



ARICLÉIA DE MORAES CATARINO

**INTENSIDADE DA MANCHA DE PHOMA EM
MUDAS DE CAFEIRO EM FUNÇÃO DE
DOSES DE CÁLCIO E DE POTÁSSIO**

LAVRAS – MG

2011

ARICLÉIA DE MORAES CATARINO

**INTENSIDADE DA MANCHA DE PHOMA EM MUDAS DE CAFEEIRO
EM FUNÇÃO DE DOSES DE CÁLCIO E DE POTÁSSIO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitopatologia, área de concentração em Fitopatologia, para obtenção de título de Mestre.

Orientador

Dr. Edson Ampélio Pozza

LAVRAS – MG

2011

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Catarino, Aricléia de Moraes.

Intensidade da mancha de Phoma em mudas de cafeeiro em
função de doses de cálcio e de potássio / Aricléia de Moraes
Catarino. – Lavras : UFLA, 2011.

52 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2011.

Orientador: Edson Ampélio Pozza.

Bibliografia.

1. Café. 2. *Phoma tarda*. 3. Epidemiologia. 4. Nutrição mineral.
I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 633.7394

ARICLÉIA DE MORAES CATARINO

**INTENSIDADE DA MANCHA DE PHOMA EM MUDAS DE CAFEIEIRO
EM FUNÇÃO DE DOSES DE CÁLCIO E DE POTÁSSIO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitopatologia, área de concentração em Fitopatologia, para obtenção de título de Mestre.

APROVADA em 18 de fevereiro de 2011.

Dra. Adélia Aziz Alexandre Pozza UFV

Dr. Paulo Estevão de Souza UFLA

Dr. Edson Ampélio Pozza
Orientador

**LAVRAS – MG
2011**

*Aos meus queridos pais, pelo imenso amor, carinho, apoio, incentivo e esforço e
às minhas duas irmãs por sempre torcerem por mim, pelo amor, carinho e
amizade.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus pela minha existência e por iluminar e guiar o meu caminho.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Fitopatologia (DFP) pela oportunidade de realização do mestrado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor e orientador Dr. Edson Ampélio Pozza e à professora Adélia Aziz Alexandre Pozza pelos ensinamentos, orientação, força, conselhos, incentivo e amizade.

Aos professores Paulo Estevão de Souza e Ludwig Heinrich Pfenning pelo apoio, presteza e amizade.

Aos professores do DFP pelas aulas e, esclarecimentos dentro e fora de sala de aula.

Aos meus pais e irmãs, em especial à minha mãe por ter sido o meu alicerce nessa jornada. A todos os meus familiares que contribuíram para eu chegar aqui.

Aos alunos de iniciação científica Leone, Gabriel e João, que na condução do experimento, compartilharam os seus conhecimentos, sempre estiveram presentes nos momentos solicitados e, pela amizade.

Aos alunos Adriano, Emi, Marcella, Marília, Rafaela, Pedro, pelo auxílio e amizade.

A todos os colegas e amigos do laboratório de Epidemiologia, por terem contribuído para a realização do experimento, além da amizade.

Aos funcionários do DFP pelo carinho, presteza e amizade.

À amizade de todos que sempre estiveram ao meu lado, nos momentos difíceis, de alegrias, de preocupação. Obrigada por torcerem por mim, pelo afeto e momentos que passamos juntos, inesquecíveis para mim.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo, avaliar a intensidade da mancha de Phoma do cafeeiro e a nutrição em mudas supridas com doses de Ca e de K em solução nutritiva. O ensaio foi repetido duas vezes, sob as mesmas condições, para confirmar os resultados. Utilizou-se um isolado de *Phoma tarda*, proveniente da Coleção Micológica de Lavras - 720. Mudas da cultivar Catuaí Vermelho IAC 62, foram submetidas à solução de adaptação a 20%, 50%, 75% e 100% da força iônica, permanecendo por 15 dias em cada uma. Posteriormente, foram transferidas para a solução completa que constou de cinco doses de K (3, 4, 5, 6 e 7 mmol.L⁻¹) e cinco doses de Ca (2, 4, 6, 8 e 10 mmol.L⁻¹). O pH foi mantido entre 5,0 e 5,5. O delineamento foi em blocos casualizados, com 25 tratamentos, três repetições e duas plantas/unidade experimental. Inoculou-se as mudas com uma suspensão de 2×10^6 conídios.mL⁻¹ na face adaxial dos folíolos, realizando-se sete avaliações para a incidência e severidade da doença, a cada sete dias e, ao término, encaminhou-se a parte aérea das mudas ao Departamento de Ciência dos Solos, para determinar os teores de macro e micronutrientes. O suprimento de Ca e de K apresentou interação significativa para a área abaixo da curva da incidência (AACPI) e da severidade (AACPS) da mancha de Phoma do cafeeiro, para a matéria seca total (MST) e para o teor de nutrientes na mudas de cafeeiro. Na menor dose de Ca (2 mmol.L⁻¹) e maior de K (7 mmol.L⁻¹), houve menor AACPI. Nas menores doses de Ca e de K, houve menor AACPS e maior produção de MST. O aumento das doses de K na solução nutritiva, promoveu aumento significativo nos teores de K e Mn e redução significativa de P, Ca, Mg, S, Cu, Zn, B e Fe. Com o aumento das doses de Ca, houve aumento significativo nos teores de N, K, Ca e Zn e redução significativa de P, Cu, Mn, B e Fe.

Palavras-chave: Café. *Phoma tarda*. Epidemiologia. Nutrição mineral.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the intensity of Phoma leaf spot of coffee and nutrition in seedlings supplied with doses of Ca and K in nutrient solution. The test was repeated two times under the same conditions, to confirm the results. We used an isolate of *Phoma tarda*, from the Collection Micologica of Lavras - 720. Seedlings of IAC 62, were subjected to solution adaptation to 20%, 50%, 75% and 100% ionic strength, staying for 15 days each. Later they were transferred to the solution that consisted of five K (3, 4, 5, 6 and 7 mmol.L⁻¹) and five doses of Ca (2, 4, 6, 8 and 10 mmol.L⁻¹). The pH was maintained between 5.0 and 5.5. The design was a randomized block with 25 treatments and three replications and two plants per experimental unit. Seedlings was inoculated with a suspension of 2×10^6 conidia.mL⁻¹ of the leaflets adaxially, performing seven ratings for the incidence and severity of the disease, every seven days, at the end, he walked up the seedling to the Department of Soil Science, to determine the levels of macro and micronutrients. The supply of Ca and K showed significant interaction for area under incidence progress curve (AUIPC) and severity (AUSPC) Phoma leaf spot of coffee, for total dry matter (TDM) and the nutrient content in seedlings coffee. The lowest dose of Ca (2 mmol.L⁻¹) and larger K (7 mmol.L⁻¹) had smaller AUIPC (1235,85). The lowest dose of Ca and lower K, was smaller AUSPC (27,19) and larger TDM (4,20g). Increasing levels of K in nutrient solution caused a significant increase of K and Mn and significant reduction of P, Ca, Mg, S, Cu, Zn, B and Fe. Increasing levels of Ca, a significant increase on N, K, Ca and Zn and a significant reduction of P, Cu, Mn, Fe and B.

Keywords: Coffee. *Phoma tarda*. Epidemiology. Mineral nutrition.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
3	MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1	Relação cálcio/potássio com mancha de Phoma e nutrição das mudas de cafeeiro.....	17
3.2	Obtenção do isolado de <i>P. tarda</i> e produção de inóculo.....	18
3.3	Incidência e severidade da mancha de Phoma em mudas de cafeeiro supridas de diferentes doses de cálcio e potássio.....	19
3.4	Determinação dos teores de macro e micronutrientes.....	19
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4.1	Incidência e severidade da mancha de Phoma em mudas de cafeeiro supridas de diferentes doses de cálcio e de potássio..	21
4.2	Matéria seca total das mudas de cafeeiro.....	25
4.3	Aspectos nutricionais das mudas de cafeeiro.....	27
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
6	CONCLUSÕES.....	42
	REFERÊNCIAS.....	43
	ANEXOS.....	49

1 INTRODUÇÃO

O cafeeiro é uma planta originária das regiões de Cafá e Enária na Etiópia, amplamente cultivado no Brasil, com importância econômica e social. A produção brasileira de café na safra de 2009/10 foi de 48,09 milhões de sacas, sendo Minas Gerais, o maior estado produtor, com 52,3% do total nacional, destes, 99% é do tipo arábica (*Coffea arabica* L.), o qual detém 76,6% da produção total e, está projetado para 36,8 milhões de sacas (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2010).

No entanto, essa produtividade pode ser reduzida devido a pragas e doenças do cafeeiro. Entre as doenças, a mancha de Phoma cujo agente etiológico é o fungo *Phoma tarda*, tem causado perdas significativas aos produtores (POZZA; CARVALHO; CHALFOUN, 2010). Ocorre em folhas, ramos, flores e frutos do cafeeiro e encontra-se distribuída em diferentes zonas cafeeiras do mundo (SALGADO; PFENNING, 2004), principalmente em lavouras situadas em regiões de altitude elevada, acima de 900 metros (POZZA; CARVALHO; CHALFOUN, 2010). Os principais danos associados à doença são a seca dos ponteiros e a morte das rosetas dos ramos onde as flores estão inseridas. Quando estes estão associados ao desequilíbrio nutricional, a ocorrência, juntamente com outros fungos e bactérias, podem destruir todo o ramo, causando o cinturamento e deformação na arquitetura da planta, reduzindo sua capacidade produtiva (CARVALHO; CHALFOUN, 2004). Entre os métodos de controle, destacam-se: evitar plantar lavouras em áreas sujeitas a ventos frios, instalação de quebra ventos, fazer adubações equilibradas de N, conferir a nutrição com Ca e micronutrientes e, realizar o controle químico quando necessário (POZZA; CARVALHO; CHALFOUN, 2010).

Os defensivos agrícolas são produtos utilizados com bastante frequência no controle de problemas fitossanitários. Apesar da necessidade de utilização

destes produtos, verifica-se que pode não ser sustentável, ambiental e financeiramente. Além disso, com o uso contínuo de um grupo químico, isolados e raças de patógenos podem sofrer seleção direcional, constituindo uma população resistente. Uma alternativa capaz de contribuir com o aumento dos níveis de resistência, principalmente a horizontal, é trabalhar de forma a equilibrar um dos pilares do manejo de doenças, a nutrição mineral, pois o fenótipo, por definição nada mais é que a interação entre o genótipo e o meio ambiente, sendo a fertilidade do solo e conseqüentemente a nutrição da planta, variáveis ambientais.

A nutrição mineral é um fator ambiental que pode ser manipulado com relativa facilidade e utilizado como método a constituir o manejo de doenças e pragas (MARSCHNER, 1995b). Segundo Pozza et al. (2007), a adição de macro e micronutrientes de forma equilibrada, independentemente do substrato utilizado, pode aumentar o desempenho agrônômico das mudas de cafeeiro e diminuir a incidência de cercosporiose nas mesmas. Dentre esses macronutrientes, destaca-se a relação entre o Cálcio (Ca) e o Potássio (K).

O K e o Ca são o segundo e o terceiro elementos de maior exigência para a cultura do cafeeiro, respectivamente. Estes, além de aumentar a produtividade e o crescimento da cultura, tornam-a mais resistente ao ataque de patógenos. Plantas com níveis altos de Ca e, com alta proporção de pectato de cálcio na parede celular, são menos susceptíveis a infecções fúngicas e bacterianas, pois o tecido torna-se mais resistente, devido ao seu papel estrutural (HUBER, 1980). O K é vital para as plantas como um regulador de vários processos fisiológicos e para a produção econômica máxima da cultura (ISHIZUKA, 1978). A utilização de menores concentrações de K e maiores de Ca nas folhas, durante a fase de granação, proporcionaram maior equilíbrio nutricional nos cafeeiros, aumento da resistência à cercosporiose e à ferrugem e redução da desfolha e do efeito da bienalidade na produção (SANTOS et al.,

2008) e, as doses de K e de Ca isoladamente, apresentaram efeito significativo na Área Abaixo da Curva de Progresso da Incidência (AACPI) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Severidade (AACPS), sendo esta última, também influenciada pela interação entre os dois nutrientes (GARCIA JÚNIOR et al., 2003).

