

ADÉLIA AZIZ ALEXANDRE POZZA

INFLUÊNCIA DA NUTRIÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA NA  
INTENSIDADE DA MANCHA DE OLHO PARDO (*Cercospora coffeicola*)  
EM MUDAS DE CAFEEIRO

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do curso de Fitotecnia para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
ABRIL – 1999

A Deus, pela saúde, força e coragem.

Aos meus pais Azis (*in memoriam*) e Amalin.

Ao meu marido Edson.

Aos meus irmãos.

Aos meus sobrinhos.

## AGRADECIMENTO

A Deus, pela saúde, pela proteção espiritual e por iluminar todos os meus caminhos em busca de um ideal.

À Universidade Federal de Viçosa, especialmente ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade oferecida à realização deste curso.

À CAPES, pela concessão de bolsa e à FAPEMIG, pelo auxílio financeiro na execução do Trabalho.

À professora Hermínia Emília Prieto Martinez, pelo apoio, pelos valiosos ensinamentos, pela compreensão, pelo incentivo, pela amizade e pela orientação durante o curso.

Ao professor Laércio Zambolim, pela amizade, pelos conhecimentos transmitidos e pela iniciação científica.

Ao pesquisador Antônio Alves Pereira e aos professores Ney Sussumu Sakiyama e Antônio Américo Cardoso, pelo incentivo e pelas colaborações neste trabalho.

Aos meus pais Azis Alexandre Aad (*in memoriam*) e Amalin Said Aad, pelo carinho, incentivo e exemplo de perseverança em prol de um mundo melhor.

Ao meu marido Edson Ampélio Pozza, pelo amor, pelo companheirismo, pelo apoio e carinho, pela compreensão e incessante colaboração durante este curso.

Ao Xandinho, meu irmão e segundo pai, pelos ensinamentos e pelo exemplo de dedicação durante toda a minha existência.

Aos meus outros irmãos José, Maria, Miguel (*in memoriam*), Biso, Maron e Azizinho, pelo carinho e saudável convívio.

Aos meus sobrinhos e aos familiares do meu marido, pelo incentivo recebido.

Ao aluno de Iniciação Científica Sérgio Luiz Caixeta, que contribuiu bastante durante a execução deste trabalho, não medindo esforços para que todas as etapas fossem realizadas.

A todos os colegas e amigos do Departamento de Fitotecnia, sobretudo Isabel, Humberto, Césio, Ana Cláudia, Eliane, Anselmo, José Mauro, José Carlos, Aymbiré e Wanderlei, pela amizade, pelo companheirismo e pela colaboração.

A todos os colegas e amigos do Departamento de Fitopatologia, sobretudo Hécio, Aires, Marcelo, Trazilbo, Dalza, pela amizade e pelo convívio.

Em especial, aos amigos do curso de agronomia e às amigas Celiana, Nadília e Valéria, pelo carinho, pela amizade, pelo estímulo e pelo agradável convívio.

Aos funcionários do Departamento de Fitopatologia, em especial José Carlos, Sr. Nozinho, Sérgio, Carla, José Orlando, Joaquim, Renato, Macabeu, Dagô, José Cláudio e Fizinho, que não mediram esforços para a realização deste trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Fitotecnia, em especial Domingos Sávio, Vicente Madaleno, Mara, Cupertino, Assis, José Carlos, Maria das Graças, que não mediram esforços para a realização deste trabalho.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA**

ADÉLIA AZIZ ALEXANDRE POZZA, filha de Aziz Alexandre Aad e Amalin Said Aad, nasceu em Viçosa - MG, em 29 de dezembro de 1968.

Em fevereiro de 1995, graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal de Viçosa.

Em março de 1995, iniciou o curso de Mestrado em Microbiologia na Universidade Estadual do Norte Fluminense, transferindo-se, em março de 1996, para o curso de Mestrado em Fitotecnia, na área de Nutrição Mineral de Plantas, na Universidade Federal de Viçosa.

## CONTEÚDO

EXTRATO.....	viii
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
3.1. Experimentos preliminares.....	10
3.1.1. Experimento 1 - casa-de-vegetação.....	10
3.1.2. Experimento 2 - casa-de-vegetação.....	11
3.2. Experimento final - viveiro de mudas.....	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
4.1. Peso de matéria seca.....	19
4.2. Área foliar total.....	19
4.3. Total de folhas.....	22
4.4. Intensidade da mancha de olho pardo.....	24
4.4.1. Incidência.....	24
4.4.2. Severidade.....	24

4.5. Desfolha.....	30
4.6. Área foliar lesionada.....	34
4.7. Teores foliares dos Nutrientes.....	38
4.7.1. Nitrogênio e potássio.....	38
4.7.2. Magnésio, fósforo, manganês e ferro.....	42
4.7.2.1. Fósforo e magnésio.....	42
4.7.2.2. Manganês.....	44
4.7.2.3. Ferro.....	45
4.7.3. Cálcio, cobre e zinco .....	47
4.7.3.1. Cálcio.....	47
4.7.3.2. Cobre.....	50
4.7.3.3. Zinco.....	52
4.7.4. Enxofre.....	53
5. RESUMO E CONCLUSÕES.....	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
APÊNDICE.....	63

## EXTRATO

ALEXANDRE-POZZA, Adélia Aziz, M.S., Universidade Federal de Viçosa, abril de 1999. **Influência da nutrição nitrogenada e potássica na intensidade da mancha de olho pardo (*Cercospora coffeicola*) em mudas de cafeeiro**. Orientadora: Hermínia Emília Prieto Martinez. Conselheiros: Laércio Zambolim e Ney Sussumu Sakiyama.

Objetivando avaliar a intensidade da mancha de olho pardo (*Cercospora coffeicola*) do cafeeiro, variedade Catuaí Vermelho LCH 2077-2-5-44, com oito meses de idade, em função do estado nutricional das plantas quanto a nitrogênio e potássio, realizou-se um experimento em viveiro do Departamento de Fitopatologia usando solução nutritiva circulante. Empregaram-se 16 tratamentos, em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições e duas plantas por parcela, em esquema fatorial 4 x 4 - quatro doses de potássio (3, 5, 7 e 9 mmol/L) combinadas com quatro doses de nitrogênio (3, 7, 11 e 15 mmol/L). Foram realizadas sete inoculações quinzenais com suspensão de conídios de *C. coffeicola*, no período de 06/03/97 a 17/07/97. Realizaram-se, também, sete avaliações quinzenais no período de 21/04/97 a 11/08/97. Avaliaram-se o número total de folhas, o número de folhas com lesões, o número de lesões totais e o número de lesões por folha, que foram transformados em área abaixo da curva de progresso da doença. Colheram-se as plantas e determinaram-se a desfolha (%), a área



foliar total e a área foliar lesionada. Em seguida, as folhas, as raízes e os caules foram acondicionados separadamente em sacos de papel e secos em estufa por 3 a 4 dias a 70°C, até atingirem peso constante. Foram analisados os teores foliares de nitrogênio, potássio, fósforo, enxofre, cálcio, magnésio, manganês, zinco, cobre e ferro. A produção de matéria seca total, a área foliar total e a área abaixo da curva de progresso do número total de folhas não foram influenciadas pelas doses de potássio, mas aumentaram com o incremento das doses de nitrogênio. Observou-se elevação nas áreas abaixo da curva de progresso do total de lesões e do número de lesões por folha, com o aumento das doses de potássio e a redução das doses de nitrogênio. Com o aumento das doses de nitrogênio, houve redução da desfolha (%) e com o aumento das doses de potássio, o incremento da desfolha. Houve tendência de redução da área foliar lesionada (%) com o aumento das doses de nitrogênio e a redução das doses de potássio. A área abaixo da curva de progresso do número de folhas lesionadas e os teores foliares de enxofre não foram influenciados pelas doses de nitrogênio e potássio estudadas. A elevação nas doses de potássio promoveu redução nos teores foliares de cálcio e cobre, indicando uma possível relação entre seus teores e o aumento da doença. Os teores foliares de fósforo, magnésio, manganês e ferro não foram influenciados pelas doses de potássio e tiveram pequena redução com o incremento de nitrogênio na solução nutritiva, elevando-se a seguir.

## ABSTRACT

ALEXANDRE-POZZA, Adélia Aziz, M.S., Universidade Federal de Viçosa, April, 1999. **Influence of the nitrogen and potassium nutrition in the intensity of brown eye (*Cercospora coffeicola*) spot in young coffee plants.** Adviser: Hermínia Emília Prieto Martinez. Committee members: Laércio Zambolim and Ney Sussumu Sakiyama.

An experiment was carried out in the coffee nursery of Phytopathology Department of the Federal University of Viçosa, Minas Gerais, using nutrient circulating solution, to evaluate the intensity of brown eye spot (*Cercospora coffeicola*) of 8-months young coffee plants, variety Catuaí LCH 2077-2-5-44, in function of nitrogen and potassium contents. A completely randomized design with 16 treatments, three replicates, and two plants per plot, using a 4x4 factorial scheme with four levels of potassium (3, 5, 7 and 9 mmol/L) combined with four levels of nitrogen (3, 7, 11 and 15mmol/L). Seven biweekly inoculations were made with suspensions of *C. coffeicola* conidios from 3/6/97 to 7/17/97. Seven biweekly evaluations were made from 4/21/97 to 8/11/97, to determine the total number of leaves, number of leaves with lesions, total number of lesions, and the number of lesions per leaf that were transformed in the area below the curve of progress for the disease. The plants were picked and defoliation (%), total leaf area, and leaf area with lesions were determined. Then, the leaves, roots, and stems were placed in separate paper bags and oven-dried for 3 to 4 days at 70°C until they reached a constant

weight. The N, P, S, K, Ca, Mg, Cu, Zn, and Fe leaf contents were analyzed. Total dry matter production, total leaf area, and the area below the curve of progress for the total number of leaves were not influenced by the levels of potassium, but increased with increasing levels of nitrogen. There was increase in areas below the curve of progress for the total number of lesions and number of lesions per leaf, with the increase from levels of potassium and a reduction from levels of nitrogen. There was defoliation reduction (%) with increasing levels of nitrogen, and increased leaf loss with increasing levels of potassium. There was a tendency for a reduction of leaf area with lesions (%) with increasing levels of nitrogen and a decrease with levels of potassium. The area below the curve of progress for the number of leaves with lesions and the sulfur content of leaves were not influenced by the studied levels of nitrogen and potassium. The increase in the levels of potassium reduced the calcium and copper, leaf contents, indicating possible relation between its contents and the increase of disease. The phosphorus, magnesium, manganese, and iron leaf contents were not influenced by the levels of potassium and had small reduction with increased contents of nitrogen in the nutrient solution, increasing thereafter.

## 1. INTRODUÇÃO

O café, desde sua descoberta pelo homem, assumiu importante papel na economia e na vida dos povos que o cultivaram. A cultura do café (*Coffea arabica* L.) foi introduzida no Brasil em 1727, no Estado do Pará, expandindo-se posteriormente para Bahia, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Minas Gerais, São Paulo e Paraná (MATIELLO e CARVALHO, 1983). Devido às condições favoráveis à cultura, o país tornou-se o maior produtor e exportador mundial, posição que ocupa desde o século XIX (FAO, 1997). O Brasil tem, no mínimo, 1.700 municípios cafeeiros, 2,4 milhões de ha plantados e aproximadamente dez milhões de pessoas envolvidas direta ou indiretamente com a cultura, desde a produção até a comercialização e a industrialização, o que resulta na entrada de 2,5 bilhões de dólares no país (ANUÁRIO...,1997). Além do Brasil, na América do Sul, a Colômbia e a Venezuela investiram grandes recursos econômicos e técnicos na cafeicultura, com o maior esforço dirigido a programas fitossanitários e de melhoramento genético (SILVA-ACUÑA et al., 1993).

Atualmente, devido à maior competição no mercado interno e externo, além da elevação dos custos de produção, há necessidade de eliminar quaisquer fontes de perdas nas lavouras (MATIELLO e ALMEIDA, 1997). Entre os fatores responsáveis por perdas, encontram-se as deficiências minerais, o manejo ineficiente da cultura, as pragas e as doenças. Dentre os principais

problemas fitossanitários dos cafezais, a cercosporiose, “mancha de olho pardo” ou “olho de pomba”, causada por *Cercospora coffeicola* Berk. e Cooke, ocupa lugar de destaque, sendo responsável por sérios prejuízos na produção, principalmente em lavouras tecnicamente mal conduzidas (REIS et al., 1983). Os primeiros relatos de sua ocorrência no Brasil datam de 1887 (ZAMBOLIM et al., 1985). A incidência pode se agravar em decorrência da deficiência hídrica prolongada, da adubação insuficiente e desequilibrada (FERNANDEZ-BORRERO et al., 1966; MIGUEL et al., 1988) e da exposição solar direta (LOPES-DUQUE e FERNANDEZ-BORRERO, 1969). Nas regiões altas do Espírito Santo e em Minas Gerais, a partir de 1971, observaram-se ataques intensos de *C. coffeicola*, os quais provocaram redução de até 30% no rendimento (MIGUEL et al., 1975, PAULINO et al., 1976 e IBC, 1977). Porém, as maiores perdas causadas pela mancha de olho pardo ocorrem nos viveiros de mudas, onde a incidência do fungo é favorecida pelas regas diárias. Por conseguinte, as plantas apresentam desfolha intensa, tornando-se raquíticas e impróprias ao plantio (FERNANDEZ-BORRERO et al., 1966).

Na lavoura, a época de maior ocorrência da doença é de janeiro a março, período de granação dos frutos (SILVA e SILVEIRA, 1994). A maturação dos frutos é acelerada e acarreta queda precoce, aumento do número de grãos chochos e aderência da polpa ao pergaminho, o que dificulta a despolpa e causa prejuízos à cultura. A doença ocorre também em plantas com alta produção e deficiência nutricional (FERNANDEZ-BORRERO et al., 1966; LOPES-DUQUE e FERNANDEZ-BORRERO, 1969).

Os nutrientes minerais exercem funções específicas no metabolismo vegetal; desse modo, afetam seu crescimento e sua produção. Além disso, a nutrição mineral apresenta envolvimento secundário em termos das funções dos nutrientes no metabolismo vegetal, como alterações na morfologia (forma de crescimento), anatomia (paredes das células da epiderme mais grossas, lignificadas ou silificadas) e composição química (síntese de compostos tóxicos), as quais podem aumentar ou reduzir a resistência das plantas aos patógenos (MARSCHNER, 1995). Assim, a infecção do vegetal dar-se-á somente quando seu estado bioquímico, determinado pela natureza e pelo teor

de substâncias solúveis, corresponder às exigências próprias do patógeno em questão (ZAMBOLIM e VENTURA, 1993).

Com a expansão da cultura cafeeira, a introdução de novas variedades e a diminuição do uso de fungicidas protetores em prol dos fungicidas sistêmicos de solo, como tem sido constatado por pesquisadores, as lavouras atingiram alta intensidade da mancha de olho pardo, a qual assumiu grande importância econômica. As medidas de controle conhecidas não têm sido satisfatórias. Poucos são os trabalhos que relacionam o estado nutricional e a suscetibilidade à mancha de olho pardo do cafeeiro. A interação patógeno/hospedeiro e sua relação causal com o nível de dano observado em cada caso carecem de informações obtidas sob condições controladas.

De acordo com o exposto, pretendeu-se, neste trabalho, avaliar os efeitos da nutrição nitrogenada e potássica sobre a incidência e a severidade de *C. coffeicola* em plantas jovens de cafeeiros.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

A resistência de plantas a doenças, apesar de ser geneticamente controlada, pode ser influenciada por fatores ambientais. Os efeitos são relativamente pequenos em cultivares com elevada resistência ou suscetibilidade, mas grandes em cultivares moderadamente suscetíveis ou parcialmente resistentes. A nutrição mineral é fator ambiental que pode ser manipulado com relativa facilidade para o controle de doenças; entretanto, é necessário conhecimento detalhado de como os nutrientes minerais aumentam ou diminuem a tolerância das plantas, devido às propriedades histológicas e citológicas e, conseqüentemente, ao processo de patogênese (MARSCHNER, 1995).

Os conhecimentos dos efeitos da nutrição mineral sobre a suscetibilidade do hospedeiro à doença têm, muitas vezes, valor prático, uma vez que a nutrição do hospedeiro está condicionada às práticas de adubação. Assim, por exemplo, a adubação com potássio em soja reduziu a intensidade de antracnose e outras doenças foliares mais que a aplicação do fungicida Benomyl, mesmo com alta pressão de inóculo e condições ambientais favoráveis ao patógeno (SIJ et al., 1993).

A nutrição mineral do hospedeiro pode afetar sua suscetibilidade e causar variações nos mecanismos bioquímicos e nas estruturas de defesa, além de influir nas reservas de alimento disponíveis do patógeno. As relações

entre a nutrição da planta hospedeira e as doenças de plantas foram estudadas em alguns trabalhos, sendo encontrados efeitos interessantes de nitrogênio, fósforo, potássio e alguns micronutrientes, tanto em enfermidades causadas por organismos do solo, como em doenças da parte aérea (MATTHEE e DAINES, 1969).

O nitrogênio promove crescimento vigoroso, retarda a maturação e é essencial para a produção de aminoácidos, proteínas, hormônios de crescimento, fitoalexinas e fenóis (HUBER, 1980). Em doses excessivas, resulta na produção de tecidos jovens e suculentos, além de prolongar o estágio vegetativo e, ou, retardar a maturidade da planta. Esses efeitos criam condições favoráveis ao ataque de patógenos (MARSCHNER, 1995). A aplicação de alta concentração de nitrogênio, sob a forma de uréia em plantas de arroz, predispõe a cultura a ataque severo de bruzone (*Pyricularia oryzae*), justificado pelo aumento do período suscetível da planta, decorrente da adubação. O excesso no suprimento de nitrogênio pode resultar em maior severidade de bruzone, assim como de outras doenças foliares (BUIR et al., 1959). Por outro lado, a planta cultivada em condições de deficiência de nitrogênio pode se tornar debilitada, crescer lentamente e, conseqüentemente, se tornar suscetível aos patógenos (ZAMBOLIM e VENTURA, 1993).

A forma do nitrogênio (amônio ou nitrato) disponível para o hospedeiro ou patógeno afeta mais a severidade da doença que a quantidade do elemento (AGRIOS, 1988). A redução de doenças por nitrogênio resulta, geralmente, da influência de formas específicas desse nutriente em rotas metabólicas diferentes, alterando o desenvolvimento da planta ou a concentração dos exsudatos (HUBER e WATSON, 1974). As formas de nitrogênio também apresentam efeitos diretos sobre germinação, sobrevivência, reprodução, crescimento e virulência de patógenos ( JONES et al., 1990).

O potássio, de modo geral, reduz a suscetibilidade das plantas aos patógenos. Seu efeito é bastante acentuado para podridão do caule em arroz, em que a doença foi controlada simplesmente com a aplicação de fertilizantes potássicos (ISMUNADJE, 1996). Entretanto, na maioria dos casos, o efeito do potássio está restrito à faixa de deficiência do elemento, isto é, uma vez atingido o suprimento ótimo de potássio para o desenvolvimento das plantas,



não há mais incremento na resistência com o aumento do suprimento (MARSCHNER, 1995). Tem-se como norma geral que a tolerância aumenta, na medida em que o desenvolvimento da planta responde à elevação do suprimento de potássio (ZAMBOLIM e VENTURA, 1993). Segundo HALEVY (1966), o potássio, freqüentemente, tem-se mostrado como fator de resistência a várias enfermidades. Em mudas de cafeeiro, de acordo com FERNANDES (1988), níveis crescentes de potássio em combinação com o fósforo foram importantes na redução da mancha de olho pardo do cafeeiro .

A redução da incidência da queima foliar (*Cercospora kikuchii*) da soja, decorrente das doses de potássio aplicadas e, por conseguinte, do teor do elemento nas folhas, conforme ensaio realizado por ITO et al., (1993), está relacionada com o papel do potássio nas diversas funções da planta. Em geral, esse nutriente confere maior resistência aos tecidos, atuando na redução do potencial de inóculo e promovendo rápida recuperação das injúrias. O potássio desempenha papel fundamental em muitas reações do metabolismo das plantas; a nutrição adequada em potássio resulta em menor incidência de doenças, devido ao aumento da resistência à penetração e ao desenvolvimento de muitos patógenos. O potássio aumenta a espessura das paredes celulares da epiderme, promove a rigidez da estrutura dos tecidos e regula o funcionamento dos estômatos, além de promover rápida recuperação dos tecidos injuriados.

Ao estudarem o efeito do nitrogênio, fósforo e potássio combinados com o fungicida protetor maneb, na incidência da mancha de olho pardo em mudas de café, FERNANDEZ-BORRERO e LOPES-DUQUE (1971) concluíram que tanto o nitrogênio (uréia - 1,3 g no plantio + 1,3 g em cobertura dois meses após o plantio) quanto o maneb (0,4% + espalhante 1%) reduziram significativamente a incidência da doença e a porcentagem de desfolha. Observaram, também, que as plantas tratadas com uréia tiveram maior número de folhas, foram mais precoces e apresentaram maior vigor que as tratadas apenas com maneb. O fósforo (superfosfato simples - 3,0 g/planta) e o potássio (sulfato de potássio - 2,8 g/planta) não tiveram efeito na redução da doença. O potássio interagiu de forma negativa com o nitrogênio e diminuiu seu efeito favorável.

No campo, ISLA et al. (1984) estudaram o efeito da fertilização de cafeeiros com sete meses de idade, na incidência da mancha de olho pardo, aplicando no solo diferentes combinações dos nutrientes nitrogênio, fósforo e potássio. A menor incidência da doença ocorreu em plantas fertilizadas com uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, nas doses de 45, 60 e 45 kg/ha, respectivamente. FERNANDEZ-BORRERO et al. (1966) também concluíram que a adubação de cafeeiros no campo é altamente econômica, devido à redução da mancha de olho pardo e ao aumento significativo da produção. Segundo esses autores, com a formulação 12-12-17-2 (nitrogênio-fósforo-potássio-enxofre), aplicada nas quantidades de 0, 60, 120 e 180 g/planta, cinco vezes ao ano, as proporções de infecção obtidas foram de 32,8; 13,7; 10,4; e 4,4%, resultando em perdas de 21,8; 8,3; 5,9; e 2,2%, respectivamente. FERNANDEZ-BORRERO e LOPES-DUQUE (1971) estudaram o efeito separado dos nutrientes nitrogênio, fósforo e potássio aplicados em mudas de café a pleno sol, sobre a intensidade da mancha de olho pardo, e verificaram menor incidência em plantas fertilizadas com nitrogênio, enquanto nas adubadas com fósforo e potássio a doença foi pouco reduzida, havendo, em certos casos, aparente aumento da severidade da doença em plantas fertilizadas somente com este último nutriente.

