



Relação nitrogênio/potássio com mancha de Phoma e nutrição de mudas de cafeeiro em solução nutritiva

Luciana M. de Lima¹, Edson A. Pozza¹, Henrique N. Torres¹, Adélia A.A. Pozza², Mirian Salgado¹ & Ludwig H. Pfenning¹

¹Departamento de Fitopatologia; ²Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras, 37200-000, Lavras, MG, Brasil

Autor para Correspondência: Edson A. Pozza, e-mail: eapozza@dfp.ufla.br

RESUMO

Este trabalho foi realizado com os objetivos de avaliar a influência de diferentes doses de nitrogênio (N) e de potássio (K), fornecidos via solução nutritiva, na intensidade da mancha de Phoma e determinar a quantidade de matéria seca e a concentração de macro e micronutrientes em folhas e ramos de mudas do cafeeiro. Os tratamentos consistiram em 5 doses de K (4, 5, 6, 7 e 8 mmol/L) combinadas com 5 doses de N (3, 7, 11, 15 e 19 mmol/L) em esquema fatorial, constituindo 25 tratamentos, com 3 repetições. Esse experimento foi repetido três vezes a 20°C. Com o aumento das doses de N, houve aumento linear em 34,8%, para AACPI (Área abaixo da curva de progresso da incidência) e 34,3%, para AACPS (Área abaixo da curva de progresso da severidade). Aumentando as doses de K, verificou-se redução de forma quadrática, tanto para AACPI quanto para AACPS até a dose de 7 mmol/L, a partir da qual ocorreu aumento da doença. A matéria seca das mudas de café aumentou linearmente com o aumento das doses de N. Com o aumento das doses de N, observou-se aumento de N na parte aérea. As doses de potássio influenciaram significativamente os teores de N, K, Ca, S e B nas folhas e ramos. Assim, a nutrição balanceada, além de minimizar alterações nutricionais, pode ser manipulada para reduzir o número de pulverizações com fungicidas neste patossistema.

Palavras-chave: *Coffea arabica*, *Phoma tarda*, nutrição, café.

ABSTRACT

Relationship between nitrogen/potassium with Phoma spot and nutrition of coffee seedlings cultivated in nutrient solution

This work was carried out to evaluate different dosages of N and K amended through roots via nutrient solution on the intensity of Phoma spot in coffee seedlings, and to determine the dry matter and the concentration of macro and micronutrients in the aerial part of coffee seedlings inoculated with *Phoma tarda*. Treatments encompassed 5 dosages of K (4, 5, 6, 7 and 8 mmol/L) combined to 5 dosages of N (3, 7, 11, 15 and 19 mmol/L), in 25 treatments and three replicates. This assay was repeated three times at 20°C. By increasing the amended N, there was a linear increase of 34.8% for AUIPC (Area under incidence progress curve) and 34.3% for AUSPC (Area under severity progress curve). By increasing the K, there was a square-shaped reduction for both AUIPC and AUSPC. The dry matter of coffee seedlings increased linearly with the increase in the amended N. By increasing the amended N, a corresponding increase in shoot N content was observed. Dosages of potassium significantly influenced the N, K, Ca, S and B contents in the shoot of coffee seedlings. Thus, balanced fertilization, besides minimizing nutritional problems, can be manipulated to reduce the number of fungicide applications in this pathosystem.

Key words: *Coffea arabica*, *Phoma tarda*, nutrition, coffee tree.

INTRODUÇÃO

A mancha de Phoma, cujo agente etiológico é *Phoma tarda* (R.B. Stewart) H. Verm. é uma das mais importantes doenças fúngicas do cafeeiro, pois ocorre desde a fase de formação de mudas no viveiro até a produção da cultura. Os danos dessa doença são severos sob temperaturas baixas, próximas de 20°C, umidade alta e ventos fortes, principalmente em regiões com altitude superiores a 900m (Carvalho & Chalfoun, 1998; Chalfoun & Carvalho, 2008),

com perdas de 15 a 43% na produção (Almeida & Matiello, 1989). Como várias regiões produtoras de café estão nessas condições, é necessário o controle da doença, sendo os métodos mais utilizados o químico e o cultural. Além do uso de fungicidas para o controle da mancha de Phoma é recomendada a escolha adequada do local de implantação da lavoura, a formação planejada de quebra ventos e a nutrição equilibrada da cultura.