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo, avaliar doses de Ca e de K, em solução nutritiva, sobre a intensidade da mancha de Phoma do cafeeiro.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O cafeeiro: o cafeeiro foi introduzido no Brasil em 1727, na região Norte do Pará, expandindo-se até a Bahia, atingindo o Rio de Janeiro e daí evoluindo para o Espírito Santo, Minas Gerais, São Paulo e Paraná (MATIELLO et al., 1981). Dentre as várias espécies conhecidas, as que mais se destacam são *C. arabica* L. e *C. canephora* Pierre, sendo a primeira, a mais importante do gênero.

O café, além de ser uma das bebidas mais consumidas no mundo, apresenta várias utilidades. O óleo da borra de café apresentou-se como matéria-prima promissora na produção de biodiesel, principalmente pelo seu baixo custo e alta disponibilidade (PEREIRA et al., 2009). A cafeína presente no café também pode trazer benefícios para pessoas com asma, porém ainda são mínimos. Segundo Telles Filho (2009), a utilização de café forte (cafeína que é uma xantina) para tratar a asma, foi uma indicação de (1823-1871) por Henry Hyde Salter e, até hoje vem sendo estudado os efeitos dessa substância para o tratamento da doença. Estudos também tem sido realizados, para obter resultados sobre a cafeína contra os Males de Alzheimer e Parkinson.

Além disso, descobriu-se que o café possui um gene que confere alta tolerância à seca. Plantas submetidas a testes, permaneceram saudáveis após 40 dias sem água, tornando-se mais tolerantes que aquelas que não receberam o gene (ROMANO; FERREIRA, 2009).

O café é um dos principais itens de exportação do agronegócio brasileiro. Porém, vários fatores podem reduzir tanto a produção quanto a qualidade dos seus grãos. Entre esses, encontram-se as doenças (POZZA; CARVALHO; CHALFOUN, 2010), alterações do clima, elevação dos preços de mão-de-obra e insumos, desproporcionais à valorização do produto, exigindo

assim, um grande aporte de recursos visando a sua manutenção, colheita e processamento anual dos frutos (CHALFOUN; CARVALHO, 2008).

A mancha de Phoma do cafeeiro e o agente etiológico: a mancha de Phoma tem como agente etiológico, no Brasil, o fungo *P. tarda*. A sua penetração é facilitada por danos mecânicos nos tecidos da planta, produzidos por insetos ou pelo atrito de folhas devido ao vento acentuado em épocas frias, ideais para a reprodução do patógeno. Como porta de entrada, o fungo utiliza esses ferimentos e sua reprodução será favorecida por períodos intermitentes de frio, temperaturas de 18 e 19 °C, vento frio, chuva e altitude de 900 m, onde ocorre esse microclima. A doença foi constatada no país inicialmente em cafezais localizados em altitudes elevadas, no estado do Espírito Santo e em regiões do Triângulo Mineiro e Alto da Parnaíba, no estado de Minas Gerais. No entanto, a doença tem sido encontrada em outras regiões, em lavouras expostas a ventos fortes e frios, com as faces voltadas para o sul, sudeste e leste (POZZA; CARVALHO; CHALFOUN, 2010).

No campo, normalmente a infecção começa pela parte apical, no broto terminal e ramos laterais, atingindo somente os tecidos jovens que podem ser folhas, ramos e frutos. Nas folhas novas, a doença produz manchas circulares de cor escura e de tamanho variado, podendo chegar a dois centímetros de diâmetro. Quando as lesões atingem as bordas das folhas, estas se encurvam, podendo apresentar rachaduras. Nos ramos doentes, observa-se lesões deprimidas escuras, que podem envolver todo o seu diâmetro. Pode ainda atingir as rosetas florais, necrosando de forma indireta as flores e frutos (POZZA; CARVALHO; CHALFOUN, 2010).

O gênero *Phoma* compreende mais de 2000 espécies que estão agrupadas em 9 seções. Algumas estão relacionadas como importantes patógenos da parte aérea de plantas de cafeeiro (*C. arabica*) e estão distribuídas dentro das Seções *Phoma*, *Pyronellaea*, *Paraphoma* e *Plenodomus* (SALGADO;

PFENNING, 2000). O fungo *Ascochyta tarda* é considerado por alguns autores, um dos agentes etiológicos da mancha de Phoma, porém, através da visualização ao microscópio das suas estruturas, pode-se observar diferenças entre esse fungo e *P. tarda*, considerado o agente etiológico dessa doença. Dentre essas diferenças, tem-se a presença de septos nos conídios, observada apenas em *A. tarda*.

Na Costa Rica, a causa da doença é atribuída ao fungo *P. costarricensis* Ech. No Brasil, este já foi relatado como sendo patógeno do cafeeiro, contudo não existe material depositado que confirme a presença dessa espécie infectando cafeeiros no país.

Nutrição mineral do cafeeiro: os efeitos dos nutrientes minerais no crescimento das plantas e na produção são geralmente explicados pelas funções que exercem no metabolismo da planta. Podem alterar o crescimento padrão, a morfologia e a anatomia da planta e, particularmente a composição química, podendo também aumentar ou diminuir a sua resistência a patógenos e pragas (MARSCHNER, 1995b).

O K é um dos nutrientes de maior importância para a cultura do cafeeiro, podendo proporcionar aumento ou redução da produtividade. A produção de café beneficiado em saca de 60 kg.ha⁻¹, em quatro anos agrícolas (1995/1996 e 1997/1998) e, a média deles em dois locais de cultivo (Latosolo Roxo e Latossolo Vermelho), foram de alta produção com a aplicação de diferentes doses de K (SILVA, E. et al., 2001). Grande proporção de folhas em cultivares de cafeeiro, foram obtidas mesmo com altas produções de frutos, através do nível elevado de K e outros nutrientes (NEVES et al., 2006).

A utilização apenas de K ou a combinação dele com outros nutrientes, pode alterar a intensidade de doenças associadas a diversos patógenos. Na avaliação do estado nutricional do cafeeiro quanto ao N e K, observou-se que o aumento da nutrição potássica causou aumento da mancha-de-olho-pardo e

doses excessivas desse nutriente em viveiro favoreceram a doença e prejudicaram a muda (POZZA et al., 2001). Em um experimento com mudas de cafeeiro supridas com doses de N e de K, observou-se que com o aumento de K, houve redução quadrática até $6,59 \text{ mmol.L}^{-1}$ para a AACPI e $6,57 \text{ mmol.L}^{-1}$ para a AACPS da mancha de Phoma, seguida de aumento a partir dessas doses (LIMA et al., 2010).

Sabe-se também, que um determinado nutriente pode interferir na disponibilidade do outro. Segundo Huber (1980), o nível de K em plantas depende da disponibilidade de Ca. O Ca altera a proporção de Ca:K e interage com outros elementos. A função do K na organização celular e na permeabilidade é complementada através de grandes reservas de Ca no tecido maduro da planta. A adição de N causa efeito positivo no teor foliar de N e de Ca e negativo no teor foliar de K, de S e de B. A adição de P causa efeito positivo no teor foliar de P, Mo e Ca e negativo no teor foliar de K, Cl, Cu, Zn e B. A adição de K causa efeito positivo no teor foliar de K e negativo no teor foliar de Ca, Mg e a adição de Ca causa efeito positivo no teor foliar de Ca e negativo no teor foliar de K, Mg e Mn (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997). A deficiência de K pode causar inibição da fixação de N pela redução do crescimento de leguminosas e, pode aumentar a entrada e transporte de ferro em monocotiledôneas e dicotiledôneas (PRABHU et al., 2007). Nos resultados obtidos, do estudo da influência da fonte e da dose de K nos teores de amins bioativas por Cirilo et al. (2001), observou-se que a dose de K na adubação, independentemente da fonte, afetou significativamente os teores da maioria das amins detectadas, sem afetar os seus teores totais.

O Ca também exerce importância para o cafeeiro. A aplicação de diferentes doses de calcário e de gesso influenciou de maneira consistente na nutrição do cafeeiro em Ca, Mg, K, S e Mn. As doses de calcário aumentaram os teores de Ca e Mg e reduziram os teores de K e as doses de gesso, aumentaram

os teores de Ca e S (MARQUES; FAQUIN; GUIMARÃES, 1999). Faixas de concentração de Ca entre 9,6 a 13,6 g.kg⁻¹ não foram limitantes ao crescimento do cafeeiro, entretanto, permitiu uma maior severidade da mancha-de-olho-pardo (POZZA et al., 2001). A omissão de K, Ca, Mg e B em solução nutritiva, isolada ou simultaneamente, provocou alterações morfológicas, detectadas por sintomas visuais de carências nutricionais em cafeeiro, característicos de cada nutriente (GONTIJO; GUIMARÃES; CARVALHO, 2008). Baixos teores de Ca em tecido de frutas carnosas aumentaram as perdas, causadas por senescência e infecções por fungos (MARSCHNER, 1995a). Segundo esse autor, mesmo um aumento relativamente pequeno do nível de Ca nas frutas, pode ser efetivo, prevenindo ou diminuindo drasticamente, as perdas econômicas, causadas por fungos de armazenamento, incluindo apodrecimento devido à infecção pelo fungo *Gloeosporium*.

O Ca e o K são nutrientes indispensáveis à nutrição do cafeeiro e a atuação deles na resistência das plantas a doenças pode ser explicada. A alta suscetibilidade de plantas deficientes em K está relacionada à sua função metabólica. Em plantas com deficiência, a síntese de compostos de alto peso molecular (proteínas, amido e celulose) é prejudicada e, compostos orgânicos de baixo peso molecular são acumulados. Já o teor de Ca nos tecidos da planta afeta a incidência de doenças parasitárias de dois modos. Primeiro, o Ca é essencial para a estabilidade de biomembranas. Quando o seu teor é baixo, o efluxo de compostos de baixo peso molecular, por exemplo, açúcares do citoplasma, é aumentado no apoplasto. Segundo, são requeridas poligalacturonatos de Ca na lamela média para estabilidade de parede celular (MARSCHNER, 1995a).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido sob condições controladas, no Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras, em câmara de crescimento, com temperatura média de 18°C. O ensaio foi repetido duas vezes, sob as mesmas condições, para confirmar os resultados.

3.1 Relação cálcio/potássio com mancha de Phoma e nutrição das mudas de cafeeiro

Foram utilizadas mudas da cultivar Catuaí Vermelho IAC 62, apresentando o terceiro par de folhas. As mudas obtidas foram retiradas dos sacos, destorroadas para reduzir o excesso do substrato das raízes, sendo posteriormente lavadas em água da torneira e transferidas para a solução básica de Hoagland (HOAGLAND; ARNON, 1950) (Tabela 1), a 20%, 50%, 75% e 100% da força iônica, sob aeração contínua, realizada por um conjunto de compressor e mangueiras, permanecendo em cada uma delas por 15 dias.

