

INFLUÊNCIA DA NUTRIÇÃO COM CÁLCIO SOBRE A MURCHA DE FUSARIUM EM FEIJÃO¹

MARIA DE FÁTIMA SILVA MUNIZ², JAMES JOHN MUCHOVEJ,
LUIS ANTÔNIO MAFFIA, ROSA MARIA CASTRO MUCHOVEJ³,
SÉRGIO HERMÍNIO BROMMONSCHENKEL⁴ e VICTOR HUGO ALVAREZ-VENEGAS⁵

RESUMO - A influência da nutrição com Ca em solução nutritiva, e, da concentração e do tipo de inóculo sobre a severidade da murcha de *Fusarium* no feijoeiro, foram estudados em ensaios conduzidos em câmara de crescimento. Foram inoculados clamidosporos (10^3 , 10^4 , 10^5) e conídios (10^4 , 10^5 , 10^6) em plantas suscetíveis com uma semana de idade, para verificar a influência da concentração e do tipo de inóculo. A severidade da doença, avaliada aos 20 dias, foi diretamente relacionada com a concentração de inóculo, sendo os clamidosporos mais infectivos que os conídios. A relação de Ca e severidade da murcha foi investigada por meio da inoculação de 10^3 clamidosporos em plantas de cultivares suscetíveis e resistentes, com uma semana de idade, mantidas em solução nutritiva nas doses de 0,3; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 mN de Ca. Avaliaram-se a severidade da doença e a descoloração vascular aos 20 dias da inoculação. Determinou-se o teor de micro e macronutrientes na parte aérea das plantas. Não se verificou correlação entre Ca e severidade de enfermidade ou descoloração vascular.

Termos para indexação: Ca, inóculo, clamidosporos, conídios.

INFLUENCE OF CALCIUM NUTRITION ON WILT OF DRY BEAN

ABSTRACT - The influence of calcium nutrition in hydroponic solution on the severity of *Fusarium* wilt of beans, as well as the influence of concentration and type of inoculum on infection, was studied under green house conditions. Chlamydo spores (10^3 , 10^4 , 10^5 /ml) or conidia (10^4 , 10^5 , 10^6 /ml) were inoculated in susceptible plants of 1 week age to verify the influence of concentration and inoculum type on the severity of *Fusarium* wilt. Disease severity, evaluated after 20 days, was related with inoculum concentration. Chlamydo spores were more infective than conidia. The interaction between Ca concentration and severity of *Fusarium* wilt was investigated by inoculating one-week old susceptible and resistant plants with 10^3 chlamydo spores/ml. The plants were grown in solution containing 0.3; 0.5; 1.0; 2.0; 3.0 and 4.0 mN of Ca. Disease severity and vascular discoloration were evaluated after 20 days. The content of micro and macro nutrients were determined in the plant tops. No correlation between tissue Ca and disease severity or vascular discoloration was observed.

Index terms: *Fusarium*, Ca, inoculum, chlamydo spores, conidia.

INTRODUÇÃO

A murcha de *Fusarium*, causada pelo *Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp. *phaseoli* Ken-

drick & Snyder, tem sido registrada em São Paulo (Cardoso et al. 1966), no Rio de Janeiro (Ribeiro & Hagedorn 1979), em Pernambuco, em Alagoas (Costa et al. 1982) e, recentemente, em Minas Gerais, ocasionando perdas de até 100% (Zambolim et al. 1987), sendo portanto, uma enfermidade fúngica de nocividade econômica na cultura do feijoeiro no País (Kimati 1980).

O estado nutricional do hospedeiro afeta diferentes doenças de etiologia biótica. Entre os nutrientes, o Ca tem merecido destaque não só

¹ Aceito para publicação em 28 de junho de 1991.

² Enga.-Agra., M.Sc., EPEAL, Caixa Postal 699, CEP 57060, Maceió, AL.

³ Eng.-Agr., Ph.D., Prof.-Adjunto, Univ. Fed. de Viçosa, CEP 36570, Viçosa, MG.

⁴ Eng.-Agr., M.Sc., Prof.-Assist., Univ. Fed. de Viçosa.

⁵ Eng.-Agr., D.Sc., Prof.-Titular, Univ. Fed. de Viçosa.

pela importância desse elemento nos processos fisiológicos e nutricionais das plantas (Lone-ragan & Snowball 1969) mas também pela relação que apresenta com a incidência de doenças, ao afetar a estabilidade de biomembranas e da parede celular dos tecidos de plantas (Marschner 1986). Entretanto, verifica-se a inexistência de informações de sua influência sobre a severidade da murcha de *Fusarium* na cultura do feijão.