A integração desses métodos, com ênfase na nutrição equilibrada, pode contribuir para reduzir a severidade da doença e diminuir o número de pulverizações com fungicidas. De acordo com Marschner (1995), a resistência das plantas a determinados patógenos é influenciada por fatores ambientais. Entre esses, o estado nutricional das

Parte de Tese de Doutorado do primeiro autor. Universidade Federal de Lavras, Lavras MG. 2009.

plantas pode ser manipulado visando otimizar o controle de doenças. Na literatura, existem relatos da fertilização com macro e micronutrientes na redução da intensidade de doenças em diversas culturas, tais como cercosporiose em cafeeiro (Pozza et al., 2001; Gárcia Júnior et al., 2003), antracnose em morangueiro (Tanaka et al., 2002), Phoma em brássicas (Sochting & Verret, 2004), declínio em videira (Rolshausen & Gubler, 2005) e mancha-amarela em trigo (Simoglou & Dordas, 2006).

No caso específico do cafeeiro, desequilíbrios nutricionais de nitrogênio/potássio (N/K) predispõem as plantas à infecção por *Cercospora coffeicola*. Foi observado aumento na produção de matéria seca, redução de 20,7% na área abaixo da curva de progresso do número de lesões/folha e alterações no estado nutricional das mudas de cafeeiro com aumento das doses de N na solução nutritiva (Pozza et al., 2001). Porém, informações correlacionando nutrição com a mancha de Phoma do cafeeiro são escassas.

O estudo da relação nutrição e doenças é complexo devido à dificuldade em isolar todos os fatores. Assim, o cultivo de mudas de café em solução nutritiva permite isolar o efeito dos nutrientes, possibilitando o estudo da relação entre nutrição e intensidade da doença. Este trabalho foi realizado com os objetivos de: i. avaliar a influência de diferentes doses de N/K, fornecidos via raiz em solução nutritiva, na intensidade da mancha de Phoma em mudas de cafeeiro; ii. determinar a quantidade de matéria seca e a concentração de macro e micronutrientes na parte aérea dessas mudas de café.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi repetido três vezes, para averiguar possível variabilidade entre os mesmos. Em todos os experimentos, o isolado, a cultivar, assim como toda a metodologia, foram idênticos. O delineamento experimental, de cada experimento, foi em blocos casualizados, com 25 tratamentos e 3 repetições, com 2 plantas por unidade experimental. Os tratamentos consistiram de 5 doses de N (3, 7, 11, 15 e 19 mmol/L) combinadas com 5 doses de K (4, 5, 6, 7 e 8 mmol/L) em esquema fatorial. Os experimentos foram instalados e conduzidos, sob condições controladas, em câmara de crescimento, a 20°C, no Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras, no período de janeiro a outubro de 2008. Todos os experimentos foram conduzidos com plantas em solução nutritiva.

Sementes da cultivar Catuaí Amarelo IAC 62 foram lavadas em água de torneira por 3 horas, desinfestadas com álcool 50% por 50 segundos e em hipoclorito de sódio 1% por 1 minuto e enxaguadas em água destilada esterilizada. Após esses procedimentos, as sementes foram semeadas em bandejas de plástico, com 0,15 m de altura e dimensões de 0,50 x 0,35 m, contendo substrato Plantmax. Após emissão do par de folhas cotiledonares, as mudas foram regadas com solução básica de Hoagland (Hoagland & Arnon, 1950), a 20% da força iônica.

A adubação, com a solução básica de Hoagland, foi repetida a cada dez dias, até as mudas emitirem o primeiro par de folhas definitivas. Aos noventa dias após a semeadura, as mudas foram transferidas para bandejas com capacidade de dez litros contendo solução básica de Hoagland, a 20% da força iônica, sob aeração contínua, realizada por um conjunto compressor, kitasato e mangueiras. Em cada bandeja foram distribuídas 30 mudas. As mudas permaneceram por quinze dias nessa solução de adaptação a 20% da força iônica e foram transferidas para outra bandeja com solução de adaptação a 50%, em que permaneceram por mais quinze dias.