Tabela 1 Volume de solução estoque em mol.L⁻¹ necessário para a elaboração da solução de adaptação das mudas de cafeeiro

Solução estoque	Solução da adaptação
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O – [1 mol.L ⁻¹]	1
KNO ₃ – [1 mol.L ⁻¹]	1
MgSO ₄ .7H ₂ O – [1mol.L ⁻¹]	0,4
KH ₂ PO ₄ – [1 mol.L ⁻¹]	0,2
Micro ¹	0,2
Fe-EDTA ²	0,2

Após esse período, as mudas foram selecionadas de acordo com a uniformidade de tamanho e transferidas para recipientes de plástico com

capacidade para quatro litros contendo a solução de Hoagland completa com os tratamentos, que consistiram de cinco doses de Ca (2, 4, 6, 8 e 10 mmol.L⁻¹) combinadas com 5 doses de K (3, 4, 5, 6 e 7 mmol.L⁻¹). As soluções nutritivas foram calculadas a partir da solução de Hoagland (HOAGLAND; ARNON, 1950) e as doses de Ca e de K foram balanceadas utilizando-se como fontes de nutrientes: NH₄NO₃, Ca(NO₃)₂, KNO₃, K₂PO₄ e CaCl₂. A fonte NH₄NO₃ foi utilizada para não ocorrer alterações nas concentrações de N, mas somente em Ca e K. A aeração da solução nutritiva foi realizada de forma contínua por compressor de ar conectado aos recipientes por mangueiras. O pH da solução foi monitorado semanalmente, mantido entre 5,0 e 5,5, com adição de HCl 1mol.L⁻¹, quando a solução encontrava-se com um pH acima de 5,5 e, NaOH 1mol.L⁻¹, quando o pH estava abaixo de 5,0. Sempre que necessário, o volume dos vasos era completado com água deionizada. A troca da solução nutritiva foi realizada nos diferentes tratamentos, de acordo com a depleção medida no aparelho, Cardy Nitrate®.

O delineamento experimental de cada ensaio foi em blocos casualizados, com 25 tratamentos e três repetições, com duas plantas/unidade experimental. Foi realizada a análise conjunta dos dois ensaios ao longo do tempo para averiguar se houve diferença entre os mesmos. A análise de variância foi realizada em esquema fatorial 5 x 5, sendo 5 doses de Ca e 5 doses de K. A análise estatística foi realizada no programa SISVAR, versão 4.6 (Build 6.1), do qual foi obtida a análise de variância. As variáveis significativas no teste F foram submetidas ao ajuste de modelos de regressão lineares.

3.2 Obtenção do isolado de *P. tarda* e produção de inóculo

Utilizou-se um isolado de *P. tarda*, proveniente da Coleção Micológica de Lavras 720 – CML 720, tanto no primeiro experimento quanto na sua

repetição. Para a produção do inóculo, colônias puras foram cultivadas em meio de cultura extrato de malte-ágar (MA 2%) e após oito dias de incubação, discos de micélio do isolado foram extraídos e preservados em água esterilizada, seguindo o método de Castellani, proposto por Figueiredo (1967).

3.3 Incidência e severidade da mancha de Phoma em mudas de cafeeiro supridas de diferentes doses de cálcio e de potássio

As mudas foram inoculadas com suspensão de esporos, na concentração de 2×10^6 conídios.mL⁻¹. Para isso realizou-se ferimentos leves na face adaxial das folhas, através do uso de um abrasivo, denominado Carborudum 600. Depois de inoculadas, as plantas foram cobertas com saco plástico e incubadas durante 72h. As avaliações de incidência e de severidade da doença iniciaram-se 12 dias após a inoculação do fungo, sendo realizadas sete avaliações com intervalo de sete dias. Para incidência, contou-se o número de folhas com sintomas de mancha de Phoma em relação ao total de folhas por planta e, para a severidade, foram atribuídos valores, em porcentagem de área foliar lesionada, sendo: 1,30%, 2,50%, 6,00%, 7,50%, 12,00%, 20,00%, 30,00% e 50,00%, de acordo com a escala diagramática proposta por Salgado et al. (2009). A área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) foi calculada para cada tratamento, segundo Shaner e Finney (1977).

3.4 Determinação dos teores de macro e micronutrientes

Após o término das avaliações, foi coletada a parte aérea das mudas para análise nutricional, em cada repetição. Para isso, foram lavadas em água destilada, acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa com circulação de ar, a 60°C, até atingirem peso constante. Após a secagem, foram realizadas a

pesagem e a moagem da matéria seca da parte aérea das mudas e as amostras foram encaminhadas ao Departamento de Ciência do Solo (DCS), para determinar os teores de macro e micronutrientes. Os teores de Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S), Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn) foram determinados seguindo a metodologia descrita por Malavolta et al. (1997). Para determinar os macro e micronutrientes, exceto boro, as amostras foram submetidas à digestão nitroperclórica. Para o boro, as amostras foram submetidas à digestão via seca. As concentrações de Ca, Mn e Zn foram determinadas por espectrofotometria de absorção atômica, K por espectrofotometria de chama, P e B por colorimetria, S por turbidimetria e N pelo método Kjeldahl (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

As variáveis foram submetidas à análise de variância, sendo que as significativas no teste F foram ajustadas a modelos de regressão lineares.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa entre os dois experimentos pela análise conjunta dos dados, ao longo do tempo. Dessa forma, os resultados a seguir referem-se à média dos dois experimentos.

4.1 Incidência e severidade da mancha de Phoma em mudas de cafeeiro suprimidas de diferentes doses de cálcio e de potássio

O suprimento de Ca e de K apresentaram interação significativa (Tabela 2, ANEXO A), para as áreas abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) e da severidade (AACPS) da mancha de Phoma do cafeeiro. No estudo realizado por Garcia Júnior et al. (2003) a AACPS da cercosporiose do cafeeiro foi significativamente influenciada pela interação entre o Ca e o K em solução nutritiva. Pinheiro et al. (2009) observaram interação significativa entre o Ca e o K para o número de ovos por fêmea, quando estudou-se a influência destes dois nutrientes na reprodução do nematoide do cisto da soja.

Na menor dose de Ca (2 mmol.L^{-1}) e na maior de K (7 mmol.L^{-1}), houve menor AACPI (1235,85) da mancha de Phoma do cafeeiro. A menor AACPI foi obtida com o equilíbrio dos dois nutrientes (Gráfico 1).

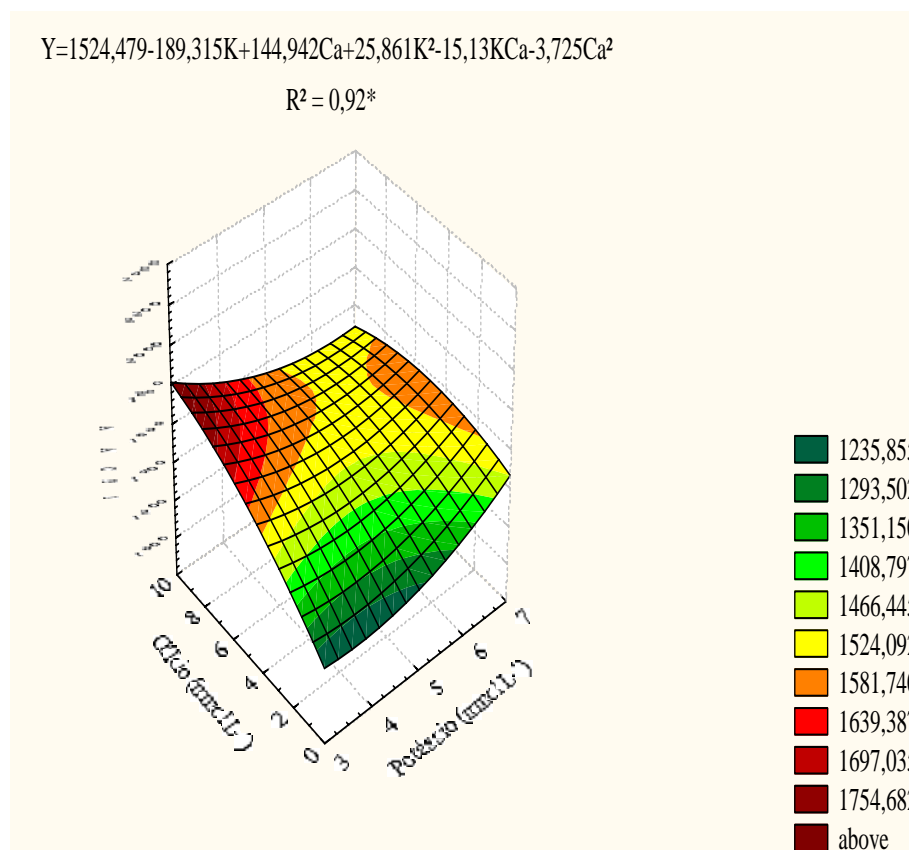


Gráfico 1 Área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) do cafeeiro (*C. arabica*) em função das doses de Ca e de K em solução nutritiva

Para o Ca, até a dose 6 mmol.L⁻¹, a AACPI manteve-se estável, a partir daí, houve incremento na mesma, provavelmente devido a essa dose afetar o equilíbrio entre os cátions na solução nutritiva.

Em estudo com o suprimento de calcário, observou-se aumento nos teores foliares de Ca e de Mg e redução nos teores foliares de K, em mudas de bananeira prata anã, mostrando a competição entre os cátions (SILVA et al., 2008). Essa relação entre os teores dos cátions K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ e a severidade da infecção por *Botrytis cinerea* Pars. também foi estudada em alface por Marschner (1995b). Nesse caso, a concentração total na solução nutritiva dos

três cátions, foi mantida constante e observou-se alteração apenas na relação K^+/Ca^{2+} . Assim, a diminuição do teor de Ca nas plantas correlacionou-se com o aumento do teor de K. De acordo com Claassen e Wilcox (1974), o aumento de concentrações de amônia e K no solo, diminuiu as concentrações de Ca em plantas de milho jovens.

Na menor dose de Ca e menor de K houve menor AACPS (27,19) (Gráfico 2).

$$Y=35,929-2,951K-2,149Ca+0,183K^2+0,892KCa-0,087Ca^2$$

$$R^2 = 0,87^*$$

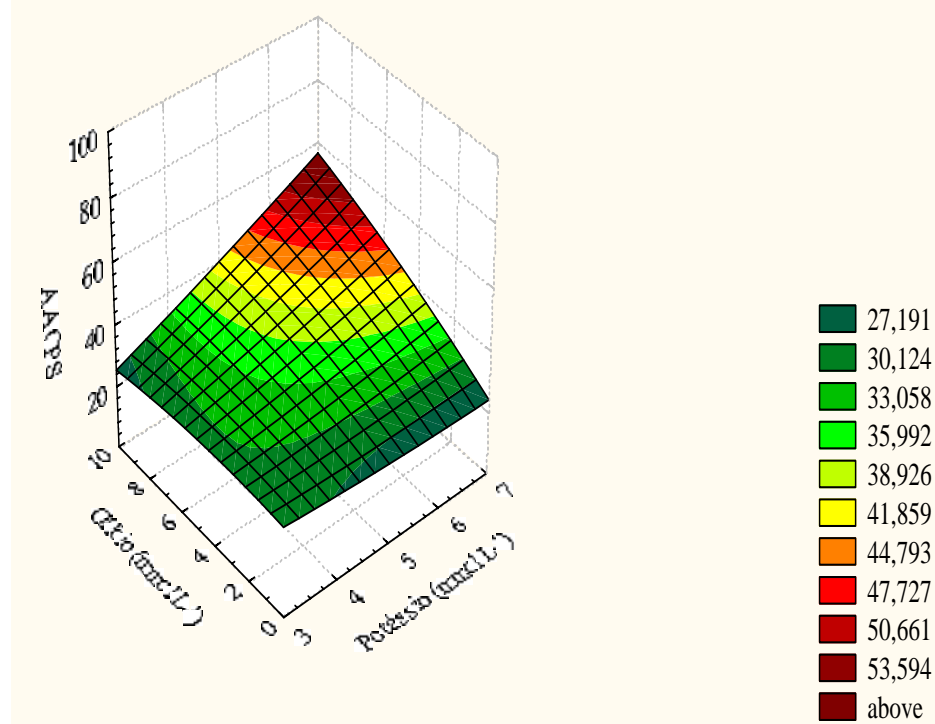


Gráfico 2 Área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS) do cafeeiro (*C. arabica*) em função das doses de Ca e de K em solução nutritiva

Observando-se isoladamente, para o K, verificou-se maior AACPI (1624,21) com a dose 3 mmol.L⁻¹ e redução a partir dessa dose até a dose 6 mmol.L⁻¹, aumentando novamente a partir dessa dose. Lima et al. (2010), avaliaram a relação N/K com mancha de Phoma e nutrição de mudas de cafeeiro em solução nutritiva e verificaram redução da intensidade (AACPI e AACPS) da mancha de Phoma, com aumento das doses de K até 6,59 mmol.L⁻¹, havendo aumento da intensidade a partir dessa dose.

