

CRESCIMENTO E SEVERIDADE DE CERCOSPORIOSE EM MUDAS DE CAFÉ CV. CATUAÍ VERMELHO IAC 144, CULTIVADAS EM SOLUÇÕES COMPLETA E DEFICIENTES EM N E K¹

Karen Wolf Maciel²; Karina Elaine de Moura³; Kamila Ellen de Moura⁴; Masako Toma Braghini⁵; Oliveiro Guerreiro Filho⁶; Flávia Rodrigues Alves Patricio⁷

¹ Trabalho financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – Consórcio Pesquisa Café

² Aluna Pós-graduação - Instituto Biológico, São Paulo, SP, kwmaciel@gmail.com

³ Bolsista Consórcio Pesquisa Café - Instituto Biológico, Campinas, SP, kah_rox@hotmail.com

⁴ Bolsista Fundag - Instituto Biológico, Campinas, SP, milah_rox@hotmail.com

⁵ Bolsista Embrapa Café - Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, SP, mako@iac.sp.gov.br

⁶ Pesquisador Científico – Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, SP, oliveiro@iac.sp.gov.br

⁷ Pesquisador Científico - Instituto Biológico, Campinas, SP, flavia@biologico.sp.gov.br

RESUMO - A cercosporiose, causada por *Cercospora coffeicola*, é uma importante doença do cafeeiro que ocorre em todas as regiões produtoras do Brasil. A doença tem causado prejuízos nas lavouras com altas produtividades e que empregam elevada tecnologia. A cercosporiose causa lesões em folhas e frutos e é mais severa em plantas com deficiências na nutrição, especialmente na relação N e K. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de deficiências de N e K sobre o crescimento e a severidade da cercosporiose em mudas de cafeeiro da cultivar Catuaí Vermelho IAC 144. Mudas de cafeeiro foram cultivadas em soluções hidropônicas completa e deficientes em N e/ou K por três meses. Após a indução das deficiências as mudas foram inoculadas com uma suspensão contendo 10⁵ conídios de *C. coffeicola*, preparada com a mistura de cinco isolados do patógeno. Quarenta dias após a inoculação avaliou-se o crescimento das plantas e a severidade da cercosporiose. As mudas cultivadas nas soluções com N apresentaram maior comprimento, peso seco da parte aérea e número de folhas muito superior ao das cultivadas nas soluções sem N. As mudas deficientes em N exibiram maior comprimento do sistema radicular e maior severidade da cercosporiose, além de maior queda de folhas por causa dessa doença. Entretanto, as plantas com níveis adequados deste nutriente também foram atacadas pela cercosporiose. As plantas cultivadas nas soluções deficientes em K apresentaram menor teor deste nutriente nas folhas, porém não tiveram seu crescimento reduzido. Também não houve influência da falta de K na solução sobre a severidade da cercosporiose nas mudas de cafeeiro, provavelmente porque as suas folhas ainda mantinham níveis razoáveis de K até o final do experimento.

PALAVRAS-CHAVE: *Cercospora coffeicola*, *Coffea arabica*, deficiência nutricional, culturas hidropônicas.

GROWTH AND SEVERITY OF BROWN LEAF SPOT IN COFFEE SEEDLINGS CV. CATUAÍ VERMELHO IAC 144 GROWN IN NUTRIENT SOLUTIONS COMPLETE OR DEFICIENT IN N AND K

ABSTRACT – Brown leaf spot, caused by *Cercospora coffeicola*, is one of the most important diseases of coffee that is present in all regions that produce coffee in Brazil. The disease is causing damages in coffee crops with high yields and that employ high technology. Brown leaf spot causes lesions on leaves and fruits and is more severe in plants with deficiencies in nutrition, especially in the relationship between N and K. This study was carried out to evaluate the effect of N and K deficiencies on growth and severity of brown leaf spot of coffee seedlings from cultivar Catuaí Vermelho IAC 144. Coffee seedlings were grown for three months in hydroponic solutions complete or deficient in N and/or K. After the induction of the deficiencies the seedlings were inoculated with a suspension containing 10⁵ conidia of *C. coffeicola*, prepared with the mixture of five isolates of the pathogen. Forty days after the inoculation growth of the coffee seedlings and severity of the disease were evaluated. The seedlings that grew in the solutions containing N exhibited a higher dry weigh of the canopy and a much higher number of leaves than the seedlings deficient in N. The seedlings deficient in N exhibited a larger length of their root systems and a higher severity of brown leaf spot. These plants lost more leaves because they were more affected by brown leaf spot, but the disease was also present in the seedlings cultivated in the solutions containing N. The seedlings cultivated in the solutions deficient in K showed lower levels of this nutrient in their leaves, but did not show reduction on their growth. There was no effect of the lack of K in the hydroponic solution over the severity of the disease probably because the coffee seedlings still had reasonable levels of this nutrient at the end of the experiment.