Fusarium oxysporum é a espécie do gênero *Fusarium* mais estudada quanto à patogenicidade em plantas mantidas a diferentes níveis nutricionais. Em estudos com melancia e pepino (Jones & Woltz 1975), linho, (Keane & Sackston 1970), crisântemo (Engelhard & Woltz 1973), e café (Cardoso et al. 1985), o aumento de Ca no tecido resultou em redução na doença. Entretanto, o tomateiro talvez seja a cultura mais utilizada no estudo da influência da aplicação do Ca sobre a murcha de *Fusarium*. A deficiência do elemento nas plantas tornou-se mais suscetíveis à doença (Corden 1965), e correções do solo com cal hidratada reduziram a incidência da enfermidade (Jones & Woltz 1967, Woltz & Jones 1973).

Além da nutrição, a concentração e o tipo de inóculo influenciam o desenvolvimento da murcha de *Fusarium*. Relação direta entre a concentração do inóculo e essa enfermidade tem sido estabelecida (Opgenorth 1980, Martyn & McLaughlin 1983, Pastor-Corrales & Abawi 1987). Há evidências, também, de que o tipo de inóculo (microconídios, macroconídios ou clamidosporos) influi na infecção produzida pelo fungo. Dongo & Müller (1969) observaram que o fungo no estágio de clamidosporo é mais virulento. A inoculação efetuada, predominantemente de microconídios, produziu significativamente menos atrofia, descoloração vascular e incidência da doença do que a de macroconídios, predominantemente, ou de clamidosporos (Opgenorth 1980).

Diante da importância que a murcha de *Fusarium* representa para a cultura do feijão, pelos prejuízos que ocasionam, e como o controle dessa enfermidade tem sido obtido em ou-

tras culturas, utilizando-se Ca, julgou-se importante investigar a influência de doses de Ca na severidade dessa doença, assim como verificar a capacidade infectiva dos propágulos de um isolado de *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli*.

MATERIAL E MÉTODOS

Sementes de feijão, fornecidas pelo Banco de Germoplasma de Feijão da Universidade Federal de Viçosa, foram, sucessivamente, imersas em solução de hipoclorito de sódio a 1%, durante cinco minutos, lavadas duas vezes com água destilada e semeadas em caixas tipo "Gerbox" (nove sementes/caixa) que continham duas camadas de papel germinador, umedecidas com água destilada e mantidas em temperatura ambiente. Após três a quatro dias, transferiram-se as plântulas para frascos revestidos com plástico preto, para evitar o crescimento de algas, com solução de Hoagland modificada (Dhingra & Sinclair 1985), com várias doses de Ca, fornecido na forma de nitrato de cálcio.

As plantas foram mantidas em câmara de crescimento, em regime de luz alternado, de doze horas de luz e doze de escuro, sendo a solução aerada por quinze minutos por hora.

Influência da concentração e tipo de inóculo

Utilizou-se um isolado de *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli*, obtido de caules de plantas da cultivar IPA 1, naturalmente infectados e provenientes de São Bento do Una, PE, cedido pela Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária - IPA. O patógeno foi isolado em meio BDA e, posteriormente, preservado em solo estéril (Toussoun & Nelson 1968).

As concentrações de inóculo testadas foram: 10^4 , 10^5 e 10^6 conídios/ml, com aproximadamente 97% de microconídios e 3% de macroconídios. No ensaio com o inóculo na forma de clamidosporo, empregaram-se as concentrações de 10^3 , 10^4 e 10^5 clamidosporos/ml. Estas concentrações foram inoculadas em plantas da cultivar suscetível Costa Rica, crescidas em apenas uma dose de Ca (2 mN) em frascos de 500 ml. Plantas não-inoculadas serviram como testemunhas. Utilizou-se o delineamento experimental casualizado, com doze repetições, sendo cada parcela constituída de duas plantas.

Para a produção de conídios, transferiram-se fragmentos de cultura em meio de solo estéril para placas-de-petri que continham meio de BDA. As

placas foram mantidas a $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ em regime de iluminação contínua, com lâmpadas fluorescentes do tipo "luz do dia", de 15 W. Quinze dias depois, acrescentaram-se aproximadamente 10 ml de água destilada a cada placa-de-petri, raspando-se a superfície do meio com pincel, filtrando-se a suspensão em uma camada de gaze e ajustando-se a concentração de conídios por diluição, utilizando hemacitômetro.