Conforme descrito anteriormente, observou-se maior AACPI na menor dose de K (3 mmol.L⁻¹), entretanto com essa dose, o teor de Ca na parte aérea das mudas foi maior (7,35 g.Kg⁻¹) e na dose 6 mmol.L⁻¹, foi menor (6,2 g.Kg⁻¹), não justificando o fato da incidência ter sido maior e menor nessas doses, respectivamente, já que o Ca aumenta a resistência das plantas a patógenos. Talvez a essa pequena diferença entre os teores na parte aérea das plantas tenha afetado a incidência dessa doença.

Embora plantas com baixos teores de K e de Ca, na maioria dos casos, sejam mais suscetíveis a doenças, neste trabalho, observou-se que a menor AACPS foi obtida na dose 3 mmol.L⁻¹ de K. O Ca na menor dose, promoveu tanto menor AACPI quanto menor AACPS. Dessa forma, é necessário ficar atento a todos os fatores que interferem no patossistema.

Ainda que a função fisiológica do K nos mecanismos de resistência a doenças não seja bem conhecida, os fatores nutricionais que favorecem a resistência de plantas hospedeiras tem sido atribuído a alterações na disponibilidade de proteínas e aminoácidos, diminuindo a permeabilidade celular e a suscetibilidade do tecido à maceração e penetração (HUBER, 1980). O Ca é importante para a estrutura da parede celular, porém a sua disponibilidade às plantas, pode ser afetada por vários fatores. É importante lembrar que, o balanço nutricional é um importante fator que contribui na resistência de plantas a doenças.

4.2 Matéria seca total das mudas de cafeeiro

A matéria seca total das mudas de cafeeiro (MST) foi significativamente influenciada pela interação entre os dois nutrientes (Tabela 3, ANEXO B).

A maior produção de MST (4,20 g) foi observada nas menores doses de Ca e de K e houve redução na mesma com o aumento das doses dos dois nutrientes (Gráfico 3).

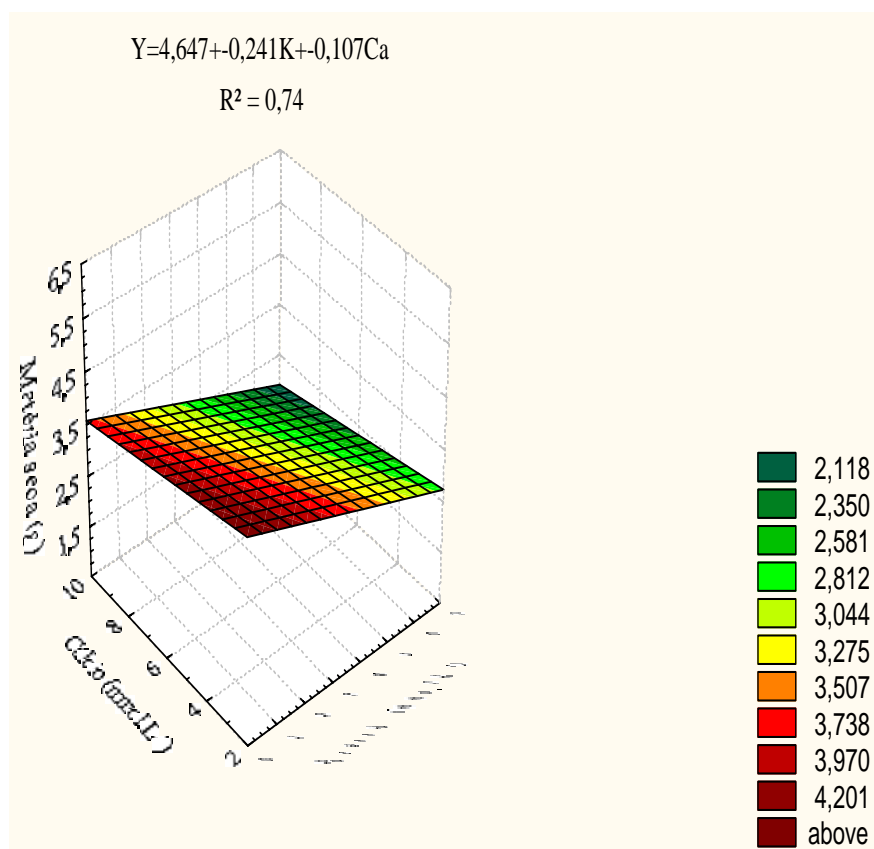


Gráfico 3 Matéria seca total na parte aérea das mudas cafeeiro (*C. arabica*) em função das doses de Ca e de K em solução nutritiva

No trabalho realizado por Santos, Carvalho, M. e Carvalho, J. (1994), com o efeito de doses de K na composição do substrato para formar mudas de

cafeeiro, houve menor produção de matéria seca da parte aérea das mudas com o aumento das doses deste nutriente.

No estudo da avaliação da produção de matéria seca do café, sob a influência de doses de Ca e de K observou-se que a MST das mudas de cafeeiro foi significativamente influenciada pelo K e a maior produção de MST (6,11 g/planta) foi obtida com a dose 1 mmol.L⁻¹, menor dose e, o incremento das doses de K de 3 para 7 mmol.L⁻¹ reduziu linearmente a produção de MST (GARCIA JÚNIOR et al., 2003). Porém, Pozza et al. (2001) e Lima et al. (2010), em trabalhos realizados com incremento de N e de K na nutrição de mudas de cafeeiro em solução nutritiva, não observaram diferença significativa para o K na quantidade de MST, embora tenham observado aumento na intensidade das doenças cercosporiose e mancha de Phoma do cafeeiro, respectivamente.

A produção de MST do cafeeiro pode alterar-se conforme a variedade em questão. Diferenças significativas foram observadas entre variedades quanto à produção de MST. A maior produção foi observada na variedade Mundo Novo, enquanto a variedade Icatu, apresentou as menores produções de MST e de matéria seca de raízes (POZZA et al., 2009).

Houve correlação negativa entre a AACPS e o teor de MST. Com as maiores doses de Ca e de K, verificou-se maior AACPS e menor MST das mudas, provavelmente devido à doença que reduziu a produção das mesmas.

Também houve correlação negativa entre a MST e os teores de P, K e Mg e correlação positiva entre esta e o teor de Mn. Na menor dose de Ca (2 mmol.L⁻¹) e na menor de K (3 mmol.L⁻¹), os teores de P, K e Mg também foram menores, porém obteve-se maior produção de MST. Nesse caso, o teor de Mn foi maior. Observou-se que os nutrientes P, K e Mg, mesmo estando em teores menores nas folhas, não interferiram na produção de MST, que foi maior nestas doses.

4.3 Aspectos nutricionais das mudas de cafeeiro

Os teores de todos os nutrientes nas mudas de cafeeiro foram influenciados significativamente pela interação entre o Ca e o K (Tabela 4, ANEXO C).

Os teores de N e de Zn foram menores com as doses 2 mmol.L⁻¹ de Ca e 3 mmol.L⁻¹ de K, ou seja, nas menores doses de cada nutriente. Já o teor de Mn, foi maior nessas doses comparativamente às doses maiores. Para o teor de Mg, observou-se maior teor com a maior dose dos dois nutrientes (7 mmol.L⁻¹ e 10 mmol.L⁻¹) (Gráficos 4, 5, 6 e 7).

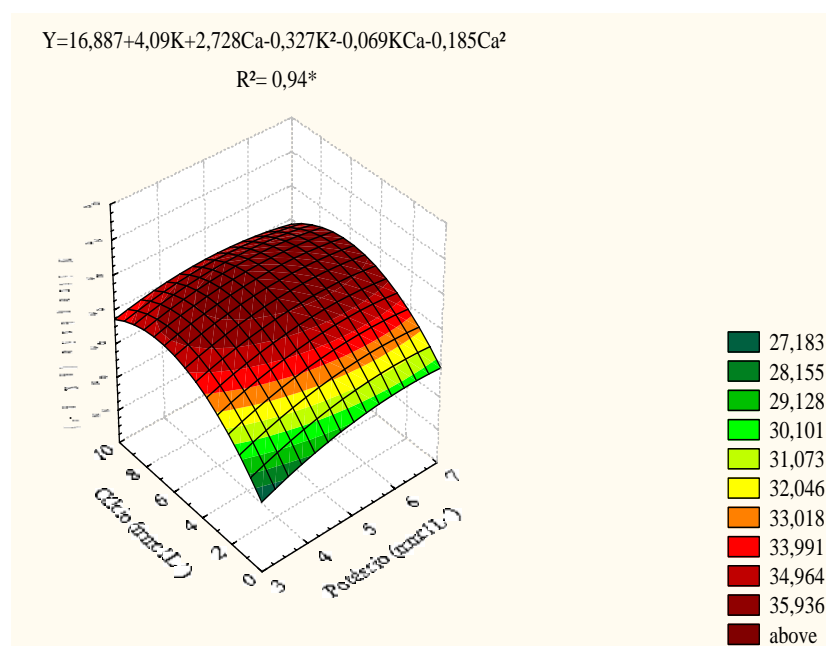


Gráfico 4 Teor de N na parte aérea das mudas de cafeeiro (*C. arabica*) em função das doses de Ca e de K em solução nutritiva

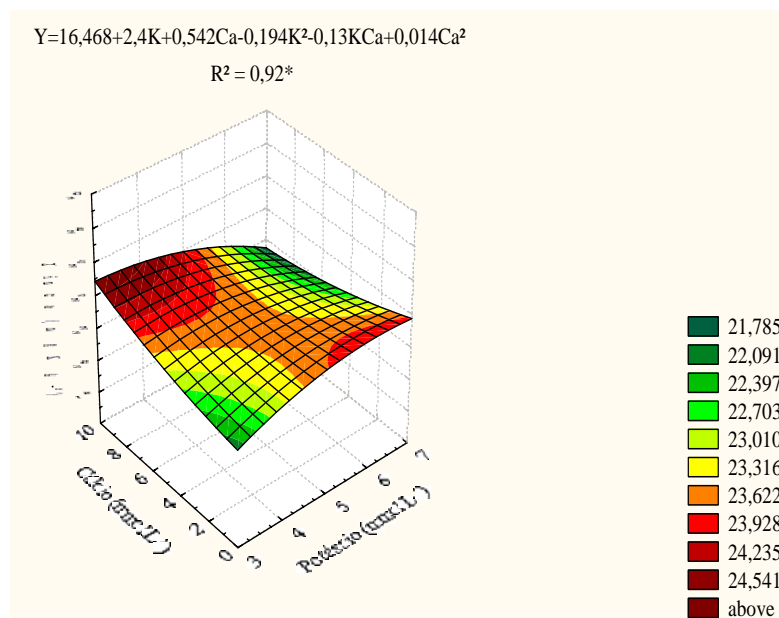


Gráfico 5 Teor de Zn na parte aérea das mudas de cafeeiro (*C. arabica*) em função das doses de Ca e de K em solução nutritiva