A adubação de cafeeiros associada à aplicação de fungicidas tornou mais eficiente o controle da mancha de olho pardo (MIGUEL et al., 1976). MIGUEL e PAIVA (1977) observaram que uréia, zinco e boro, adicionados em fungicidas cúpricos, aplicados em cafeeiros em produção na Costa Rica, começando no início da época chuvosa, a intervalos de 30 dias, reduziram consideravelmente a incidência da doença. RODRIGUEZ e SALAZAR (1970) verificaram que fungicidas orgânicos, principalmente carbamatos, foram inferiores aos cúpricos no controle da mancha de olho pardo, no campo. Os mesmos autores afirmaram que a adição de nutrientes à calda fungicida teve efeito notável sobre as plantas. POZZA et al. (1997) observaram o efeito de retenção de folhas por fungicidas cúpricos (oxicloreto de cobre a 1500 g i.a./ha), o que ameniza o problema da desfolha causado pela mancha de olho pardo e promove a correção da deficiência de cobre no cafeeiro.

Assim, observa-se que a nutrição mineral é manipulada de maneira relativamente fácil, para complementar outros métodos de controle.

A luz, especialmente em condições naturais, é fator importante, embora menos efetivo que o efeito da temperatura e umidade sobre o desenvolvimento da mancha de olho pardo. A duração e, ou, intensidade da luminosidade pode aumentar ou reduzir tanto a suscetibilidade de plantas à infecção como a severidade da doença (AGRIOS,1988). A intensidade da mancha de olho pardo do cafeeiro é também influenciada pelo sombreamento, sendo maior em plantios instalados a pleno sol (ECHANDI, 1959; NATARAJ e SUBRAMANIAN, 1975; e ALMEIDA, 1986). Quesada, citado por ECHANDI (1959), observou que plantas de café inoculadas e mantidas na sombra por vários meses não exibiram sintomas da doença. Todavia, quando expostas ao sol, as plantas apresentaram grande quantidade de manchas. Esse autor levantou a possibilidade de o fungo ter penetrado antes da exposição ao sol, mas não comprovou sua hipótese. ECHANDI (1959) observou os mesmos resultados obtidos por Quesada, verificando que a penetração do patógeno ocorreu através de estômatos e, com maior frequência, em plantas expostas ao sol, e sugeriu que plantas expostas ao sol se umidecem e secam em menor tempo que as expostas à sombra, favorecendo, portanto, a penetração do fungo. No entanto, FERNANDES (1988) cita vários autores comprovando a penetração de *C. coffeicola* tanto por estômatos, como diretamente através da cutícula, e não distingue a influência da intensidade luminosa na virulência do patógeno ou na suscetibilidade do hospedeiro.

As condições de temperatura e umidade oferecidas após a inoculação assumem importância relevante no desenvolvimento da mancha de olho pardo. A doença é favorecida por temperaturas mais baixas associadas à alta umidade (GALLI e CARVALHO,1980). Segundo ECHANDI (1959), os conídios de *C. coffeicola* requerem filme de água livre para germinar e temperaturas ótimas para crescimento e germinação de 24 e 30°C, respectivamente. BERGER e HANSON (1963) estudaram o efeito do período de molhamento foliar em *Trifolium pratense* sobre a intensidade da cercosporiose, causada por *C. zebrina*, e inocularam as plantas com suspensão de conídios, submetendo-as a 0, 12, 24, 36, 48, 60, 72, 96, 120 e 144 horas de molhamento foliar a

24°C. Após 14 dias, a severidade da doença foi nula com 0 e 12 horas e máxima com 144 horas.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Experimentos preliminares**

##### **3.1.1. Experimento 1 – casa-de-vegetação**

Realizou-se este experimento em casa-de-vegetação do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, para adequar a metodologia e ajustar as doses de nutrientes a serem empregadas nas soluções nutritivas. Foram testadas cinco doses de nitrogênio (3, 7, 11, 15, 19 mmol/L) e cinco doses de potássio (1, 3, 5, 7, 9 mmol/L) em solução nutritiva calculada a partir da solução de HOAGLAND E ARNON (1950). Os vasos continham duas mudas de cafeeiro, variedade Catuaí Vermelho LCH 2077-2-5-44 que foram inoculadas com 30.000 conídios de *C. coffeicola*/mL de uma única vez, em 28/08/96, quando as plantas apresentavam três pares de folhas. Após a inoculação as plantas foram mantidas em câmara úmida por 72 horas. Este experimento teve duração de sete meses no período de 07/05/96 a 06/12/96, e objetivou determinar as doses de nutrientes na solução nutritiva, adequadas para diferenciar nutricionalmente as plantas, porém sem permitir que se manifestassem sintomas de deficiência ou fitotoxidez. As plantas foram descartadas, devido à não-ocorrência da doença, provavelmente em consequência da baixa umidade relativa dentro da casa-de-vegetação e da falta de constância no fornecimento de inóculo.

### 3.1.2. Experimento 2 – casa-de-vegetação

O experimento foi realizado em casa-de-vegetação do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa. Aos 60 dias após a semeadura, quando se encontravam no estágio de "palito de fósforo", as plântulas de café, variedade Catuaí Vermelho LCH 2077-2-5-44, foram selecionadas e colocadas em vasos plásticos com solução nutritiva.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 16 tratamentos, três repetições e duas plantas por parcela. Os 16 tratamentos consistiram de um fatorial 4 X 4, ou seja, quatro doses de potássio (3, 5, 7 e 9 mmol/L) combinados com quatro doses de nitrogênio (3, 7, 11 e 15 mmol/L). As soluções nutritivas utilizadas foram calculadas a partir da solução de HOAGLAND e ARNON (1950). As concentrações de micronutrientes empregadas foram 46  $\mu\text{mol/L}$  de boro, 0,3  $\mu\text{mol/L}$  de cobre, 89,6  $\mu\text{mol/L}$  de ferro, 12,6  $\mu\text{mol/L}$  de manganês, 0,1  $\mu\text{mol/L}$  de molibdênio e 1,3  $\mu\text{mol/L}$  de zinco, para todos os tratamentos. Inicialmente a solução continha meia força iônica, ou seja, metade da concentração calculada. Quando as mudas atingiram um par de folhas definitivas, a solução foi trocada pela concentração total calculada (uma força iônica).

A aeração da solução nutritiva foi realizada de forma contínua por compressor de ar conectado aos recipientes por tubos e mangueiras. Durante o período de cultivo, completou-se o volume dos vasos com água desmineralizada após redução a menos de 1cm da borda superior da solução nutritiva. O pH das soluções nutritivas foi ajustado diariamente com NaOH - 0,1 N e HCl - 0,1 N para 5,5 - 6,5.

Mediu-se a depleção dos nutrientes  $\text{K}^+$  e  $\text{NO}_3^-$  por intermédio do aparelho compact-Ion Meter-Horiba-CARDY; quando esta atingiu 70% da concentração inicial, todas as soluções foram trocadas por soluções correspondentes.

Ao atingirem dois a três pares de folhas definitivas, as mudas foram inoculadas com suspensão de 15.000 conídios de *C. coffeicola*/mL. Realizou-se a limpeza da superfície foliar com pano de gaze para promover leves ferimentos e raspar a cutícula. Em seguida, a suspensão de conídios foi

aplicada manualmente com atomizador De Vilbiss nº 15 , em todas as folhas até o ponto de escorrimento.

Na casa-de-vegetação, foi construído sistema de nebulização, um metro acima da bancada com os vasos, constituído por canos de PVC com aspersores de 20 em 20 cm, totalizando 15 aspersores por bancada, ligados continuamente para diminuir a temperatura, manter a umidade e simular condições necessárias à infecção dentro da mesma. Entre os vasos e o sistema de nebulização, foi construída uma cobertura de plástico transparente em forma de duas águas, evitando-se, assim, o contato direto da água de nebulização com as folhas inoculadas e com a solução nutritiva. As inoculações foram realizadas quinzenalmente. Após a inoculação, as plantas permaneceram por 48 horas em condições de câmara úmida, obtida pelo envolvimento dos vasos por saco plástico de polietileno transparente. Após 48 horas, removeram-se os sacos plásticos, e deixou-se apenas o sistema de nebulização.

Foram avaliadas, quinzenalmente, a incidência e severidade da mancha de olho pardo. A incidência foi avaliada por meio de contagem do número total de lesões, do número de folhas com lesão e do número total de folhas no hospedeiro. Após cinco avaliações, quando encontravam-se com oito meses de idade, as plantas foram colhidas e as raízes foram separadas da parte aérea. As folhas foram levadas para o medidor de área foliar (Model 3100 Area meter). Em seguida, as folhas, as raízes e os caules foram acondicionados separadamente em sacos de papel e secos em estufa por 3 - 4 dias a 70° C até atingirem peso constante.

Os resultados obtidos neste experimento não se encontram no presente trabalho, pois foram utilizados para ajuste de metodologia. Observou-se que o uso do esquema fatorial mostrou-se mais adequado para avaliar o efeito do estado nutricional das plantas quanto a nitrogênio e potássio na intensidade de ataque da mancha de olho pardo às plantas. Observou-se também que as lesões de *C. coffeicola* em casa-de-vegetação diferiram em tamanho das lesões geralmente encontradas no campo, isto é, não se obtiveram lesões maiores que um milímetro de diâmetro.

### 3.2. Experimento final - viveiro de mudas

O experimento foi realizado em viveiro de mudas do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, situada a 20° 45'LS e altitude de 650 metros. As sementes de café (*Coffea arabica* L.), pertencentes a variedade Catuaí Vermelho LCH 2077-2-5-44, foram semeadas em bandejas plásticas de 46 x 30 x 12 cm, que continham areia lavada com ácido clorídrico a 10% e pH corrigido posteriormente para 5,5 - 6,5.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 16 tratamentos, três repetições e duas plantas por parcela. Cada vaso, com duas plantas/vaso, constituiu uma parcela. Os 16 tratamentos consistiram de um fatorial 4 X 4, ou seja, quatro doses de potássio (3, 5, 7 e 9 mmol/L) combinadas com quatro doses de nitrogênio (3, 7, 11 e 15 mmol/L).

Aos 60 dias após a semeadura, em 24 de fevereiro de 1997, as plântulas, quando se encontravam no estágio de "palito de fósforo", foram selecionadas e transplantadas para vasos plásticos pintados com tinta reflexiva. Estes vasos com 3 kg de areia lavada com ácido clorídrico a 10% e pH corrigido para o mesmo pH da água desmineralizada estavam conectados, por intermédio de mangueiras, a potes plásticos de drenagem também pintados com tinta reflexiva (Figura 1).

As soluções nutritivas com doses crescentes de nitrogênio e potássio foram calculadas a partir da solução de HOAGLAND e ARNON (1950) e as concentrações de micronutrientes empregadas em todos os tratamentos foram 46 µmol/L de boro, 0,3 µmol/L de cobre, 89,6 µmol/L de ferro, 12,6 µmol/L de manganês, 0,1 µmol/L de molibidênio e 1,3 µmol/L de zinco.

As mudas foram irrigadas três vezes ao dia com a referida solução. Após essa irrigação, a solução nutritiva foi escoada para os potes plásticos de drenagem. Nestes potes, a água evaporada durante a irrigação foi repostada com água desmineralizada e o pH da solução foi corrigido para 5,5 - 6,5. Este procedimento foi realizado todos os dias, durante todo o período do experimento.





**Figura 1 - Sistema circulante - vasos com as mudas em areia, conectados por intermédio de mangueiras a potes plásticos de drenagem da solução nutritiva.**

Inicialmente a solução continha uma força iônica, ou seja, a mesma concentração calculada. Quando as plantas atingiram um par de folhas definitivas, trocou-se a solução por outra com duas forças iônicas, o dobro da concentração calculada.

Mediu-se a depleção dos nutrientes, através dos íons  $K^+$  e  $NO_3^-$ , com o aparelho compact-Ion Meter-Horiba-CARDY; quando esta atingiu 70% da concentração inicial, todas as soluções foram trocadas por soluções correspondentes.

Este experimento teve cobertura de plástico de polietileno transparente, dois metros acima da bancada, com o objetivo de evitar o contato com a água da chuva e permitir a passagem da luz solar.

Ao atingirem o estágio de “orelha de onça”, as mudas foram inoculadas com suspensão de conídios de *C. coffeicola*. O patógeno foi obtido tomando-se folhas infectadas no campo, lavadas em água corrente e detergente; em seguida, as folhas foram colocadas em câmara úmida por 12 horas. Os conídios formados foram retirados da superfície foliar com pincel de ponta macia. A concentração da suspensão de conídios para as inoculações foi ajustada em câmara de NEUBAEUER para 15.000 conídios/mL.

Utilizaram-se, também, conídios de *C. coffeicola*, produzidos a partir de folhas da variedade Catuaí Vermelho LCH 2077-2-5-44, infectadas naturalmente em cafezal localizado no município de Viçosa - MG. O patógeno foi isolado e cultivado como descrito por DEL PELOSO et al. (1989), tomando-se folhas infectadas, que foram lavadas em água corrente, desinfestadas com hipoclorito de sódio a 2% e colocadas em câmara úmida por 24 horas. Os conídios do patógeno, com auxílio de binocular, foram removidos e transferidos para placas de Petri contendo sucros de vegetais - ágar + Panvit e incubados em regime de luz contínua, proporcionada por duas lâmpadas fluorescentes (luz do dia, de 15 Watts), dispostas a 25 cm acima das placas em Incubadora Forma Scientific MOD.24 a, aproximadamente, 24°C. Após sete dias, acrescentaram-se 5 mL de água desmineralizada por placa, agitando-a com pincel de ponta macia para retirar os conídios. A suspensão foi coada em peneira de 20 “mesh” e ajustada para 15.000 conídio/mL.

Realizou-se a limpeza da superfície foliar com pano de gaze para promover leves ferimentos e raspar a cutícula. Em seguida, a suspensão de conídios foi aplicada manualmente com atomizador De Vilbiss nº 15, nas faces superiores e inferiores de todas as folhas, até o ponto de escorrimento da suspensão.

As inoculações foram realizadas quinzenalmente, no período de 06/03/97 a 17/07/97. Após cada inoculação, as plantas foram pulverizadas com água desmineralizada, por 48 horas, para manter umidade necessária à penetração e posterior colonização, pois não foi possível a utilização da câmara úmida convencional, devido ao aumento da temperatura dentro dos vasos cobertos por plásticos, o que provoca a queima do tecido foliar .

Realizaram-se sete avaliações quinzenais, no período de 21/04/97 a 11/08/97, determinando-se o número total de folhas do hospedeiro, o número de folhas com lesões de *C.coffeicola*, o número de lesões totais na planta e o número de lesões por folha. Após as avaliações, as plantas foram colhidas e lavadas em água desmineralizada. Após separar as raízes da parte aérea, contaram-se o número de folhas caídas e o número total de folhas e calculou-se a porcentagem de desfolha por intermédio da fórmula:

$$\text{Desfolha (\%)} = \frac{\text{NFC} \times 100}{\text{NTF}}$$

em que

NFC = número de folhas caídas; e

NTF = número total de folhas.

As folhas foram levadas para o medidor de área foliar (Model 3100 Area meter). Para obtenção da área foliar lesionada, utilizou-se plástico de transparência, no qual as lesões foram desenhadas com caneta de retroprojeter, conforme Figura 2. O desenho devidamente preenchido das lesões foi levado para o referido medidor, para determinação da área foliar lesionada. A área foliar lesionada (%) foi obtida pela fórmula:

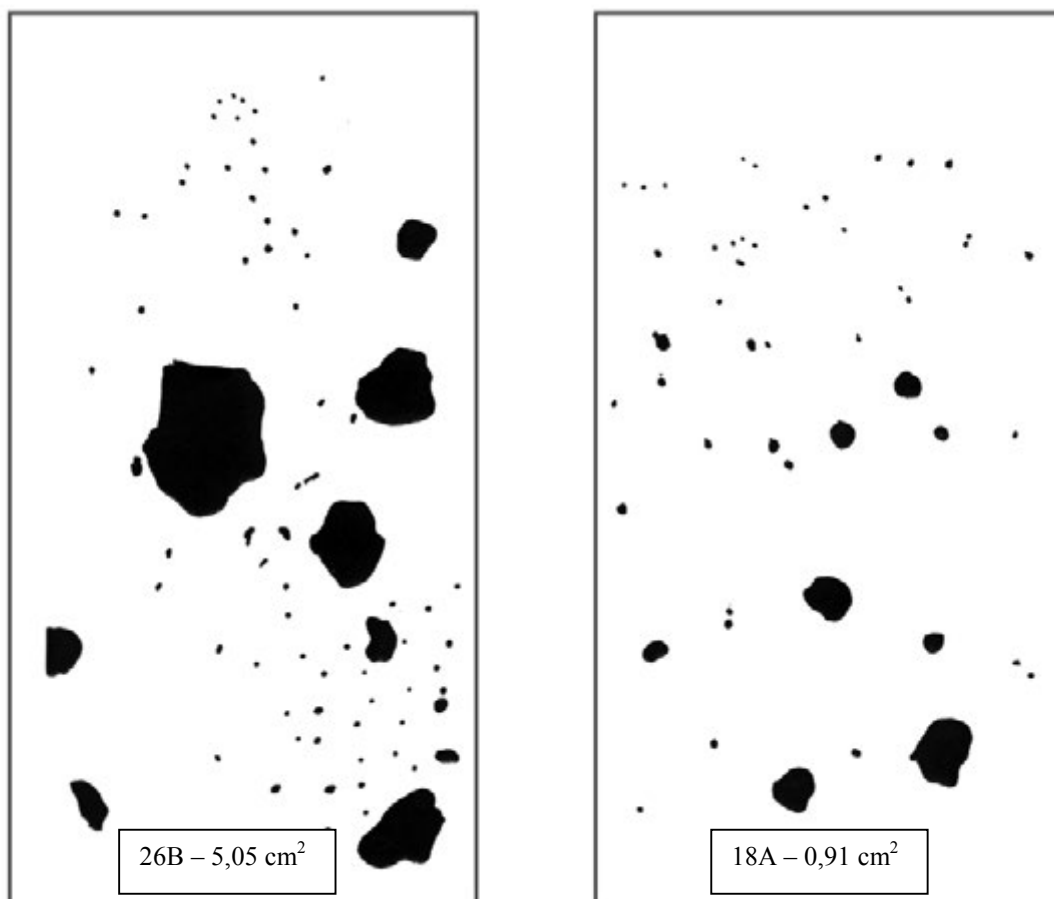


Figura 2 - Desenho das lesões, causadas por *C. coffeicola*, em folha de transparência, com os respectivos valores das áreas foliares lesionadas (cm<sup>2</sup>).

$$\text{AFL}(\%) = \frac{\text{AFL} \times 100}{\text{AFT}}$$

em que

AFL(%) = área foliar lesionada em porcentagem;

AFL = área foliar lesionada em cm<sup>2</sup>; e

AFT = área foliar total cm<sup>2</sup>.

Em seguida, as folhas, as raízes e os caules foram acondicionados separadamente em sacos de papel e secos em estufa, por 3 a 4 dias, a 70° C até atingirem peso constante. O material foi pesado, sendo determinados os teores foliares de nitrogênio, potássio, fósforo, enxofre, cálcio, magnésio, manganês, zinco, cobre e ferro.

O conteúdo dos nutrientes nas folhas foi obtido a partir da fórmula:

$$\text{Conteúdo (mg)} = \frac{\text{MFS} \times \text{Teor (dag/kg)}}{100}$$

em que

MFS = Matéria das folhas secas (g).

Os valores da contagem do número total de folhas, do número de folhas com lesão, do número de lesões totais e do número de lesões por folha foram transformados em proporções de área abaixo da curva de progresso da doença. Todos os dados foram submetidos à análise de variância e regressão.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Peso de matéria seca**

A produção de matéria total seca das mudas de cafeeiro foi significativamente influenciada pelo nitrogênio, e não pelo potássio (Quadro 1). A Figura 3 representa os aumentos lineares da matéria do caule seco, da matéria das raízes secas, da matéria da parte aérea seca e da matéria total seca e o aumento quadrático da matéria das folhas secas, indicando que, com a elevação das doses de nitrogênio, houve incremento no peso da matéria das mudas secas. Este resultado era esperado, pois o nitrogênio é um dos nutrientes mais exigidos pelo cafeeiro e resulta em maior resposta ao seu bom desenvolvimento e produtividade (MALAVOLTA et al., 1974).

### **4.2. Área foliar total**

A área foliar total também não foi significativamente afetada pelo potássio (Quadro 2) e aumentou com o incremento das doses de nitrogênio (Figura 4). A maior área foliar total foi obtida com a dose 15 mmol/L de nitrogênio. A nutrição nitrogenada nas maiores doses, sem outros fatores

Quadro 1 - Resumo da análise de variância (quadrados médios) dos valores de produção de matéria das folhas secas (MFS), matéria do caule seco (MCS), matéria de raiz seca (MRS), matéria da parte aérea seca (MPAS) e matéria total seca (MTS), em função das doses de nitrogênio e potássio em solução nutritiva

FV	GL	MFS	MCS	MRS	MPAS	MTS
Rep	2	0,08 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,19	0,22 <sup>ns</sup>
K	3	0,01 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>
linear	1	0,00 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>
quadr.	1	0,02 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>
N	3	8,48**	0,46**	0,36**	12,83**	17,42**
linear	1	24,69**	1,38**	1,08**	37,75**	51,63**
quadr.	1	0,75 *	0,00 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,75 <sup>ns</sup>	0,63 <sup>ns</sup>
K X N	9	0,10 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>
KINI	1	0,00 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>
KqNI	1	0,00 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
KINq	1	0,00 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
KqNq	1	0,37 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	0,42 <sup>ns</sup>	0,71 <sup>ns</sup>	1,06 <sup>ns</sup>
Desvio	7	0,09 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>
Resíduo	30	0,12	0,02	0,03	0,21	0,35
C.V.(%)		16,23	20,58	21,63	16,02	15,97

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

\*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

<sup>ns</sup> não-significativo.