Após esse período, as mudas foram selecionadas de acordo com a uniformidade de tamanho e transferidas para recipientes de plástico com capacidade de três litros, contendo a solução de Hoagland completa com os tratamentos especificados anteriormente. As soluções nutritivas foram calculadas a partir da solução de Hoagland (Hoagland & Arnon, 1950) e as doses de N e K foram balanceadas utilizando-se como fontes de macronutrientes: NH_4NO_3 ; $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; KNO_3 ; KCl ; KH_2PO_4 ; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ e $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Para micronutrientes adicionou-se em todos os tratamentos 1ml/L da solução estoque composta por: H_3BO_3 (2,8 mg/L); $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (0,22 mg/L); $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (3 mg/L); $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (0,08 mg/L); $\text{H}_2\text{MoO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (0,02 mg/L) e 1ml/L de Solução Fe-EDTA. A aeração da solução nutritiva foi realizada de forma contínua por compressor de ar conectado aos recipientes por mangueiras. O pH da solução foi monitorado semanalmente, mantido entre 5,0 e 5,5, com a adição de HCl 0,1 mol/L ou NaOH 0,1 mol/L. Quando necessário, o volume dos vasos foi completado com água destilada. A depleção do N e K foi medida utilizando o Cardy Nitrate® e Cardy Potassium®, respectivamente. Instrumentos, utilizados 'in loco', para avaliar o N e o K em solução nutritiva. Após essa avaliação, quando necessário, a troca dessa solução foi realizada nos diferentes tratamentos, quando a depleção atingiu 70% da concentração inicial. Para a inoculação foi utilizado o isolado CML 716 de *Phoma tarda* da Coleção Micológica de Lavras. O inóculo foi obtido a partir de colônias puras, em extrato de malte-ágar (MA 2%), após doze dias de incubação em BOD, sob temperatura de 20°C e fotoperíodo de 12 horas de luz e 12 horas de escuro.

Seis meses após a emissão do primeiro par de folhas definitivas, as mudas foram inoculadas, por pulverização, com suspensão de esporos de *P. tarda*, na concentração de 2×10^6 conídios/mL na face adaxial das folhas. Depois de inoculadas, as plantas foram cobertas com saco plástico e incubadas durante 72 horas. Doze dias após a inoculação do fungo, iniciaram-se as avaliações da incidência e da severidade da doença, sendo realizadas seis avaliações com intervalo de sete dias. A incidência foi avaliada pela contagem do número de folhas com sintomas da mancha de Phoma em relação ao total de folhas por planta. Para avaliar a severidade, foram marcados o primeiro e o segundo par de folhas, contados a partir do ápice do ramo ortotrópico.

Nessas folhas, foram atribuídos valores, em porcentagem de área foliar lesionada, sendo: 1,3%, 2,5%, 6,0%, 7,5%, 12,0%, 20,0%, 30,0% e 50,0%, de acordo com a escala diagramática proposta por Salgado et al. (2009). A área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) e da severidade (AACPS) da doença foi calculada por tratamento, segundo Shaner & Finney (1977).

Após o término das avaliações, foi coletada a parte aérea das plantas para análise nutricional. Para isso, foram lavadas em água destilada, acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa, a 60°C, até atingirem peso constante. Após secagem, foram realizadas a pesagem e a moagem da matéria seca da parte aérea das plantas e as amostras foram encaminhadas ao Departamento de Ciência do Solo, para determinar os teores de macro e micronutrientes. Os teores de nitrogênio, potássio, cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S) e boro (B) foram determinados seguindo metodologia descrita por Malavolta et al. (1997). Para a determinação de macro e micronutrientes, exceto B, as amostras foram submetidas à digestão nitroperclórica. Para B, as amostras foram submetidas à digestão via seca. As concentrações de Ca foram determinadas por espectrofotometria de absorção atômica, K por espectrofotometria de chama, P e B por calorimetria, S por turbidimetria e nitrogênio pelo método Kjeldahl (Malavolta et al., 1997).

A análise estatística do experimento foi realizada no programa SISVAR, versão 4.6 (Build 6.1), do qual foi obtida análise de variância em esquema fatorial 5x5. Para averiguar a variabilidade entre os experimentos realizou-se análise conjunta dos dados ao longo do tempo. As variáveis significativas, para doses de K e de N ou sua interação, no teste F, foram submetidas ao ajuste de modelos lineares de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise conjunta dos dados ao longo do tempo, não houve diferença entre os três experimentos. Portanto, os dados apresentados referem-se à média dos três experimentos. Não houve interação significativa entre o N e o K para a AACPI e a AACPS da mancha de Phoma. Porém, o incremento das doses de N e K na solução nutritiva influenciou significativamente, e de forma independente, tanto a AACPI quanto a AACPS.