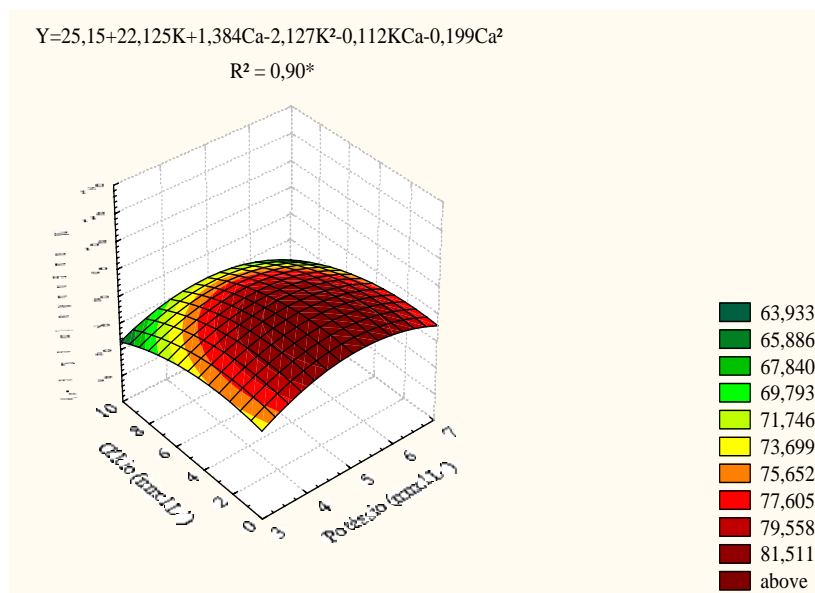


Gráfico 6 Teor de Mn na parte aérea das mudas de cafeeiro (*C. arabica*) em função das doses de Ca e de K em solução nutritiva

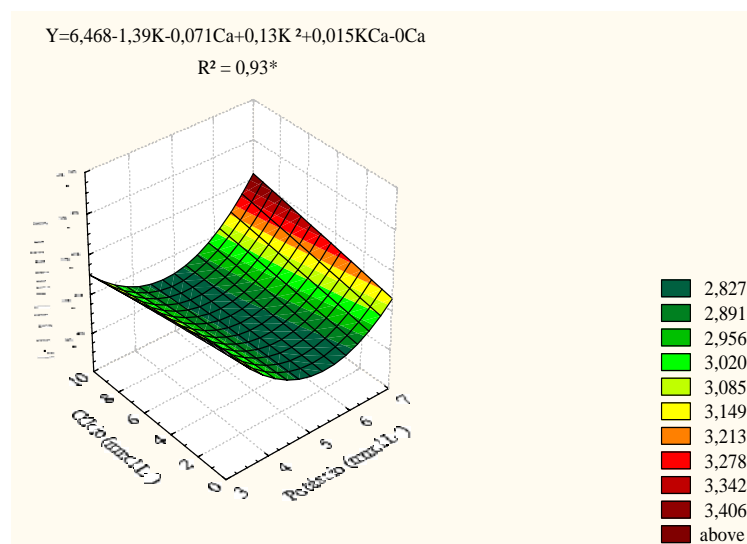


Gráfico 7 Teor de Mg na parte aérea das mudas de cafeeiro (*C. arabica*) em função das doses de Ca e de K em solução nutritiva

Os toeres dos nutrientes P, K, Ca, S, Cu, B e Fe nas folhas de cafeeiro diminuíram com o aumento da dose de K e aumentaram com o aumento da dose de Ca (Gráficos 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14).

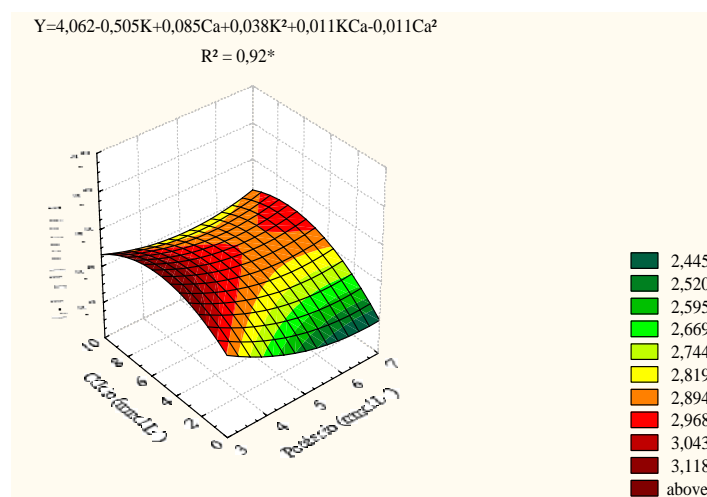


Gráfico 8 Teor de P na parte aérea das mudas de cafeeiro (*C. arabica*) em função das doses de Ca e de K em solução nutritiva

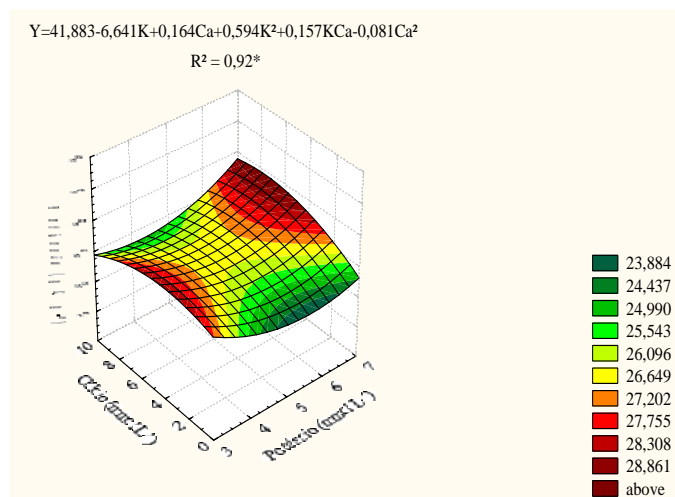


Gráfico 9 Teor de K na parte aérea das mudas de cafeeiro (*C. arabica*) em função das doses de Ca e de K em solução nutritiva

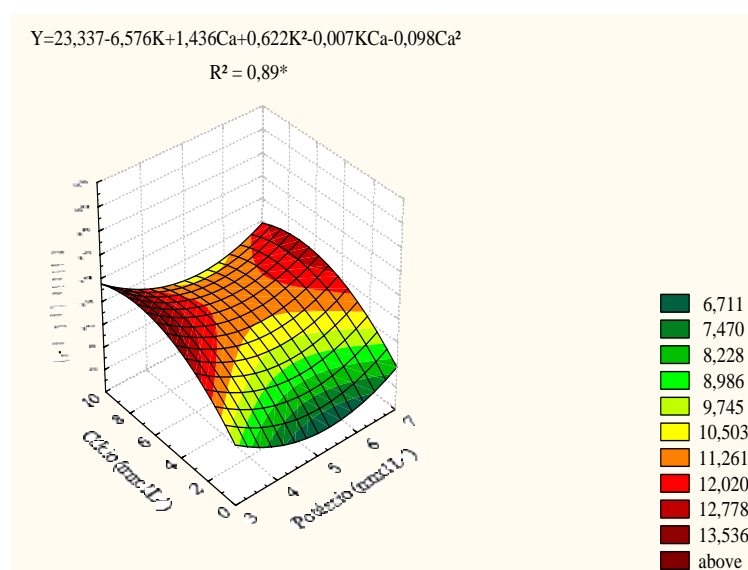


Gráfico 10 Teor de Ca na parte aérea das mudas de cafeeiro (*C. arabica*) em função das doses de Ca e de K em solução nutritiva

$$Y=4,11-0,505K-0,061Ca+0,033K^2+0,016KCa-0,001Ca^2$$

$$R^2 = 0,92^*$$

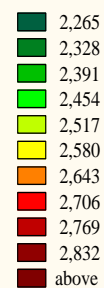
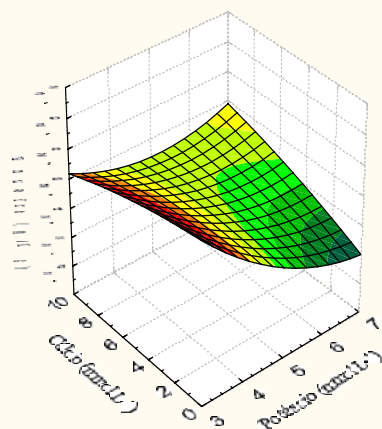


Gráfico 11 Teor de S na parte aérea das mudas de cafeeiro (*C. arabica*) em função das doses de Ca e de K em solução nutritiva

$$Y=9,463-2,069K+0,427Ca+0,213K^2-0,05KCa-0,015Ca^2$$

$$R^2 = 0,88^*$$

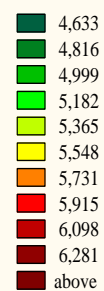
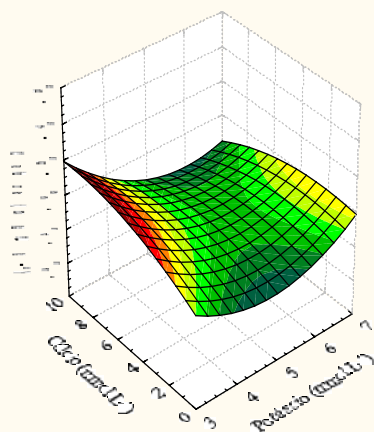


Gráfico 12 Teor de Cu na parte aérea das mudas de cafeeiro (*C. arabica*) em função das doses de Ca e de K em solução nutritiva

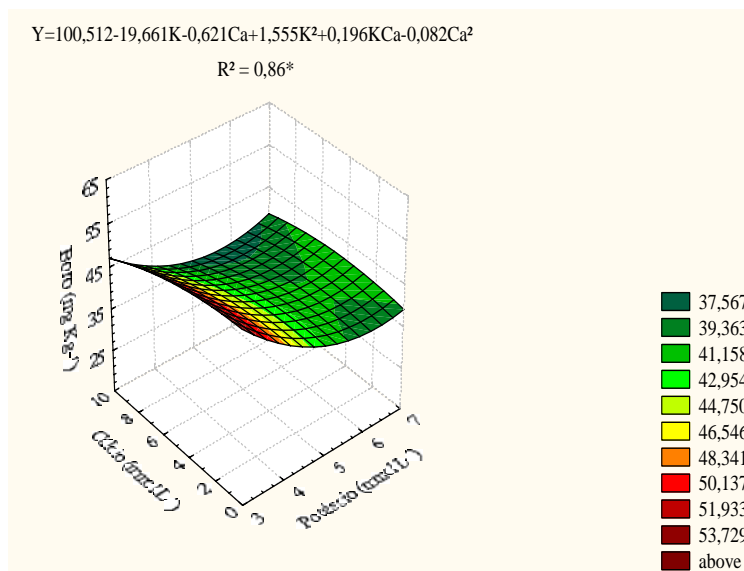


Gráfico 13 Teor de B na parte aérea das mudas de cafeeiro (*C. arabica*) em função das doses de Ca e de K em solução nutritiva

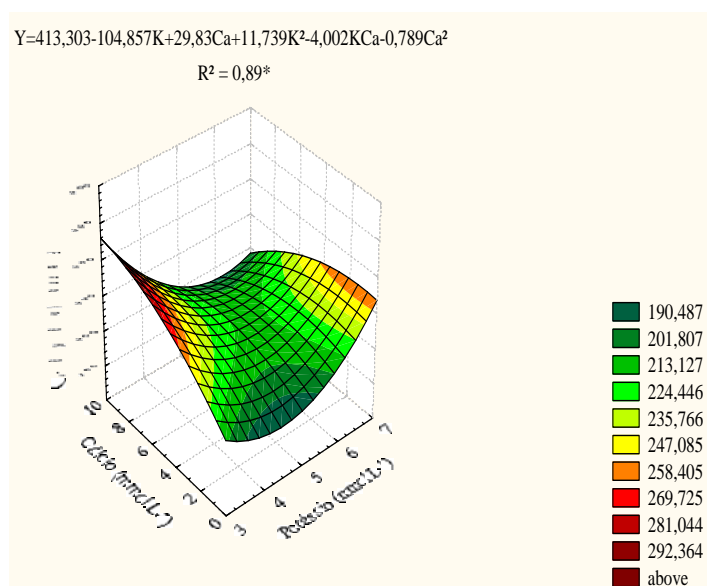


Gráfico 14 Teor de Fe na parte aérea das mudas de cafeeiro (*C. arabica*) em função das doses de Ca e de K em solução nutritiva

O aumento das doses de K na solução nutritiva, promoveu aumento significativo nos teores de K e Mn e redução significativa de P, Ca, Mg, S, Cu, Zn, B e Fe. Com o aumento das doses de Ca, houve aumento significativo nos teores de N, K, Ca e Zn e redução significativa de P, Cu, Mn, B e Fe.