A formação de clamidospores foi induzida em extrato de solo. O extrato foi obtido autoclavando-se 500 g de solo em 1 litro de água, a 120°C , por 30 minutos. As partículas do solo foram removidas do extrato, filtrando-se a mistura em uma camada de papel de filtro Inlab tipo 10, sob vácuo. Ajustou-se o pH do extrato para 6,5 com CaCO_3 , para flocular as partículas de argila; em seguida, alíquotas de aproximadamente 50 ml foram depositadas em frascos Erlenmeyer de 250 ml, autoclavando-se novamente, a 120°C , por 15 minutos. O pH após a autoclavagem foi de 4,9. Dois discos de cerca de 8 mm de diâmetro foram removidos das margens das colônias do fungo com cinco dias de idade e desenvolvidos em meio de BDA. Os discos foram transferidos, assepticamente, para cada frasco Erlenmeyer que continha o extrato de solo, e mantidos, a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, no escuro. Dez dias depois, os conteúdos dos frascos Erlenmeyer foram colocados em peneira de 325 meshes, lavados com água, separando-se o micélio do disco de cultura com um pincel. Todo o micélio obtido foi colocado em um béquer ao qual acrescentou-se água destilada. Em seguida, o béquer foi colocado em sonicador (Lab-Line Ultratip Labsonic System, Nº 9100) durante 2 a 5 minutos, a 60% da força máxima, para separar os clamidospores do micélio. A concentração dos clamidospores foi ajustada por meio de diluição com auxílio de hemacitômetro.

Para a inoculação, plantas com uma semana de idade foram retiradas da solução nutritiva e, após seccionar-se aproximadamente 1 cm das extremidades das raízes com uma tesoura, seus sistemas radiculares foram imersos na suspensão de inóculo (conídios ou clamidospores) durante 10 minutos (Pastor-Corrales & Abawi 1987). Durante o ensaio, a temperatura variou de 24 a 28°C e a umidade relativa de 60 a 85%.

Vinte dias após a inoculação, avaliou-se a reação das plantas segundo escala proposta por Schoonhoven & Pastor-Corrales (1987): 1 = Ausência de sintomas externos; 3 = 1 a 3 folhas murchas, representando não mais que 10% da folhagem, com limitada descoloração vascular dos tecidos da raiz e hipocóti-

lo; 5 = Aproximadamente 25% das folhas e ramos com murcha e clorose; 7 = Aproximadamente 50% das folhas e ramos exibindo murcha, clorose e limitada necrose; plantas apresentando crescimento reduzido; 9 = Aproximadamente 75%, ou mais, das folhas e ramos exibindo murcha, crescimento severamente reduzido e necrose, com desfolhamento prematuro, freqüentemente resultando em morte.

Análise de regressão da severidade da doença, como variável dependente do logaritmo das concentrações do inóculo (conídios ou clamidospores), foram realizadas por meio do programa SAEG (Euclydes sd.).

Influência da nutrição com cálcio sobre a severidade da murcha de *Fusarium*

As plantas das cultivares Costa Rica (susctível) e Milionário 1732 (resistente), foram cultivadas em seis doses de Ca: 0,3; 0,5; 1; 2; 3 e 4 mN, em frascos de 500 ml.

Utilizaram-se neste experimento, 10^3 clamidospores/ml, seguindo a mesma metodologia de produção de inóculo e de inoculação do ensaio anterior.

Os tratamentos originaram-se do fatorial 2×6 , (cultivares \times doses de Ca), distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições e duas plantas por frasco.

A temperatura durante a fase experimental variou de 22 a 27°C e a umidade relativa de 80 a 95%.

Avaliou-se a severidade da enfermidade com relação aos sintomas externos, conforme já descrito, e aos internos, pela extensão da descoloração vascular, de acordo com escala adotada por Pratt (1982) modificada: 0 = Ausência de sintomas; 1 = Descoloração vascular na raiz principal, não estendendo-se ao caule; 2 = Descoloração vascular, estendendo-se através do comprimento da raiz principal e parte basal do caule; 3 = Planta morta.