Com o aumento das doses de N, verificou-se aumento linear de 34,8%, para AACPI e de 34,3%, para a AACPS, da menor (3 mmol/L) para a maior dose (19 mmol/L) de N (Figura 1). A contribuição da adubação nitrogenada na resistência ou na suscetibilidade das plantas às doenças varia, entre outros fatores, em função do patógeno, genótipo, dose e fonte do nutriente utilizado e da interação entre nutrientes. Doses adequadas de N contribuem para a síntese de lignina, fitoalexinas e taninos, mas, em excesso, o N reduz a produção desses compostos, devido à demanda de carbono na fotossíntese via ciclo de Krebs, comprometendo a síntese dos metabólitos secundários pela via do ácido chiquímico

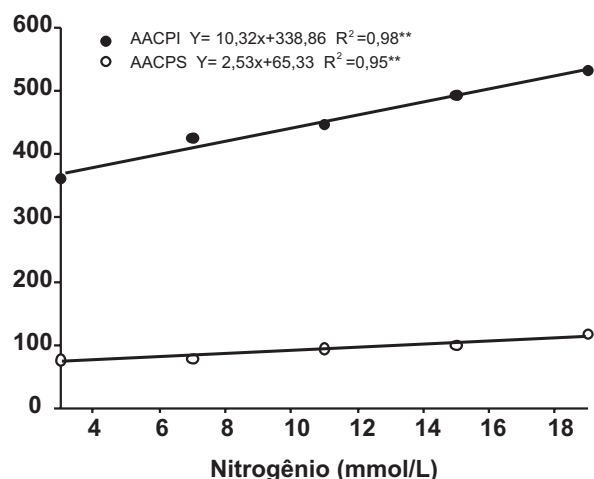


FIGURA 1 - Área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) e da severidade (AACPS) da mancha de Phoma em mudas de café, em função de doses de nitrogênio em solução nutritiva.

e também contribui para a liberação de polissacarídeos na superfície foliar (Huber & Thompson, 2007).

Altos teores de N promovem aumento na produção de tecidos jovens e suculentos, por serem constituintes de ácidos nucléicos, aminoácidos e proteínas, entre outros. Além disso, aumenta a concentração de aminoácidos e amidas no apoplasto e na superfície foliar, favorecendo a germinação e a infecção, principalmente de fungos (Marschner, 1995). Na Costa Rica, Echandi (1957) observou maior severidade da mancha de Phoma em tecidos tenros. De acordo com esse autor, a infecção teve início no ápice de brotos terminais e ramos laterais atingindo, principalmente tecidos jovens. Assim, maiores AACPI e AACPS, com doses mais elevadas de N, certamente estão relacionadas à menor lignificação dos tecidos, favorecendo a infecção por *P. tarda*.

Porém, não se pode generalizar o efeito dos nutrientes nas doenças de plantas, pois pode variar, entre outros fatores, em função do hospedeiro, do patógeno e da interação com outros nutrientes (Huber & Thompson, 2007). No patossistema *Cercospora coffeicola* em cafeeiro, ao contrário do observado para *P. tarda*, o aumento das doses de N reduziu em 20,7% a área abaixo da curva de progresso do número de lesões/folha (Pozza et al., 2001).

Em relação ao potássio, observou-se redução quadrática, tendo a menor AACPI e AACPS sido obtidas com a dose de 6,59 e 6,57 mmol/L, respectivamente (Figura 2), seguida de aumento a partir dessas doses. A redução da intensidade da mancha de Phoma com aumento das doses de K, até a dose de 7 mmol/L, possivelmente está relacionada com o papel exercido por esse nutriente em várias funções na planta, conferindo maior resistência aos tecidos e rápida recuperação de injúrias. De acordo com Xu et al. (1998), em caupi, o K confere maior resistência aos

tecidos por aumentar a espessura da cutícula e da parede celular, dificultando a penetração do patógeno e o processo de infecção.

