

INCIDÊNCIA DE PODRIDÃO APICAL EM CINCO CULTIVARES DE TOMATEIRO CULTIVADOS EM SOLO COM TRÊS NÍVEIS DE CÁLCIO¹

Palavras-chave: tomate (Lycopersicon esculentum), podridão apical, deficiência de cálcio, melhoramento genético

Key-words: tomato (Lycopersicon esculentum), blossom-end-rot, calcium deficiency, tomato breeding

Marinice O. Cardoso

EMBRAPA/CPAA

C. Postal 319

69048-660 Manaus-AM

Manoel A. de Queiróz

EMBRAPA/CPATSA

C. Postal 23

56300-000 Petrolina-PE

Raymundo F. Souza

Escola de Agronomia/UFBA

44380-000 Cruz das Almas-BA

RESUMO

Cinco cultivares de tomateiro (IPA-5, IPA-L, Agrocica Botu-13, Petomech II e Rossol), de crescimento determinado, foram avaliados quanto à incidência da podridão apical (PA), em diferentes níveis de cálcio (Ca). Além do solo sem calagem, foram utilizados dois tratamentos em que o solo era submetido à calagem com 83% e 61% de saturação de bases. O experimento foi conduzido em casa de vegetação no CPATSA/EMBRAPA, Petrolina-PE, em blocos casualizados, num esquema fatorial 5 x 3, sendo cada parcela constituída por 2 plantas/vaso, com três repetições. Verificou-se efeito do aumento dos níveis de Ca na redução da PA, porém não houve interação significativa entre genótipos x níveis de Ca. Os genótipos Petomech II e IPA-L exibiram, respectivamente, maior e menor suscetibilidade à PA, sendo os demais genótipos medianamente suscetíveis. O genótipo IPA-L é uma fonte promissora de tolerância a baixos níveis de Ca para melhoramento de tomate visando menor suscetibilidade a PA. O substrato utilizado (textura areia barrenta, com baixo teor de Ca) mostrou-se apropriado para avaliação de genótipos de tomateiro para o caráter em estudo.

ABSTRACT

Incidence of blossom-end-rot in five tomato cultivars grown in soil with three calcium levels.

The incidence of blossom-end-rot was studied in five tomato cultivars in a soil with three calcium levels. An experiment was carried out in CPATSA/EMBRAPA, Petrolina-PE, under greenhouse in a randomized block design with three replications (2 plants/pot) in a factorial arrangement (five tomato cultivars: IPA 5, IPA-L, Agrocica Botu-13, Petomech II and Rossol) and three soil calcium levels. Besides the treatment without any CaCO₃ addition, two calcium levels were used based on the CaCO₃ requirement for 61% and 83% base saturation (b.s.) of the original soil. The blossom-end-rot (BER) percentage decreased when calcium contents increased. Genotypes reacted differently within the same calcium level, however interaction between genotype x calcium levels was not significant. Cultivars Petomech II and IPA-L showed the highest and the lowest BER percentage, respectively. 'IPA-L' can be used as a source for tolerance to low calcium levels, in relation to BER further tomato breeding programmes. The original soil without any calcium addition appears to be a good substratum for screening tomato germoplasm for BER tolerance.

(Aceito para publicação em 15/07/95).

Entre os problemas abióticos que afetam a cultura do tomateiro, a podridão apical, podridão estilar ou fundo preto, é um dos mais graves, podendo provocar perdas superiores a 50% da produção (Chaves, 1958). É uma desor-

dem fisiológica que resulta da deficiência de cálcio nos frutos, devido à falta deste elemento no solo, ou a qualquer fator que reduza o suprimento ou que interfira na translocação do cálcio ao fruto (Malavolta *et al.*, 1975). A ocorrência da po-

¹ Parte da dissertação, do primeiro autor, para obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração Fitotecnia/EAUFBA - Cruz das Almas-BA.

podridão apical pode ser favorecida por baixo suprimento de água no solo (Castellane, 1988); elevados níveis de nitrogênio, potássio, magnésio ou sódio (Geraldson, 1957a e 1957b; Kirkby, 1979); nitrogênio na forma amoniacal (Kirkby, 1979); baixo potencial hidrico (Robbins, 1937); intensa transpiração foliar (Gerard & Hipp, 1968); baixo pH (Tisdale *et al.*, 1985); excesso ou deficiência de fósforo (Shear, 1975) e interação cálcio x boro (Barbosa, 1993). As características genéticas da planta, no que se refere à absorção e translocação de cálcio para os frutos, também interferem na podridão apical (Greenleaf & Adams, 1969). Outros fatores, como podas, aplicação de reguladores de crescimento, e controle de doenças podem influenciar a absorção e translocação do cálcio (Wiersum, 1979).

