Uberlândia – MG, 2009.

Tratamento	Número de internódios		Ramo plagiotrópico (cm)	
	2007/08	2008/09	2007/08	2008/09
<b>1</b>	59,58 deB	68,52 deA	93,26 dB	104,45 dA
<b>2</b>	57,61 fB	66,25 fA	97,42 abB	109,11 abA
<b>3</b>	60,16 cdB	69,19 cdA	91,63 eB	102,63 eA
<b>4</b>	59,00 eB	67,85 eA	96,48 bcB	108,06 bA
<b>5</b>	61,00 bcB	70,15 bcA	98,11 aB	109,88 aA
<b>6</b>	58,86 eB	67,69 eA	95,66 cB	107,14 cA
<b>7</b>	61,83 bB	71,10 bA	88,40 fB	99,01 fA
<b>8</b>	63,400 aB	72,91 aA	97,63 abB	109,35 aA
<b>CV</b>	6,73	8,28	6,67	4,42
<b>DMS</b>	1,011	1,013	1,180	1,178

\* Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

\* Médias seguidas de mesma letra maiúscula entre linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

## 5 CONCLUSÕES

A adubação foliar, independente do produto, dose ou época de aplicação, não aumentou a produtividade do cafeeiro.

A adubação foliar no cafeeiro não favoreceu para uma maior altura média de plantas, diâmetro de caule, número de internódios e comprimento de ramos plagiotrópicos nas duas safras avaliadas.

O uso de aminoácidos na cultura do café não contribuiu para uma maior produtividade e desenvolvimento vegetativo, bem como para um maior acúmulo de nutrientes nas folhas.

Os fertilizantes foliares Plantin CaB<sub>2</sub> mais Ferty-Mould e mais Plantin II resultaram em produtividades maiores nas duas safras, porém não foram suficiente para diferir significamente da testemunha.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, T. C. S., ALBUQUERQUE NETO, A.A.R., ALENCAR, O., COSTA, J.A. de. Absorção via foliar de aminoácidos em mudas de videira cv. Thompson Seedless em cultivo hidropônico. XX CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, v. 20., 2008, Vitória - ES, **Anais 2008**, Centro de Convenções de Vitória-ES,
- ARAÚJO, J. B. S, CARVALHO, G. J. de, GUIMARÃES, R. J. CARVALHO, J. G. de. Composto orgânico e biofertilizante na nutrição do cafeeiro em formação no sistema orgânico: teores foliares . **Coffee Science, Lavras, v. 2, n. 1, p. 20-28, jan./jun. 2007**
- ASSAD, E. D; PINTO, H. S; ZULLO JUNIOR, J.; ÁVILA, A.M.H. Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 11, p. 1057-1064, 2004.
- ASSUNÇÃO, W. L. **Climatologia irrigada no município de Araguari-MG**. 2002. 266 f. Tese (Doutorado em Geografia)-Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Presidente Prudente, 2002
- AUGUSTO H. S.; MARTINEZ, H. E. M.; SAMPAIO, N. F.; CRUZ, C. D.; PEDROSA, A. W. Concentração foliar de nutrientes em cultivares de *Coffea arabica* L. sob espaçamentos adensados. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.4, p.973-981, jul/ago. 2007.
- CAMARGO, A. P. de. Balanço hídrico, florescimento e necessidade de água para o cafeeiro. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE ÁGUA NA AGRICULTURA, 1987, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1987. f. 53-90.
- CASTRO, P.R.C., MORAES, R.S. Ação de fitorreguladores na produtividade da soja cultivar Davis. **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, Piracicaba, v.38, n.1 p. 127-137, 1981
- CARVALHO, H. de. P. **Irrigação, balanço hídrico climatológico e uso eficiente da água na cultura do café**. 2008. 173 p. Tese (Doutorado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2008.
- CARVALHO, J.G. **Efeitos de aplicações foliares de oxicloreto de cobre Em Cafeeiro**. 53 f. Tese (Mestrado), Escola Superior de Agricultura de lavras. ESAL. Lavras, 1980.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DE MINAS GERAIS, Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes de Minas Gerais: 4ª aproximação. Lavras, 1989. 176 p.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Brasil). **Acompanhamento da safra brasileira de café 2009**, Terceira estimativa, setembro 2009. Brasília, 2008. Disponível em : <[http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/3\\_levantamento\\_2009.pdf](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/3_levantamento_2009.pdf)>. Acesso em: 13 out. 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA/ FAEPE, 2001. 182 p.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1994. 227 p.