O aumento da AACPI e da AACPS da mancha de Phoma com doses acima de 7 mmol/L de K pode ser devido à inibição competitiva entre os cátions Ca e K por mesmos sítios de absorção, com maior eficiência desse último na absorção e translocação na planta (Marschner, 1995; Pozza et al., 2001; García-Júnior et al., 2003). Com o aumento do K na solução, observou-se redução do teor de Ca na parte aérea das mudas de café (Figura 6). García-Júnior et al. (2003), também observaram menor área abaixo da curva de progresso do total de lesões de cercosporiose com dose de 7 mmol/L de K e decréscimo linear da AACPI com aumento das doses de Ca em solução nutritiva.

Figura 3 nao eh citada!!!

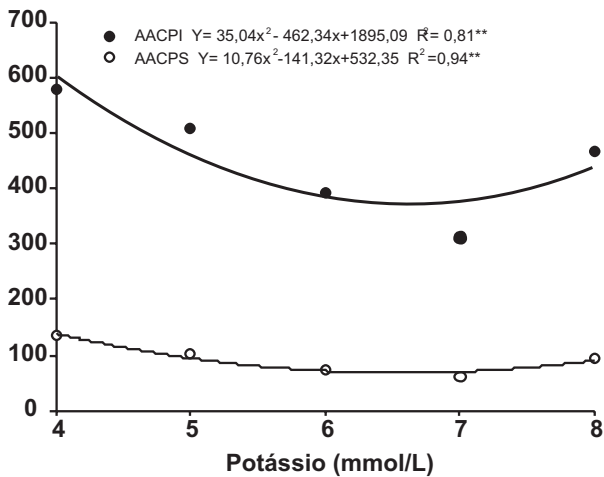


FIGURA 2 - Área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) e da severidade (AACPS) da mancha de Phoma em mudas de café, em função de doses de potássio em solução nutritiva.

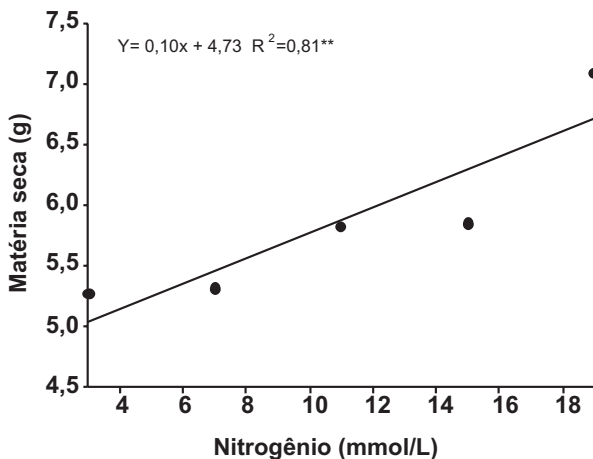


FIGURA 3 - Matéria seca na parte aérea das mudas de café, em função de doses de nitrogênio em solução nutritiva.

O Ca, em quantidades adequadas reduz a intensidade de várias doenças por ser constituinte da parede celular e por inibir a ação de enzimas pectolíticas. A presença deste nutriente na forma de pectatos de cálcio confere resistência à penetração de patógenos. Além disso, atua como mensageiro secundário importante na transdução de sinais para resposta de defesa das plantas contra patógenos (McGuire & Kelman, 1986; Marschner, 1995).

Quanto à matéria seca das mudas, observou-se aumento linear com o aumento das doses de N na solução (Figura 3), porém, para K, não foi observada diferença significativa, embora, tenha resultado em aumento na intensidade da doença. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Pozza et al. (2001) que também observaram aumento na produção da matéria seca de mudas de café com incremento de N na solução nutritiva sem influência significativa para o K. O aumento no teor de matéria seca com o incremento de doses de N na solução deve-se ao rápido desenvolvimento e maior enfolhamento das mudas com maiores doses de N (Malavolta, 2006). Isso ocorreu porque as mudas foram submetidas aos diferentes tratamentos, quatro meses antes da inoculação do fungo, quando ainda estavam com dois pares de folhas.

Aspectos nutricionais das mudas de café

O incremento das diferentes doses de N e K na solução nutritiva influenciou a nutrição das mudas de café, mas não houve interação significativa entre os nutrientes em estudo. Com o incremento das doses de N, como esperado, observou-se aumento desse elemento na parte aérea das mudas (Figura 4). O N não afetou de forma significativa os teores dos demais nutrientes.