Como medida de controle desse distúrbio fisiológico, tem sido utilizada a prática da calagem e pulverizações com CaCl_2 0,04M (Geraldson, 1957a). Contudo, em determinadas condições de solo e clima, o problema ainda ocorre em maior ou menor intensidade (Pereira *et al.*, 1979). Neste caso, a escolha adequada de cultivares poderá reduzir a incidência da podridão apical (Wiersum, 1979). Alguns trabalhos têm demonstrado diferenças de suscetibilidade de cultivares de tomateiro à podridão apical (Greenleaf & Adams, 1969; Lima *et al.*, 1976; Castellane, 1985); entretanto, os estudos com vistas ao melhoramento de plantas para resistência a essa desordem fisiológica são ainda insuficientes, sobretudo no que tange à definição de uma metodologia para a seleção de genótipos menos suscetíveis à podridão apical.

Os objetivos deste trabalho foram estudar os níveis de cálcio no solo, apropriados para avaliação de genótipos de tomateiro quanto à incidência de podridão apical, e avaliar a reação de genótipos contrastantes quanto à expressão do caráter podridão apical.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA)-EMBRAPA, Petrolina-PE, no período de 11/03/93 a 12/08/93, sendo conduzido em condições de casa de vegetação.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados com três repetições, no esquema fatorial 5 x 3 (cinco genótipos de tomateiro de crescimento determinado e três níveis de cálcio no solo). A parcela experimental constou de cinco vasos com duas plantas cada, dispostos em fileiras duplas no espaçamento de 1,0m x 0,5m x 0,5m. Individualmente, os vasos (sacos plásticos com 30cm x 40cm) continham sete litros de substrato. Os genótipos escolhidos foram Agrocica Botu-13, IPA-5, Petomech II e Rossol, cultivares desenvolvidas para processamento industrial, e IPA-L, uma linhagem do programa de melhoramento de tomate da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA).

O solo utilizado como substrato, um Podzólico Latossólico plúntico de textura areia barrenta, foi coletado na profundidade de 0-30cm, de área virgem sob vegetação natural, passado em peneira de 3mm e, em seguida, homogeneizado. Os resultados da análise revelaram as seguintes características quími-

cas: pH em H_2O =4,90; M.O.(%)=1,00; $\text{H}^++\text{Al}^{3+}$ (meq/100g)=3,20; Al_3^+ (meq/100g)=0,60; Ca_2^+ (meq/100g)=0,80; Mg_2^+ (meq/100g)=0,60; Na^+ (meq/100g)= 0,01; K^+ (meq/100g)=0,24; P(ppm)=1,00; S(meq/100g)=1,65; CTC ou T(meq/100g)=4,85; V(%)=34,02. Os três níveis de cálcio foram estabelecidos calculando-se a necessidade de CaCO_3 para uma saturação de bases de 83% (2,150t/ha) e de 61% (1,075 t/ha), e o próprio solo sem correção. Concomitante à incorporação do CaCO_3 , adicionou-se MgCO_3 suficiente para elevar o teor de Mg do solo para 1,0 meq/100g. Nos dois casos foram utilizadas substâncias de grau analítico. Os vasos foram irrigados até próximo da capacidade de campo e incubados por quatorze dias.

Aplicaram-se, em lastro, 20 ml da solução final de micronutrientes (Epstein, 1975) e o restante dos macronutrientes ($\text{N}=125\text{kg/ha}$; $\text{P}_2\text{O}_5=150\text{kg/ha}$ e $\text{K}_2\text{O}=150\text{kg/ha}$). As fontes de macronutrientes foram as utilizadas comercialmente como adubos químicos: sulfato de potássio, fosfato diamônico e uréia, no plantio; uréia, ao primeiro desbaste e durante a frutificação. Antes da aplicação dos nutrientes NPK, e após a colheita, retiraram-se amostras de solo de todos os vasos para a realização de análises químicas. Foi feita uma aplicação de uma solução de 40g de um concentrado de nutrientes ($\text{Zn}=6,0\%$; $\text{B}=3,5\%$; $\text{Mg}=4,5\%$; $\text{Mn}=0,8\%$; $\text{Cu}=0,3\%$; $\text{Fe}=0,5\%$; $\text{S}=4\%$; $\text{Mo}=0,2\%$) + 100g de uréia dissolvidos em 20 l de água, próximo ao final da frutificação. O sistema de plantio foi o de semeio direto. A condição de umidade foi mantida permanentemente próxima da capacidade de campo durante o experimento.