A redução do teor de Ca e Mg e aumento do teor de K com o aumento da dose de K, está de acordo com os autores Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), que afirmam que a adição de K causa efeito negativo no teor de Ca e Mg e positivo no teor de K. Os autores também afirmam que a adição de Ca causa efeito negativo no teor de K e Mg e positivo no teor de Ca. Porém, nesse experimento, a aplicação de doses de Ca em solução nutritiva, não afetou o teor de K, diferindo desses autores e diferindo também de Marques, Faquin e Guimarães (1999), os quais com a aplicação de doses de calcário observaram aumento nos teores foliares de Ca e Mg e redução nos teores de K, em mudas de cafeeiro.

Neste trabalho, o teor de Zn aumentou e o teor de P reduziu. Há relatos de que a maior absorção de P reduz a absorção e concentração de Zn, porém isso não ocorreu neste trabalho. De um modo geral, o P é extraído em quantidades menores, a exemplo do Ca e do Mg (CARVALHO et al., 2010). Talvez, isso justifique o fato de o teor de P ter sido menor nas folhas das mudas, assim a sua concentração não foi alta para inibir a absorção de Zn.

O excesso de Ca ou calagem excessiva pode resultar em deficiência de Fe, Mn, Zn e B (CARVALHO et al., 2010). Observou-se isso, para os teores de Fe, Mn e B, que reduziram com o aumento das doses de Ca. Já o excesso de K pode levar à deficiência de Mg e possivelmente de Mn, Zn e Fe. Nesse experimento, com exceção do Mn, houve redução significativa para os teores desses nutrientes nas folhas do cafeeiro.

Houve correlação positiva entre a AACPI e o teor de Ca. Com o aumento das doses de Ca, houve aumento da AACPI e também do teor de Ca.

Esperava-se que isso fosse ocorrer em relação ao teor de Ca, pois a adição de Ca, causa efeito positivo no teor foliar de Ca, porém não era esperado o aumento da AACPI.

Houve correlação negativa entre a AACPI e os teores de Mn e B. Na menor dose de Ca (2 mmol.L^{-1}) e maior de K (7 mmol.L^{-1}), houve menor AACPI e maiores teores de Mn e B. Essa correlação pode explicar em parte o aumento da intensidade da doença.

Houve correlação positiva entre a AACPS e os teores de N, P, K e Zn. A AACPS e os teores desses nutrientes foram menores nas doses 2 mmol.L^{-1} de Ca e 3 mmol.L^{-1} de K, portanto nas menores doses. O N desempenha papel importante na expansão da área foliar, no crescimento vegetativo e na formação dos botões florais, sendo constituinte dos aminoácidos (CARVALHO et al., 2010). No entanto, o excesso desse nutriente, pode tornar o tecido mais suscetível a doenças. Percebe-se que o teor de N foi menor nessas doses e a AACPS também. Pode ser que o menor teor deste nutriente, tenha contribuído para esse resultado.

A análise de correlação entre os nutrientes também foi observada. Houve correlação positiva entre o teor de N e os teores de P e de K; entre o teor de P e os teores de Mg, S e B; entre o teor de K e os teores de Zn e Mg e também entre o teor de Mg com o teor de S.

Observou-se nesse trabalho, que a relação entre a maior parte dos nutrientes obtidos de mudas de cafeeiro não obedeceu às faixas consideradas adequadas por Malavolta (1996) (Tabela 5, ANEXO D). A variação da relação entre nutrientes foliares foram: N/P (10–13), N/K (1,1-1,4), N/S (12-15), K/Ca (2,0-3,0), K/Mg (8,0-9,5), N/B (0,6-1,0), N/Cu (5,0-7,5), P/Cu (0,5-0,7), P/Zn (0,12-0,13), Ca/Mg (2,8-4,4), B/Zn (1,5-2,2), Cu/Zn (0,20-0,26) e Fe/Mn (2,5-4,0). Somente na relação N/K (1,1-1,4), obteve-se resultado próximo da faixa considerada adequada por esses autores, quando as doses de K aplicadas foram 4

mmol.L⁻¹ (1,37), 5 mmol.L⁻¹ (1,35) e 6 mmol.L⁻¹ (1,33) e as doses de Ca foram 6 mmol.L⁻¹ (1,35) e 8 mmol.L⁻¹ (1,35). Esses resultados mostram o desequilíbrio entre os nutrientes, que pode interferir na resistência da planta.

O suprimento de N e K em doses acima ou abaixo da faixa adequada (1,1-1,4), promoveu alterações no estado nutricional das mudas de café para N, K, Ca, S e B e o desequilíbrio da relação N/K favoreceu a infecção de *P. tarda* em mudas de cafeeiro. Esses resultados reforçam a importância da nutrição de forma adequada e equilibrada no manejo de doenças de plantas (LIMA et al., 2010).

A amostra das folhas das mudas do cafeeiro obtidas neste experimento foi colhida quando as plantas estavam com 7 meses de idade. Na tabela descrita por Malavolta, citada anteriormente com essas relações, as amostras foram feitas em plantas adultas de café e apenas no 3º ou 4º par de folhas. Segundo Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), a composição mineral da folha ou o teor dos elementos nela encontrado, é consequência do efeito dos fatores que atuaram e, às vezes, interagiram até o momento em que o órgão foi colhido para a análise ou mesmo depois da tomada da amostra. Nem sempre a análise de um único elemento isoladamente é suficiente para a avaliação do estado nutricional. Assim, a relação entre vários deles tem que estar dentro de limites mais ou menos estreitos.

Observa-se que vários fatores podem interferir na relação de nutrientes, nesse caso específico da relação Ca/K com mancha de Phoma e nutrição das mudas de cafeeiro em solução nutritiva isso pôde ser verificado.

As faixas nutricionais, obtidas neste trabalho foram: N (31-36 g.Kg⁻¹), P (2,6-3,1 g.Kg⁻¹), K (25-29 g.Kg⁻¹), Ca (10-14 g.Kg⁻¹), Mg (2,8-3,4 g.Kg⁻¹), S (2,3-2,8 g.Kg⁻¹), Cu (4,7-6,3 mg.Kg⁻¹), Zn (21-24,5 mg.Kg⁻¹), Mn (63-81,5 mg.Kg⁻¹), B (35-49 mg.Kg⁻¹) e Fe (210-250 mg.Kg⁻¹).

Observou-se que a faixa crítica do K ($25-29 \text{ g.Kg}^{-1}$), apresentou um ou dois valores dentro das faixas críticas obtidas pelos autores Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) ($22-25$), Martinez et al. (2003) ($18-26,6$), Matiello (1997) ($18-25$), Mills e Jones Junior (1996) ($20-25$), Reuter e Robinson (1988) ($21-26$), Willson (1985) ($21-25$). Porém, ficou dentro da faixa obtida por Martinez et al. (2004) ($22,4-31$) e acima do limite superior da faixa obtida pelo autor Malavolta (1993) ($19-24$) (Tabela 6, ANEXO E). Apesar das concentrações de K nas folhas serem superiores aos das faixas críticas obtidas por esses autores, com exceção de Martinez et al. (2004), que ficou dentro da faixa, na maior dose desse elemento (7 mmol.L^{-1}), não houve redução da intensidade da mancha de Phoma.

Para o Ca, a faixa crítica ($10-14$) aproximou-se das faixas críticas dos autores citados acima, isso quer dizer que não houve diferença entre as doses ($2, 4, 6, 8$ e 10 mmol.L^{-1}) aplicadas na solução nutritiva quanto ao efeito na intensidade da mancha de Phoma. Para observar se haveria redução da doença, teria que testarem-se doses maiores na solução nutritiva, com isso poderia aumentar o valor da faixa crítica, melhorando assim o estado nutricional da cultura, resultando em aumento da sua resistência.

As faixas críticas dos nutrientes P ($2,6-3,1 \text{ g.Kg}^{-1}$), S ($2,3-2,8 \text{ g.Kg}^{-1}$) e Fe ($210-250 \text{ mg.Kg}^{-1}$) obtidas neste trabalho, ficaram acima do limite superior das faixas obtidas pelos autores Malavolta (1993) P ($1,5-2,0 \text{ g.Kg}^{-1}$), S ($1,5-2,0 \text{ g.Kg}^{-1}$) e Fe ($90-180 \text{ mg.Kg}^{-1}$), Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) P ($1,6-1,9 \text{ g.Kg}^{-1}$), S ($1,5-2,0 \text{ g.Kg}^{-1}$) e Fe ($100-130 \text{ mg.Kg}^{-1}$), Martinez et al. (2003) P ($1,2-1,7 \text{ g.Kg}^{-1}$), S ($1,9-2,5 \text{ g.Kg}^{-1}$) e Fe ($48-125 \text{ mg.Kg}^{-1}$), Martinez et al. (2004) P ($1,0-1,5 \text{ g.Kg}^{-1}$), S ($1,3-1,8 \text{ g.Kg}^{-1}$) e Fe ($94-159 \text{ mg.Kg}^{-1}$), Matiello (1997) P ($1,2-2,0 \text{ g.Kg}^{-1}$), S ($1,5-2,0 \text{ g.Kg}^{-1}$) e Fe ($100-200 \text{ mg.Kg}^{-1}$), Mills e Jones Junior (1996) P ($1,2-2,0 \text{ g.Kg}^{-1}$), S ($1,0-2,0 \text{ g.Kg}^{-1}$) e Fe ($70-125 \text{ mg.Kg}^{-1}$), Reuter e Robinson (1988) P ($1,5-2,0 \text{ g.Kg}^{-1}$), S ($0,2-1,0 \text{ g.Kg}^{-1}$) e Fe ($70-200 \text{ mg.Kg}^{-1}$) (Tabela 6, ANEXO E).

As faixas dos nutrientes N (31-36 g.Kg⁻¹); Mg (2,8-3,4 g.Kg⁻¹), Mn (63-81,5 mg.Kg⁻¹) e B (35-49 mg.Kg⁻¹), apresentaram alguns valores dentro das faixas críticas obtidas pelos autores Malavolta (1993) N (27-32 g.Kg⁻¹) e Mg (3,1-3,6 g.Kg⁻¹), Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) N (29-32 g.Kg⁻¹) e Mn (80-100 mg.Kg⁻¹), Martinez et al. (2003) Mg (3,1-4,1 g.Kg⁻¹), Mn (71-177 mg.Kg⁻¹) e B (38-56 mg.Kg⁻¹), Martinez et al. (2004) Mn (77-141 mg.Kg⁻¹) e B (44-64 mg.Kg⁻¹), Matiello (1997) N (30-35 g.Kg⁻¹) e B (40-80 mg.Kg⁻¹), Mills e Jones Junior (1996) Mg (2,5-4,0 g.Kg⁻¹) e B (40-75 mg.Kg⁻¹), Reuter e Robison (1988) Mg (2,5-4,0 g.Kg⁻¹) e B (40-100 g.Kg⁻¹). Entretanto, a faixa obtida do Mn (63-81,5 mg.Kg⁻¹) ficou dentro das faixas críticas obtidas por Matiello (1997) (50-100 mg.Kg⁻¹), Mills e Jones Junior (1996) (50-200 mg.Kg⁻¹), Reuter e Robison (1988) (50-100 mg.Kg⁻¹) (Tabela 6, ANEXO E).