Em relação às doses de potássio, houve influência significativa nos teores de N, K, Ca, S e B. Com o aumento do potássio na solução, os teores de N e K aumentaram até as doses de 7,24 mmol/L e 7,17 mmol/L, respectivamente,

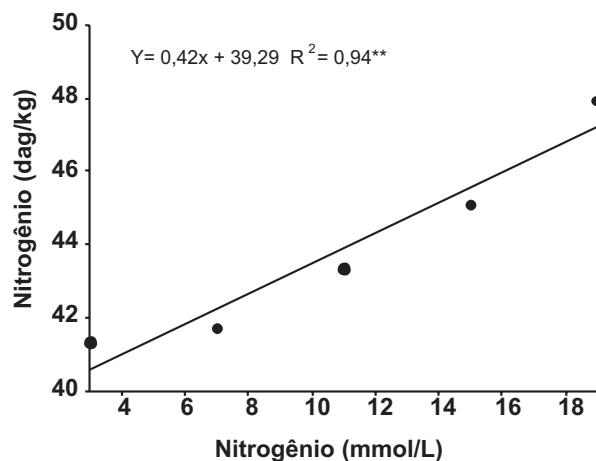


FIGURA 4 - Teores de nitrogênio (N) na parte aérea das mudas de café, em função de doses de nitrogênio em solução nutritiva.

seguido de redução dos teores em doses superiores (Figura 5). No entanto, os teores de Ca seguiram comportamento inverso com redução até a dose de 6 mmol/L e aumento a partir dessa dose (Figura 6). Essa redução nos teores de Ca certamente está relacionada com efeito antagônico entre esses dois cátions, também observada em estudos com diferentes doses de K e Ca no patossistema cercosporiose x cafeeiro (Garcia-Júnior et al., 2003).

O teor adequado de Ca nos tecidos das plantas restringe a incidência de algumas doenças de plantas por reduzir o efluxo de compostos de baixo peso molecular do citoplasma para o apoplasto, manter elevados teores de poligalacturonatos de cálcio requeridos pela lamela média e inibir a atividade de enzimas como as poligalacturonases. Essas enzimas são produzidas por fitopatógenos

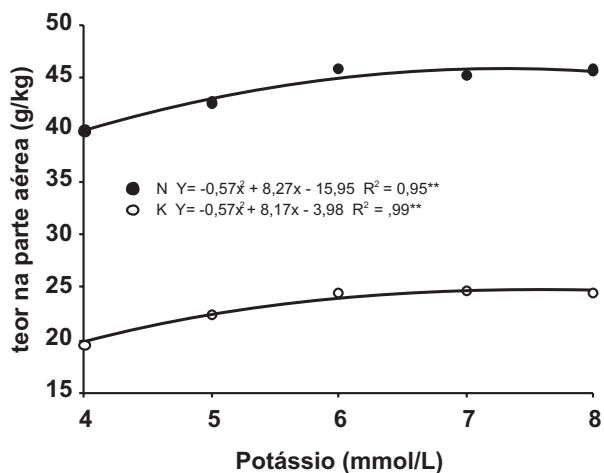


FIGURA 5 - Teores de nitrogênio (N) e potássio (K) na parte aérea das mudas de cafeeiro, em função de doses de potássio em solução nutritiva.

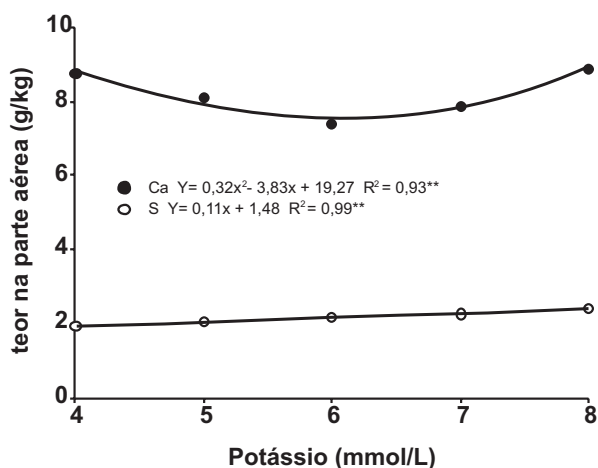


FIGURA 6 - Teores de cálcio (Ca) e enxofre (S) na parte aérea das mudas de cafeeiro, em função de doses de potássio em solução nutritiva.

necrotróficos para invadir tecidos vegetais (Marschner, 1995; McGuire & Kelman, 1986).