Após as avaliações referentes à reação do hospedeiro ao patógeno, a parte aérea das plantas foi seccionada, secada em estufa com ventilação forçada, a 70°C , por 48 horas, pesada e moída. Amostras da matéria seca foram digeridas em ácido nítrico e perclórico (3:1), e os extratos foram utilizados na determinação de Ca, Mg, Zn, Cu, Mn e Fe por espectrofotometria de absorção atômica, K por fotometria de chama e P por colorimetria, pelo método da vitamina C modificado (Braga & DeFelipo 1974).

As análises estatísticas, realizadas por meio do programa SAEG, foram análises de regressão do peso da matéria seca, da severidade da doença, da des-

coloração vascular e do teor dos nutrientes no tecido vegetal, como variáveis dependentes das doses de Ca na solução nutritiva, e de correlação entre teor dos nutrientes no tecido, peso da matéria seca, e, severidade da doença e descoloração vascular.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Influência da concentração e tipo de inóculo

A incidência da murcha de *Fusarium* na cultivar suscetível Costa Rica foi diretamente relacionada com a concentração de inóculo no estágio conidial (Fig. 1). Resultados semelhantes foram também obtidos por Ribeiro & Hagedorn (1979) e por Pastor-Corrales & Abawi (1987).

A relação concentração de inóculo e severidade de doença foi linear (Fig. 1). Não houve diferenças significativas entre os valores

obtidos para as concentrações de clamidosporos, indicando, assim, que a severidade da doença foi independente da quantidade desse inóculo. Os propágulos na forma de clamidosporos foram mais infectivos do que os da forma conidial, já que, na mais baixa concentração utilizada (10^3 clamidosporos/ml), observou-se índice de doença quase tão alto quanto ao relativo ao estágio conidial na concentração mais elevada (10^6 conídios/ml) (Fig. 1).

Dongo & Müller (1969), obtiveram resultados semelhantes aos obtidos nesse trabalho, verificando que o patógeno desenvolveu-se, mais rapidamente, a partir de clamidosporos no solo. É provável que os tubos germinativos desses propágulos tenham penetrado mais facilmente nas raízes ou produzido substâncias tóxicas que os tornaram mais virulentos. Também Opgenorth (1980), avaliando a infectividade de suspensões de conídios que continham predominantemente microconídios ou macroconídios, ou suspensões com inóculo de clamidosporos de *F. oxysporum* f. sp. *apii*, verificou, considerando o número mínimo de propágulos causadores de infecção, que os clamidosporos foram mais infectivos que as suspensões de inóculo que continham predominantemente macroconídios ou microconídios. Entretanto, Ribeiro & Ferraz (1984) não observaram diferenças entre a reação de cultivares de feijão inoculadas com as duas formas de inóculo (conídios ou clamidosporos), com base nos graus de descoloração vascular, recuperação do patógeno ou na rapidez do aparecimento dos sintomas da doença. Tais divergências podem ser atribuídas às diferenças entre isolados do patógeno, já que Ribeiro & Ferraz (1984) também utilizaram a cultivar suscetível Costa Rica. Segundo Baker (1978), a infectividade dos propágulos difere entre raças e é influenciada por características ecológicas, morfológicas e fisiológicas de vários patógenos.

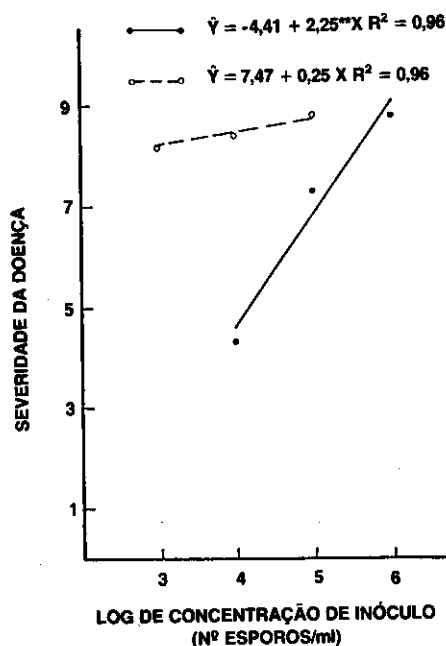


FIG. 1. Severidade da murcha de *Fusarium* da cultivar Costa Rica em resposta ao logaritmo da concentração de inóculo na forma Conidial (●, linha contínua) e de Clamidosporo (○, linha tracejada).