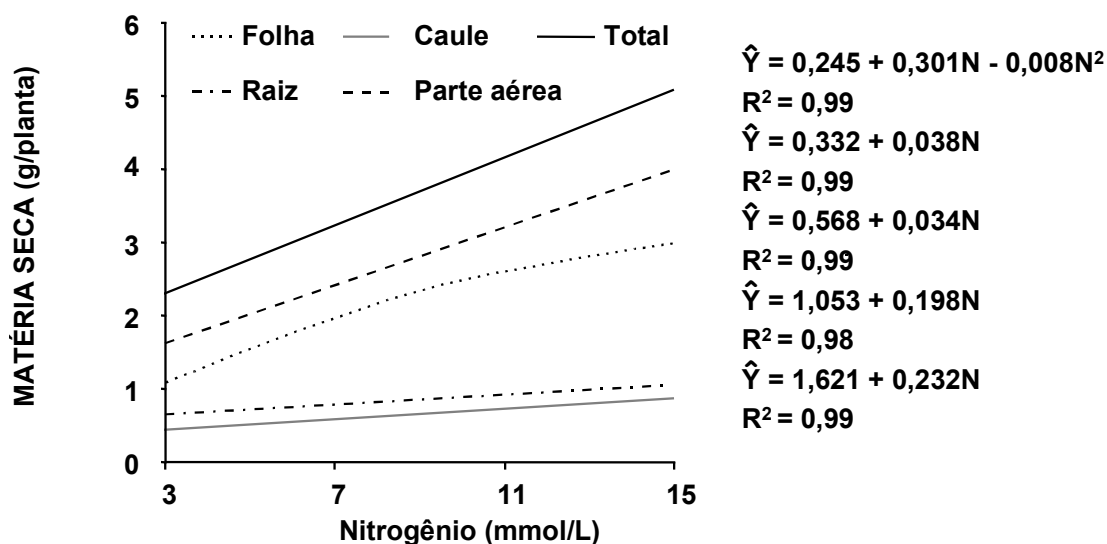


Figura 3 - Produção de matéria das mudas de cafeeiro secas, em função de doses de nitrogênio em solução nutritiva.

Quadro 2 - Resumo da análise de variância (quadrados médios) dos valores da área foliar total (AFT) e área abaixo da curva de progresso do número total de folhas (AACPTF), em função das doses de nitrogênio e potássio em solução nutritiva

FV	GL	AFT	AACPTF
Rep	2	214,78 <sup>ns</sup>	7502,64 <sup>ns</sup>
K	3	817,95 <sup>ns</sup>	14203,91 <sup>ns</sup>
Linear	1	1124,02 <sup>ns</sup>	2390,86 <sup>ns</sup>
quadr.	1	0,04 <sup>ns</sup>	15768,75 <sup>ns</sup>
N	3	97603,90 <sup>**</sup>	124136,70 <sup>**</sup>
linear	1	283813,10 <sup>**</sup>	370324,00 <sup>**</sup>
quadr.	1	8097,18 <sup>*</sup>	229,69 <sup>ns</sup>
K X N	9	745,96 <sup>ns</sup>	23880,21 <sup>*</sup>
KINI	1	51,03 <sup>ns</sup>	13067,06 <sup>ns</sup>
KqNI	1	36,75 <sup>ns</sup>	40757,00 <sup>ns</sup>
KINq	1	0,00 <sup>ns</sup>	8027,34 <sup>ns</sup>
KqNq	1	0,00 <sup>ns</sup>	10845,31 <sup>ns</sup>
Desvio	7	1308,60 <sup>ns</sup>	24076,17 <sup>ns</sup>
Resíduo	30	1888,89	10355,44
C.V.(%)		16,54	9,91

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

\*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

<sup>ns</sup> não-significativo.



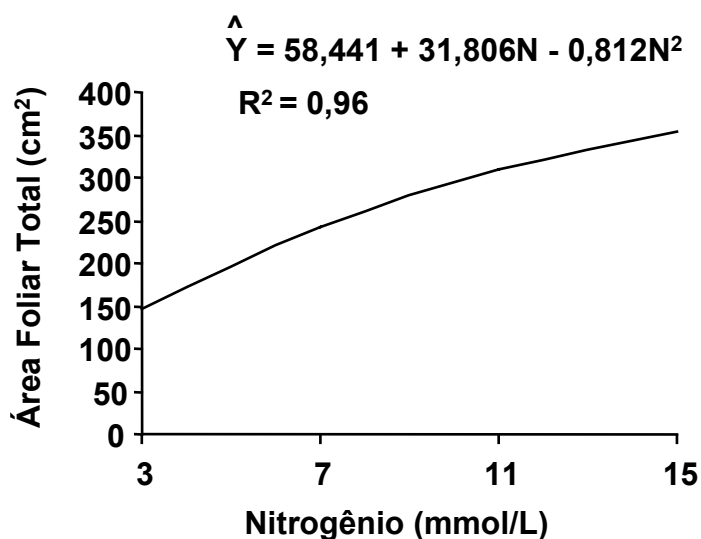


Figura 4 - Área foliar total, em função de doses crescentes de nitrogênio em solução nutritiva.

limitantes, é evidenciada no desenvolvimento rápido da planta, no aumento do número de ramos plagiotrópicos, na formação abundante de folhas verdes brilhantes (MALAVOLTA et al.,1974) e, conseqüentemente no aumento da área foliar. Porém, SALAZAR-ARIAS (1977) observou efeito negativo do nitrogênio, no desenvolvimento como também no peso da matéria das mudas secas, o que se deve possivelmente ao aumento da concentração de sais na solução do solo, com conseqüente elevação da pressão osmótica, que causou desidratação das plantas. Esse efeito não foi observado nas doses de nitrogênio estudadas.

#### 4.3. Total de folhas

A área abaixo da curva de progresso do número total de folhas, aumentou com o incremento das doses de nitrogênio (Figura 5), e não foi significativamente afetada pelo potássio (Quadro 2). A maior área abaixo da curva de progresso do número total de folhas foi obtida com a dose 15 mmol/L de nitrogênio.

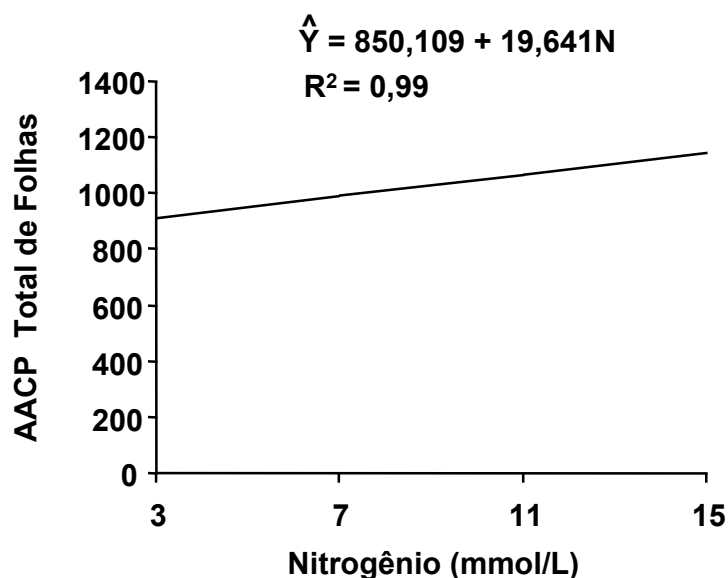


Figura 5 - Área abaixo da curva de progresso do total de folhas do cafeeiro, em função de doses de nitrogênio em solução nutritiva.

O nitrogênio promove crescimento vigoroso e atua na formação de folhas (MALAVOLTA et al.,1974), portanto, maiores doses desse nutriente, maior número de folhas. O potássio não teve efeito significativo na produção de matéria das plantas secas, na área foliar total e na área abaixo da curva de progresso do número total de folhas, provavelmente porque o nível mínimo (3 mmol/L) foi suficiente para nutrir as plantas. Entretanto, no campo, é possível que isso não ocorra, pois MALAVOLTA et al. (1974) afastam a hipótese de "alimentação de luxo" do potássio em cafeeiros adultos e produtivos, provavelmente devido ao aumento da exigência em potássio com a idade da planta, sendo particularmente intensa quando a planta atinge a maturidade, em virtude das quantidades extraídas, pelos frutos, na colheita. Além disso, o potássio tem efeito na formação de amido nas folhas; baixando o seu teor nas folhas, a produção de amido diminui e como consequência, a formação de novos ramos e novas folhas reduz-se, o número de grãos chochos aumenta e a colheita diminui.

O aumento do potássio reduz a suscetibilidade das plantas hospedeiras a parasitas obrigatórios e facultativos, porém na maioria dos casos o efeito do potássio está confinado à faixa de deficiência. Em plantas

deficientes, a síntese de compostos de alto peso molecular (proteínas, amido e celulose) é impedida, e acumulam-se compostos orgânicos de baixo peso molecular. Na faixa de deficiência, a elevação no suprimento de potássio leva ao decréscimo no conteúdo de compostos orgânicos de baixo peso molecular e aumenta o desenvolvimento da planta até um ponto máximo, em que um aumento adicional no nível de potássio, não tem efeito substancial nos compostos orgânicos e provavelmente também não afeta a resistência da planta aos patógenos. Na faixa de deficiência, o desenvolvimento induzido pela elevação de potássio causa decréscimos não específicos no conteúdo de outros elementos minerais (efeito de diluição). Quando o desenvolvimento é máximo, e o fornecimento de potássio se mantém, ocorrem reduções nos níveis de outros cátions como o  $\text{Ca}^{++}$  e o  $\text{Mg}^{++}$  dado pela competição nos sítios de absorção nas raízes. Em plantas recebendo suprimento sub-ótimo de cálcio, o risco de desordens relacionadas ao cálcio e a suscetibilidade das plantas à doenças tende a aumentar (MARSCHNER,1995).

#### **4.4. Intensidade da mancha de olho pardo**

##### **4.4.1. Incidência**

De acordo com o Quadro 3, a área abaixo da curva de progresso do número de folhas lesionadas (AACPF) não foi influenciada pela nutrição, indicando que, dentro dos intervalos estudados, as doses de nitrogênio e potássio não interferiram significativamente na incidência da mancha de olho pardo. FERNANDES (1988) obteve correlação positiva entre severidade e incidência, o que não foi observado no presente ensaio.

##### **4.4.2. Severidade**

As áreas abaixo da curva de progresso do número total de lesões (AACPTL) e do número de lesões por folha (AACPLPF) foram influenciadas

Quadro 3 - Resumo da análise de variância (quadrados médios) dos valores da área abaixo da curva de progresso da cercosporiose do cafeeiro para número de folhas lesionadas (AAPFL), número total de lesões (AACPTL), número de lesões por folha (AACPLPF) e porcentagem de área foliar lesionada, em função das doses de nitrogênio e potássio em solução nutritiva

FV	GL	AACPFL	AACPTL	AACPLPF	%AFL
Rep	2	9188,38 <sup>ns</sup>	170070,40 <sup>ns</sup>	1501,69 <sup>ns</sup>	0,51 <sup>ns</sup>
K	3	2337,80 <sup>ns</sup>	1172103,00 *	30127,38**	1,07 <sup>ns</sup>
linear	1	1005,53 <sup>ns</sup>	3084084,00**	81430,80**	0,01 <sup>ns</sup>
quadr.	1	2988,57 <sup>ns</sup>	87658,88 <sup>ns</sup>	5858,05 <sup>ns</sup>	2,22 <sup>ns</sup>
N	3	2840,92 <sup>ns</sup>	1128982,00 *	34881,75**	8,55 **
linear	1	597,71 <sup>ns</sup>	2272004,00 *	71165,75**	23,74 **
quadr.	1	2756,54 <sup>ns</sup>	558738,60 <sup>ns</sup>	31486,47 *	1,87 <sup>ns</sup>
K X N	9	4610,71 <sup>ns</sup>	377679,30 <sup>ns</sup>	6907,06 <sup>ns</sup>	1,75 *
KINI	1	165,95 <sup>ns</sup>	475367,50 <sup>ns</sup>	13553,02 <sup>ns</sup>	0,42 <sup>ns</sup>
KqNI	1	403,62 <sup>ns</sup>	383110,50 <sup>ns</sup>	2310,37 <sup>ns</sup>	4,05 *
KINq	1	5168,71 <sup>ns</sup>	1057947,00 <sup>ns</sup>	17774,25 <sup>ns</sup>	0,95 <sup>ns</sup>
KqNq	1	2889,14 <sup>ns</sup>	228511,50 <sup>ns</sup>	36,09 <sup>ns</sup>	3,66 *
Desvio	7	5865,17 <sup>ns</sup>	307851,71 <sup>ns</sup>	5533,86 <sup>ns</sup>	1,10 <sup>ns</sup>
Resíduo	30	4104,63	389922,20	6062,50	0,64
C.V.(%)		11,75	25,12	21,17	64,94

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

\*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

<sup>ns</sup> não-significativo.

pelos doses de nitrogênio e potássio aplicadas, apresentando significância o modelo linear para potássio e nitrogênio em AACPTL, o modelo quadrático para nitrogênio e linear para potássio em AACPLPF (Quadro 3). Os resultados para AACPTL encontram-se nas Figuras 6, 7 e 8, e para AACPLPF, nas Figuras 9, 10 e 11. As Figuras 6 e 9 representam as superfícies de resposta em função das doses de nitrogênio e potássio e as Figuras 7, 8, 10 e 11, os cortes da superfície de resposta, caracterizando separadamente as doses de um nutriente dentro das diferentes doses do outro. De acordo com as Figuras 7, 8, 10 e 11, pode-se observar o aumento nas AACPTL e AACPLPF com a elevação das doses de potássio e com a redução das doses de nitrogênio.

A maior AACPTL foi obtida com as doses 3 mmol/L de nitrogênio e 9 mmol/L de potássio e a menor AACPTL, com as doses 15 mmol/L de nitrogênio e 3 mmol/L de potássio. A menor AACPLPF foi obtida com as doses 11,7 mmol/L de nitrogênio e 3 mmol/L de potássio.

A relação entre o incremento das doses de nitrogênio e a menor severidade da mancha de olho pardo em mudas de cafeeiro, assim como o efeito desfavorável do potássio, isto é, maior severidade da mancha de olho pardo foi obtida com a elevação das doses de potássio, são particularmente interessantes, pois, na literatura consultada para ensaios realizados com macro e micronutrientes, tem-se encontrado que o nitrogênio aumenta a suscetibilidade da planta. Em relação ao potássio, o resultado também difere das informações disponíveis, em que este mineral aumenta a resistência das plantas às doenças. De acordo com ITO et al. (1993), por exemplo, o uso da fertilização adequada em potássio constituiu-se em um dos fatores que, aliado à resistência varietal, à técnicas culturais e de proteção de plantas, reduziu o nível de severidade da queima foliar da soja (*C. kikuchii*), embora não tenham sido observadas as relações com outros nutrientes. O efeito depressivo das aplicações de potássio além da dose ótima, também foi observado por MASCARENHAS et al. (1997) no cancro da haste da soja. Doses até 160 mg/kg de K<sub>2</sub>O foram efetivas na redução da doença; a partir daí até a dose de 400 mg/kg de K<sub>2</sub>O, a doença evoluiu rapidamente, aumentando a severidade. Esses autores atribuíram a evolução da doença ao desequilíbrio

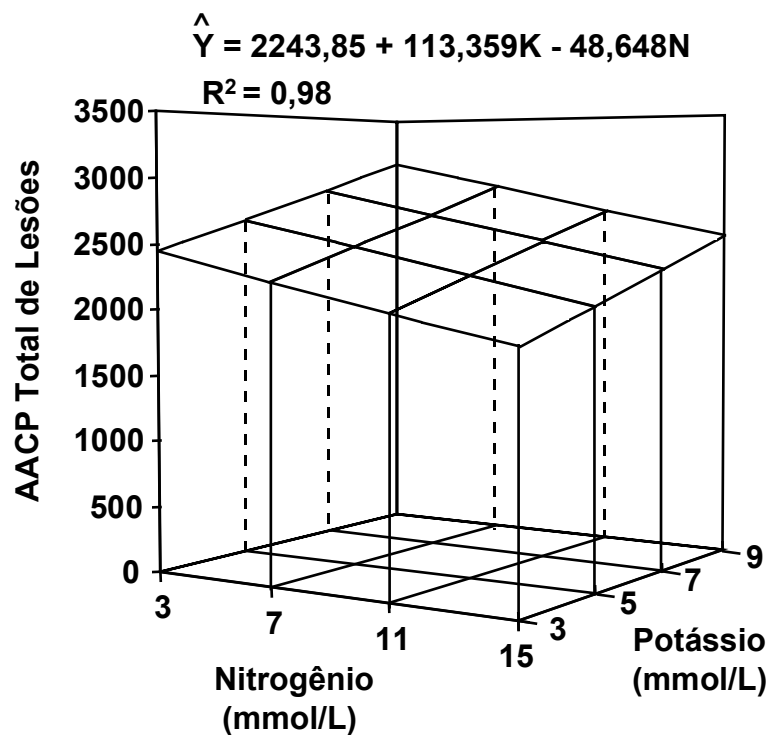


Figura 6 - Área abaixo da curva de progresso do total de lesões de *Cercospora coffeicola*, em função de doses de nitrogênio e potássio em solução nutritiva.

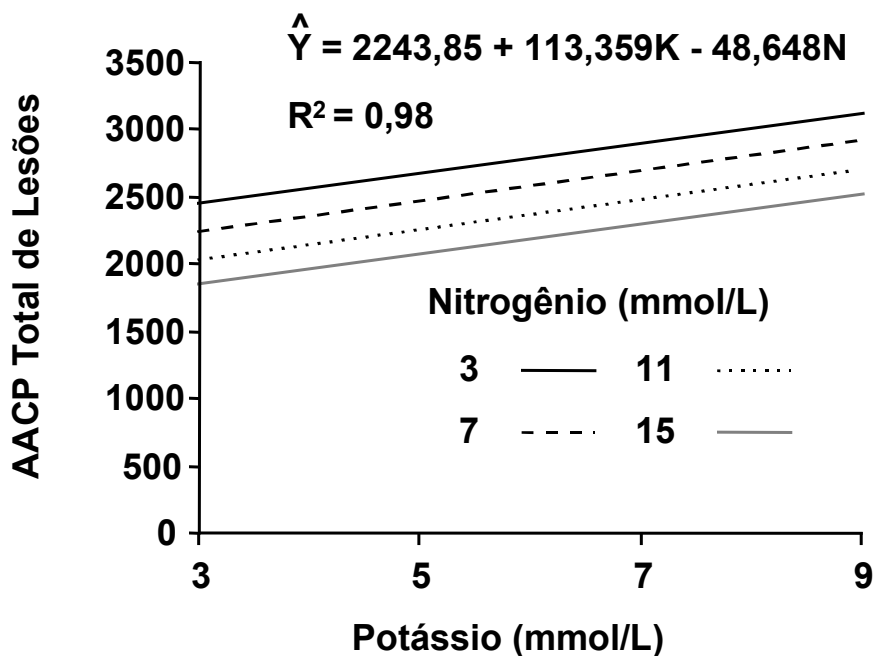


Figura 7 - Área abaixo da curva de progresso do total de lesões de *Cercospora coffeicola*, em função de doses de nitrogênio em cada dose de potássio, em solução nutritiva.

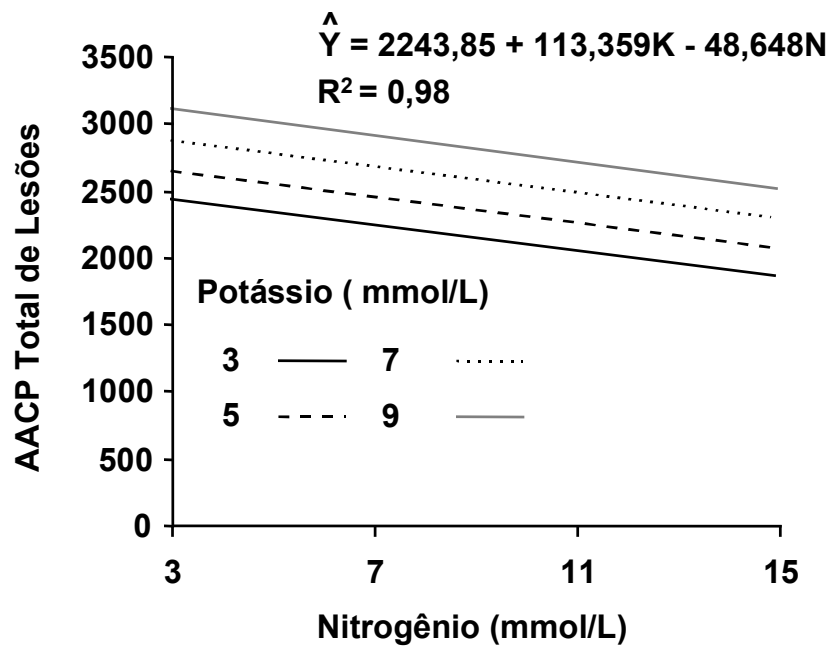


Figura 8 - Área abaixo da curva de progresso do total de lesões de *Cercospora coffeicola*, em função de doses potássio de em cada dose de nitrogênio em solução nutritiva.

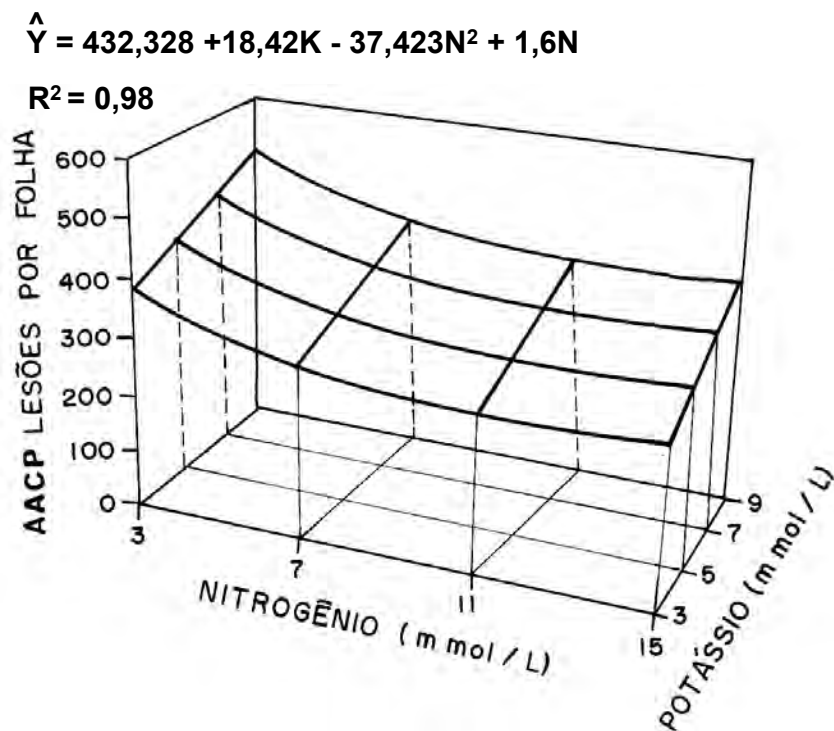


Figura 9 - Área abaixo da curva de progresso de lesões de *Cercospora coffeicola* por folha de cafeeiro, em função de doses de nitrogênio e potássio em solução nutritiva.