A incidência da podridão apical foi determinada, calculando-se a porcentagem de frutos com podridão apical em relação à soma frutos sadios + frutos lesionados, considerada como 100%. Nos cálculos utilizou-se o número médio de frutos por planta. Para as análises estatísticas, os dados foram transformados para $\text{arc. sen } \sqrt{x}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à incidência de podridão apical (PA) nos genótipos estudados nos três níveis de Ca no solo, verificou-se significância para níveis e genótipos, não sendo significativa a interação entre estes dois fatores. Apenas o efeito linear foi significativo para os níveis de Ca.

Efeito dos níveis de Ca

As médias de incidência de PA decresceram com o aumento das doses de CaCO_3 (Tabela 1), obtendo-se retas e regressões lineares decrescentes (Figura 1), que foram ajustadas para os genótipos, com exceção da cv. Petomech II, para a qual a regressão linear não foi significativa.

O efeito do Ca aplicado ao solo na redução da PA já foi constatado por vários autores (Pereira *et al.*, 1979; Prezotti *et al.*, 1989). Entretanto, o percentual de incidência de PA foi alto para todos os genótipos mesmo quando submetidos a níveis mais elevados de Ca. Constatou-se, pelas análises químicas das amostras do solo após a colheita, que a reação do solo foi ácida em todos os níveis de Ca, diferindo dos resultados

Tabela 1 - Incidência de podridão apical (PA) em diferentes genótipos de tomateiro e níveis de Ca no solo. CPATSA/EMBRAPA, Petrolina-PE, 1993.

Níveis de Cálcio	Incidência de Podridão Apical (%)					
	Petomech II	IPA-5	Agrocica Botu-13	Rossol	IPA-L	Média
Solo sem calagem	75,35	61,28	47,27	56,73	33,53	53,82a ^v
CaCO ₃ -61% de saturação	63,57	45,99	43,07	39,87	26,54	43,31b
CaCO ₃ -83% de saturação	53,93	38,33	30,79	22,15	10,74	30,58c
Média(1)	64,28A ^u	48,53B	40,38B	39,58B	23,60C	
C.V.(%) = 14,13						

¹ Tukey, 5% (minúsculas= colunas; maiúsculas=linhas).

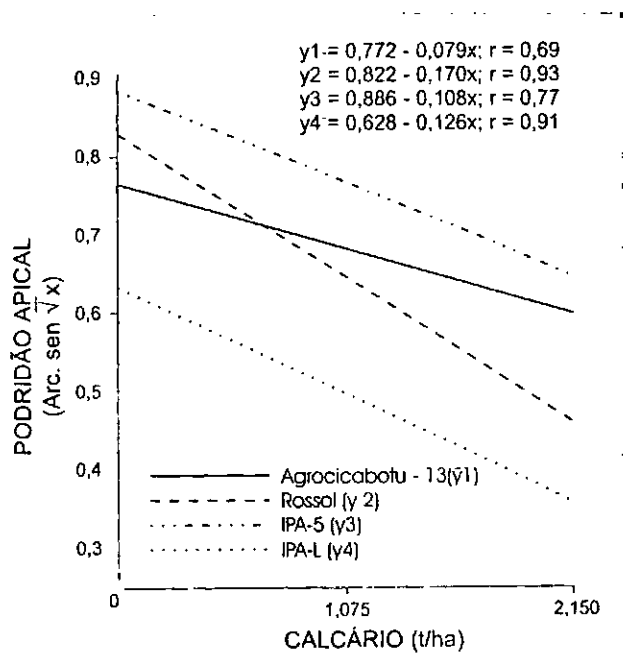


Figura 1 - Retas e equações de regressão da incidência de podridão apical (Y) nos frutos de diferentes genótipos de tomateiro, em função de três níveis de CaCO₃(x) aplicados ao solo. CPATSA/EMBRAPA, Petrolina-PE, 1993.

obtidos após o período de incubação do CaCO₃ com a terra, e antes da aplicação dos nutrientes NPK, o que foi atribuído, entre outros fatores, ao efeito acidificante dos fertilizantes nitrogenados (fosfato diamônico e uréia) utilizados. Configuraram-se portanto, situações de estresse de Ca, em todos os níveis, o que deve ter contribuído para os altos percentuais de PA verificados. É possível, também, um efeito da dose de K no agravamento do estresse de Ca, através da redução da relação Ca/outras cátiões, causando um decréscimo na absorção de Ca (Geraldson, 1957a e 1957b).