** Significativo a 1% de probabilidade.

Influência da nutrição com cálcio sobre a severidade da murcha de *Fusarium*

A severidade da murcha de *Fusarium* do feijoeiro na cultivar resistente não foi afetada pelo aumento das doses de Ca na solução nutritiva ou pela descoloração vascular, (Tabela 1). Na cultivar suscetível, não se obteve equação significativa para severidade da doença e descoloração vascular, embora os valores tenham flutuado em função do nível de cálcio presente no tecido vegetal. Todavia, não é importante essa variação obtida da severidade da doença em função das doses de Ca, já que, de acordo com a escala de notas de Schoonhoven & Pastor-Corrales (1987), a classe de reação dessas plantas à doença é de suscetibilidade.

Os aumentos das doses de Ca na solução proporcionaram elevações nos teores de Ca nos tecidos das plantas (Fig. 2), diminuição nos teores de Mg (Fig. 3), e não afetaram os

teores de K e P (Tabela 2). Os teores dos micronutrientes nos tecidos das plantas também apresentaram variação significativa em relação às doses de Ca, exceto os do Zn e Mn na cultivar resistente. Entretanto, essa variação, na maioria dos casos, só foi evidenciada pela análise de regressão com o modelo cúbico (Tabela 2).

Para a cultivar suscetível, verificaram-se correlações significativas e positivas entre micronutrientes, severidade da doença e descoloração vascular, e correlações significativas e negativas entre peso de matéria seca e Mg e essas variáveis (Tabela 3). Para a cultivar resistente, obteve-se correlação significativa e positiva entre P e descoloração vascular, e correlação significativa e negativa entre Mn e essa variável (Tabela 3).

A correlação significativa e positiva entre P e descoloração vascular na cultivar Milionário 1732 (resistente), obtida neste trabalho, indica que o aumento do teor desse elemento nas

TABELA 1. Severidade e descoloração vascular da murcha de *Fusarium* do feijoeiro, peso de matéria seca e teores de Cálcio da parte aérea das plantas das cultivares Costa Rica (suscetível) e Milionário 1732 (resistente) em resposta à aplicação de doses de Ca na solução nutritiva (médias de 6 repetições).

Doses de Ca na solução	Severidade da doença (1-9)*		Descoloração vascular (0-3)**		Peso de matéria seca	
	Costa Rica	Mil. 1732	Costa Rica	Mil. 1732	Costa Rica	Mil. 1732
--mN--					----- g -----	
0,3	7,00	1,00	2,50	0,83	0,150	0,209
0,5	8,17	1,00	2,83	0,67	0,122	0,336
1,0	8,83	1,00	2,92	1,00	0,081	0,327
2,0	8,67	1,00	2,92	0,17	0,094	0,304
3,0	7,67	1,00	2,75	1,00	0,180	0,257
4,0	8,83	1,00	2,92	0,83	0,083	0,247
	ns	ns	ns	ns		

* avaliada por meio da escala de Schoonhoven & Pastor-Corrales (1987), de 1 (ausência de sintomas externos) a 9 (aproximadamente 75% ou mais das folhas e ramos exibindo murcha, crescimento severamente reduzido e necrose, com desfolhamento prematuro, freqüentemente resultando em morte).

** avaliada pela escala de Pratt (1982), modificada, de 0 (ausência de sintomas) a 3 (planta morta).

ns = não significativo.

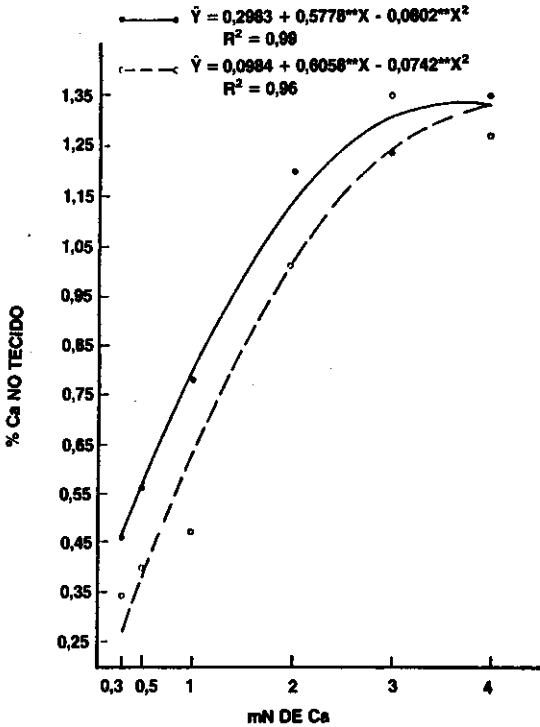


FIG. 2. Teor de Ca na parte aérea das plantas das cultivares Costa Rica (○, linha tracejada) e Millionário 1732 (●, linha contínua) em resposta ao Ca adicionado à solução nutritiva.
** Significativo a 1% de probabilidade.