KEYWORDS: *Cercospora coffeicola*, *Coffea arabica*, nutrient deficiencies, hydroponic cultures.

INTRODUÇÃO

A cercosporiose, causada por *Cercospora coffeicola*, é uma das principais doenças da cultura do café no Brasil. Sua importância tem aumentado nos últimos anos, especialmente nas lavouras que empregam elevada tecnologia, como as irrigadas e as que têm elevadas produtividades (Patricio & Oliveira, 2014).

A cercosporiose causa lesões nas folhas, que caem rapidamente, e lesões nos frutos, que prejudicam a qualidade da bebida (Godoy *et al.*, 1997). Em viveiros a desfolha intensa pode atrasar o desenvolvimento das mudas (Zambolim *et al.*, 2005).

Lavouras conduzidas em solos arenosos, ou com nutrição deficiente ou desequilibrada, especialmente na relação N/K são as mais atacadas pela cercosporiose (Zambolim *et al.* 2005). Experimentos com mudas mostraram que quanto maior a dose de N, menor a severidade da cercosporiose. O contrário parece ocorrer para o K, quanto maior a dose de K maior a severidade da doença (Fernandez-Borrero & López-Duque, 1971, Pozza *et al.*, 2000, Pozza *et al.*, 2001), no entanto Fernandez-Borrero & López-Duque (1971) observaram um efeito muito mais pronunciado do N que do K sobre a severidade da cercosporiose.

O nitrogênio é o nutriente absorvido em maior quantidade pelas plantas nas quais tem um extenso papel. O N participa da composição de proteínas catalíticas e não catalíticas. As proteínas não catalíticas têm inúmeras funções, inclusive suporte estrutural de microtúbulos, microfilamentos e membranas das organelas, agindo como transportadores de elétrons durante a fotossíntese e respiração (citocromos). Mas a principal função do N na planta é no seu papel como componente das enzimas. As enzimas catalisam todas as reações anabólicas (de formação) e catabólicas (de quebra) e orquestram a taxa, direção, tempo e extensão da maioria dos processos metabólicos das plantas, sendo que 80 a 85% do conteúdo de N das plantas estão inseridos nas proteínas (Rubio *et al.*, 2009).

Devido à sua importância como nutriente, a deficiência de N na planta pode provocar alterações morfológicas, na produção de hormônios e nas concentrações de açúcares e outros nutrientes (Rubio *et al.*, 2009, Hermans *et al.*, 2006). Plantas deficientes em N produzem maior número de raízes e de raízes secundárias que aumentam a área do solo ou substrato a ser explorada (Rubio *et al.*, 2009, Hermans *et al.*, 2006).

O potássio, ao contrário de outros nutrientes, não se torna parte dos constituintes celulares, sendo absorvido pelas raízes como cátion K⁺. K⁺ é o íon de maior concentração no citoplasma por isso este elemento tem um papel chave na função osmótica celular. Sob deficiência de K ocorre um declínio na síntese de proteínas e acúmulo de compostos solúveis contendo N. As plantas deficientes em K tem redução no seu crescimento e os sintomas são mais evidentes nas folhas mais velhas, os frutos são menores e, de maneira geral, as plantas ficam mais predispostas a doenças (Rice *et al.*, 2009). Pozza *et al.* (2000, 2001) observaram que o excesso de K favoreceu a cercosporiose provavelmente porque houve menor absorção de Ca e Cu da solução e estes elementos são muito importantes para a defesa das plantas contra fitopatógenos.

Considerando a importância da nutrição com N e K sobre a severidade da cercosporiose causada por *C. coffeicola* na cultura do café, este estudo foi realizado visando a avaliar o efeito de deficiências de N e K sobre o crescimento e a severidade da cercosporiose em mudas de cafeeiro da cultivar Catuaí Vermelho IAC 144, cultivada em condições de hidroponia.