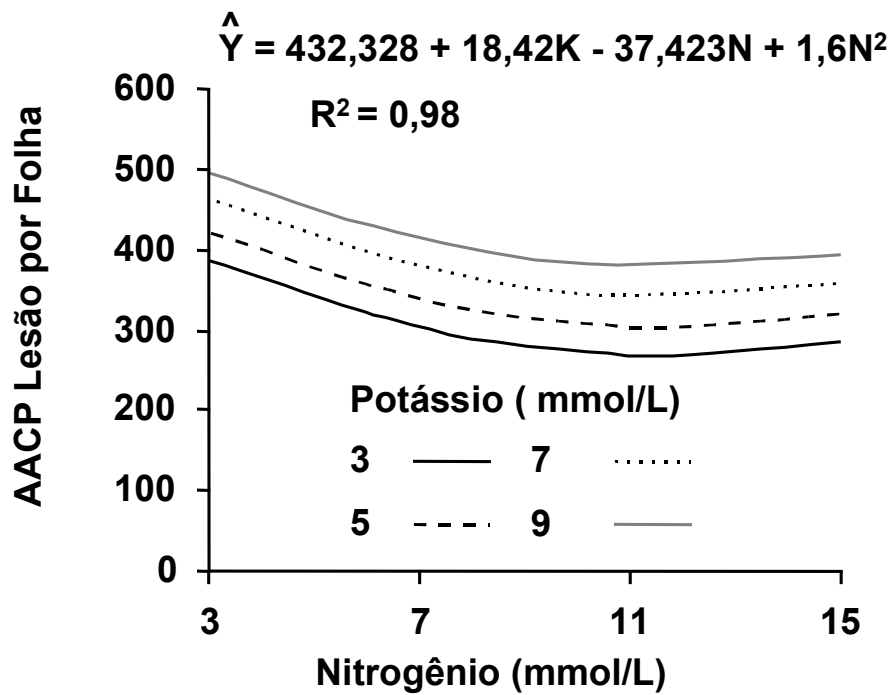


Figura 10 - Área abaixo da curva de progresso de lesões de *Cercospora coffeicola* por folha de cafeeiro, em função de doses de nitrogênio em cada dose de potássio em solução nutritiva.

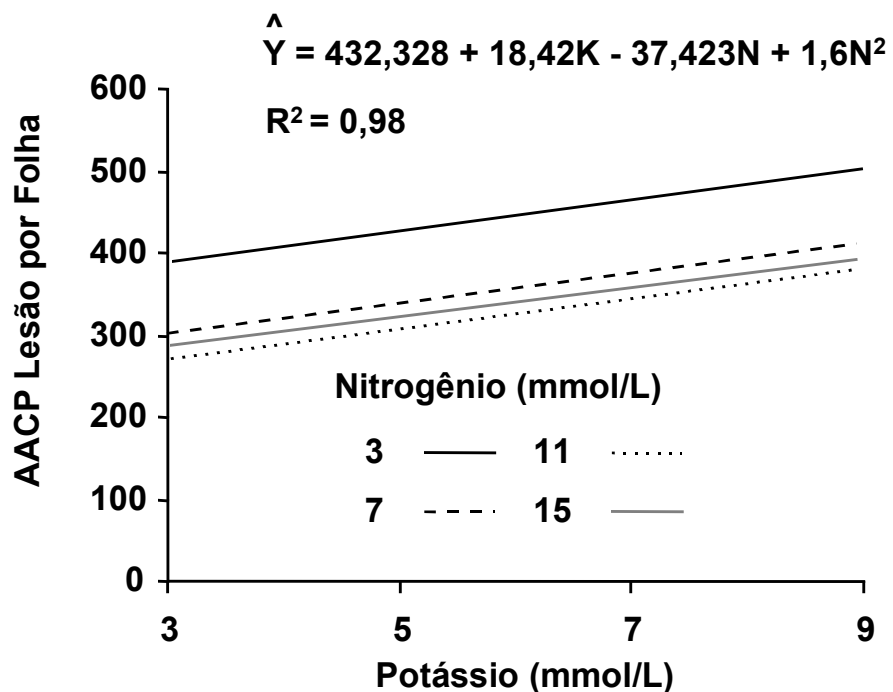


Figura 11 - Área abaixo da curva de progresso de lesões de *Cercospora coffeicola* por folha de cafeeiro, em função de doses de potássio em cada dose de nitrogênio em solução nutritiva.



entre os cátions, porém não realizaram análise foliar para verificar quais cátions estavam envolvidos no desequilíbrio.

Em trabalho realizado por FIGUEIREDO et al. (1974), constataram-se maior número de pústulas por parcela, no tratamento com omissão de nitrogênio que no tratamento com omissão de potássio, e aumento da severidade da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*) devido à deficiência da planta em nitrogênio, como ocorre com a mancha de olho pardo.

Em razão de a natureza exata dos mecanismos de controle das doenças, mediante a nutrição, não ser conhecida e as inter-relações patógeno/hospedeiro variarem amplamente com a manifestação de vários tipos e graus de parasitismo, a interpretação dos resultados apresentados torna-se complexa.

Entretanto, observou-se (Figura 26) decréscimo no teor de cálcio em 26%, com o aumento nas doses de potássio (3, 5, 7 e 9 mmol/L), sugerindo que a menor dose de potássio na solução nutritiva (3 mmol/L) foi suficiente para nutrir a planta. As doses 5, 7 e 9 mmol/L de potássio foram excessivas, causaram redução da absorção de cálcio e, provavelmente, refletiram na maior predisposição das mudas à infecção.

#### **4.5. Desfolha**

A desfolha (%) causada por *C. coffeicola* foi influenciada pelas doses de nitrogênio e potássio em solução nutritiva, apresentando significância o modelo linear para o potássio e o quadrático para o nitrogênio (Quadro 4).

No ensaio 2, em casa-de-vegetação, realizado no mesmo período deste, não houve queda de folhas, pois, praticamente não ocorreu mancha de olho pardo. Portanto, infere-se que a desfolha com diferentes graus de severidade, neste ensaio, foi causada somente por *C. coffeicola*. Este fenômeno está associado à produção de etileno em quantidades superiores à normal nas plantas infectadas, como afirmou VALÊNCIA (1970).

Quadro 4 - Resumo da análise de variância (quadrados médios) do número de folhas caídas (NFC) e da porcentagem de desfolha (%DESFOLHA) por *C. coffeicola* em mudas de cafeeiro, em função das doses crescentes de nitrogênio e potássio em solução nutritiva

FV	GL	NFC	% DESFOLHA
Rep	2	2,88 <sup>ns</sup>	109,44 <sup>ns</sup>
K	3	6,80 *	281,86 *
linear	1	18,98**	773,36 **
quadr.	1	1,17 <sup>ns</sup>	31,65 <sup>ns</sup>
N	3	27,09**	1253,82 **
linear	1	72,05**	3365,70 **
quadr.	1	8,75 *	354,14 *
K X N	9	2,51 <sup>ns</sup>	83,54 <sup>ns</sup>
KINI	1	1,50 <sup>ns</sup>	39,27 <sup>ns</sup>
KqNI	1	1,00 <sup>ns</sup>	5,00 <sup>ns</sup>
KINq	1	0,13 <sup>ns</sup>	9,76 <sup>ns</sup>
KqNq	1	0,02 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>
Desvio	7	2,95 <sup>ns</sup>	111,54 <sup>ns</sup>
Resíduo	30	1,94	76,46
C.V.(%)		28,48	28,69

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

\*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

<sup>ns</sup> não-significativo.

A Figura 12 representa a superfície de resposta da desfolha (%), em função de doses de nitrogênio e potássio, e as Figuras 13 e 14 apresentam os cortes da superfície caracterizando separadamente as doses de um nutriente dentro das diferentes doses do outro.

Com o aumento das doses de nitrogênio, houve redução da desfolha (%) e com o aumento das doses de potássio, o incremento da desfolha (Figuras 13 e 14). A menor porcentagem de desfolha foi obtida com as doses de 14,5 mmol/L de nitrogênio e 3 mmol/L de potássio.

Dados de incidência podem equivar-se com a desfolha, em que uma ou poucas lesões causam queda de folhas na planta, tal como ocorre com a galha-em-coroa e queima da haste da panícula do arroz (HORSFALL e COWLING,1978). Para a mancha de olho pardo do cafeeiro, foi observada

$$\hat{Y} = 46,909 + 1,795K - 4,928N + 0,17N^2$$

$$R^2 = 0,98$$

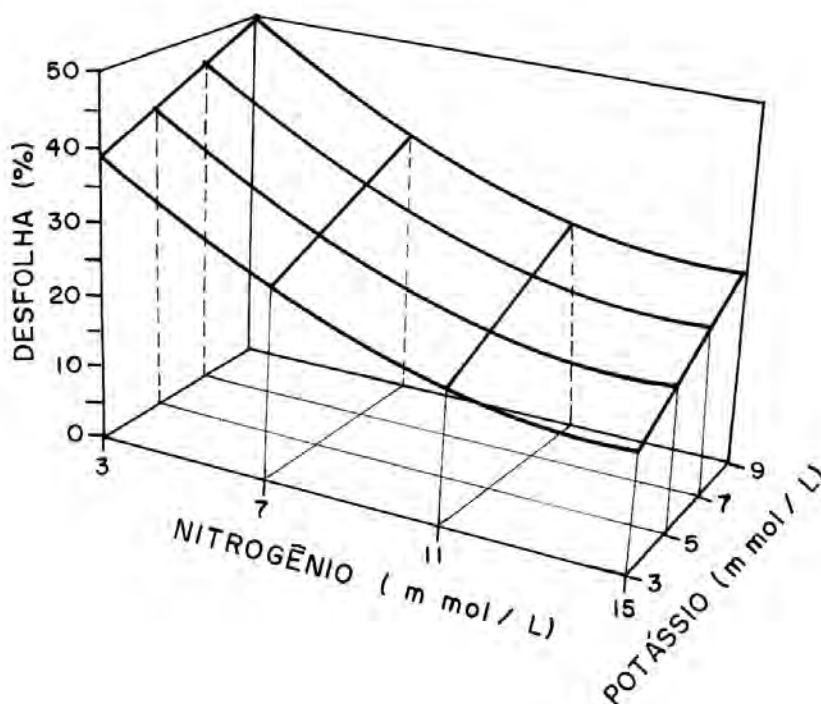


Figura 12 - Porcentagem de desfolha causada por *Cercospora coffeicola*, em função de doses de nitrogênio e potássio em solução nutritiva.

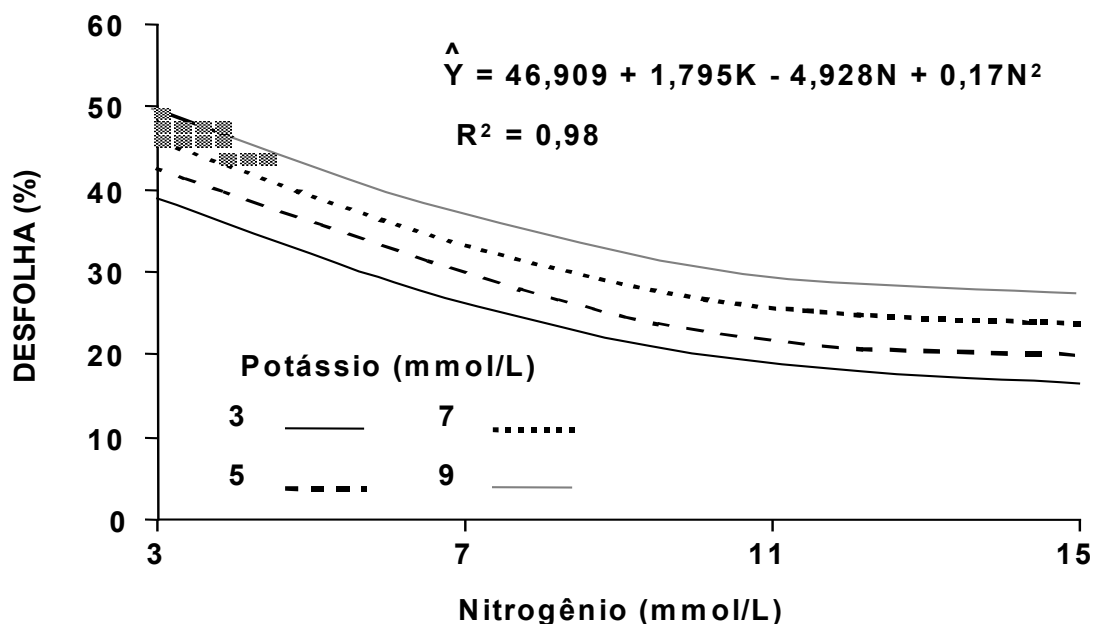


Figura 13 - Porcentagem de desfolha causada por *Cercospora coffeicola*, em função de doses de nitrogênio em cada dose de potássio em solução nutritiva.

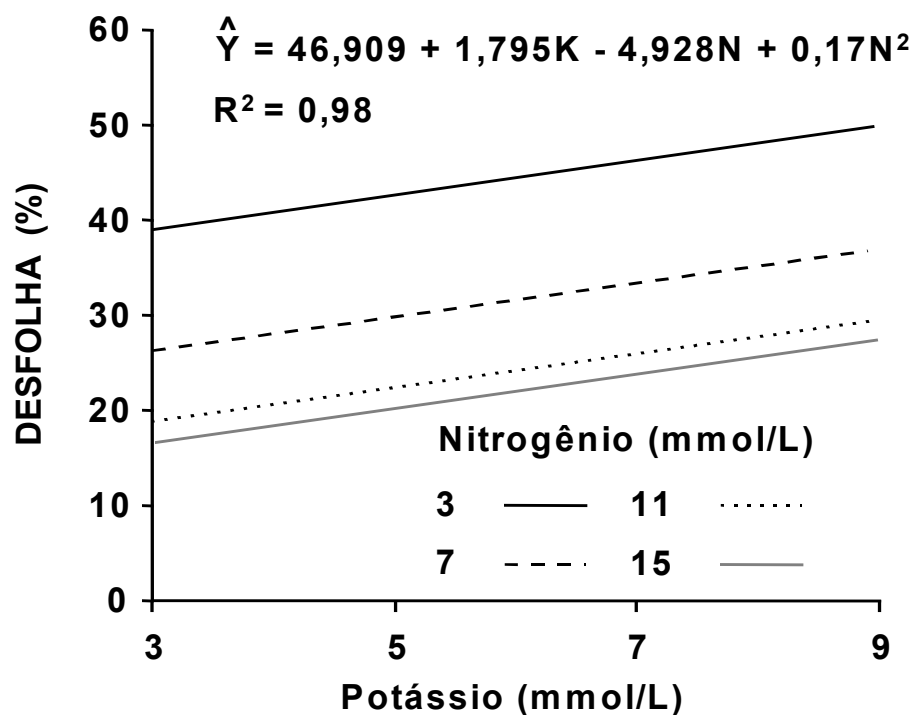


Figura 14 - Porcentagem de desfolha causada por *Cercospora coffeicola*, em função de doses de potássio em cada dose de nitrogênio em solução nutritiva.

queda de folhas com variados graus de intensidade, ocorrendo com certa freqüência desfolha com uma ou poucas lesões, principalmente quando estas se localizavam sobre a nervura central.

Em Caratinga, Zona da Mata mineira, conforme ensaio realizado por MIGUEL et al. (1976), para estudar o efeito associado da nutrição e pulverização com fungicidas no controle da mancha de olho pardo, as aplicações de nitrogênio resultaram em efeito benéfico no controle da desfolha, apresentando índices de infecção estatisticamente inferiores à testemunha. As aplicações isoladas de fósforo e potássio não tiveram efeito no controle da doença. Estes autores também verificaram a redução do efeito do nitrogênio sobre a doença quando associado ao fósforo ou ao fósforo-potássio.

MORAES et al. (1974), analisando os dados sobre a influência do estado nutricional do cafeeiro na intensidade da ferrugem do cafeeiro (*H. vastatrix*), também observaram diferença significativa e positiva na

porcentagem de incidência nas folhas dos tratamentos que receberam a maior dose de potássio em relação aos que não receberam este nutriente, ou seja, os tratamentos que receberam altas doses de potássio aumentaram significativamente a porcentagem de incidência de ferrugem nas folhas, conforme observado no presente ensaio. Entretanto, FERNANDES (1988) verificou a redução da desfolha (%) por *C. coffeicola* com o aumento das doses de fósforo e potássio, para a mesma dose de nitrogênio.

#### 4.6. Área foliar lesionada

A área foliar lesionada (%) por *C. coffeicola* foi influenciada pelas doses de nitrogênio e potássio em solução nutritiva, apresentando significância o modelo quadrático para a interação potássio-nitrogênio (Quadro 5).

A área foliar lesionada (%) está representada nas Figuras 15, 16 e 17. A Figura 15 representa a superfície de resposta em função das doses de nitrogênio e potássio. As Figuras 16 e 17 são os cortes da superfície, caracterizando separadamente as doses de um nutriente dentro das diferentes doses do outro.

A menor porcentagem de área foliar lesionada foi obtida com as doses de 12,15 mmol/L de nitrogênio e 5,78 mmol/L de potássio. Na Figura 16 pode-se observar a tendência de redução da área foliar lesionada (%) com o incremento das doses de nitrogênio. Para as doses 3, 5 e 7 mmol/L de potássio, a área foliar lesionada (%) tendeu a diminuir com o aumento das doses de nitrogênio de 3 para 12,15 mmol/L e a partir daí tendeu a aumentar. Para o nível 9 mmol/L de potássio, a área foliar lesionada (%) aumentou até 12,15 mmol/L e depois diminuiu, com o aumento das doses de nitrogênio. Pela análise da Figura 17, pode-se observar a tendência de as três maiores doses de nitrogênio (7, 11 e 15 mmol/L) manterem-se com baixa porcentagem

Quadro 5 - Resumo da análise de variância (quadrados médios) dos valores da área foliar lesionada e da porcentagem de área foliar lesionada, em função das doses de nitrogênio e potássio em solução nutritiva.

FV	GL	AFL	%AFL
Rep	2	0,97 <sup>ns</sup>	0,51 <sup>ns</sup>
K	3	0,21 <sup>ns</sup>	1,07 <sup>ns</sup>
linear	1	0,00 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
quadr.	1	0,76 <sup>ns</sup>	2,22 <sup>ns</sup>
N	3	7,95 <sup>**</sup>	8,55 <sup>**</sup>
linear	1	20,96 <sup>**</sup>	23,74 <sup>**</sup>
quadr.	1	0,27 <sup>ns</sup>	1,87 <sup>ns</sup>
K X N	9	3,25 <sup>*</sup>	1,75 <sup>*</sup>
KINI	1	0,83 <sup>ns</sup>	0,42 <sup>ns</sup>
KqNI	1	4,36 <sup>ns</sup>	4,05 <sup>*</sup>
KINq	1	1,56 <sup>ns</sup>	0,95 <sup>ns</sup>
KqNq	1	8,62 <sup>*</sup>	3,66 <sup>*</sup>
Desvio	7	2,47 <sup>ns</sup>	1,10 <sup>ns</sup>
Resíduo	30	1,34	0,64
C.V.(%)		45,01	64,94

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

\*\*significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

<sup>ns</sup> não-significativo.

$$\hat{Y} = -8,983 + 5,231K - 0,464K^2 + 2,055N - 0,098N^2 - 1,048KN + 0,094K^2N + 0,048KN^2 - 0,004K^2N^2 \quad R^2 = 0,83$$

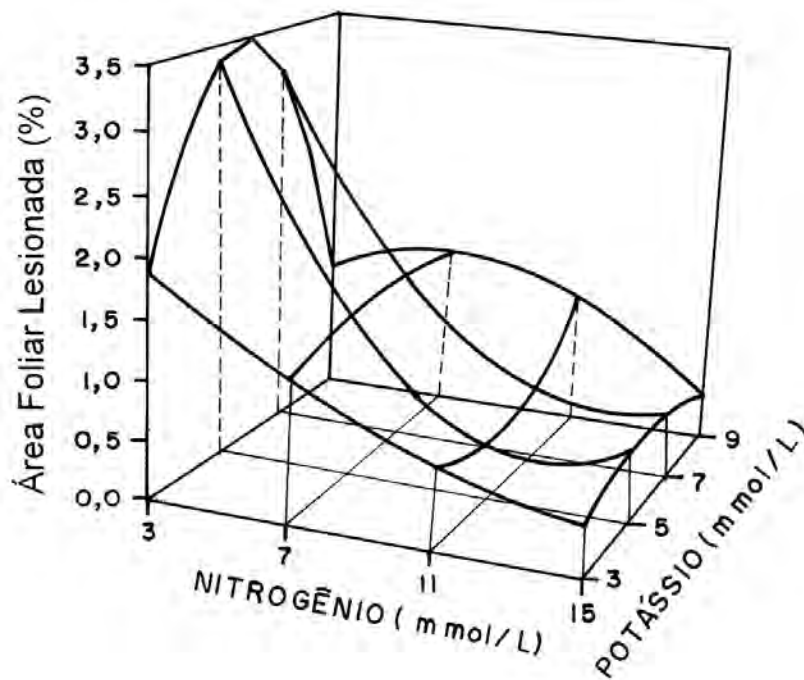


Figura 15 - Área foliar lesionada (%), em função de doses de nitrogênio e de potássio em solução nutritiva.