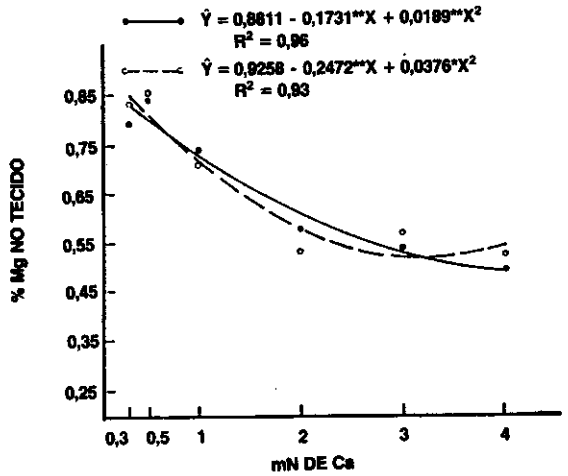


FIG. 3. Teor de Mg na parte aérea das plantas das cultivares Costa Rica (○, linha tracejada) e Millionário 1732 (●, linha contínua) em resposta ao Ca adicionado à solução nutritiva.
* Significativo a 5% de probabilidade.
** Significativo a 1% de probabilidade.

plantas, estaria possivelmente relacionado com o aumento da extensão da descoloração vascular. Jones & Woltz (1981) verificaram aumento da incidência da doença na cultura do tomate com a aplicação de P em solos de pH 6,0. Entretanto, para Mg, obteve-se correlação significativa e negativa entre o elemento e a severidade da doença na cultivar Costa Rica (susceptível), indicando que o aumento do teor desse elemento nas plantas estaria relacionado com a diminuição da severidade da doença, observação contrária àquela obtida por Jones & Woltz (1981).

Segundo os autores que tentam explicar a redução da murcha de *Fusarium* pela aplicação de Ca no solo, essa redução pode ser devida ao aumento do fornecimento do elemento às

plantas e à limitação da disponibilidade dos micronutrientes, ocasionada pelo aumento do pH do solo (Jones & Woltz 1969), já que os micronutrientes Cu, Zn, Mn, Mo e Fe são requeridos para o crescimento e esporulação do fungo (Jones & Woltz 1981), e alguns destes para a atividade de toxinas e enzimas produzidas por esse organismo (Waggoner & Dimond 1953). O aumento do pH do solo também limita a disponibilidade de outros elementos essenciais a *F. oxysporum*, principalmente P e Mg, além de afetar a microflora antagônica do solo (Jones & Woltz 1981).

Assim, a ausência de correlação entre os teores de Ca no tecido das plantas e a severidade da murcha de *Fusarium* verificada neste trabalho pode ser atribuída: 1) ao uso da solução nutritiva, que excluiu o *Fusarium* da competição com organismos antagônicos; e 2) ao pH da solução nutritiva (5,6) que, provavelmente, não limitou a disponibilidade dos micronutrientes P e Mg. Possivelmente, se o experimento tivesse sido conduzido em pH

TABELA 2. Teores de nutrientes na parte aérea das plantas das cultivares Costa Rica (susctível) e Milionário 1732 (resistente) em resposta à aplicação de doses de Ca na solução nutritiva (médias de 6 repetições).

Doses de Ca na solução	Nutrientes na parte aérea das plantas											
	Macronutrientes				Micronutrientes							
	K		P		Zn		Cu		Mn		Fe	
	Costa Rica	Mil 1732	Costa Rica	Mil 1732	Costa Rica	Mil 1732	Costa Rica	Mil 1732	Costa Rica	Mil 1732	Costa Rica	Mil 1732
-mN-	----- % -----				----- ppm -----							
0,3	4,673	5,187	0,865	0,633	74,7	60,3	27,3	21,5	131,7	111,3	260,5	202,5
0,5	4,432	5,368	0,687	0,748	77,7	51,5	33,8	16,8	185,7	90,5	311,0	169,5
1,0	4,407	5,010	0,740	0,807	87,2	58,0	38,2	17,5	194,7	89,5	478,0	231,2
2,0	4,570	4,747	0,785	0,595	75,5	49,5	33,3	16,2	116,5	120,5	347,2	200,7
3,0	4,753	5,130	0,677	0,765	68,5	51,5	25,7	17,5	112,2	110,7	282,5	252,0
4,0	4,717	4,852	0,660	0,710	88,7	52,5	36,3	18,7	168,0	103,7	426,5	266,7
	ns	ns	ns	ns	nc	ns	nc	ns	nc	ns	nc	ns