MATERIAL E MÉTODOS

Mudas da cultivar Catuaí Vermelho IAC 144 foram colocadas em condições de hidroponia, visando a induzir as deficiências de N e K. Foram utilizados vasos contendo 2,5 L de solução nutritiva completa de Hoagland. O experimento foi instalado com 16 vasos, com 4 plantas por vaso. A solução foi trocada uma vez por semana. O pH da solução foi ajustado a cada dois dias para 5,5, assim como, medidos os valores de condutividade elétrica (EC). Após a aclimatação, as mudas foram induzidas a deficiência em soluções contendo N+K⁺, N+K⁻, N-K⁺ e N-K⁻. Antes da inoculação realizou-se a coleta das folhas de cada tratamento para análise do teor de nutrientes.

A inoculação foi realizada com uma suspensão contendo 10⁵ conídios de *C. coffeicola*, preparada a partir de culturas dos isolados IBLF 199 (Patos de Minas – MG), IBLF 277 (Franca – SP), IBLF 280 (São Sebastião do Paraíso – MG) e IBLF 379 (São João do Manhuaçu – MG). A suspensão foi aspergida até o ponto de escoamento na face inferior das folhas. Em todos os tratamentos foi inoculado um vaso com 4 mudas e foi deixado um vaso como testemunha. Após a inoculação, as plantas foram mantidas em câmara úmida por 72 horas.

Avaliou-se a incidência e severidade da cercosporiose nas mudas de 15 a 30 dias após a inoculação. A severidade foi avaliada pela área foliar afetada pela doença, estimada com o auxílio de uma escala (Oliveira *et al.*, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os níveis de N das folhas das mudas mantidas em soluções N+K⁺ e N+K⁻ (31,8 e 34,4 g/kg) diferiram significativamente dos níveis das folhas das mudas cultivadas nas soluções sem nitrogênio (21,3 e 25,3 g/kg) e eram adequados para a cultura do cafeeiro (Tabela 1). As plantas cultivadas nas soluções deficientes em K apresentaram níveis significativamente menores deste nutriente (18,2 e 20,3 g/kg) que as plantas cultivadas em soluções com K (Tabela 1). As plantas cultivadas nas soluções deficientes em N tiveram níveis mais elevados de Mn e as plantas da

solução N-K+ apresentaram níveis mais elevados de Ca, Cu, Zn e B (Tabela 1). O desequilíbrio na relação entre N e K observado neste tratamento pode ter induzido o desequilíbrio observado nos teores destes nutrientes, que provavelmente se refletiu no menor crescimento das plantas deste tratamento (Tabela 2).

Tabela 1. Teores de nutrientes em folhas de mudas de cafeeiros, da cultivar Catuaí Vermelho IAC 144, cultivadas em condições de hidroponia, em soluções completa e deficientes em N e K (Outubro de 2014).

Tratamentos	Teor de nutrientes										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B
	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
N+K+	31,8 a	2,47 a	24,2 a	12,5 b	2,37 a	3,22 a	87,92 a	209,55 b	5,72 b	17,32 b	52,27 b
N+K-	34,4 a	2,92 a	18,2 b	14,1 b	3,05 a	3,47 a	112,85 a	209,60 b	6,07 b	19,42 b	64,90 b
N-K+	21,3 b	4,02 a	24,8 a	20,1 a	3,75 a	3,82 a	153,30 a	358,47 a	13,85 a	34,75 a	107,95 a
N+K-	25,3 b	3,45 a	20,3 b	15,3 b	3,08 a	2,80 a	95,00 a	304,67 a	8,17 b	19,65 b	69,92 b
CV(%)	11,50	31,93	13,19	17,31	22,93	32,66	30,22	20,46	20,70	26,23	19,90

Médias seguidas por uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5% de probabilidade).