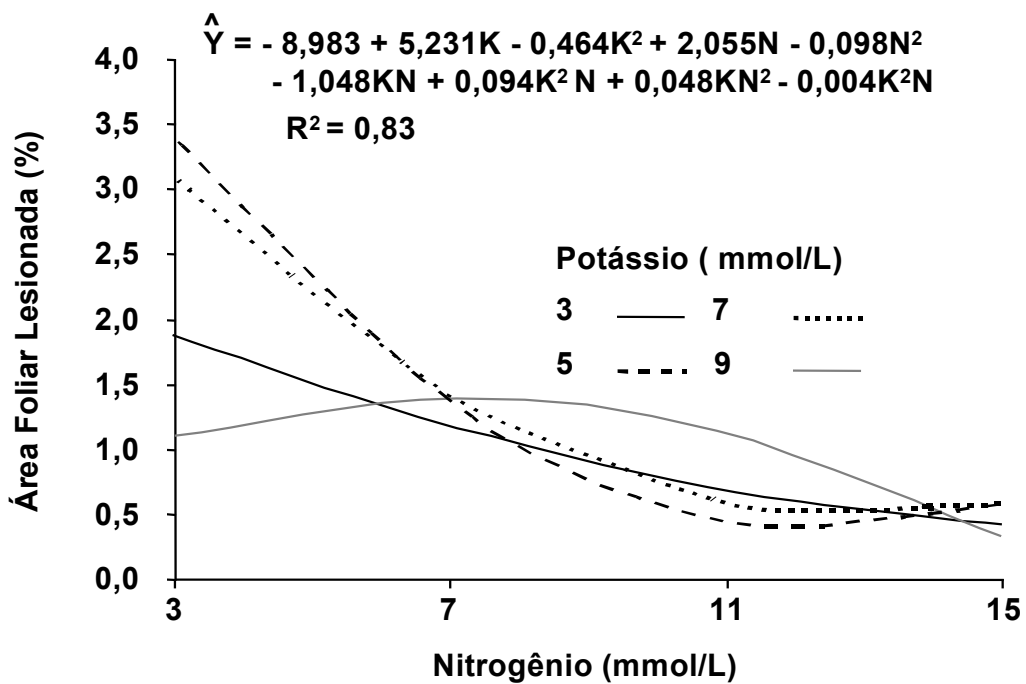


Figura 16 - Área foliar lesionada (%), em função de doses de nitrogênio em cada dose de potássio em solução nutritiva.

$$\hat{Y} = - 8,983 + 5,231K - 0,464K^2 + 2,055N - 0,098N^2 - 1,048KN + 0,094K^2N + 0,048KN^2 - 0,004K^2N^2 \quad R^2 = 0,83$$

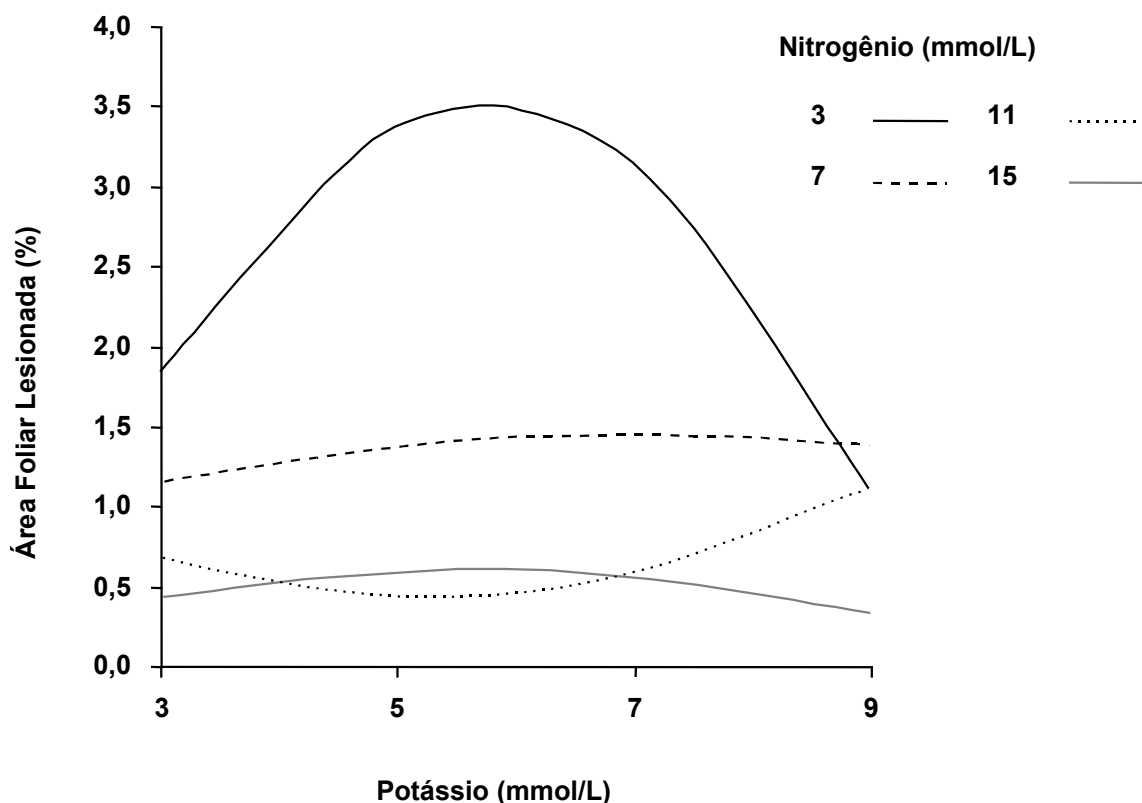


Figura 17 - Área foliar lesionada (%), em função de doses de potássio em cada dose de nitrogênio em solução nutritiva.

de área foliar lesionada com a elevação das doses de potássio. Para a dose 3 mmol/L de nitrogênio, houve aumento até a dose 5,78 mmol/L de potássio, após a qual houve decréscimo da porcentagem de área foliar lesionada. Considerando-se que as folhas são os centros de realização da fotossíntese, quaisquer lesões ocorridas nas folhas irão reduzir a taxa fotossintética, ou seja, quanto maiores as lesões ou seu número, menor será a taxa fotossintética e conseqüentemente a produção de matéria seca pela planta.



## 4.7. Teores foliares dos nutrientes

### 4.7.1. Nitrogênio e potássio

De acordo com o esperado, o teor de nitrogênio (dag/kg) nas folhas aumentou, com o aumento do nitrogênio (mmol/L) na solução nutritiva (Quadro 6), variando de 3,04 a 3,29 dag/kg (Figura 18) e segundo MALAVOLTA (1993) teores de 2,7 a 3,2 dag/kg, são considerados adequados para plantas adultas de café.

O teor de potássio (dag/kg) nas folhas foi significativamente afetado pelas doses de nitrogênio e de potássio em solução nutritiva (mmol/L), apresentando significância o modelo linear para o nitrogênio e para o potássio (Quadro 6). Os resultados encontram-se nas Figuras 19, 20 e 21. A Figura 19 representa a superfície de resposta do teor foliar de potássio em função de doses de nitrogênio e potássio, e as Figuras 20 e 21 representam os cortes da superfície de resposta, caracterizando separadamente as doses de um nutriente dentro das diferentes doses do outro.

Pode-se observar pela Figura 20 que, com o aumento das doses de potássio e redução das doses de nitrogênio, ocorreu aumento do teor foliar de potássio. Da mesma forma, na Figura 21, com o aumento das doses de nitrogênio e redução das doses de potássio, ocorreu a redução no teor foliar de potássio. O resultado era esperado, pois, aumentando-se as doses de potássio na solução nutritiva, aumentou-se o teor foliar desse nutriente. O nitrogênio foi utilizado na solução nutritiva de duas formas: 80% de  $\text{NO}_3^-$  e 20% de  $\text{NH}_4^+$ , para todos os tratamentos, com isso, à medida que aumentaram-se as doses de nitrogênio, aumentou a quantidade de  $\text{NH}_4^+$  nos tratamentos, que competiu com a absorção do cátion  $\text{K}^+$ .

Os teores foliares de potássio variaram de 2,81 a 3,26 dag/kg. De acordo com MALAVOLTA (1993), teores de 1,9 a 2,4 dag/kg são considerados adequados para plantas adultas de café. RODRIGUES (1997) encontrou teores da ordem de 2,8 dag/kg em folhas de plantas de 6,5 meses de idade e considerou-os adequados.

Quadro 6 - Resumo da análise de variância (quadrados médios) das concentrações em dag/kg das análises químicas realizadas nas folhas, para enxofre (S); fósforo (P); nitrogênio (N); potássio (K); cálcio (Ca); magnésio (Mg) e em µg/g para zinco (Zn); manganês (Mn); ferro (Fe) e cobre (Cu), em função dos níveis crescentes de nitrogênio e potássio em solução nutritiva

FV	GL	S	P	N	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Fe	Cu
Rep	2	0,46e <sup>-4</sup> ns	0,30e <sup>-3</sup> ns	2,06e <sup>-2</sup> ns	1,46e <sup>-2</sup> ns	3,44e <sup>-2</sup> ns	1,03e <sup>-3</sup> ns	133,37 <sup>ns</sup>	4105,81 <sup>ns</sup>	865,38 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>
K	3	0,23e <sup>-4</sup> ns	0,14e <sup>-3</sup> ns	3,99e <sup>-2</sup> ns	44,00e <sup>-2</sup> **	18,60e <sup>-2</sup> **	0,84e <sup>-3</sup> ns	5561,91 <sup>**</sup>	7592,46 <sup>ns</sup>	2572,67 <sup>ns</sup>	8,18 <sup>**</sup>
lin.	1	0,62e <sup>-4</sup> ns	0,24e <sup>-3</sup> ns	8,78e <sup>-2</sup> ns	133,00e <sup>-2</sup> **	49,70e <sup>-2</sup> **	1,40e <sup>-3</sup> ns	15011,29 <sup>**</sup>	17056,59 <sup>ns</sup>	299,36 <sup>ns</sup>	20,35 <sup>**</sup>
qua.	1	0,01e <sup>-4</sup> ns	0,17e <sup>-3</sup> ns	1,37e <sup>-2</sup> ns	0,13e <sup>-2</sup> ns	5,05e <sup>-2</sup> **	1,08e <sup>-3</sup> ns	101,79 <sup>ns</sup>	5710,73 <sup>ns</sup>	744,50 <sup>ns</sup>	4,04 <sup>**</sup>
N	3	0,97e <sup>-4</sup> ns	5,30e <sup>-3</sup> **	16,30e <sup>-2</sup> ns	153,00e <sup>-2</sup> **	4,66e <sup>-2</sup> **	7,77e <sup>-3</sup> **	317,76 <sup>ns</sup>	43375,89 <sup>**</sup>	7296,77 <sup>**</sup>	7,59 <sup>**</sup>
lin.	1	0,56e <sup>-4</sup> ns	8,40e <sup>-3</sup> **	40,80e <sup>-2</sup> *	438,00e <sup>-2</sup> **	9,44e <sup>-2</sup> **	17,30e <sup>-3</sup> **	1307,00 <sup>ns</sup>	73335,58 <sup>**</sup>	10396,41 <sup>**</sup>	11,64 <sup>**</sup>
qua.	1	0,10e <sup>-4</sup> ns	7,50e <sup>-3</sup> **	7,17e <sup>-2</sup> ns	0,03e <sup>-2</sup> ns	2,46e <sup>-2</sup> ns	5,98e <sup>-3</sup> **	0,35 <sup>ns</sup>	36297,79 <sup>*</sup>	9605,02 <sup>**</sup>	8,40 <sup>**</sup>
K*N	9	0,57e <sup>-4</sup> ns	0,59e <sup>-3</sup> ns	2,58e <sup>-2</sup> ns	1,90e <sup>-2</sup> ns	1,56e <sup>-2</sup> ns	0,35e <sup>-3</sup> ns	382,42 <sup>ns</sup>	4227,24 <sup>ns</sup>	675,06 <sup>ns</sup>	1,75 <sup>**</sup>
K*NI	1	0,14e <sup>-4</sup> ns	0,82e <sup>-3</sup> ns	0,04e <sup>-2</sup> ns	0,25e <sup>-2</sup> ns	0,48e <sup>-2</sup> ns	0,00 <sup>ns</sup>	219,26 <sup>ns</sup>	286,34 <sup>ns</sup>	27,62 <sup>ns</sup>	2,57 <sup>*</sup>
KqNI	1	0,10e <sup>-4</sup> ns	0,29e <sup>-3</sup> ns	1,07e <sup>-2</sup> ns	3,60e <sup>-2</sup> ns	1,07e <sup>-2</sup> ns	0,11e <sup>-3</sup> ns	202,21 <sup>ns</sup>	32,83 <sup>ns</sup>	1847,98 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>
K*NIq	1	0,32e <sup>-4</sup> ns	0,31e <sup>-3</sup> ns	1,98e <sup>-2</sup> ns	1,40e <sup>-2</sup> ns	4,11e <sup>-2</sup> ns	1,42e <sup>-3</sup> ns	156,15 <sup>ns</sup>	680,94 <sup>ns</sup>	1235,39 <sup>ns</sup>	3,23 <sup>*</sup>
KqNIq	1	0,03e <sup>-4</sup> ns	0,00 <sup>ns</sup>	0,68e <sup>-2</sup> ns	1,20e <sup>-2</sup> ns	0,84e <sup>-2</sup> ns	0,22e <sup>-3</sup> ns	34,98 <sup>ns</sup>	22465,17 <sup>ns</sup>	29,17 <sup>ns</sup>	0,48 <sup>ns</sup>
Desvio	7	0,56e <sup>-4</sup> ns	0,56e <sup>-3</sup> ns	3,15e <sup>-2</sup> ns	4,68e <sup>-2</sup> ns	1,55e <sup>-2</sup> ns	0,20e <sup>-3</sup> ns	687,75 <sup>ns</sup>	5012,03 <sup>ns</sup>	1642,63 <sup>ns</sup>	1,76 <sup>*</sup>
Resíduo	30	0,43e <sup>-4</sup>	0,33e <sup>-3</sup>	7,67e <sup>-2</sup>	2,27e <sup>-2</sup>	0,72e <sup>-2</sup>	5,02e <sup>-3</sup>	413,59	5653,10	889,48	0,516
C.V.(%)		4,48	6,95	8,76	5,71	7,49	7,80	47,13	17,99	21,59	22,773

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

\*\* significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

ns não-significativo.

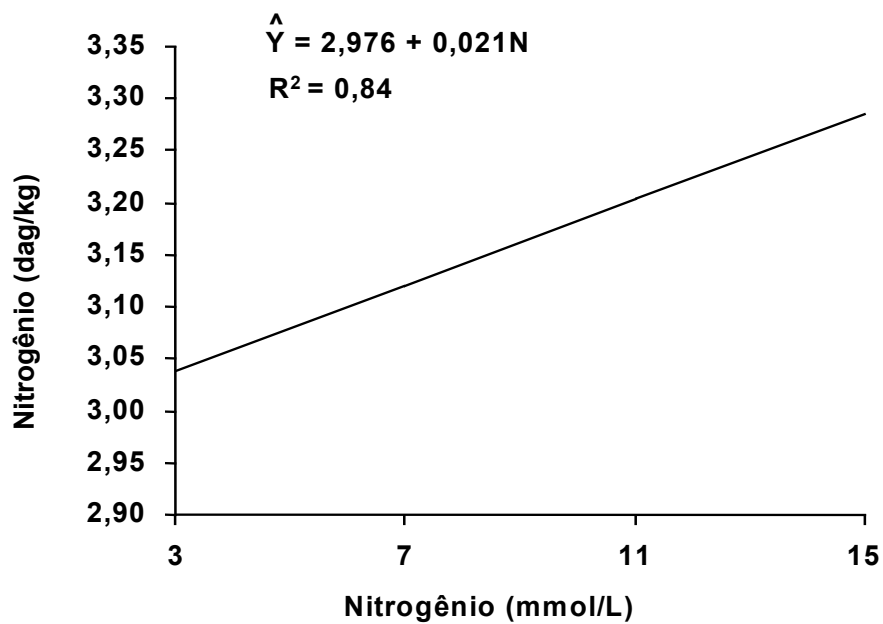


Figura 18 - Teor de nitrogênio (dag/kg) nas folhas em função de doses (mmol/L) de nitrogênio na solução nutritiva.

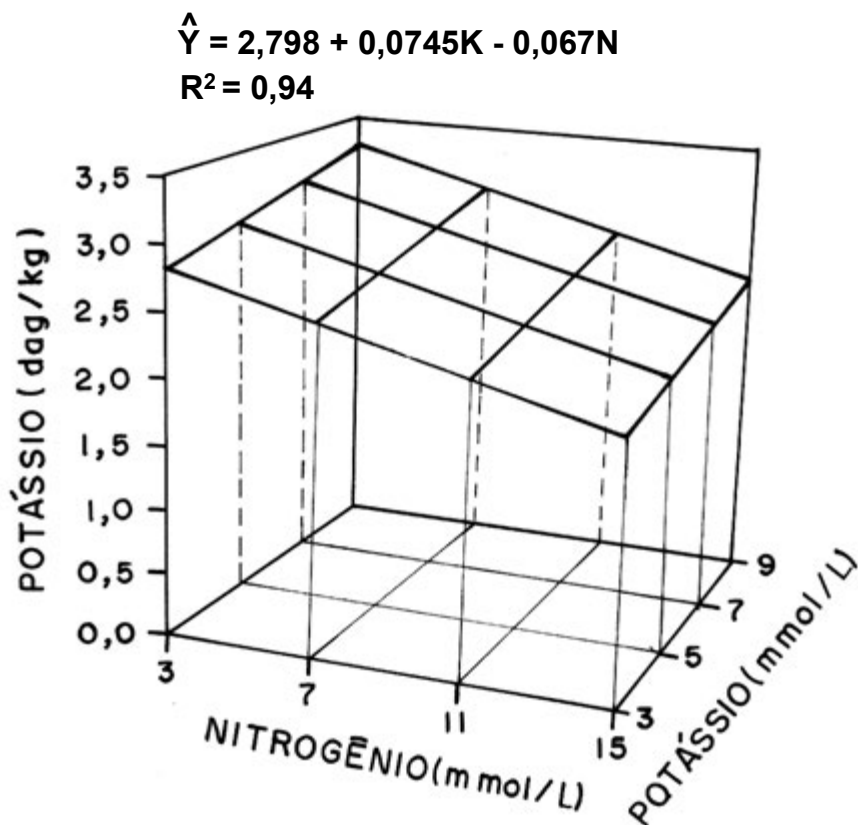


Figura 19 - Teor de potássio (dag/kg) nas folhas em função de doses (mmol/L) de nitrogênio e potássio em solução nutritiva.

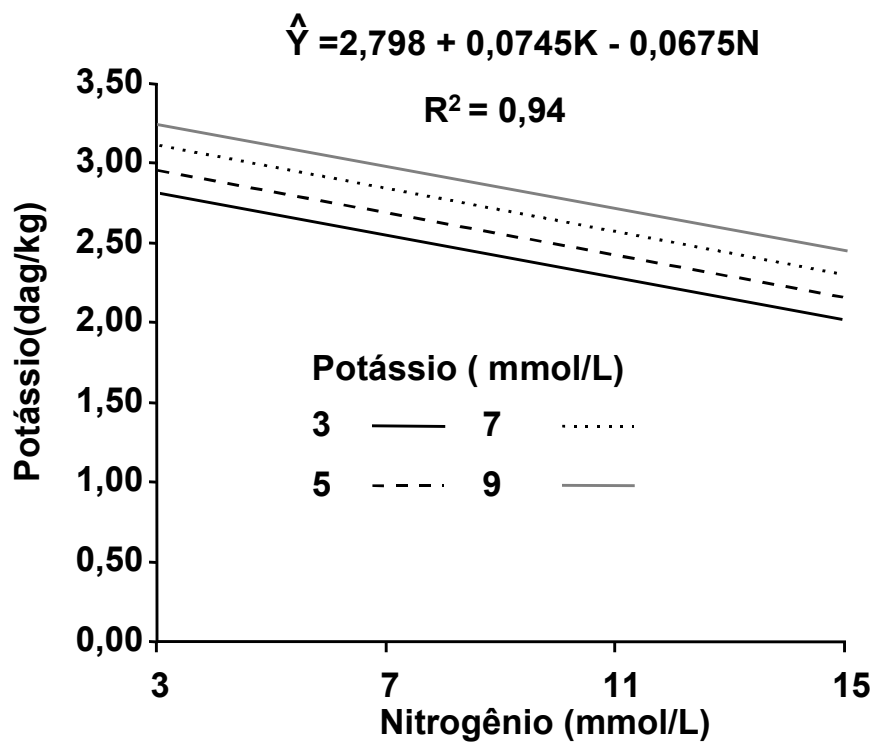


Figura 20 - Teor de potássio (dag/kg) nas folhas em função de doses de potássio em cada dose de nitrogênio.

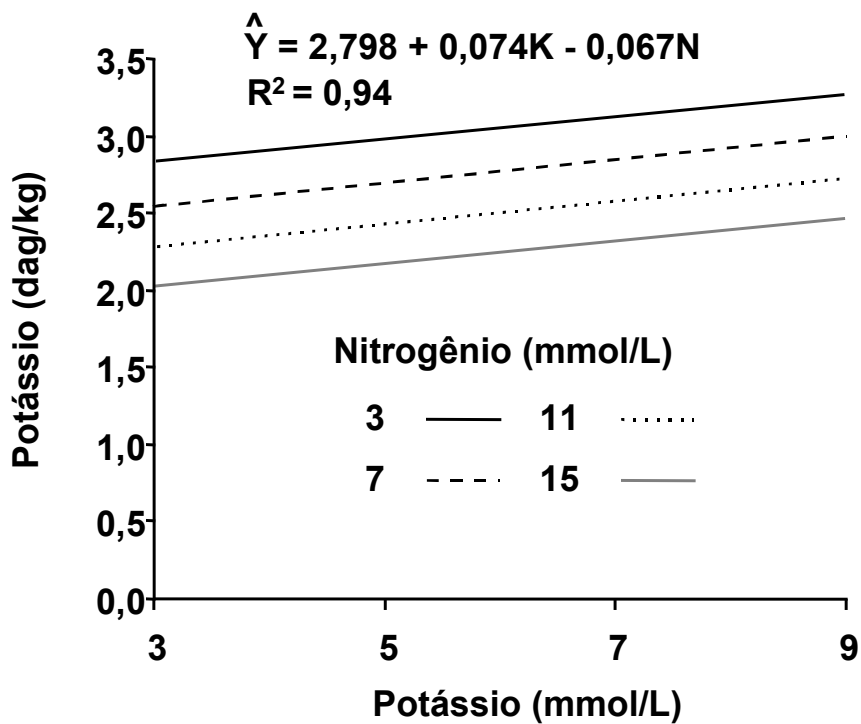


Figura 21 - Teor de potássio (dag/kg) nas folhas em função de doses de nitrogênio em cada dose de potássio.

Como regulador móvel da atividade de enzimas, o potássio está envolvido essencialmente em todas as funções celulares, incluindo fotossíntese, fosforilação, síntese de proteínas, translocação e redução de nitratos. O nível balanceado de potássio induz engrossamento da parede celular, acúmulo de aminoácidos (arginina) e produção de novos tecidos. Esse nível depende da disponibilidade de magnésio e cálcio. A deficiência de potássio também prejudica a utilização de fósforo (HUBER, 1980).