A faixa do Zn (21-24,5 mg.Kg⁻¹) apresentou valor acima do limite superior das faixas críticas obtidas pelos autores Malavolta (1993) (8-16 mg.Kg⁻¹), Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), Martinez et al. (2003) (7-11 mg.Kg⁻¹), Matiello (1997) (10-20 mg.Kg⁻¹). Entretanto, esse valor está de acordo com os obtidos por Martinez et al. (2004) (13-30 mg.Kg⁻¹), Mills e Jones Junior (1996) (12-30 mg.Kg⁻¹), Reuter e Robison (1988) (15-30 mg.Kg⁻¹) (Tabela 6, ANEXO E).

Nos resultados observados por Clemente et al. (2008), os teores de N e P, em plantas de café de primeiro ano pós-plantio, em diferentes níveis de adubação, variaram de 19,24 a 23,16 g.kg⁻¹ e de 1,14 a 1,21 g.kg⁻¹, respectivamente, para o N e o P, ou seja, valores inferiores aos encontrados pelos autores Malavolta (1993), Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), Mills e Jones Junior (1996), Raij et al. (1996), Reuter e Robison (1988), os quais encontraram valores de N que variaram de 23 a 32 g.kg⁻¹ e P que variaram de 1,2 a 2,0 g.kg⁻¹ para lavouras em produção. Os teores de K variaram de 17,39 a 19,02 g.Kg⁻¹, ou seja, abaixo dos valores encontrados pelos autores Malavolta,

Vitti e Oliveira (1997), Martinez et al. (2004), Mills e Jones Junior (1996), Reuter e Robinson (1988), Willson (1985), cujos valores variaram de 18 a 26 g.Kg⁻¹. Os teores de Ca (12,70-14,11 g.Kg⁻¹) mantiveram-se dentro das faixas obtidas pelos autores Malavolta (1993), Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), Mills e Jones Junior (1996), Reuter e Robinson (1988), que encontraram valores que variaram de 7,5 a 25 g.Kg⁻¹. A faixa crítica para o Mg apresentou pontos limítrofes entre 8,26 e 8,97 g.kg⁻¹. Esses valores ficaram muito acima dos valores encontrados para lavouras em produção, ou seja, acima dos valores encontrados pelos autores Malavolta (1993), Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), Mills e Jones Junior (1996), Raij et al. (1996), Reuter e Robinson (1988), cujos valores variaram de 2,5 a 5,0 g.kg⁻¹. Os pontos limites do S foram de 1,49 a 1,77 g.kg⁻¹, mostrando uma pequena amplitude na faixa de teores no cafeeiro. Os valores encontrados para lavouras em produção pelos autores Malavolta (1993), Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), Mills e Jones Junior (1996), Raij et al. (1996), Reuter e Robinson (1988), variaram de 0,2 a 2,0 g.Kg⁻¹, ou seja, a faixa crítica é coincidente, porém, com maior amplitude.

No trabalho realizado por Gontijo et al. (2007), os teores de Cu variaram de 3,7 a 11,9 mg.kg⁻¹ em mudas de cafeeiro e as faixas críticas encontradas por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), Matiello (1997), Mills e Jones Junior (1996), Reuter e Robinson (1988), Wilson (1985), variaram de 7 a 50 mg.kg⁻¹, portanto, apresentou valores dentro dessa faixa. Os teores de Zn variaram de 3,7 a 4,7 mg.kg⁻¹. Malavolta (1993), Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), Matiello (1997), Mills e Jones Junior (1996), Wilson (1985), estabeleceram faixas críticas para plantas em produção, em que os teores foliares de Zn variaram de 8 a 30 mg.kg⁻¹, ou seja, superiores aos encontrados por esses autores. O teor de Mn variou de 30,9 a 50,2 mg.kg⁻¹, sendo que as faixas determinadas por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), Matiello (1997), Mills e Jones Junior (1996), Reuter e Robinson (1988), Wilson (1985), para plantas em produção foram superiores ao desse

autor, variando de 50 a 210 mg.kg⁻¹. Os teores de B variaram de 38,1 a 43,9 mg.kg⁻¹. A faixa crítica dos teores de B encontradas por Malavolta (1993), Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), Matiello (1997), Mills e Jones Junior (1996), Wilson (1985), Reuter e Robinson (1988), está entre 40 a 100 mg.kg⁻¹, ou seja, acima da faixa crítica verificada no trabalho desses autores. Os teores foliares de Fe variaram de 202,8 a 267,1 mg.kg⁻¹. Segundo eles, os autores Malavolta (1993), Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), Matiello (1997), Mills e Jones Junior (1996), Reuter e Robinson (1988), Wilson (1985), trabalhando com plantas em produção, estabeleceram faixas de Fe, cujos teores variaram de 70 a 200 mg.kg⁻¹, ou seja, valores inferiores aos encontrados.

Esperava-se que com o aumento das doses de K e de Ca houvesse redução da intensidade da mancha de Phoma, já que em plantas com deficiência em K, a síntese de compostos de alto peso molecular (proteínas, amido e celulose) é prejudicada e, compostos orgânicos de baixo peso molecular são acumulados, aumentando a sua susceptibilidade. O Ca é essencial para a estabilidade de biomembranas. São requeridos poligalacturonatos de Ca na lamela média para estabilidade de parede celular (MARSCHNER, 1995a), pois elevadas concentrações de Ca torna o tecido da planta mais resistente, devido à inibição na atividade da poligalacturonase, enzima que degrada os pectatos na parede celular. Entretanto, tanto na relação entre os nutrientes foliares considerados adequados para o cafeeiro, quanto nas faixas críticas das concentrações de nutrientes nas folhas do cafeeiro, observou-se desequilíbrio entre os nutrientes, fator que pode ter contribuído para que ocorresse aumento da doença. Assim, embora tenha-se adicionado na solução nutritiva em igual quantidade todos os nutrientes exceto o K e o Ca, a competição e o sinergismo entre íons, promoveu alterações nos nutrientes, dificultando a interpretação dos resultados. Além disso, as mudas permaneceram por quatro meses na solução nutritiva, talvez esse tempo, tenha sido pequeno para expressar os resultados,

pois o Ca, principalmente, é pouco móvel nas plantas. Há trabalhos que também relatam diferenças quanto à eficiência de absorção, de uso e translocação para diferentes variedades. Para a eficiência de absorção (EA), a variedade Mundo Novo sobressaiu-se com maior EA de N, P, K, Ca e Mg, não diferindo da Catuaí com os nutrientes P e K e nem da Icatu com o Mg. Já a variedade Icatu absorveu mais S do que as outras (POZZA et al., 2009).

Os teores e acúmulos de nutrientes pela cultura variam, principalmente, de acordo com o estágio de desenvolvimento da planta, com a cultivar e a produção esperada, sendo dessa forma, importante o seu conhecimento para elaborar um programa de adubação (CARVALHO et al., 2010).

Os resultados de análise nutricional foram obtidos apenas das folhas. Realizou-se também a análise incluindo toda a parte aérea (folha e caule), porém não foram apresentados neste trabalho. Os valores médios de AACPI e AACPS da mancha de Phoma do cafeeiro, da produção de MST e dos teores dos nutrientes das mudas dessa cultura são apresentados na Tabela 7, ANEXO F.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante perceber que para a produção equilibrada de uma cultura, o simples fato de aplicar um ou mais nutrientes não faz com que a planta responda como era esperado. É necessário observar, como esses nutrientes comportam-se na planta; interação entre si e com os outros; os fatores que afetam a sua disponibilidade, como pH, água e os próprios nutrientes; as características inerentes à planta; ao patógeno; bem como os fatores ligados ao ambiente, que atuam no processo.

Mais estudos com a relação Ca/K com mancha de Phoma e nutrição das mudas de cafeeiro em solução nutritiva, devem ser realizados. Isto inclui o estudo do efeito de cada um deles separado e a interação dos mesmos, para melhor entender o que acontece com a planta de cafeeiro em resposta a diferentes doses desses elementos. Apesar da importância para a cultura, não há trabalhos que relatam a utilização desses nutrientes na intensidade da mancha de Phoma do cafeeiro.

6 CONCLUSÕES

O suprimento de Ca e de K apresentaram interação significativa para a área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) e da severidade (AACPS) da mancha de Phoma do cafeeiro, para a matéria seca total (MST) e para os teores de todos os nutrientes nas folhas das mudas de cafeeiro.

Na menor dose de Ca (2 mmol.L^{-1}) e na maior de K (7 mmol.L^{-1}), houve menor AACPI da mancha de Phoma. A menor AACPI foi obtida com o equilíbrio dos dois nutrientes. Na menor dose de Ca e menor de K houve menor AACPS e maior produção de MST.

O aumento das doses de K na solução nutritiva, promoveu aumento significativo nos teores de K e Mn e redução significativa de P, Ca, Mg, S, Cu, Zn, B e Fe. Com o aumento das doses de Ca, houve aumento significativo nos teores de N, K, Ca e Zn e redução significativa de P, Cu, Mn, B e Fe.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, J. G. et al. Sintomas de desordens nutricionais em cafeeiro. In: GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; BALIZA, D. P. (Ed.). **Semiologia do cafeeiro**: sintomas de desordens nutricionais, fitossanitárias e fisiológicas. Lavras: UFLA, 2010. p. 31-59.

CARVALHO, V. L.; CHALFOUN, S. M. **Phoma do cafeeiro**: alguns aspectos da doença. Brasília: EMBRAPA CAFÉ, 2004. 2 p. (Informe tecnológico, 029).

CHALFOUN, S. M.; CARVALHO, V. L. Complexo seca-de-ponteiros em cafeeiros. In: NÚCLEO DE ESTUDOS EM FITOPATOLOGIA (Org.). **Manejo Fitossanitário da Cultura do Cafeeiro**. Lavras: UFLA, 2008. p. 95-104.

CIRILO, M. P. G. et al. Influência da adubação potássica nos teores de aminos bioativas em café. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Resumos...** Brasília: EMBRAPA CAFÉ, 2001. 1 CD-ROM.

CLAASSEN, M. E.; WILCOX, G. E. Comparative reduction of calcium and magnesium composition of corn tissue by $\text{NH}_4\text{-N}$ and a K fertilization. **Agronomy Journal**, Madison, v. 66, n. 4, p. 521-522, 1974.

CLEMENTE, F. M. V. T. et al. Faixas críticas de teores foliares de macronutrientes no cafeeiro em pós-plantio - primeiro ano. **Coffee Science**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 47-57, jan./jun. 2008.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Avaliação da Safra Agrícola Cafeeira 2010**: 4ª estimativa. Brasília, 2010. 20 p.

FIGUEIREDO, M. B. Estudos sobre a aplicação do método de Castellani para a conservação de fungos patogênicos em plantas. **O Biológico**, São Paulo, v. 33, p. 9-13, 1967.

GARCIA JÚNIOR, D. et al. Incidência e severidade da cercosporiose do cafeeiro em função do suprimento de potássio e cálcio em solução nutritiva. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 286-291, maio./jun. 2003.

GONTIJO, R. A. N. et al. Faixas críticas de teores foliares de micronutrientes em mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Coffee Science**, Lavras, v. 2, n. 2, p. 135-141, jul./dez. 2007.

GONTIJO, R. A. N.; GUIMARÃES, R. J.; CARVALHO, J. G. Crescimento e teor foliar de nutrientes em cafeeiro decorrente da omissão isolada e simultânea de Ca, B, Cu e Zn. **Coffee Science**, Lavras, v. 3, n. 2, p. 124-132, jul./dez. 2008.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water-culture method for growing plants without soil**. Berkeley: California Agricultural Experiment Station, 1950. 32 p. (Circular, 347).