Para todas as variáveis de biometria avaliadas não houve interação entre os fatores tanto para o N quanto para o K. As plantas das soluções sem N apresentaram maior comprimento de raízes, mas as mudas não diferiram com relação ao peso seco das raízes (Tabela 2). As plantas deficientes em N podem apresentar maior crescimento e ramificação de raízes provavelmente como um mecanismo de adaptação, em que procuram explorar um maior volume de solo ou substrato em busca deste nutriente (Hermans *et al.*, 2006). As mudas das soluções com N tiveram maior comprimento e peso seco da parte aérea, além de número de folhas muito superior ao das mudas sem N (Tabela 2). Este resultado era esperado, pois o nitrogênio é um elemento essencial que participa da formação dos aminoácidos necessários para a síntese das proteínas essenciais e processos essenciais do metabolismo celular, agindo como transportador de elétrons durante a fotossíntese e respiração, além de ser um dos componentes de estruturas celulares, como microtúbulos, micro filamentos, membranas e organelas (Rice, 2009).

Para o K não se observou diferença entre os tratamentos para o comprimento de raízes, o peso seco da parte aérea e das raízes e para o número de folhas (Tabela 2). Isto pode ter ocorrido porque mesmo as mudas de café cultivadas nas soluções sem K ainda continham uma quantidade razoável deste elemento por ocasião do final do experimento (Tabela 1), que pode ter sido suficiente para a manutenção do crescimento das plantas.

Tabela 2. Comprimento, peso seco e número de folhas de mudas de cafeeiros da cultivar Catuaí Vermelho IAC 144, cultivadas em soluções completa e deficientes em N e/ou K

Nutrientes	Comprimento		Peso seco		Número de folhas
	Raízes	Parte aérea	Raízes	Parte aérea	
Nitrogênio					
N+	1,90 b	42,0 a	4,14 a	18,54 a	87,50 a
N-	2,50 a	32,2 b	3,70 a	5,05 b	20,50 b
Potássio					
K+	2,09 a	37,5 a	3,98 a	10,82 a	53,75 a
K-	2,21 a	36,8 a	3,87 a	12,77 a	54,25 a

Médias seguidas por uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5% de probabilidade).

Observou-se que as plantas inoculadas com *C. coffeicola* apresentaram menor número de folhas e menor peso seco da parte aérea (Tabela 3). Este resultado era esperado, pois a cercosporiose provoca a desfolha das folhas atacadas pela doença. A queda de folhas foi maior nos tratamentos N-K+, N-K- e N+K-, e quase não ocorreu no tratamento na solução completa.

Tabela 3. Peso seco de raízes e da parte aérea e número de folhas de mudas de cafeeiro da cultivar Catuaí Vermelho IAC 144 cultivadas em soluções completa e deficientes em N e K, inoculadas e não inoculadas com *C. coffeicola*.

Tratamentos	Peso seco		Número de folhas
	Raízes	Parte aérea	
Inoculado	3,67 a	10,60 b	45,6 b
Não inoculado	4,17 a	12,99 a	62,3 a
CV (%)	27,54	12,66	24,18

Médias seguidas por uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5% de probabilidade).

Para a severidade da cercosporiose também não houve interação entre os fatores. Maior severidade da doença, calculada pela escala de notas, foi observada nos tratamentos sem N (Tabela 4), mas os tratamentos com N também foram afetados pela cercosporiose (Figura 1). A maior severidade da doença observada nas plantas deficientes em N era esperada, pois este nutriente é essencial para a resistência de plantas às doenças (Rice, 2009). Nas doenças favorecidas pela falta de N acredita-se que a ausência deste nutriente interrompe a fotossíntese e remove as barreiras estruturais à maceração, facilitando a penetração dos patógenos (Ruber & Thompson, 2009). Também outros efeitos podem ser

atribuídos ao aumento de suscetibilidade, como o fato de que o nitrogênio está diretamente envolvido em todos os processos fisiológicos de crescimento e defesa das plantas contra patógenos e é o principal elemento que modifica a quantidade de celulose nos tecidos das plantas (Ruber & Thompson, 2009).

Não houve influência da falta de K na solução sobre a severidade da cercosporiose nas mudas de café (Tabela 4), provavelmente porque as suas folhas ainda mantinham níveis razoáveis de K até o final do experimento (Tabela 1).

Tabela 4. Severidade, avaliada por uma escala de notas (1-5) de cercosporiose, causada por *Cercospora coffeicola*, em mudas de café cv. Catuaí Vermelho IAC 144 cultivadas em soluções completas e deficientes em N e K.

Nutriente	Severidade (Notas 1-5)		
	K+	K-	Média
N+	1,91	1,90	1,90 b
N-	2,28	2,72	2,50 a
Média	2,09 a	2,21 a	

Médias seguidas por uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5% de probabilidade).