#### **4.7.2. Fósforo, magnésio, manganês e ferro**

##### **4.7.2.1. Fósforo e magnésio**

Os teores foliares de fósforo e de magnésio apresentaram comportamento semelhante. Houve queda nas concentrações, com o aumento da dose de nitrogênio até 10,9 mmol/L para o fósforo e até 12 mmol/L para o magnésio. Em seguida verificou-se pequeno aumento das concentrações foliares desses nutrientes (Figuras 22 e 23). É provável que esse comportamento se deva a um efeito de diluição, uma vez que as plantas responderam ao nitrogênio com incremento na produção de matéria das mudas secas. De todo modo, observa-se que os teores foliares variando de 0,26 a 0,29 dag/kg para fósforo e de 0,27 a 0,36 dag/kg para magnésio, situam-se na faixa de concentrações considerada adequada para o cafeeiro por MALAVOLTA (1993). RODRIGUES (1997) e BRACCINI (1995) obtiveram teores foliares de fósforo variando entre 0,16 a 0,27 dag/kg e de magnésio entre 0,27 a 0,38 dag/kg em plantas jovens de café com nutrição adequada.

Há na literatura referências às interações entre adubações com fósforo e magnésio e a intensidade de doenças. O fósforo encurta o período vegetativo, acelera a maturidade da planta e auxilia no escape a patógenos que infectam tecidos jovens e com isso reduz o período infectivo de ferrugens e outros patógenos foliares (ZAMBOLIM e VENTURA, 1993).

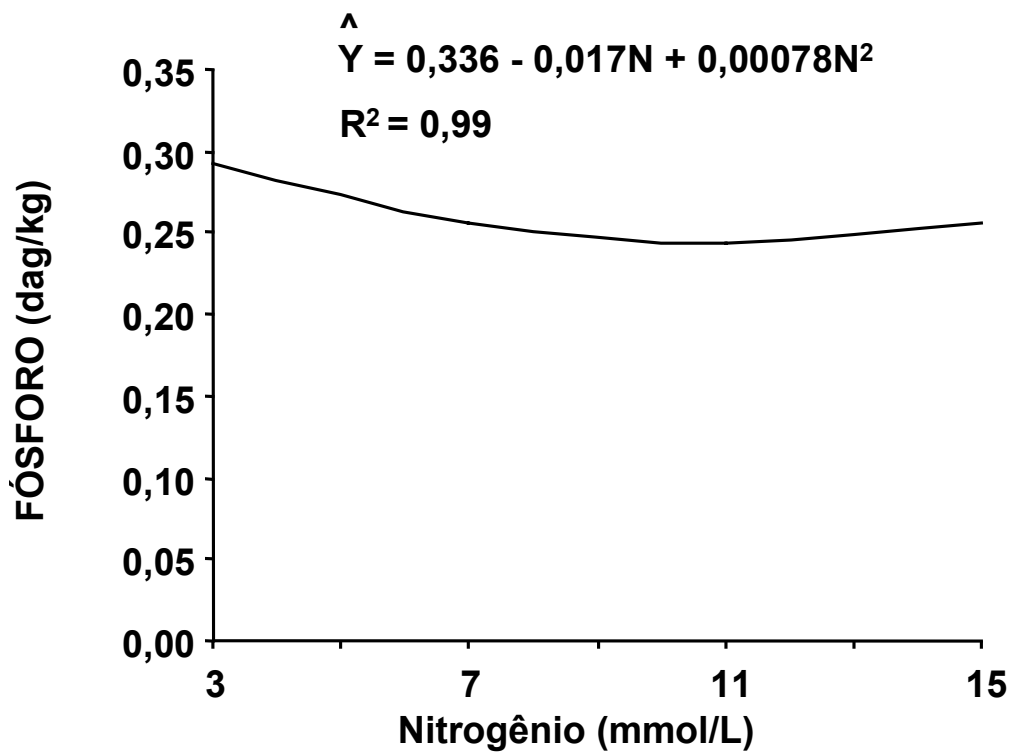


Figura 22 - Teor de fósforo (dag/kg) nas folhas, em função de doses (mmol/L) de nitrogênio em solução nutritiva.

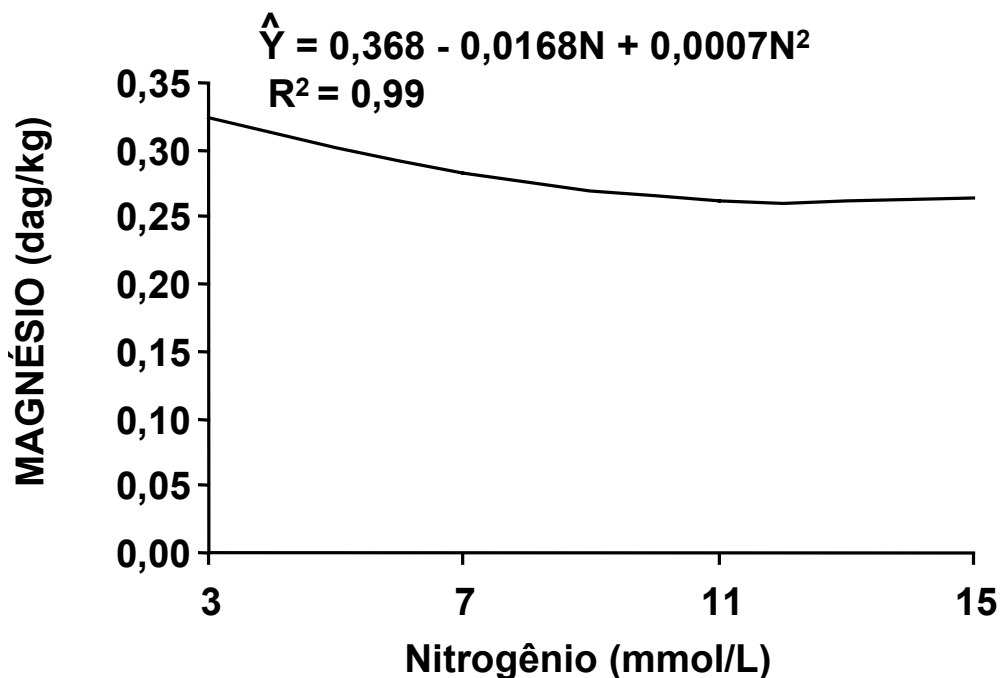


Figura 23 - Teor de magnésio (dag/kg) nas folhas, em função de doses (mmol/L) de nitrogênio em solução nutritiva.

A combinação do fósforo com o potássio em doses crescentes, para uma mesma dose de nitrogênio, foi importante para a redução da mancha de olho pardo em cafeeiro, em trabalho realizado por FERNANDES (1988), entretanto não se observou a relação do fósforo com o potássio no presente trabalho.

O teor de magnésio (dag/kg) nas folhas diminuiu com o aumento das doses de nitrogênio na solução nutritiva até a dose 12 mmol/L de nitrogênio, a partir daí tendeu a aumentar e não foi influenciado pelas doses de potássio (Figura 23).

O nitrogênio foi utilizado na solução nutritiva de duas formas: 80% de  $\text{NO}_3^-$  e 20% de  $\text{NH}_4^+$ , em todos os tratamentos foi observada a relação. Portanto, com o aumento das doses de  $\text{NO}_3^-$ , também ocorreu aumento de  $\text{NH}_4^+$ . É possível que, com o aumento do  $\text{NH}_4^+$  tenha ocorrido competição do  $\text{NH}_4^+$  com o cátion  $\text{Mg}^+$ . Alternativamente, o decréscimo na concentração de magnésio pode ser devido ao efeito de diluição.

#### **4.7.2.2. Manganês**

Com o aumento das doses de nitrogênio até 6,45 mmol/L, os teores foliares de manganês sofreram pequena redução, elevando-se a seguir (Figura 24). A faixa de concentrações encontrada por RODRIGUES (1997), é de 50 a 150  $\mu\text{g/g}$  para plantas de café com 6,5 meses de idade. Conforme resultados obtidos no presente experimento foram constatados teores de manganês entre 393,48 a 498,42  $\mu\text{g/g}$  e MALAVOLTA (1993) considera excessivos teores maiores que 300  $\mu\text{g/g}$ . As altas concentrações de manganês, são devidas provavelmente à presença do elemento como contaminante na areia, apesar da lavagem ácida, no entanto não foram observadas alterações no desenvolvimento da planta nestas concentrações. Alta concentração de manganês inibe, por competição, a absorção de ferro e a sua translocação, sendo esse nutriente responsável pela ativação de enzimas

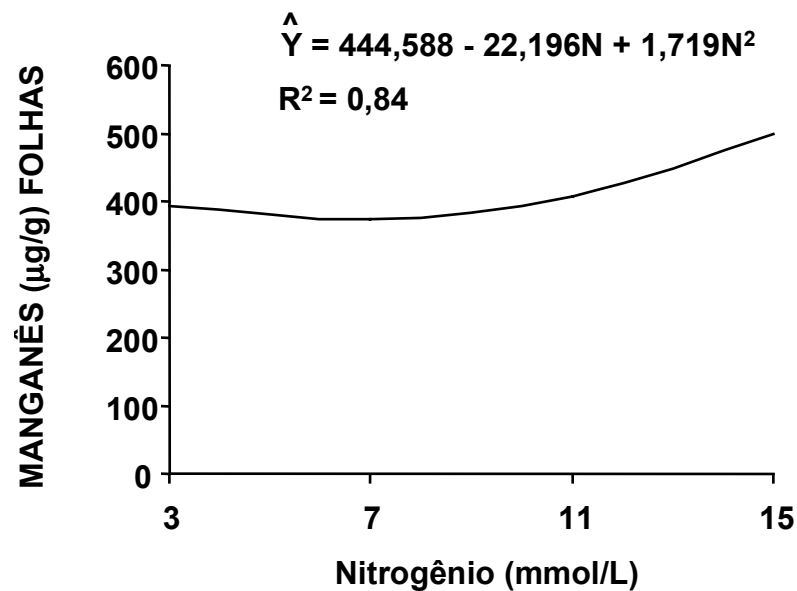


Figura 24 - Teor de manganês  $\mu\text{g/g}$  nas folhas em função de doses de nitrogênio em solução nutritiva.

envolvidas na redução do nitrato, no metabolismo de carboidratos e na respiração (HUBER, 1980). Entretanto isso não foi verificado no experimento, uma vez que os teores de ferro encontram-se nos níveis considerados adequados.

O manganês é um elemento importante no auxílio ao controle das doenças das plantas (HUBER, 1980). As concentrações de manganês nas plantas são alteradas em função da presença de patógenos, sendo, no entanto, a sua magnitude influenciada pela planta hospedeira e pelo órgão infectado (Huber e Wilhelm citados por ZAMBOLIM e VENTURA, 1996).

#### 4.7.2.3. Ferro

Da mesma forma que o manganês, com o aumento das doses de nitrogênio até 10,8 mmol/L, os teores foliares de ferro sofreram pequena



redução, elevando-se a seguir (Figura 25). RODRIGUES (1997) encontrou concentrações de 70 a 200 µg/g para plantas de café com 6,5 meses de idade e considerou-as adequadas ao desenvolvimento. Neste experimento foram constatados teores de ferro entre 138,47 a 172 µg/g e MALAVOLTA (1993) considera adequados teores de 90 a 180 µg/g em plantas adultas e produtivas. De acordo com ZAMBOLIM e VENTURA (1996), estudos sobre o hospedeiro sugerem que o íon ferro pode atuar na ativação de enzimas necessárias para a síntese de compostos antifúngicos. A ausência do íon ferro resulta na suscetibilidade das células, devido à ausência da produção de compostos antifúngicos. Porém a deficiência desse nutriente não foi detectada neste experimento.

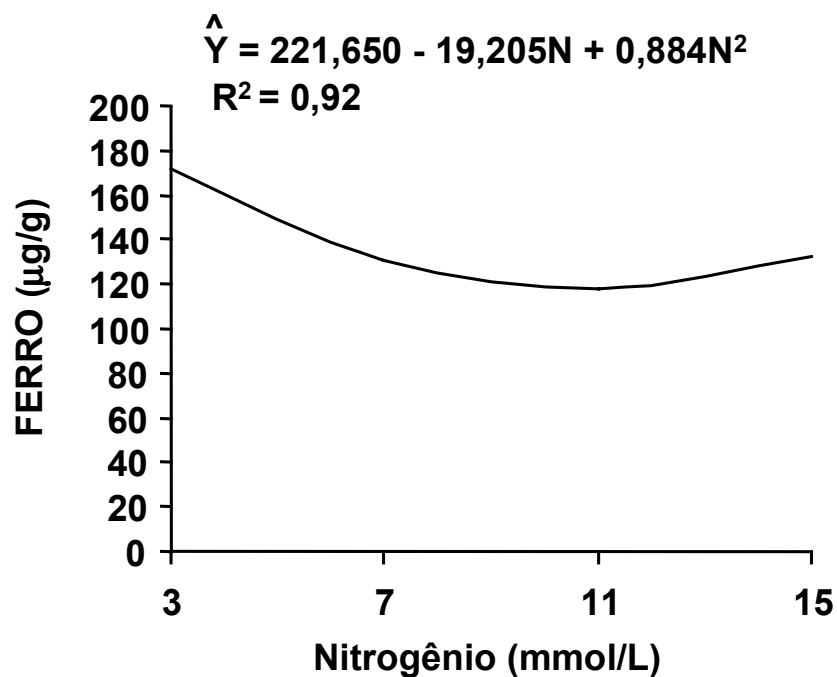


Figura 25 - Teor foliar de ferro (µg/g), em função de doses de nitrogênio (mmol/L) em solução nutritiva.

### 4.7.3. Cálcio, cobre e zinco

#### 4.7.3.1. Cálcio

O teor de cálcio (dag/kg) nas folhas foi significativamente afetado pelas doses de nitrogênio e de potássio (Quadro 6). Os resultados encontram-se nas Figuras 26, 27 e 28. A Figura 26 representa a superfície de resposta em função de doses de nitrogênio e de potássio, e as Figuras 27 e 28 representam os cortes da superfície de resposta, caracterizando separadamente as doses de um nutriente dentro das diferentes doses do outro.

Pode-se observar pela Figura 27 que, com o aumento das doses de potássio, ocorreu redução do teor foliar de cálcio em todas as doses de nitrogênio, sendo que a menor dose de cálcio foi obtida com as doses 8,94 mmol/L de potássio e 15 mmol/L de nitrogênio e correspondeu a 0,96 dag/kg de cálcio. Conforme foi constatado por VIANA et al., (1986), em cafeeiros formados em solo LE, o aumento nas doses de potássio causou efeito depressivo no teor foliar de cálcio, magnésio e boro.

Em experimento com *Botrytis cinerea* em alface, à medida que o potássio aumentou e o cálcio diminuiu, houve elevação na incidência da doença. A soma de cátions ( $K^+ + Ca^+ + Mg^{++}$ ) foi mantida constante. Experimentos adicionais mostraram que o incremento no teor de potássio não leva a aumento da doença, desde que o cálcio permaneça alto (MARCHNER, 1995). De acordo com ELAD e KIRSHNER (1992) a aplicação foliar de cálcio também reduziu a severidade de *B. cinerea* em plantas de ruscus (*Ruscus hypoglossum* L.).

Vários autores citam o cálcio como redutor da severidade de doenças. Um exemplo é a redução do ataque de mofo cinzento em roseira (VOLPIN e ELAD, 1991) e em berinjela (YUNIS et al., 1991). Entretanto, não consta na literatura, referência ao efeito do cálcio sobre a mancha de olho pardo do cafeeiro. A maior parte dos parasitas fúngicos invade o apoplasto liberando enzimas pectolíticas que dissolvem a lamela média. A atividade dessas

$$\hat{Y} = 1,747 - 0,143K - 0,010N + 0,008K^2$$

$$R^2 = 0,76$$

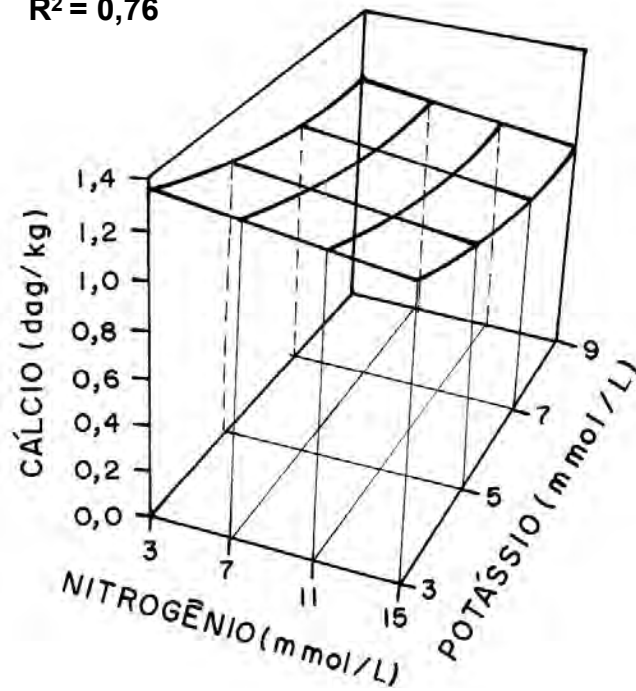


Figura 26 - Teores de cálcio (dag/kg) nas folhas em função de doses de nitrogênio e de potássio em solução nutritiva.

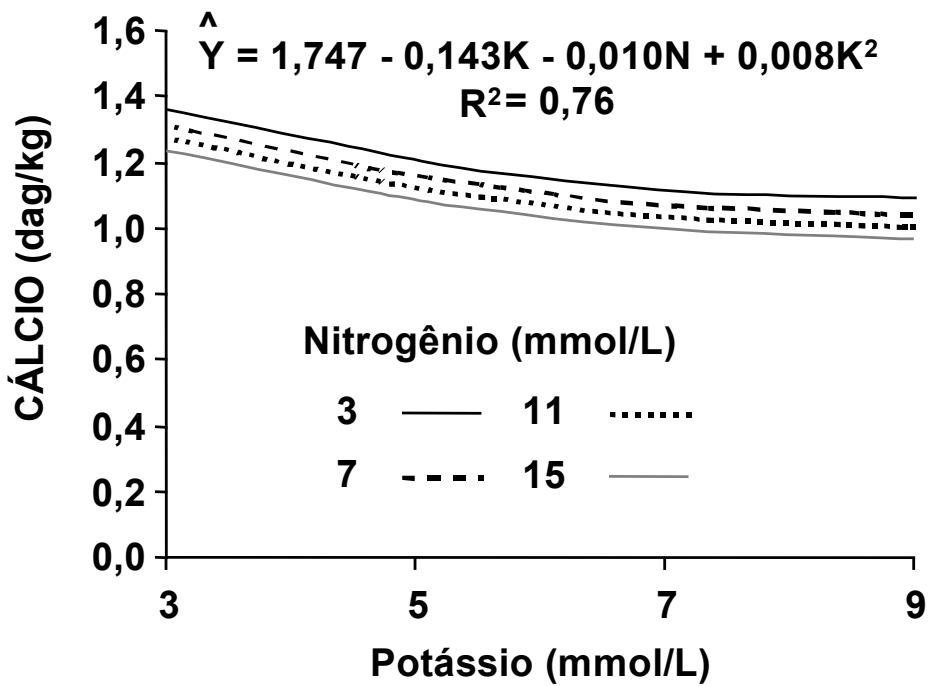


Figura 27 - Teor de cálcio (dag/kg) nas folhas, em função de doses de potássio em cada dose de nitrogênio.

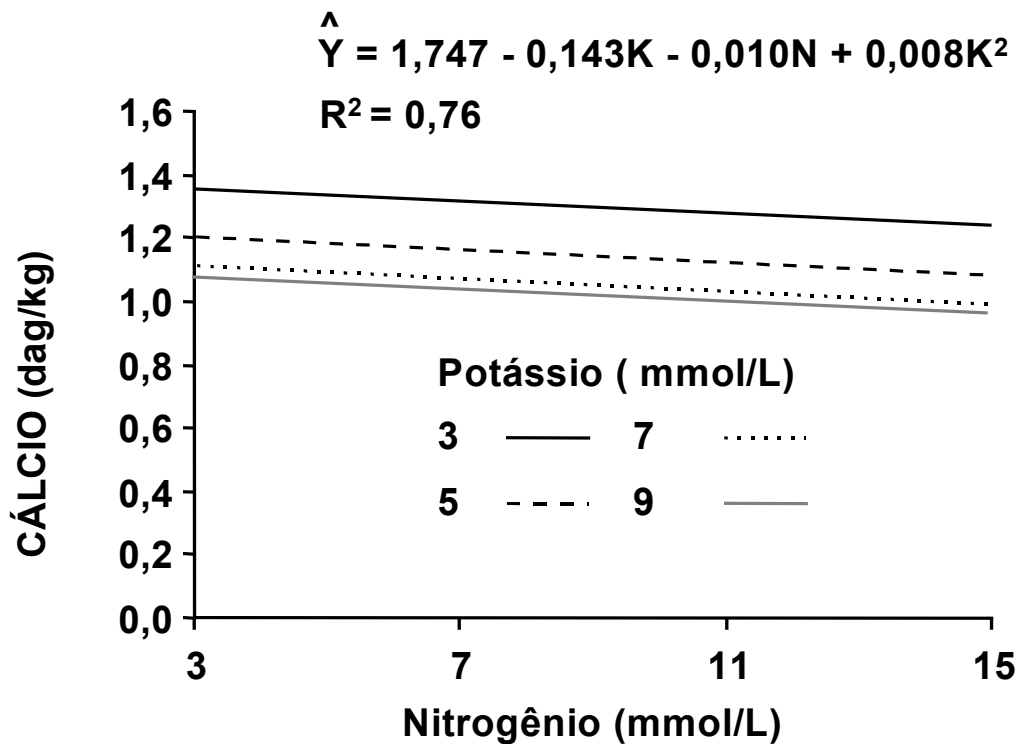


Figura 28 - Teor de cálcio (dag/kg) nas folhas, em função de doses de nitrogênio em cada dose de potássio.

enzimas é extremamente inibida pelo  $Ca^{++}$ , o que explica a alta correlação entre conteúdo de cálcio nos tecidos e sua resistência a doenças fúngicas (MARSCHNER, 1995). De acordo com AGRIOS (1988), esse nutriente reduz a severidade de várias doenças por ser constituinte de parede celular, conferindo resistência à penetração do patógeno. Se a penetração de *C. coffeicola* ocorrer somente via estômatos, conforme observou SIDDIQI (1969), o cálcio pode ser menos importante, entretanto CASTAÑO (1956) comprovou a penetração por estômatos e diretamente através da cutícula, onde o cálcio assume grande importância.