Uma vez que os genótipos apresentaram um comportamento consistente nos três níveis de Ca, tem-se um indicativo que os mesmos podem ser discriminados, em qualquer um dos níveis, não sendo necessária preocupação com uma faixa

rígida de Ca no solo. A questão que se põe é de que isto não se aplica a condições de solo em que a promoção de crescentes níveis de Ca pela calagem seja acompanhada de aumento nos valores de pH e de sensíveis reduções nos valores absolutos de Al³⁺ trocável, porque é possível que diferenças na eficiência inerente ao uso de elementos minerais não sejam detectadas em solos corrigidos por fertilizantes inorgânicos e orgânicos (Gabelman & Gerloff, 1978). No tratamento sem calagem os genótipos enfrentaram o mais rigoroso estresse de cálcio, permitindo clara expressão fenotípica do caráter podridão apical, sem prejuízo do desenvolvimento das plantas, evidenciando ser possível a avaliação de genótipos, em substrato com características idênticas às do solo utilizado neste trabalho, suplementado pelos demais nutrientes, o que constitui uma opção metodológica mais simples do que a de trabalhos relatados que empregaram areia lavada, solução nutritiva e turfa como meios radiculares.

Resposta dos Genótipos

Petomech II e IPA-L apresentaram respectivamente maior e menor incidência de PA nos três níveis (Tabela 1). As cvs. IPA-5, Agrocica Botu-13 e Rossol apresentaram valores intermediários de incidência de PA, não diferindo entre si. A maior incidência de PA apresentada pela cv. Petomech II não confirmou a pouca suscetibilidade atribuída ao mesmo (Castellane, 1988). Embora este genótipo apresente, naturalmente, um porte compacto, observaram-se internódios curtos e um grande número de brotações laterais pouco vigorosas independente do nível de Ca. Plantas de tomateiro deficientes em B exibem, entre outros sintomas, encurtamento dos internódios (Freire *et al.*, 1980), sendo que este nutriente pode interferir na PA (Barbosa, 1993). Examinando-se o desenvolvimento radicular dos genótipos, ao final do experimento, verificou-se que as plantas deste genótipo tinham a maioria das raízes na parte média superior do vaso, o que deve ter levado a uma inadequada absorção de Ca (Tisdale *et al.*, 1985). É possível que a pouca suscetibilidade deste genótipo à PA tenha sido observada em condições não estressantes de Ca, em especial no que tange ao pH (ácido) e Al³⁺. Também, em solos ácidos, o B encontra-se energeticamente retido e

insolubilizado, podendo ocorrer deficiência deste micronutriente (Osaki, 1991).

Para o genótipo Rossol, considerado como muito suscetível à PA (Pereira *et al.*, 1979), verificou-se acentuada abscisão de flores e de frutos em início de desenvolvimento. Como presume-se que o Ca tem um papel na abscisão de órgãos de plantas (Poovaiah & Leopold, 1973; Foy, 1974; Devlin, 1976), infere-se que este genótipo foi mais afetado pela deficiência de Ca do que ficou evidenciado pelos resultados obtidos. O genótipo IPA-L, de menor incidência de PA, apresentou ainda, no nível de 83% de saturação de bases, um percentual de 10,74% de frutos com PA, mostrando que dentro dos limites de estresse de Ca deste experimento, nenhum genótipo foi absolutamente resistente à PA. Entretanto, a influência de fatores genéticos controlando a maior ou menor incidência de PA ficou claramente evidenciada pelos resultados obtidos com os cinco genótipos testados. O genótipo IPA-L poderá ser utilizado em programas de melhoramento visando o desenvolvimento de cultivares com menor suscetibilidade à PA.