Para S e B, foi observado aumento linear do teor nas folhas com aumento das doses de K na solução nutritiva (Figuras 6 e 7). Existem poucas informações em relação à função do S na resistência das plantas às doenças. Segundo Hanna et al. (2005), o S elementar aumenta a resistência de tubérculos de batata à sarna (*Streptomyces scabies*). Sendo assim, estes autores estudaram a aplicação de S em solos com deficiência desse nutriente para controle de *Rhizoctonia solani* e *S. scabies* em batata (*Solanum tuberosum* L.) e avaliaram a influência de fontes (S elementar e K_2SO_4) e doses (0, 25 e 50 kg ha⁻¹ S). Com o aumento das doses de S, tanto na forma elementar quanto na forma de sal, houve redução na infecção *Rhizoctonia solani*. A infecção por *S. scabies* reduziu apenas com S elementar. Os autores afirmaram que a redução da infecção para *S. scabies*, somente com S elementar, foi devida à redução pH do solo. No caso do B, Silveira & Higashi (2003) também encontraram relação entre o B e o K. Esses autores estudando o fornecimento de B em solução nutritiva, no patossistema podridão das estacas causado por *Botryosphaeria ribis* x eucalipto, verificaram que com o aumento das doses de B a nutrição de K também foi alterada. Para K, obtiveram resposta quadrática, tendo nas folhas superiores, o K aumentado até a dose de 2,45 e, nas inferiores, até 2,54 mg/L de fornecimento de B. Segundo esses autores, para *Eucalyptus citriodora*, o suprimento de B é fundamental para se obter uma boa condição nutricional em K. Na ausência de B, *E. citriodora* apresentou maior suscetibilidade a *B. ribis* (Silveira et al., 1998). O maior progresso da doença foi observado nas plantas com deficiência de B na solução nutritiva. Com adição de 0,125 mg/L de B na solução, houve redução de 40% no comprimento das lesões. Silveira & Higashi (2003) relataram o envolvimento direto do B

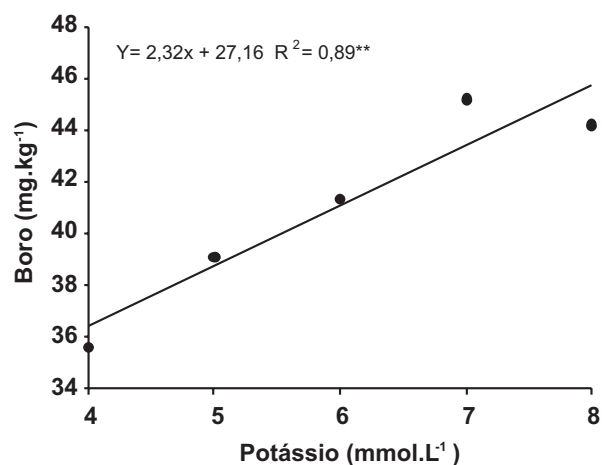


FIGURA 7 - Teor de boro na parte aérea das mudas de cafeeiro, em função de doses de potássio em solução nutritiva.

nos processos de defesa das plantas contra patógenos pela participação na síntese de lignina. Além da barreira química para a sua composição, também limita a ação de patógenos pela formação de barreira física. Por outro lado, sua carência promove acúmulo de açúcares nas folhas, servindo para nutrição do patógeno, formação de paredes celulares mais finas e desestruturadas, tecidos menos lignificados, menor síntese de calose e ocorrência de fissuras e rachaduras na casca das plantas. Sendo assim, os tecidos das plantas deficientes em B se tornam enfraquecidos, apresentando menor barreira mecânica, favorecendo a infecção por patógenos. Porém, no presente estudo, as doses de B foram adicionadas nas mesmas quantidades para todos os tratamentos, variando apenas as doses de N e K na solução nutritiva. Sendo assim, o K alterou o estado nutricional do boro nas mudas de cafeeiro.