Embora os teores foliares observados (0,96 a 1,36 dag/kg) não possam ser considerados baixos, de acordo com MALAVOLTA (1993) que indica como adequados para plantas adultas teores entre 1,0 a 1,4 dag/kg e RODRIGUES (1997) que encontrou em plantas jovens teores entre 1,1 a 1,9 dag/kg, doses elevadas de potássio e nitrogênio levaram a uma concentração de cálcio no limite inferior abaixo do adequado. Concentrações desta ordem

podem não ser limitantes ao crescimento do cafeeiro, podendo, entretanto, permitir uma maior severidade da mancha de olho pardo.

Na Figura 28, observa-se pequena redução do teor de cálcio com o aumento das doses de nitrogênio. Provavelmente esse comportamento deve-se ao efeito de diluição, uma vez que as plantas responderam ao nitrogênio com o incremento na produção de matéria seca.

#### **4.7.3.2. Cobre**

O teor de cobre ( $\mu\text{g/g}$ ) nas folhas foi significativamente influenciado pelas doses de nitrogênio e de potássio (Quadro 6). Os resultados encontram-se nas Figuras 29, 30 e 31. A Figura 29 representa a superfície de resposta em função de doses de nitrogênio e de potássio, e as Figuras 30 e 31 representam os cortes da superfície de resposta, caracterizando separadamente as doses de um nutriente dentro das diferentes doses do outro.

Na Figura 31 pode-se observar a redução do teor de 5,79 para 1,30  $\mu\text{g/g}$  de cobre nas folhas, com o aumento das doses de potássio. RODRIGUES (1997) encontrou teores variando de 6 a 15  $\mu\text{g/g}$  em plantas com 6,5 meses de idade e considerou-os adequados. Provavelmente, esse foi um dos fatores responsáveis pelo aumento da doença com o aumento das doses de potássio, pois estudos mostram que plantas deficientes em cobre são mais suscetíveis à ocorrência de míldio, possivelmente por inibição da lignificação, redução no metabolismo de fenóis (supressão), acúmulo de carboidratos solúveis e senescência foliar precoce (MARSCHNER,1995). Além disso, o cobre é utilizado como um fungicida eficiente para o controle da mancha de olho pardo, em quantidades superiores à exigência nutricional do cafeeiro (POZZA et al., 1997).

$$\hat{Y} = 11,39 - 0,941K - 1,503N + 0,069N^2 + 0,145KN - 0,007KN^2$$

$$R^2 = 0,73$$

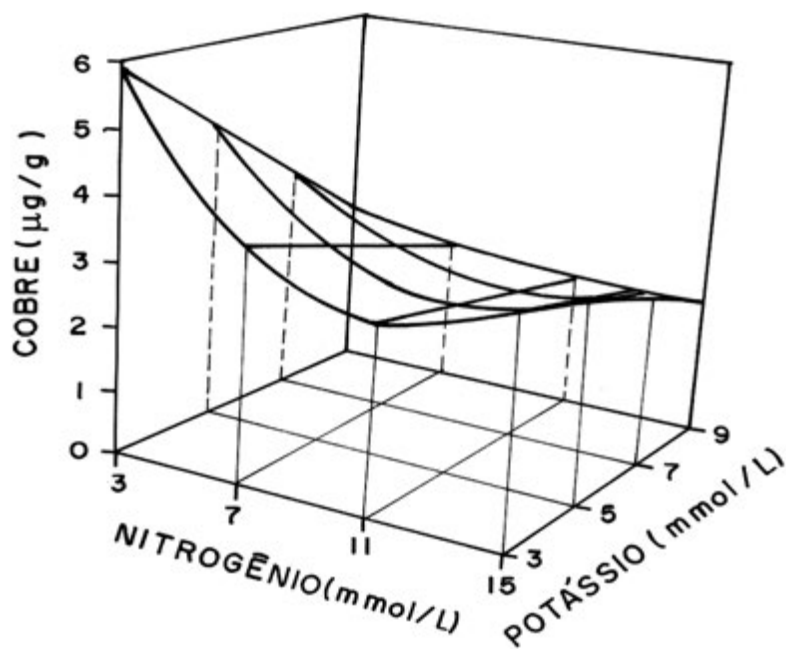


Figura 29 - Teor de cobre ( $\mu\text{g/g}$ ) nas folhas em função de níveis de nitrogênio e potássio em solução nutritiva.

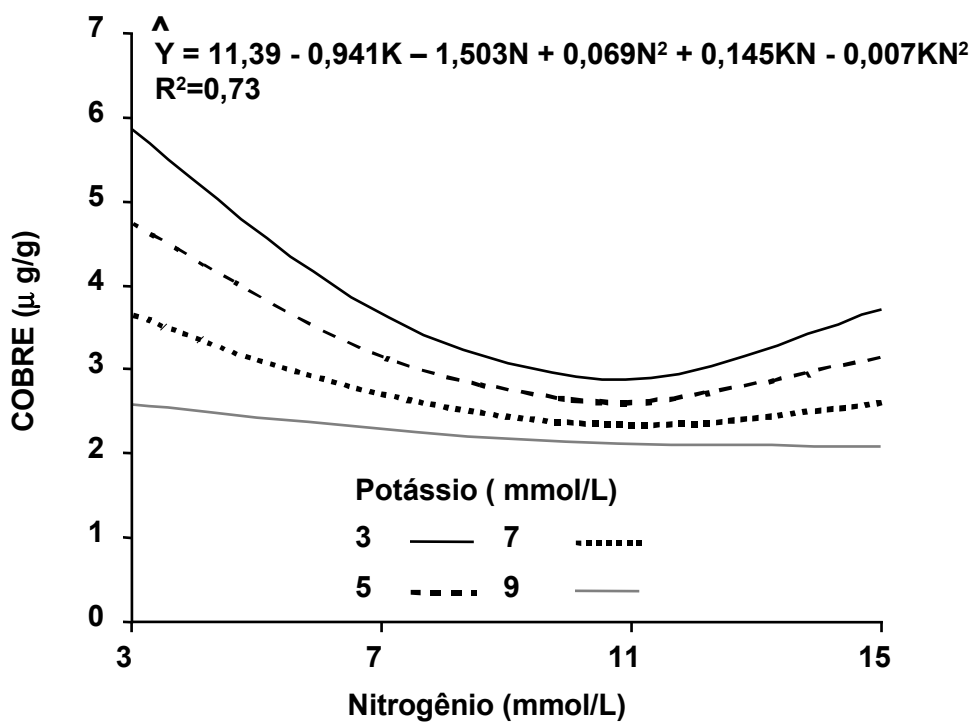


Figura 30 - Teor de cobre ( $\mu\text{g/g}$ ) nas folhas em função de doses de nitrogênio em cada dose de potássio em solução nutritiva.

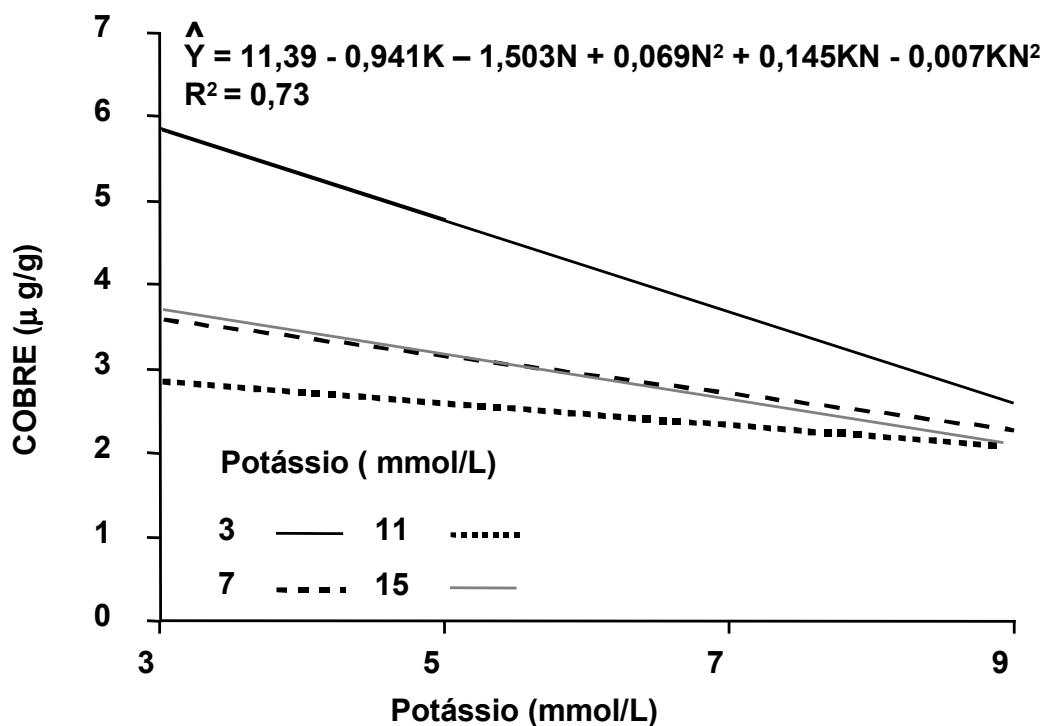


Figura 31 - Teor de cobre ( $\mu\text{g/g}$ ) nas folhas em função de doses de potássio em cada dose de nitrogênio em solução nutritiva.

#### 4.7.3.3. Zinco

O teor de zinco nas folhas foi significativamente influenciado por potássio e não foi afetado por nitrogênio (Quadro 6). A Figura 32 representa a redução linear no teor de zinco com o aumento das doses de potássio, variando de 66,88 a 19,42  $\mu\text{g/g}$ . RODRIGUES (1997) observou teores de 5 a 20  $\mu\text{g/g}$  e considerou-os adequados ao desenvolvimento de cafeeiros com 6,5 meses de idade. As altas concentrações de zinco são devidas provavelmente à presença do elemento como contaminante na areia, apesar da lavagem ácida, no entanto não foram observadas alterações no desenvolvimento da planta nestas concentrações. Observa-se que a acentuada redução no teor foliar de zinco com o aumento do potássio na solução nutritiva ocorreu provavelmente por competição entre cátions e o menor nível de zinco encontra-se na faixa considerada adequada. Há relatos

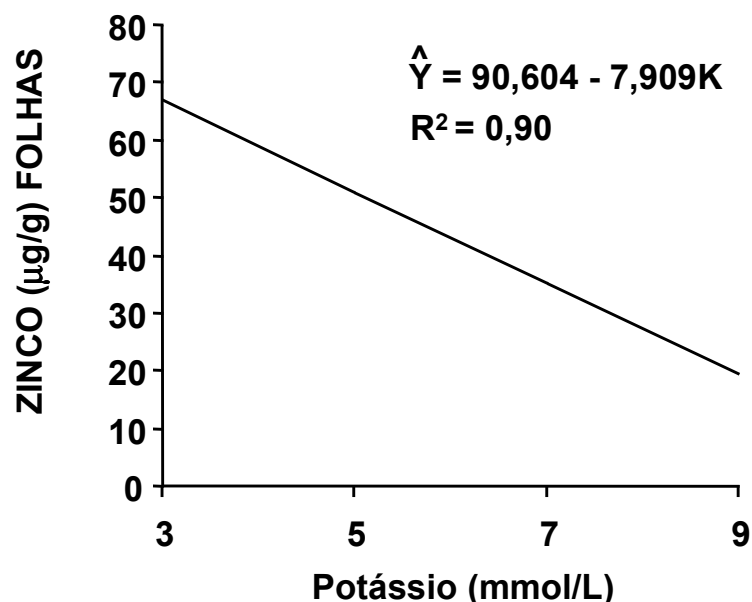


Figura 32 - Teores de zinco (µg/g) nas folhas, em função de doses de potássio (mmol/L) em solução nutritiva.

de que o zinco contribui para a resistência da plantas ao ataque de patógenos. Em algodão, por exemplo, plantas crescendo em solo com aplicação de 100 (µg/g) de zinco mostram resistência a *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*. O papel do zinco neste caso é aumentar o conteúdo de ácido ascórbico e carboidratos das plantas, conferindo desta forma resistência (ZAMBOLIM e VENTURA, 1996). Em seringueira deficiente em zinco, há perda de açúcares para as superfícies radiculares com aumento da infecção por oídio (MARSCHNER, 1995). O mesmo ocorre com a mancha de olho pardo do cafeeiro, porém o modo de ação do zinco para essa, ainda não está completamente esclarecido.

#### 4.7.4. Enxofre

O enxofre não foi significativamente influenciado pelas doses de nitrogênio e de potássio na solução nutritiva (Quadro 6).



## 5. RESUMO E CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho foi avaliar a intensidade da mancha de olho pardo (*Cercospora coffeicola*) do cafeeiro, cultivar Catuaí Vermelho LCH 2077-2-5-44, em função de doses crescentes de nitrogênio e potássio em solução nutritiva circulante.

O experimento foi realizado em viveiro de mudas da Universidade Federal de Viçosa. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com 16 tratamentos, três repetições e duas plantas por parcela, disposto em esquema fatorial 4 X 4, ou seja, quatro doses de potássio (3, 5, 7 e 9 mmol/L) combinadas com quatro doses de nitrogênio (3, 7, 11 e 15 mmol/L). Ao atingirem o estágio de “orelha de onça”, as mudas foram inoculadas com suspensão de conídios de *C. coffeicola*. Foram realizadas sete inoculações quinzenais, entre 06/03/97 a 17/07/97.

Realizaram-se sete avaliações quinzenais no período de 21/04/97 a 11/08/97, determinando-se o número total de folhas, o número de folhas com lesões, o número de lesões totais e o número de lesões por folha, posteriormente, estes dados foram transformados em área abaixo da curva de progresso da doença. Colheram-se as plantas e obtiveram-se número de folhas caídas, desfolha (%), área foliar total e área foliar lesionada. Em seguida, as folhas, as raízes e os caules foram acondicionados separadamente em sacos de papel e secos em estufa por 3 a 4 dias a 70°C,

até atingirem peso constante. Foram analisados os teores foliares de nitrogênio, potássio, fósforo, enxofre, cálcio, magnésio, zinco, cobre, manganês e ferro.

A produção de matéria seca total, a área foliar total e a área abaixo da curva de progresso do número total de folhas não foram influenciadas pelas doses de potássio, mas aumentaram com o aumento das doses de nitrogênio.

A área abaixo da curva de progresso do número de folhas lesionadas, não foi influenciada pela nutrição, indicando que, dentro dos intervalos estudados, as doses de nitrogênio e de potássio não interferiram significativamente na incidência da mancha de olho pardo.

Houve aumento nas áreas abaixo da curva de progresso do total de lesões (TL) e do número de lesões por folha (LPF) com o aumento das doses de potássio e a redução das doses de nitrogênio. Para LPF o menor valor foi obtido com as doses de 11,7 mmol/L de nitrogênio e 3 mmol/L de potássio.

Com o aumento das doses de nitrogênio, houve redução da desfolha (%) e com o aumento das doses de potássio, o incremento da desfolha (%). A menor porcentagem de desfolha foi obtida com as doses de 14,5 mmol/L de nitrogênio e 3 mmol/L de potássio.

Houve tendência de redução da área foliar lesionada (%) até a dose 12,15 mmol/L de nitrogênio e ligeiro aumento após essa dose. A menor porcentagem de área foliar lesionada foi obtida com as doses de 12,15 mmol/L de nitrogênio e 5,78 mmol/L de potássio.

Os teores foliares dos nutrientes fósforo, magnésio, manganês e ferro tiveram pequena redução com o aumento das doses nitrogênio na solução nutritiva, elevando-se a seguir e não foram influenciados pelas doses de potássio. O nitrogênio foliar aumentou linearmente, com o incremento do nitrogênio na solução nutritiva e o potássio foliar aumentou com o incremento do potássio e redução do nitrogênio na solução nutritiva. Os teores de cálcio e cobre reduziram-se com a elevação do potássio e tiveram pequena variação com o aumento das doses de nitrogênio. O teor foliar de zinco reduziu-se linearmente com o incremento de potássio e não foi afetado pelas doses de nitrogênio, porém permaneceu na faixa de concentração considerada

adequada. O enxofre não foi influenciado pelas doses de nitrogênio e potássio estudadas.

Concluiu-se que a nutrição nitrogenada interferiu diretamente na redução da mancha de olho pardo, enquanto a potássica atuou indiretamente na elevação da mancha de olho pardo do cafeeiro, provavelmente por intermédio da redução de outros nutrientes, como o cálcio e cobre.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO CAFÉ. Rio de Janeiro: 107p.1997.
- AGRIOS, G.M. **Plant pathology**. 3.ed. London: Academic Press, 1988. 803p.
- ALMEIDA, S.R. Doenças do cafeeiro. In: RENA, A. B., MALAVOLTA, E., ROCHA, M., YAMADA, T. (Eds.). **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato,1986. p. 391-399.
- BERGER, R. D., HANSON, E. W. Pathogenicity, host-parasite relationship, and morphology of some forage legume cercosporae, factors related to disease development. **Phytopathology**, v. 53, n. 5,p.500-508, 1963.
- BRACCINI, M DO C.L. **Comportamento de nove populações de café quanto à tolerância ao alumínio em solução nutritiva**. Viçosa, MG:UFV, 1995. 92p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- BUIR, R., PAUZER, J., TULLIS, E. C. The interrelationship of nitrogen and other factors affecting the bast disease of rice caused by *Pyricularia oryzae*. **Plant Disease Reporter**, v.43, n. 4, p.477-482, 1959.
- CASTAÑO, J.J. Mancha de hierro del cafeto. **Centro Nacional de Investigaciones de Café**, Chinchiná, v.7, n. 4, p.313-327,1956.
- DEL PELOSO, M.C., FERNANDES, C.D., FILGUEIRAS, A.T. Esporulação de *Cercospora coffeicola* em diferentes meios de cultura. **Fitopatologia Brasileira**. v.14, n. 1, p. 41-44, 1989.

- ECHANDI, E. La Chasparria de los cafetos causada por el hongo *Cercospora coffeicola* Berk. e Cook. **Turrialba**, v. 9, n. 2, p. 54-67, 1959.
- ELAD, Y., KIRSHNER, B. Calcium Reduces *Botrytis cinerea* Damages to plants of *Ruscus hypoglossum*. **Phytoparasitica**, v. 20, n. 4, p. 285-291, 1992.
- FAO-YEARBOOK OF PRODUCTION. Roma: FAO, v. 50, 1997.
- FERNANDES, C.D. **Efeito de fatores do ambiente e da concentração de inóculo sobre a cercosporiose do cafeeiro**. Viçosa, MG:UFV, 1988. 73p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Viçosa, 1988.
- FERNANDEZ-BORRERO, O., LOPEZ-DUQUE, S.I. Fertilizacion de plantulas de café y su relacion com la incidência de la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola* Berk. & Cook.). **Centro Nacional de Investigaciones de Café**, Chinchiná, v.22, n. 4, p.95-107, 1971.
- FERNANDEZ- BORRERO, O., MESTRE, A.M., DUQUE, S.I.L. Efecto de la fertilizacion en la incidência de la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*) en frutos de café. **Centro Nacional de Investigaciones de Café**, Chinchiná v.17, n.1, p. 5-6. 1966.
- FIGUEIREDO, P., HIROCE, R., OLIVEIRA, D.A. Observações preliminares sobre a relação entre a omissão ou excesso de adubo nitrogenado, fosfatado e potássico e níveis de infecção de ferrugem em cafeeiro cultivado em vaso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEIEIRA, 2, Poços de Caldas, 1974. [**Anais...**]. Rio de Janeiro: MAA, PROCAFE, PNFC, [1974]. p.121.
- GALLI, F., CARVALHO, P. C. T. de. Doenças do Cafeeiro - *Coffea arabica* L. In: GALLI, F. ed. **Manual de fitopatologia**; doenças das plantas cultivadas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. v.2, p. 128-40.
- HALEVY, J. Relación existente entre el fertilizante potásico y la hoja - ennegrecimiento del algodón. In: **Revista de la Potasa**, Bern: Instituto Internacional de la Potasa. Sección 23, 1966. p.1-6.
- HOAGLAND, D. R., ARNON, D. I. **The water-culture method for growing plants without soil**. Califórnia: California Agricultural Experimental station, The College of Agriculture. University of California Berkeley, 1950. 32p.
- HORSFALL, J.G., COWLING, E.B. Pathometry: The measurement of plant disease. In: HORSFALL, J.G., COWLING, E.B. (Eds.). **Plant disease: how disease develops in populations**. New York: Academic Press, 1978. v.2, p.119-36.

- HUBER, D.M., WATSON, R.D. Nitrogen form and plant disease. **Annual Review Phytopathology**. v. 12, p. 139-165, 1974.
- HUBER, D.M., ARNY. Interaction of potassium with plant disease. In: MUNSON, R.D. (Ed.). **Potassium in Agriculture**. Madison: American Society of Agronomy, 1985. p.467-488.
- HUBER, D.M. The role of mineral nutrition in defense. In: HORSFALL, J.G., COWLING, E.B. (Eds.). **Plant pathology**: an advanced treatise. New York: Academic Press, 1980, v.5, p.381-406.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ - IBC. **Cultura do café no Brasil**: manual de recomendações. 2.ed. Rio de Janeiro, 1977.312p.
- ISLA, L.H., RODRIGUEZ, C.A., GOMEZ, A.Y.M. Influence of using nitrogen phosphorus - potassium fertilizer on coffee trees in the sun on the incidence of *Cercospora coffeicola*. **Centro Agrícola**, v.11, n. 1, p. 79-86, 1984.
- ISMUNADJE, M. Rice diseases and physiological disorders related to potassium deficiency. In: Fertilizer use and plant health. **Proceedings Colloquium International Potash Institute**, v.12, p.47-60, 1996.
- ITO, M.F., TANAKA, M.A.S., MASCARENHAS, H.A.A. Efeito residual da calagem e da adubação potássica sobre a queima foliar (*Cercospora kikuchii*) da soja. **Summa Phytopathologica**. v.19, n. 1, p.21-23,1993.
- JONES, J.P., ENGELHARD, A.W., WOLTZ, S.S. Management of *Fusarium* wilt of vegetables and ornamentals by macro and microelement nutrition. In: Engelhard, A.W. **Management of disease with macro and microelements**. St. Paul: APS Press, 1990. p.18-32.
- LOPEZ-DUQUE, S., FERNANDEZ-BORRERO, O. Epidemiologia de la mancha de hierro del cafeto (*Cercospora coffeicola*, Berk. & Cook.). **Centro Nacional de Investigações de Café**, Chinchina, v. 20, n. 1, p.3-19, 1969.
- MALAVOLTA, E., HAAG, H.P., MELLO, F.A.P. Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. São Paulo: Pioneira, 1974. 727 p.
- MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação do cafeeiro**: colheitas máximas econômicas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1993. 210 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2ªed. New York: Academic Press, 1995. 889 p.
- MASCARENHAS, H.A.A., ITO, M.F., TANAKA, M.A. de S. Efeito da adubação potássica no cancro da haste da soja. **Summa Phytopathologica**, v.23, n.3/4, p.217-221, 1997.