FREGONI, M. Some aspects of epigeal nutrition of grapevines. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FOLIAR FERTILIZATION, 1., 1985, Berlin.

**Proceedings...**Dordrecht: M.:Nijhoff, 1986. p. 205-213.

FURTINI NETO, A. E. **Fertilidade do solo**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 252 p.

GUIMARÃES, P. T. G.; SILVA, E. L. da.; GARCIA, P. R.; COSTA, H. de S. C.; SILVA, A. L. da; FARIA, M. A. de; SILVA, M. de L. O. e. Crescimento do Cafeeiro (*Coffea Arabica* L.) sob Diferentes Lâminas de Irrigação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, V., 2002, Araguari. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2002. p. 20-23.

INGESTAD, T.; AGREN, G. I. Plant nutrition and growth: basic principles. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 168/169, p. 15-20, 1995.

LAMBERT, R.A. **Lâminas de irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro**, Dissertação de Mestrado 2008. 65 f. (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

LANA, R.Q.M. Aplicação de aminoácidos macro e micronutrientes (Plantin CaB2, Plantin Plus, Ferty-Mould e Cofermol-Plus) via foliar na soja In: **Relatório Técnico Laboratório Pfizer LTDA.**, Uberlândia, MG, PFISER, 2006. p.11.

LEMOS, C.L., COELHO, R.A., CÉSAR, F. R.C.F., GUIMARÃES, M. M. C., SANTOS, M. A.F. Avaliação do desenvolvimento vegetativo em cafeeiros sombreado e a pleno. **Revista Brasileira de Agroecologia**, 2007. v.2 n.2, p 1062-1065, outubro 2007.

LIMA, D. M.; CUNHA, R. L.; PINHO, E. V. R. V.; GUIMARÃES, R. J. Efeito da adubação foliar no cafeeiro em sua produção e na qualidade de suas sementes. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, Edição Especial, p.1499-1505, dez. 2003.

LUNZ, A.M.P. **Crescimento e produtividade do cafeeiro sombreado e a pleno sol**. 2006. 94p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

MAIA, R. M. B. **Disponibilidade de água no solo para a cultura do café no Planalto da Conquista - BA**: análise dos componentes do balanço hídrico. 2004. 46 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias)-Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2004.

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

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201 p.

MALAVOLTA, E.; H.A.A.G, H. P.; JOHNSON, C. M. Estudos sobre alimentação mineral do cafeeiro. VI.Efeitos das deficiências de micronutrientes em *Coffea arabica* L. var. Mundo Novo cultivado em solução nutritiva. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, p.147-167, 1961.

MATIELLO, J. B. **O cobre na proteção e nutrição do cafeeiro**. Editora Bom Pastor, Varginha-MG, 2007, 20p.

MATIELLO, J. B., GARCIA, A. W. R., O cobre na nutrição do cafeeiro: Clube de Tecnologia do Cafeeira. 1.ed. Rio de Janeiro: MAPA; FUNDAÇÃO PROCAFÉ, 2006. 2 p.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. **Cultura de Café no Brasil**: novo manual de recomendações. 5.ed. Rio de Janeiro, 2005. 438 p.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. **Cultura de Café no Brasil**: novo manual de recomendações. 5.ed. Rio de Janeiro: MAPA; SARC; PROCAFÉ-SPAEE; DECAF; FUNDAÇÃO PROCAFÉ, 2005. 438 p.