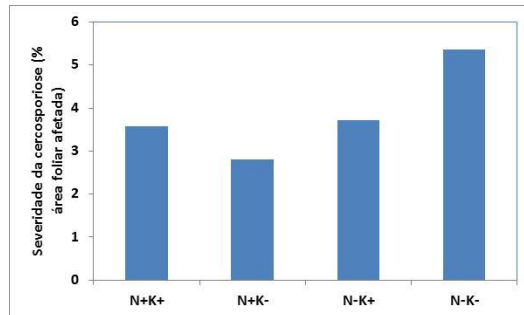


Figura 1. Severidade, avaliada pela porcentagem de área foliar afetada da cercosporiose, causada por *Cercospora coffeicola* em mudas de café cv. Catuaí Vermelho IAC 144, cultivadas em soluções completas e deficientes em N e K.

CONCLUSÕES

As mudas de café cv. Catuaí Vermelho IAC 144 cultivadas nas soluções deficientes em N tiveram maior comprimento de raízes, mas menor crescimento, peso seco e número de folhas da parte aérea.

A redução do K da solução nutritiva não afetou o crescimento das mudas de café.

As mudas de café cv. Catuaí Vermelho IAC 144 cultivadas nas soluções deficientes em N apresentaram maior severidade da cercosporiose, mas a doença também ocorreu nas mudas das soluções com N.

A redução do K da solução nutritiva não afetou a severidade da cercosporiose nas mudas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FERNANDEZ- BORRERO, O., MESTRE, A. M., DUQUE, S. I. L. *Efecto de la fertilizacion en la incidencia de la mancha de hierro (Cercospora coffeicola) en frutos de café*. Cenicafe, v.17, n.1, p. 5-6. (1966).
- HERMANS, C; HAMMOND, J.P.; WHITE, P.J.; VERBRUGGEN, N. How do plants respond to nutrient shortage by biomass allocation? *Trends in Plant Science*, v.11, n.1 12, p. 610-617 (2006).
- OLIVEIRA, C.A.; POZZA, E.A.; OLIVEIRA V.B.; SANTOS, R.C.; CHAVES, ZM. Escala diagramática para avaliação da severidade de cercosporiose em mudas de café. *II Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil*, pp. 1151-1154(2003).
- PATRICIO, F.R.A.; OLIVEIRA, E.G. Desafios no manejo de doenças do café. *Visão Agrícola*, v.12, p.51-54 (2014).
- POZZA, A.A.A.; CAIXETA, S.L.; ZAMBOLIM, L. Intensidade da mancha de olho pardo em mudas de café em função de doses de N e K em solução nutritiva. *Summa Phytopathologica*, v.26, n.1, p.29-34 (2000).
- POZZA, A.A.A.; MARTINEZ, H.E.P.; CAIXETA, S.L.; CARDOSO, A.A.; ZAMBOLIM, L.; POZZA, E.A. Influência da nutrição mineral na intensidade da mancha-de-olho-pardo em mudas de café. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v.36, n.1 (2001).
- RICE, R.W. The physiological rol of minerals in the plant. In: DATNOFF, L.E.; ELMER, W.H.; HUBER, D.M. (Eds) *Mineral nutrition and plant disease*. APS Press: St Paul, Minnesota, pp.9-29 (2009).
- RUBER, D.M. AND THOMPSON, I.A. Nitrogen and plant disease. In: DATNOFF, L.E.; ELMER, W.H.; HUBER, D.M. (Eds) *Mineral nutrition and plant disease*. APS Press: St Paul, Minnesota, pp.31-44 (2009).
- RUBIO, V. ; REGLA B.; IRYGOYEN, M.L.; LÓPEZ, X.C.; ROJAS-TRIANA, M.; PAZ-ARES, J. Plant hormones and nutrient signaling. *Plant Molecular Biology*, v. 69, p.361–373 (2009).
- ZAMBOLIM, L.; VALE,F.X.R.; ZAMBOLIM,E.M. Doenças do café (*Coffea arabica* e *C. canephora*). In: KIMATI, H.; REZENDE, J.A.M.; FILHO, A.B.; CAMARGO, L.E.A. (eds.). *Manual de Fitopatologia*. ESALQ, v.2 (2005).