- MATIELLO, J.B., ALMEIDA, S.R. Controle associado de doenças do cafeeiro. **Correio Agrícola**, São Paulo, v.2, 1997. p.25-27.
- MATIELLO, J.B.; CARVALHO, F. Pesquisa cafeeira, contribuição marcante para o desenvolvimento da cafeicultura. In: MALAVOLTA, E., YAMADA, T., GUIDOLIN, J.A. (Eds.) **Nutrição e adubação do cafeeiro**. Piracicaba: Instituto da Potassa e do Fosfato, 1983. p.1-8.
- MATTHEE, F.N., DAINES, R.H. The influence of nutrition on susceptibility of peach foliage to water congestion and infection by *Xanthomonas pruni*. **Phytopathology**, v. 59, n. 3, p. 285-287, 1969.
- MIGUEL, A.E., MANSK, Z., MATIELLO, J.B. Efeito de fungicidas no controle de *Cercospora coffeicola* em frutos de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEEIRA, 3, Curitiba, 1975. [Anais...]. Rio de Janeiro: MAA, PROCAFE, PNFC, [1975]. p.18-21.
- MIGUEL, A.E., MATIELLO, J.B., MANSK, Z. Efeito associado da nutrição e pulverização com fungicidas no controle da cercosporiose em frutos do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEEIRA, 4, Caxambu, 1976. [Anais...]. Rio de Janeiro: MAA, PROCAFE, PNFC, [1976] p.91-94.
- MIGUEL, A.E., MATIELLO, J.B., DOS REIS, G.N. Avaliação comparativa de novos fungicidas no controle da cercosporiose (*Cercospora coffeicola* Berk. & Cooke) em mudas de café (*Coffea arabica* L. cv. Catuaí). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEEIRA, 15, Maringá, 1988. [Anais...]. Rio de Janeiro: MAA, PROCAFE, PNFC, [1988]. p.74-75.
- MIGUEL, A.E., PAIVA, J.E.P. **Relatório de viagem de cooperação técnica a El Salvador, Costa Rica e Colômbia**. Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1977. 45p.
- NATARAJ, T., SUBRAMANIAN, S. Effect of shade and exposure on the incidence of brown eye spot of coffee. **Indian Coffee**, v. 39, n. 7/8, p. 179-180, 1975.
- PAINTER, R.H. **Insect resistance in crop plants**. New York: Mac Millan, 1968. 520p.
- PAULINO, A.J., ANDRADE, I.P.R., MATIELLO, J.B. Efeito de diversos fungicidas no controle da cercosporiose em mudas de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEEIRA, 4, Caxambu, 1976. [Anais...]. Rio de Janeiro: MAA, PROCAFE, PNFC, [1976]. p.84-86.
- POZZA, A.A.A., ZAMBOLIM, L., POZZA, E.A. Controle químico da mancha de olho pardo (*Cercospora coffeicola*) do cafeeiro em condições de viveiro. **Fitopatologia brasileira**. v.22, n. 4, p.543-545, 1997.

- REIS, G.N. dos, MIGUEL, A.E., MATIELLO, J.B. Níveis de adubação em presença e ausência de fungicida cúprico no controle à cercosporiose (*Cercospora coffeicola*, Berk. & Cooke) do cafeeiro na região cafeeira da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEEIRA, 10, Poços de Caldas, 1983. [**Anais...**]. Rio de Janeiro: MAA, PROCAFE, PNFC, [1983] . p.101-102.
- RODRIGUES, L.A. **crecimento e composição mineral na arte aérea e nas raízes de duas variedades de café em resposta à calagem na subsuperfície do solo**. Viçosa, MG: UFV, 1997. 89p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- RODRIGUEZ, R.A., SALAZAR, C.A.S. Emulsiones de cobre en el combate de las chasparria de los cafetos. San José: Costa Rica **Ministério de Agricultura y Ganaderia**, 1970.
- SALAZAR-ARIAS, N. Respuesta de plantulas de cafe a la fertilizacion con nitrogeno, fosforo y potasio. **Centro Nacional de Investigaciones de Café**, Chinchina, v. 28, n. 2, p. 61-66, 1977.
- SIDDIQI, M.A. Incidence, development and symptoms of *Cercospora* disease of coffee in Malawi. **Transactions of the British Mycological Society**. v. 54, n. 3, p. 415-421, 1969.
- SIJ, J.W., TURNER, F.T., WHITNEY, N.G. Suppression of anthracnose on soybeans with potassium fertilizer and benomyl. **Better Crops With Plant Food**, v.77, n.1, p.12-13, 1993.
- SILVA-ACUÑA, R., ZAMBOLIM, L., GONZALEZ-MOLINA, E. del C. Controle da ferrugem em cafeeiros sombreados com formulações de triadimenol combinados com oxiclreto de cobre na Venezuela. **Summa Phytopathologica**, v.19, n. 3/4, p. 189-194, 1993.
- SILVA, O.A., SILVEIRA, C.A. Avaliação da eficiência de fungicidas sistêmicos com a adição de adjuvantes no controle de *Cercospora coffeicola* (Berk. & Cook.) em cafeeiros na região do Alto Paranaíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEEIRA, 20, Guarapari, 1994. [**Anais...**]. Rio de Janeiro: MAA, PROCAFE, PNFC, [1994]. p.11-12.
- TASSO, L.K. Ação do ambiente sobre doenças de plantas. In: GALLI, F. **Manual de fitopatologia**. 2.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1978. v.1, p.215-225.
- VALÊNCIA, C.A. Estudio de la defoliacion causada por *Cercospora coffeicola* en el cafeto. **Centro Nacional de Investigaciones de Café**, Chinchina, v.21, n.3, p. 105-114, 1970.



- VIANA, A.S., GARCIA, A.W.R., CORRÊA, J.B. Estudo de níveis e relações N/K na formação de cafeeiros em solo LE-III. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEIEIRA, 13, São Lourenço, 1986. [**Anais...**]. Rio de Janeiro: MAA, PROCAFE, PNFC, [1986]. p. 68-71.
- VOLPIN, H., ELAD, Y. Influence of calcium nutrition on susceptibility of rose flowers to gray mold. **Phytopathology**. v.81, n. 1, p. 1390-1394, 1991.
- YUNIS, H., ELAD, Y., PRESSMAN, E. Calcium enrichment of fertilizer to reduce gray mold of greenhouse-grown eggplant, pepper and cucumber. **Phytoparasitica** v.19, p.246, 1991. (abstract)
- ZAMBOLIM, L., DEL PELOSO, M.C., CHAVES, G.M. Principais doenças do cafeeiro. **Informe Agropecuário**,v.11, n.131, p. 64-75, 1985.
- ZAMBOLIM, L., VENTURA, J.A. Resistência a doenças induzidas pela nutrição das plantas. Piracicaba: **POTAFOS**, 1996. 16p. (Encarte Técnico. Informações Agronômicas, 75)
- ZAMBOLIM, L., VENTURA, J.A. Resistência induzida pela nutrição de plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v.1, p. 275-318, 1993.

## **APÉNDICE**

## APÊNDICE

Quadro 1A - Médias de produção da matéria das folhas secas (MFS), matéria do caule seco (MCS), matéria das raízes secas (MRS), matéria da parte aérea seca (MPAS) e matéria total seca (MTS), em função das doses de nitrogênio e potássio em solução nutritiva

K	N	MFS	MCS	MRS	MPAS	MTS
-----mmol/L-----		-----g/vaso-----				
3	3	1,151	0,433	0,710	1,585	2,295
3	7	1,992	0,541	0,723	2,533	3,257
3	11	2,365	0,631	0,873	2,996	3,869
3	15	3,176	0,917	1,035	4,093	5,127
5	3	0,869	0,396	0,639	1,265	1,904
5	7	2,129	0,676	0,732	2,805	3,537
5	11	2,833	0,801	1,041	3,633	4,674
5	15	2,818	0,782	0,959	3,600	4,559
7	3	1,106	0,416	0,653	1,522	2,175
7	7	1,863	0,652	0,872	2,515	3,387
7	11	2,601	0,657	0,872	3,258	4,129
7	15	2,919	0,934	1,116	3,852	4,969
9	3	1,213	0,505	0,729	1,718	2,447
9	7	1,805	0,614	0,810	2,419	3,299
9	11	2,729	0,814	0,956	3,540	4,499
9	15	3,067	1,000	1,212	4,067	5,279
3	.	2,171	0,630	0,835	2,802	3,637
5	.	2,162	0,664	0,843	2,826	3,668
7	.	2,122	0,665	0,878	2,787	3,665
9	.	2,203	0,733	0,927	2,936	3,881
.	3	1,085	0,437	0,683	1,522	2,205
.	7	1,947	0,621	0,784	2,568	3,370
.	11	2,632	0,726	0,935	3,357	4,293
.	15	2,995	0,908	1,080	3,903	4,983

Quadro 2A - Médias das áreas abaixo da curva de progresso (AACP) do número de folhas lesionadas (FL), número total de folhas (TF), número total de lesões (TL) e número de lesões de *Cercospora coffeicola* por folha (LPF), em função das doses de nitrogênio e potássio em solução nutritiva

K	N	FL	TF	TL	LPF
-----mmol/L -----					
3	3	505,00	931,25	2262,50	366,02
3	7	525,00	945,00	2525,00	385,97
3	11	585,00	1083,75	2155,00	268,67
3	15	495,00	1072,50	1661,25	258,97
5	3	553,75	872,50	3231,25	484,65
5	7	558,75	1008,75	2298,75	321,67
5	11	583,75	1038,75	2193,75	301,92
5	15	550,00	1393,75	2051,25	287,82
7	3	537,50	917,50	2790,00	410,16
7	7	586,25	1005,00	2636,50	358,95
7	11	482,50	1057,50	1938,75	338,85
7	15	571,25	1066,25	2407,50	349,29
9	3	516,25	912,50	3067,50	507,57
9	7	590,00	1016,25	3020,00	405,16
9	11	510,00	1042,50	2258,75	355,49
9	15	571,25	1066,25	3281,25	482,09
3	.	527,50	1008,12	2115,94	319,91
5	.	561,56	1078,44	2443,75	349,01
7	.	544,37	1011,56	2443,19	364,31
9	.	546,87	1009,37	2906,87	437,58
.	3	528,12	908,44	2837,81	442,10
.	7	565,00	993,75	2620,06	367,94
.	11	540,31	1055,62	2136,56	316,54
.	15	546,87	1149,69	2350,31	344,54

Quadro 3A - Número de folhas caídas (NFC) e porcentagem de desfolha (%DESFOLHA), em função da severidade de *Cercospora coffeicola* e de doses de nitrogênio e potássio em solução nutritiva

N	K	NND	% DESFOLHA
-----mmol/L-----			
3	3	5,67	36,25
3	7	3,83	23,96
3	11	3,67	22,92
3	15	2,50	15,62
5	3	7,50	47,71
5	7	3,17	19,79
5	11	4,33	27,08
5	15	3,67	18,44
7	3	6,50	43,32
7	7	6,67	40,80
7	11	4,17	26,04
7	15	4,33	27,08
9	3	8,33	52,08
9	7	5,83	36,46
9	11	4,00	25,00
9	15	4,00	25,00
3	.	3,92	24,69
5	.	4,67	28,25
7	.	5,42	34,31
9	.	8,04	34,63
.	3	9,50	44,84
.	7	4,87	30,25
.	11	4,04	25,26
.	15	3,62	21,54

Quadro 4A - Médias da área foliar total (AFT), área foliar lesionada (AFL) e a porcentagem de área foliar lesionada (%AFL), em função da severidade *Cercospora coffeicola* e de doses de nitrogênio e potássio em solução nutritiva

K	N	AFT	AFL	%AFL
-----mmol/L-----		-----cm <sup>2</sup> -----		
3	3	157,44	2,77	1,68
3	7	257,81	2,30	0,90
3	11	301,45	2,82	0,96
3	15	369,62	1,31	0,35
5	3	128,94	5,20	4,28
5	7	263,60	3,06	1,16
5	11	306,27	1,95	0,66
5	15	332,30	1,60	0,47
7	3	154,48	3,50	2,26
7	7	236,48	3,08	1,53
7	11	299,41	1,63	0,54
7	15	379,92	2,24	0,64
9	3	137,59	1,64	1,19
9	7	230,58	4,56	1,96
9	11	309,94	1,73	0,55
9	15	337,40	1,72	0,52
3	.	271,58	2,30	0,97
5	.	257,78	2,95	1,64
7	.	267,58	2,61	1,24
9	.	253,88	2,41	1,06
.	3	144,62	3,28	2,36
.	7	247,12	3,25	1,39
.	11	304,27	2,03	0,68
.	15	354,81	1,71	0,49

Quadro 5A - Médias dos teores dos nutrientes nas folhas, em função de doses crescentes de nitrogênio e potássio em solução nutritiva

K	N	S	-----%					-----µg/g				
			P	N	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Fe	Cu	
3	3	0,140	0,281	3,072	2,673	1,300	0,333	81,12	398,46	147,13	6,39	
3	7	0,150	0,262	3,277	2,652	1,418	0,308	65,79	302,75	121,37	2,61	
3	11	0,146	0,232	3,300	2,262	1,178	0,278	81,21	418,92	127,80	4,31	
3	15	0,143	0,254	3,260	2,036	1,277	0,278	55,46	495,16	132,66	3,86	
5	3	0,143	0,273	2,976	3,084	1,284	0,316	43,54	368,33	214,69	5,06	
5	7	0,151	0,251	3,065	2,714	1,180	0,276	32,58	362,21	153,72	3,12	
5	11	0,144	0,259	3,390	2,334	1,161	0,285	47,79	422,62	139,45	2,28	
5	15	0,144	0,265	3,330	2,169	1,043	0,268	43,79	445,58	128,04	2,45	
7	3	0,143	0,314	2,932	3,063	1,104	0,318	55,71	380,58	158,40	2,41	
7	7	0,145	0,247	3,207	3,012	1,025	0,277	48,66	332,75	104,14	2,31	
7	11	0,148	0,246	3,121	2,426	0,998	0,257	40,71	488,62	117,17	2,46	
7	15	0,152	0,255	3,138	2,334	1,008	0,265	20,79	459,32	120,71	2,46	
9	3	0,148	0,299	2,994	3,238	1,128	0,330	15,83	463,46	178,97	3,16	
9	7	0,150	0,267	3,158	3,063	1,008	0,278	15,50	385,12	109,25	2,50	
9	11	0,140	0,230	3,085	2,611	0,913	0,251	12,29	414,29	118,74	2,29	
9	15	0,154	0,255	3,283	2,519	1,093	0,281	29,67	556,37	137,38	2,44	
	3	0,143	0,292	2,994	3,014	1,205	0,324	49,05	402,71	174,80	4,25	
	7	0,149	0,257	3,177	2,860	1,158	0,285	40,63	345,71	122,12	2,63	
	11	0,144	0,242	3,224	2,408	1,062	0,268	45,50	436,11	125,79	2,83	
	15	0,148	0,257	3,253	2,265	1,105	0,273	37,43	489,11	129,70	2,80	
3		0,145	0,257	3,230	2,406	1,295	0,299	70,89	403,82	132,24	4,29	
5		0,145	0,262	3,190	2,575	1,167	0,286	61,50	396,29	149,13	3,96	
7		0,147	0,266	3,100	2,709	1,033	0,279	53,20	411,15	157,22	4,09	
9		0,148	0,263	3,130	2,860	1,035	0,285	44,84	412,08	160,13	3,58	

Quadro 6A - Médias do conteúdo de nutrientes nas folhas, em função de doses crescentes de nitrogênio e de potássio em solução nutritiva

K	N	cS	cP	-----mg-----				-----µg-----			
				cN	cK	cCa	cMg	cZn	cMn	cFe	cCu
3	3	1,612	3,239	35,373	30,775	15,029	3,830	0,925	4,618	1,693	0,074
3	7	3,015	5,220	65,295	52,843	28,258	6,130	1,317	6,026	2,426	0,052
3	11	3,461	5,487	78,064	53,504	27,864	6,576	1,915	9,888	3,021	0,102
3	15	4,541	8,066	103,527	64,667	40,553	8,828	1,674	15,872	4,183	0,120
5	3	1,240	2,372	25,864	26,800	11,158	2,746	0,381	3,110	1,796	0,044
5	7	3,208	5,337	65,254	57,781	25,129	5,869	0,711	7,663	3,253	0,065
5	11	4,070	7,346	96,018	66,124	32,878	8,064	1,351	11,960	3,929	0,063
5	15	4,058	7,459	93,841	61,139	29,386	7,553	1,253	12,489	3,603	0,069
7	3	1,582	3,473	32,432	33,880	12,214	3,513	0,609	4,215	1,755	0,026
7	7	2,707	4,601	59,742	56,103	19,086	5,166	0,944	6,077	1,936	0,043
7	11	3,849	6,427	81,186	63,109	25,949	6,685	1,065	12,727	3,027	0,064
7	15	4,446	7,452	91,597	68,122	29,410	7,734	0,595	13,361	3,560	0,071
9	3	1,799	3,622	36,303	39,266	13,683	4,002	0,197	5,211	1,841	0,034
9	7	2,701	4,825	57,002	55,293	18,200	5,024	0,282	7,030	1,197	0,044
9	11	3,811	6,286	84,199	71,263	24,907	6,859	0,335	11,455	3,218	0,063
9	15	4,723	7,810	100,689	77,249	33,529	8,627	0,943	16,889	4,204	0,074
	3	1,557	3,165	32,474	32,701	13,077	3,515	0,528	4,288	1,771	0,044
	7	2,906	4,999	61,862	55,699	22,547	5,545	0,813	6,699	2,397	0,051
	11	3,801	6,369	84,860	63,392	27,958	7,047	1,166	11,507	3,299	0,073
	15	4,442	7,702	97,417	67,823	33,098	8,178	1,116	14,652	3,887	0,084
3		3,152	5,587	70,074	52,236	28,109	6,494	1,458	9,101	2,831	0,087
5		3,141	5,663	68,980	55,687	25,232	6,186	1,322	8,724	2,856	0,079
7		3,123	5,638	65,781	57,485	21,933	5,926	1,170	9,133	3,063	0,083
9		3,259	5,789	68,966	62,969	22,819	6,285	1,029	9,651	3,290	0,073



Quadro 7A - Resumo da análise de variância (quadrados médios) do conteúdo (mg) de enxofre (cS); fósforo (cP); nitrogênio (cN); potássio (cK); cálcio (cCa); magnésio (cMg); zinco (cZn); manganês (cMn); ferro (cFe) e cobre (cCu), em folhas de café submetidas a doses crescentes de nitrogênio e potássio em solução nutritiva

FV	GL	cS	cP	cN	cK	cCa	cMg	cZn	cMn	cFe	cCu
Rep	2	0,11 <sup>ns</sup>	0,55 <sup>ns</sup>	86,30 <sup>ns</sup>	124,00 <sup>ns</sup>	5,01 <sup>ns</sup>	0,49 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,005 <sup>ns</sup>	0,088 <sup>ns</sup>	0,27e <sup>-5 ns</sup>
K	3	0,04 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	57,20 <sup>ns</sup>	229,00 <sup>**</sup>	91,50 <sup>*</sup>	0,58 <sup>ns</sup>	0,021 <sup>**</sup>	0,042 <sup>ns</sup>	0,072 <sup>ns</sup>	1,14e <sup>-5 *</sup>
lin.	1	0,05 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	38,50 <sup>ns</sup>	656,00 <sup>**</sup>	215,00 <sup>**</sup>	0,45 <sup>ns</sup>	0,061 <sup>**</sup>	0,071 <sup>ns</sup>	0,094 <sup>ns</sup>	2,41e <sup>-5 **</sup>
qua.	1	0,05 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	35,10 <sup>ns</sup>	25,30 <sup>ns</sup>	52,30 <sup>ns</sup>	1,10 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,055 <sup>ns</sup>	0,114 <sup>ns</sup>	1,00e <sup>-5 ns</sup>
N	3	18,70 <sup>**</sup>	44,60 <sup>**</sup>	9780,00 <sup>**</sup>	2910,00 <sup>**</sup>	907,00 <sup>**</sup>	49,70 <sup>**</sup>	0,011 <sup>**</sup>	2,610 <sup>**</sup>	0,369 <sup>*</sup>	4,64e <sup>-5 **</sup>
lin.	1	54,50 <sup>**</sup>	133,00 <sup>**</sup>	28400,00 <sup>**</sup>	7690,00 <sup>**</sup>	2650,00 <sup>**</sup>	146,00 <sup>**</sup>	0,027 <sup>**</sup>	7,730 <sup>**</sup>	0,995 <sup>**</sup>	13,00e <sup>-5 **</sup>
qua.	1	1,54 <sup>**</sup>	0,87 <sup>ns</sup>	884,00 <sup>*</sup>	1060,00 <sup>**</sup>	60,00 <sup>ns</sup>	2,73 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>	0,016 <sup>ns</sup>	0,103 <sup>ns</sup>	0,65e <sup>-5 ns</sup>
K*N	9	0,25 <sup>ns</sup>	1,09 <sup>ns</sup>	126,00 <sup>ns</sup>	57,90 <sup>ns</sup>	35,60 <sup>ns</sup>	1,23 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>	0,057 <sup>ns</sup>	0,108 <sup>ns</sup>	0,40e <sup>-5 ns</sup>
K*NI	1	0,00 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	4,00 <sup>ns</sup>	49,00 <sup>ns</sup>	10,00 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>
KqNI	1	0,00 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>	9,00 <sup>ns</sup>	18,00 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>
KINq	1	0,00 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	26,00 <sup>ns</sup>	18,00 <sup>ns</sup>	26,00 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>
KqNq	1	0,00 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	466,00 <sup>ns</sup>	186,00 <sup>ns</sup>	107,00 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>
Desvio	7	0,20 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	108,00 <sup>ns</sup>	48,30 <sup>ns</sup>	25,80	0,86 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,070 <sup>ns</sup>	0,185 <sup>ns</sup>	0,30e <sup>-5 ns</sup>
Resíduo	30	0,21	0,88	153,00	73,00	26,10	1,45	0,002	0,044	0,094	0,29e <sup>-5</sup>
C.V.(%)		14,57	16,85	17,90	15,61	21,00	19,81	54,260	22,530	92,610	29,10

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

\*\* significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

ns não-significativo.