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

MARTINEZ, H. E. P.; MENEZES, J. F. S.; SOUZA, R. B.; ALVAREZ VENEGAS, V. H; 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**, v.38, pag. 703-713, 2003.

MELO, E.M. de, GUIMARÃES, P.T.G., SILVA, E. de. B., NOGUEIRA, F.D. EFEITO DA APLICAÇÃO FOLIAR DE SULFATO DE ZINCO NA PRODUÇÃO DO CAFEIRO (*Coffea arabica* L.), **Ciência e Agrotecnologia**., Lavras, v.23, n.1, p.84-95, jan./mar., 1999.

OLIVEIRA, L. A. M. **Desenvolvimento vegetativo e reprodutivo do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) irrigado em diferentes épocas do ano**. 2003. 54 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.



PEDRAS, J. F.; RODRIGUES, J. D.; RODRIGUES, S. D. Absorção de íons via foliar. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ADUBAÇÃO FOLIAR, 2., 1987, Botucatu. **Adubação foliar**. Campinas: fundação Cargill, 1989. v.1. p. 13-59.

POZZA, A. A. A.; GUIMARÃES, P. T. G.; SILVA, E. B.; BASTOS, A. R. R.; NOGUEIRA, F. D. Adubação foliar de sulfato de zinco na produtividade e teores foliares de zinco e fósforo de cafeeiros arábica. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 49-57, 2009.

ROBERTO dos ANJOS REIS Jr. ; HERMINIA E. P. MARTINEZ Adição de zn e absorção, translocação e utilização de zn e p por cultivares de cafeeiro, **Scientia Agricola**, v.59, n.3, p.537-542, jul./set. 2002

SANTINATO, R.; SENA, C. A.; SILVA, A. A.; CAMARGO, R. P. Efeitos de P, Ca e B via foliar no pegamento de floradas e frutificação do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 17., 1991, Varginha. **Anais...** Brasília: MAA-PROCAFÉ, 1991. p. 89-91.

SANTINATO, R.; Avanços da tecnologia

SILVA, C. A. da. **Resposta do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) à lâminas de irrigação por gotejamento**. 2007. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

SILVA, E. B.; NOGUEIRA, F. D.; GUIMARÃES, P. T. G.; CHAGAS, S. J. R.; COSTA, L. **Fontes e doses de potássio na produção e qualidade do grão de café beneficiado**. *Pesq. Agropec. Bras.*, 34:335-345, 1999.

SILVA, R. A. da. **Coefficientes de Cultura (Kc) e Crescimento Vegetativo do Cafeeiro 'Rubi' (*Coffea arabica*.L) Associados a Graus Dia de Desenvolvimento (2º Ano de Implantação)**. 2006. 72 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

SANTINATO, R. Avanços da tecnologia de irrigação na cultura do café. In: ENCONTRO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO DA CAFEICULTURA NO CERRADO, 6., 2000, Uberlândia. **Palestras...** Editores: C. M. dos SANTOS; F. C. MENDONÇA; B. de MELO; R. E. F. TEODORO; V. L. M. dos SANTOS; Uberlândia, UFU, 2001. p. 79-92.

TORRES, G. N., VENDRUSCULO, M.C., SOARES, V.M., ASSUNÇÃO, M.P. de., FRASSON, D.B. Diâmetro do caule do pinhão manso submetido a diferentes fontes de adubação. **IN: Jornada Científica da Unimat, 2 ed, 2009**. Barra do Bugres 2009. p.4

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 de Campinas, Campinas, 2005.

VILELLA, W. M. da C. **Diferentes lâminas de irrigação e parcelamentos de adubação no crescimento, produtividade e qualidade dos grãos do cafeeiro (*Coffea***

*arabica* L.). 2001. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

VOLKWEISS, S.J. Fontes e métodos de aplicação. In: Simpósio sobre micronutrientes na agricultura, Jaboticabal, 1998. **Anais...** p.391-412, 199