HUBER, D. M. The role of mineral nutrition in defense. In: HORSFALL, J. G.; COWLING, E. B. (Ed.). **Plant Disease: An Advanced Treatise**. New York: Academic Press, 1980. p. 381-406.

ISHIZUKA, Y. Nutrient deficiencies of crops. **Food and Fertilizer Technology Center**, Taipai, n. 1, p. 3-100, 1978.

LIMA, L. M. et al. Relação nitrogênio/potássio com mancha de Phoma e nutrição de mudas de cafeeiro em solução nutritiva. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 35, n. 4, p. 223-228, jul./ago. 2010.

MALAVOLTA, E. (Ed.). **Nutrição mineral e adubação do cafeeiro: Colheitas econômicas máximas**. São Paulo: Ceres, 1993. 210 p.

_____. **Informação agronômica sobre nutrientes para as culturas**. Piracicaba: Potafos, 1996. 24 p. (Arquivo do Agrônomo, 10).

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. (Ed.). **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.

MARQUES, E. S.; FAQUIN, V.; GUIMARÃES, P. T. G. Teores foliares de nutrientes no cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em resposta a calcário e gesso. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 1, p. 140-151, jan./mar. 1999.

MARSCHNER, H. Functions of mineral nutrients: macronutrientes. In: _____. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. London: Academic Press, 1995a. cap. 8, p. 229-299.

_____. Relationship between mineral nutrition and plant diseases and pests. In: _____. _____. . 2. ed. London: Academic Press, 1995b. cap. 11, p. 436-460.

MARTINEZ, H. E. P. et al. Faixas críticas de concentrações de nutrientes e avaliação do estado nutricional de cafeeiros em quatro regiões de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 6, p. 703-713, jun. 2003.

_____. **Nutrição mineral, fertilidade do solo e produtividade do cafeeiro nas regiões de Patrocínio, Manhuaçu, Viçosa, São Sebastião do Paraíso e Guaxupé**. Belo Horizonte: Epamig, 2004. 60 p. (Boletim Técnico, 72).

MATIELLO, J. B. (Ed.). **Gosto do meu cafezal**. Rio de Janeiro: Globo, 1997. 139 p.

MATIELLO, J. B.; CARVALHO, F. Pesquisa cafeeira-contribuição marcante para o desenvolvimento da cafeicultura. In: MALAVOLTA, E., YAMADA, T.; GUIDOLIN, J. A. (Ed.). **Nutrição e adubação do cafeeiro**. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato, 1981. p. 1-9.

MILLS, H. A.; JONES JUNIOR, J. B. (Ed.). **Plant analysis handbook II**. 2. ed. Athens: Micro-Macro, 1996. 422 p.

NEVES Y. P. et al. Produtividade y acumulación de materia seca, N, P y K por cultivares de *Coffea arabica* L. **Coffee Science**, Lavras, v. 1, n. 2, p. 156-167, jul./dez. 2006.

PEREIRA, J. et al. Produção de biodiesel a partir do óleo da borra do café. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 3., 2009, Brasília. **Anais...** Brasília: CEI, 2009. 1 CD-ROM.

PINHEIRO, J. B. et al. Estudo da Influência do potássio e do cálcio na reprodução do nematóide do cisto da soja. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 33, n. 1, p. 17-27, 2009.

POZZA, A. A. A. et al. Influência da nutrição mineral na intensidade da mancha-de-olho-pardo em mudas de cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 53-60, jan. 2001.

_____. Efeito do tipo de substrato e da presença de adubação suplementar sobre o crescimento vegetativo, nutrição mineral, custo de produção e intensidade de cercosporiose em mudas de cafeeiro formadas em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 685-692, mai./jun. 2007.

_____. Suprimento do silicato de cálcio e a eficiência nutricional de variedades de cafeeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 6, p. 1705-1714, 2009.

POZZA, E. A.; CARVALHO, V. L.; CHALFOUN, S. M. Sintomas de injúrias causadas por doenças em cafeeiro. In: GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; BALIZA, D. P. (Ed.). **Semiologia do cafeeiro: sintomas de desordens nutricionais, fitossanitárias e fisiológicas**. Lavras: UFLA, 2010. p. 69-101.

PRABHU, A. S. et al. Potassium and plant disease. In: DATNOFF, E.; HUBER, D. M. (Ed.). **Mineral Nutrition and Plant Disease**. Saint Paul: APS Press, 2007. p. 57-78.

RAIJ, B. V. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1996. 285 p.

REUTER, D. J.; ROBINSON, J. B. **Plant analysis: An interpretation manual**. Melbourne: INKATA, 1998. 218 p.

ROMANO, E.; FERREIRA, M. A. Gene confere alta tolerância à seca. In: Congresso de Genética Molecular Vegetal, 2., Búzios. **Anais...** São Paulo: SBG, 2009. 1 CD-ROM.

SALGADO, M. et al. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha de Phoma do cafeeiro. **Tropical Plant Pathology**, v. 34, n. 6, p. 422-427, nov./dez. 2009.

SALGADO, M.; PFENNING, L. Identificação e caracterização morfológica de espécies de *Phoma* do cafeeiro no Brasil. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: [s.n.], 2000. 1 CD-ROM.

SANTOS, F. S. et al. Adubação orgânica, nutrição e progresso de cercosporiose e ferrugem-do-cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 7, p. 783-791, jul. 2008.

SANTOS, L. P.; CARVALHO, M. M.; CARVALHO, J. G. Efeitos de doses de nitrato de potássio e esterco de curral na composição do substrato para formação de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Prática**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 42-48, 1994.

SHANER, G.; FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 70, n. 8, p. 1183-1186, aug. 1977.

SILVA, E. B. et al. Fontes e doses de potássio na produção do cafeeiro cultivado sobre latossolo roxo e latossolo vermelho-amarelo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 2, p. 288-298, mar./abr. 2001.

SILVA, J. T. A. et al. Aplicação de potássio, magnésio e calcário em mudas de bananeira prata-anã. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 782-786, set. 2008.

TELLES FILHO, P. A. **Asma Bronquica/Historia da Asma**. França: Medlinks, 2009. 22 p. (Informações médicas)

WILSON, K. C. Mineral nutrition and fertilizer needs. In: CLIFORD, N. N.; WILLSON, K. C. (Ed.). **Coffee botany, biochemistry and production of beans and beverage**. London: Croom Helm, 1985. part 6, p. 135-156.

ANEXO A - Quadrados médios dos valores da AACPI e AACPS em função das doses de Ca e de K em solução nutritiva

FV	GL	AACPI	AACPS
Rep	2	23422,60 ^{ns}	17,12 ^{ns}
K	4	52810,58 ^{ns}	981,71 *
Ca	4	159228,03 *	311,50 *
K x Ca	16	195074,09 *	669,72 *
Erro	48	21618,52	54,38
C.V. (%)		9,62	20,39

*significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F
^{ns}não significativo

ANEXO B - Quadrados médios dos valores de produção de MST em função das doses de Ca e de K em solução nutritiva

FV	GL	MST
Rep	2	0,025 ^{ns}
K	4	3,48 *
Ca	4	4,79 *
K x Ca	16	3,23 *
Erro	48	0,28
C.V. (%)		18,91

*significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F
^{ns}não significativo

ANEXO C - Quadrados médios das concentrações em g.Kg⁻¹ das análises químicas realizadas nas folhas, para N, P, K, Ca, Mg e em mg.Kg⁻¹ para Cu, Zn, Mn, B e Fe em função de níveis crescentes de Ca e de K em solução nutritiva

FV	GL	N	P	K	Ca	Mg	S
Rep	2	1,88 ^{ns}	0,004 ^{ns}	2,01 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,002 ^{ns}

Tabela 4, ANEXO C, continua

K	4	22,04 ^{ns}	0,27 *	24,03 *	27,84 *	0,91 *	0,47 *
Ca	4	38,90 *	0,56 *	18,44 *	50,13 *	0,002 ^{ns}	0,05 ^{ns}
K x Ca	16	25,56 *	0,25 *	85,72 *	5,68 *	0,15 *	0,10 *
erro	48	8,66	0,04	1,44	2,37	0,06	0,03
C.V. (%)		8,50	6,58	4,48	13,58	8,22	6,96
FV	GL	Cu	Zn	Mn	B	Fe	
Rep	2	0,42 ^{ns}	5,09 *	15,59 ^{ns}	2,11 ^{ns}	56,15 ^{ns}	
K	4	5,89 *	7,63 *	418,87 *	567,39 *	12352,45 *	
Ca	4	1,09 *	4,03 *	518,52 *	93,05 *	1057,15 *	
K x Ca	16	2,55 *	24,69 *	653,46 *	110,05 *	3520,72 *	
erro	48	0,33	1,13	40,52	11,19	268,73	
C.V. (%)		10,84	4,58	8,54	7,83	7,12	

*significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns}não significativoANEXO D - Relações entre nutrientes foliares considerados adequados para o cafeeiro¹ (MALAVOLTA, 1996)

Relação	Faixas	Relação	Faixas
N/P	16-18	P/Cu	125-187
N/K	1,3-1,4	P/Zn	125-187
N/S	16-18	Ca/Mg	66-75
K/Ca	1,7-2,1	B/Zn	5,0-7,3
K/Mg	6,1-6,6	Cu/Zn	1
N/B	400-457	Fe/Mn	0,73-0,85
N/Cu	2.000-3.375		

⁽¹⁾ 3º e 4º pares de folhas de ramos produtivos amostrados no verão (fevereiro a março)

ANEXO E - Teor adequado de macro e micronutrientes nas folhas do cafeeiro⁽¹⁾

Autores ⁽¹⁾				
Nutrientes	1	2	3	
		g.kg ⁻¹		
N	25-30	27-32	23-30	
P	1,5-2,0	1,5-2,0	1,2-2,0	
K	21-26	19-24	20-25	
Ca	7,5-15	10-14	10-25	
Mg	2,5-4,0	3,1-3,6	2,5-4,0	
S	0,20-1,00	1,5-2,0	1,0-2,0	
		mg.kg ⁻¹		
Cu	16-20	8-16	10-25	
Zn	15-30	8-16	12-30	
B	40-100	59-80	40-75	
Mn	50-100	120-210	50-200	
Fe	70-200	90-180	70-125	
	4	5	6	7
		g.kg ⁻¹		
N	29-32	30-35	25,8-28,8	25,1-28,5
P	1,6-1,9	1,2-2,0	1,2-1,7	1,00-1,50
K	22-25	18-25	18-26,6	22,4-31
Ca	13-15	10-15	8,9-11,2	10-13,4
Mg	4,0-4,5	3,5-5,0	3,1-4,1	3,6-5,2
S	1,5-2,0	1,5-2,0	1,9-2,5	1,3-1,8
		mg.kg ⁻¹		
Cu	11-14	10-50	14-20	26-72
Zn	15-20	10-20	7-11	13-30

Tabela 6, ANEXO E, continua

B	50-60	40-80	38-56	44-64
Mn	80-100	50-100	71-177	77-141
Fe	100-130	100-200	48-125	94-159

(1) 1: Reuter & Robison (1988); 2: Malavolta (1993); 3: Mills & Jones Junior (1996); 4: Malavolta et al. (1997); 5: Matiello (1997); 6: Martinez et al. (2003); 7: Martinez et al. (2004)

ANEXO F - Valores médios da AACPI e AACPS da mancha de Phoma do cafeeiro, da MST e dos teores dos nutrientes das mudas de cafeeiro

AACPI	N	Ca	Cu	B
1377,16-1768,81	31,09-36,31	8,89-13,75	4,69 -6,28	37,53- 53,37
AACPS	P	Mg	Zn	Fe
28,16-53,69	2,69-3,14	2,84-3,39	21,78-24,54	196,39- 292,95
MST	K	S	Mn	
2,36-4,43	25,01-28,97	2,34-2,81	63,93-81,51	