Portanto, o desequilíbrio da relação N/K promove alterações no estado nutricional e favorece a infecção de *P. tarda* em mudas de cafeeiro. Assim, o manejo da adubação de forma adequada e equilibrada pode contribuir para minimizar alterações nutricionais de mudas de cafeeiro e reduzir o número de pulverizações com fungicidas para o controle de *P. tarda*.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG, pelo auxílio financeiro e concessão de bolsas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida SR, Matiello JB (1989) Estudos de novos produtos para controle de *Phoma* spp. em cafeeiros, a nível de campo. In: Anais, 15. Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Rio de Janeiro, RJ. pp. 145-146.
- Carvalho VL, Chalfoun SM (1998) Manejo integrado das principais doenças do cafeeiro. Informe Agropecuário 19:27-35.
- Chalfoun SM, Carvalho VL (2008) Complexo Seca de Ponteiros em cafeeiros. Manejo fitossanitário da cultura do cafeeiro. Lavras MG. FAEPE, Universidade Federal de Lavras. pp. 95-104.
- Echandi E (1957) La quema de los cafetos causada por *Phoma costarricensis* n. sp. Revista de Biología Tropical 5:81-102.
- Garcia Júnior D, Pozza EA, Pozza AAA, Souza PE, Carvalho JG, Balieiro AC (2003) Incidência e severidade da cercosporiose do cafeeiro em função do suprimento de potássio e cálcio em solução nutritiva. Fitopatologia Brasileira 28:286-291.
- Hanna KH, Haneklaus S, Bloem E, Schnug E (2005) Influence of Sulfur fertilization on infection of potato tubers with *Rhizoctonia solani* and *Streptomyces scabies*. Journal of Plant Nutrition 28:819-833.
- Hoagland DR, Arnon DI (1950) The water culture method of growing plants without soil. Berkeley CA. University of Califórnia.
- Huber DM, Thompson IA (2007) Nitrogen and plant disease. In: Datnoff LE, Elmer WH, Huber DM (Eds.) Mineral nutrition and plant disease. Saint Paul MN. APS Press. pp. 31-44.
- Malavolta E, Vitti GC, Oliveira AS (1997) Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba SP. Potafós.
- Malavolta E (2006) Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo SP. Agronômica Ceres.
- Marschner H (1995) Mineral nutrition of higher plants. 2ª. Ed. London. Academic Press.
- McGuire RG, Kelman A (1986) Calcium in potato tuber cell walls in relation to tissue maceration by *Erwinia carotovora* pv. *atroseptica*. Phytopathology 76:401-406.
- Pozza AAA, Martinez HEP, Caixeta SL, Cardoso AA, Zambolim L, Pozza EA (2001) Influência da nutrição mineral na intensidade da mancha olho pardo em mudas de cafeeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira 36:53-60.
- Rolshausen PE, Gubler WD (2005) Use of boron for the control of Eutypa Dieback of grapevines. Plant Disease 89:734-738.
- Salgado M, Pozza EA, Lima, LM, Pereira RTG, Pfenning L (2009) Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha de Phoma do cafeeiro. Tropical Plant Pathology 34:422-427.
- Shaner G, Finney RE (1977) The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in knox wheat. Phytopathology 70:1183-1186.
- Silveira RLVA, Gonçalves NA, Krugner TL (1998) Estado nutricional de *Eucalyptus citriodora* Hook cultivado sob diferentes doses de boro e sua relação com a agressividade de *Botryosphaeria ribis*. Scientia Forestalis 53:57-70.
- Silveira RLVA, Higashi EN (2003) Aspectos nutricionais envolvidos na ocorrência de doenças com ênfase para eucalipto. São Paulo SP. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF. Circular Técnica no. 200.
- Simoglou KB, Dordas C (2006) Effect of foliar applied boron, manganese and zinc on tan spot in winter durum wheat. Crop Protection 25:657-663.
- Sochting HP, Verret JA (2004) Effects of cultivation systems: soil management, nitrogen fertilization on the epidemics of fungal diseases in oilseed rape (*Brassica napus* L. var. *napus*). Journal of Plant Diseases and Protection 111:1-29.
- Tanaka MAS, Passos FA, Feitosa CT, Tanaka RT (2002) Efeito da adubação mineral e orgânica do morangueiro sobre a antracnose do rizoma, causada por *Colletotrichum fragariae*. Summa Phytopathologica 28:236-241.
- Xu H, Heath MC (1998) Role of calcium in signal transduction during the hypersensitive response caused by basidiospore-derived infection of the cowpea rust fungus. Plant Cell 10:585-598.