LITERATURA CITADA

- BARBOSA, V. Nutrição e adubação de tomate rasteiro. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS, 1., 1990. Jaboticabal-SP. Anais...Piracicaba: POTAFÓS, 1993. p.323-339.
- CASTELLANE, P.D. *Constatação e interpretação fisiológica de diferenças de suscetibilidade de cultivares de tomateiro (Lycopersicon esculentum Mill) à podridão apical*. Viçosa: UFV, 1985. 183p. Tese Doutorado.
- CASTELLANE, P.D. *Podridão apical em frutos de tomateiro*. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 39p.
- CHAVES, G.M. *Doenças do tomateiro*. In: *Hortaliças - Cultura do Tomateiro*. Lavras: ESAL, 1958. 19p. (ETA. Projeto, 55).
- DEVLIN, R.M. *Fisiologia Vegetal*. 3. ed. Barcelona: Omega, 1976. 515p.
- EPSTEIN, E. *Nutrição Mineral de Plantas: Princípios e Perspectivas*. São Paulo: EDUSP, 1975. 341p.
- FOY, C.D. Effects of soil calcium availability on plant growth. In: CARSON, E.W. (ed.). *The Plant Root and Its Environment*. Charlottesville: University Press of Virginia, 1974. p.565-600.
- FREIRE, F.M.; MONNERAT, P.H. & MARTINS FILHO, C.A.S. Nutrição mineral e adubação do tomateiro. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.6, n.66, p.13-19, 1980.
- GABELMAN, W.H. & GERLOFF, G.C. Isolating plant germplasm with altered efficiencies in mineral nutrition. *HortScience*, Alexandria, v.13, n.6, p.682-684, 1978.
- GERALDSON, C.M. Factors affecting calcium nutrition of celery, tomato and pepper. *Proceedings of the American Soil Science Society*, v.21, p.621-625, 1975a.
- GERALDSON, C.M. Control of blossom-end-rot of tomatoes. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v. 69, p.309-317, 1957b.
- GERARD, C.J.; HIPP, B.W. Blossom-end-rot of "Chico" and "Chico Grande" tomatoes. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.93, p.521-531, 1968.
- GREENLEAF, W.H.; ADAMS, F. Genetic control of blossom-end-rot disease in tomatoes through calcium metabolism. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.94, n.3, p.248-250, 1969.
- KIRKBY, E.A. Maximizing calcium uptake by plants. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.10, n.1/2, p.89-113, 1979.
- LIMA, L.A.; MISCHAN, M.M.; KIMOTO, T.; NAKAGAWA, L.; CONCEIÇÃO, F.A.L. Distribuição de cálcio em frutos sadios e com podridão apical de tomate, nas cultivares Castle e Roma UF. *Revista de Olericultura*, Lavras, v.16, s.n., p.201-203, 1976.
- MALAVOLTA, E.; CASTRO, P.R.C.; CRUZ, V.F. & YAMADA, T. Calcium and its relationship to blossom-end-rot in tomato. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.6, n.3, p.273-284, 1975.
- OSAKI, F. *Calagem e Adubação*. Campinas: Instituto Brasileiro de Ensino Agrícola, 1991, 2 ed. 503p.
- PEREIRA, J.R.; FERNANDES, C.S. & CORDEIRO, G.G. Podridão estilar em tomate. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.14, n.3, p.237-241, 1979.
- POOVAIAH, B.W.; LEOPOLD, A.C. Inhibition of abscission by calcium. *Plant Physiology*, v.51, n.5, p.848-851, 1973.
- PREZOTTI, L.C.; BALBINO, J.M. de S.; FONSECA, E.E.M. da; FERREIRA, L.R. Influência do esterco de cama de galinha, superfosfato triplo e calcário na produção e na incidência de podridão apical em tomateiro cv. Kada. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.7, n.2, p.15-17, 1989.
- ROBBINS, W.R. Relations of nutrient salt concentration to growth of the tomato and to the incidence of blossom-end-rot of fruit. *Plant Physiology*, v.12, p.21-50, 1937.
- SHEAR, C.B. Calcium related disorders of fruits and vegetables. *HortScience*, Alexandria, v.10, n.4, p.361-365, 1975.
- TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, J.D. *Soil Fertility and Fertilizers*. 4.ed. New York: Macmillan, 1985. 75p.
- VITTI, G.C. & CASTELLANE, P.D. *Nutrição e adubação de tomate industrial*. Petrolina: FUNDESTONE, 1993. 79p.
- WIERSUM, L.K. Effects of environment and cultural practices on calcium nutrition. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.10, n.1/2, p.259-278, 1979.