ns = não significativo; nc = não calculado devido a R² não significativo.

TABELA 3. Coeficientes de correlação de Pearson entre peso da matéria seca e teores dos nutrientes na matéria seca da parte aérea das plantas das cultivares Costa Rica (susctível) e Milionário 1732 (resistente) e severidade da doença e descoloração vascular (36 observações).

Variáveis	Severidade da doença		Descoloração vascular	
	C. Rica	Mil. 1732	C. Rica	Mil. 1732
Peso da matéria seca	-0,6348 **	0	-0,5533 **	0,1359 ns
Ca	0,1212 ns	0	-0,1978 ns	-0,1262 ns
Mg	-0,2765 *	0	-0,2292 ns	0,0309 ns
K	-0,2354 ns	0	-0,2277 ns	0,1636 ns
P	0,1155 ns	0	-0,0654 ns	0,3046 *
Zn	0,5595 **	0	0,4546 **	-0,1145 ns
Cu	0,5530 **	0	0,4864 **	-0,0062 ns
Mn	0,3916 **	0,00	0,3374 *	-0,2788 *
Fe	0,4464 **	0,00	0,3816 **	0,0869 ns

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste t.

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t.

ns = Não-significativo.

mais elevado e/ou solo, ter-se-iam obtido resultados diferentes.

Embora os dados tenham indicado correlação positiva entre os micronutrientes Zn, Cu, Mn e Fe e a severidade e descoloração vascular da murcha de *Fusarium* do feijoeiro na cultivar suscetível, é difícil indicar se essa relação está vinculada à produção de metabólitos pelo fungo, conforme mencionado, já que neste trabalho a concentração de micronutrientes na solução nutritiva foi constante. O maior teor de micronutrientes na parte aérea das plantas da cultivar suscetível devem-se, provavelmente, ao menor desenvolvimento dessas plantas, em decorrência da infecção causada pelo fungo. Na cultivar resistente, onde o desenvolvimento das plantas aparentemente não foi afetado, verificou-se correlação significativa e negativa entre Mn e descoloração vascular. É provável que, na cultivar suscetível, tenha ocorrido efeito de concentração dos micronutrientes nessas plantas.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pelo financiamento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- BAKER, R. Inoculum potential. In: HORSFALL, J.G.; COWLING, E.B. (Eds.). **Plant disease an advanced treatise; how disease develops in populations**. New York: Academic Press, 1978. v.2, p.137-157.
- BRAGA, J.M.; DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e material vegetal. **Revista Ceres**, v.21, p.73-85, 1974.
- CARDOSO, C.O.N.; KIMATI, H.; FERNANDEZ, N.G. Nota sobre a ocorrência de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* (Schlecht) Kendrick & Snyder causando murcha vascular em feijoeiro. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v.22, p.273-276, 1966.
- CARDOSO, R.M.L.; OTA, H.; PAVAN, M.A. Influência do pH e da nutrição de cálcio na incidência da murcha vascular do cafeeiro causada por *Fusarium oxysporum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.4, p.447-454, 1985.
- CORDEN, M.E. Influence of calcium nutrition on *Fusarium* wilt of tomato and polygalacturonase activity. **Phytopathology**, v.55, p.222-224, 1965.
- COSTA, A.F. da; MENEZES, M.; MIRANDA, P. Ocorrência de *Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp. *phaseoli* Kendrick & Snyder em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em Pernambuco e Alagoas. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1, 1982. Goiânia. **Anais**. Goiânia: CNPAF, 1982. p.282-284.
- DHINGRA, O.D.; SINCLAIR, J.B. **Basic plant pathology methods**. Florida: CRC Press, 1985. 355p.
- DONGO, L.D.; MÜLLER, L.E. Estudio sobre la patogenicidad de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* en el frijol. II. Pruebas varietales. **Turrialba**, v.19, p.82-90, 1969.
- ENGELHARD, A.W.; WOLTZ, S.S. *Fusarium* wilt of chrysanthemum: complete control of symptoms with an integrated fungicide-lime-nitrate regime. **Phytopathology**, v.63, p.1256-1259, 1973.
- EUCLYDES, R.F. **Sistema para análises estatísticas e genéticas**. (SAEG). Viçosa: Central de Processamento de Dados, UFV, [19..]. 68p.
- JONES, J.P.; WOLTZ, S.S. Effect of liming and nitrogen source on *Fusarium* wilt of cucumber and watermelon. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v.88, p.200-203, 1975.
- JONES, J.P.; WOLTZ, S.S. *Fusarium* - incited diseases of tomato and potato, and their control. In: NELSON, P.E.; TOUSSOUN, T.A.; COOK, R.J. (Eds.). **Fusarium: diseases, biology, and taxonomy**. [S.l.]: The
- JONES, J.P.; WOLTZ, S.S. *Fusarium* wilt (race 2) of tomato: effect of lime and micronutrient soil amendments on disease development. **Plant Disease**, v.51, p.645-648, 1967.
- JONES, J.P.; WOLTZ, S.S. *Fusarium* wilt of tomato: calcium, pH and micronutrient effects on disease development. **Plant Disease**, v.53, p.276-279, 1969.

- Pennsylvania State University Press, University Park, 1981. 457p.
- KEANE, E.M.; SACKSTON, W.E. Effects of boron and calcium nutrition of flax on *Fusarium* wilt. **Canadian Journal of Plant Science**, v.50, p.415-422, 1970.
- KIMATI, H. Doenças do feijoeiro - *Phaseolus vulgaris* L. In: GALLI, F. (Coord.). **Manual de Fitopatologia - doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Ed. Agron. Ceres, 1980. v.2, p.297-318.
- LONERAGAN, J.F.; SNOWBALL, K. Calcium requirements of plants. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.20, p.465-478, 1969.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1986. 674p.
- MARTYN, R.D.; McLAUGHLIN, R.J. Effects of inoculum concentration of the apparent resistance of watermelons to *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*. **Plant Disease**, v.67, p.493-495, 1983.
- OPGENORTH, D.C. **Sources of resistance to *Fusarium* yellows of celery; studies of chlamyospore formation and germination and effects of inoculum density and pH on disease severity**. Riverside; Univ. Calif., 1980. 146p. Ph.D. Thesis.
- PASTOR-CORRALES, M.A.; ABAWI, G.S. Reactions of selected bean germ plasms to infection by *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. **Plant Disease**, v.71: p.990-993, 1987.
- PRATT, R.G. A new vascular wilt disease caused in crimson clover by *Fusarium oxysporum*. **Phytopathology**, v.72, p.622-627, 1982.
- RIBEIRO, C.A.; FERRAZ, S. Resistência varietal do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) a *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. **Fitopatologia Brasileira**, v.9, p.37-44, 1984.
- RIBEIRO, R.L.D.; HAGEDORN, D.J. Screening for resistance to and pathogenic specialization of *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*, the causal agent of bean yellows. **Phytopathology**, v.69, p.272-276, 1979.
- SCHOONHOVEN, A. van; PASTOR-CORRALES, M.A. (comp.). **Standard system for the evaluation of bean germplasm**. Cali: Colombia, CIAT, 1987. 54p.
- TOUSSOUN, T.A.; NELSON, P.E. **A pictorial guide to the identification of *Fusarium* species according to the taxonomic system of Snyder and Hansen**. [S.L.]: The Ohio State University Press University Park and London, 1968. 51p.
- WAGGONER, P.E.; DIMOND, A.E. Role of chelation in causing and inhibiting the toxicity of lycopersin. **Phytopathology**, v.43, 281-284, 1953.
- WOLTZ, S.S.; JONES, J.P. Interactions in source of nitrogen fertilizer and liming procedure in the control of *Fusarium* wilt of tomato. **Horticulture**, v.8, p.137-138, 1973.
- ZAMBOLIM, L.; VIEIRA, C.; ARAÚJO, C.A.A.; CHAGAS, J.M.; SILVA, C.D. Ocorrência da murcha de *Fusarium* em feijoeiros na Zona da Mata de Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**, v.12, p.287-288, 1987.