

## PODRIDÃO APICAL E PRODUTIVIDADE DO TOMATEIRO EM FUNÇÃO DOS TEORES DE CÁLCIO E AMÔNIO<sup>1</sup>

SEBASTIÃO JOSÉ DE ARRUDA JÚNIOR<sup>2\*</sup>, EGÍDIO BEZERRA NETO<sup>2</sup>, LEVY PAES BARRETO<sup>2</sup>, LUCIANE VILELA RESENDE<sup>3</sup>

**RESUMO** – A podridão apical do tomate é caracterizada pelo aparecimento de tecido necrótico na parte distal do fruto. No entanto esta desordem não é necessariamente causada pela deficiência de cálcio, mas o resultado da expressão de algum gene em condições de estresse. Interações entre temperatura, disponibilidade de água, altas concentrações salinas ou de  $\text{NH}_4^+$ , entre outros, controlam o aparecimento da podridão apical nos frutos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência dos teores de cálcio, com ou sem adição de amônio sobre a produção por planta e podridão apical do tomate cultivado hidroponicamente. O experimento foi conduzido no telado do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, e constou de um arranjo fatorial de seis doses de cálcio e duas concentrações de amônio na solução nutritiva (6 x 2), com seis repetições e dispostas em delineamento experimental em blocos casualizados. Os tratamentos com cálcio foram nas concentrações de 120, 140, 170, 200, 240 e 280  $\text{mg L}^{-1}$ , os tratamentos com amônio foram a ausência deste cátion na solução nutritiva e o acréscimo de 28,4  $\text{mg L}^{-1}$ , que correspondeu à proporção de 15% de amônio em relação ao N-total da solução nutritiva. Foi avaliada a incidência de podridão apical, produção por planta, peso médio, diâmetro e número de frutos por planta. As variáveis foram submetidas à análise da variância e regressão. A adição de cálcio provocou uma diminuição na produtividade do tomateiro, e os tratamentos contendo amônio apresentaram uma menor incidência de podridão apical.

**Palavras-chave:** *Lycopersicon esculentum*. Hidroponia. Desequilíbrio nutricional.

## BLOSSOM-END ROT AND PRODUCTIVITY OF TOMATOES AS A FUNCTION OF CALCIUM AND AMMONIUM CONTENTS

**ABSTRACT** - The blossom-end rot of tomato is characterized by the appearance of a necrotic tissue in the distal part of the fruit. This disorder is not caused directly by the calcium deficiency, but it results from the expression of some genes in stress conditions. Interactions between temperature, water availability, high saline or ammonium concentration, etc., control the appearance of the blossom-end rot in the fruits. The aim of this paper was to evaluate the influence calcium and ammonium on the productivity and blossom-end of tomatoes grown hydroponically. The experiment was carried out in the green house of the Department of Agronomy of the Federal Rural University of Pernambuco, and consisted of factorial arrangement between six levels of calcium and two levels of ammonium in the nutrient solution (6 x 2), with six replications in experimental design of randomized blocks. Calcium treatments were the concentrations of 120, 140, 170, 200, 240 and 280  $\text{mg L}^{-1}$ , and ammonium treatments were the absence of this cation in the nutrient solution and the addition of 28.4  $\text{mg L}^{-1}$ , corresponding to 15% of total-N of the nutrient solution. The blossom-end rot, productivity, fruit diameter and number of fruits were evaluated. The data were submitted to the analysis of the variance and regression. The calcium addition caused a reduction in the tomato productivity, and the treatments with ammonium caused a lesser incidence of blossom-end rot.

**Keywords:** *Lycopersicon esculentum*. Hydroponics. Nutrition disorder.

\*Autor para correspondência.

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 10/11/2010; aceito em 18/07/2011.

Parte da dissertação de mestrado em Agronomia – Ciência do Solo aprovada na UFRPE do primeiro autor.

<sup>2</sup>Química Agrícola, Departamento de Química, UFRPE, 52.171-030, Recife - PE; [arruda\\_jr@hotmail.com](mailto:arruda_jr@hotmail.com); [egidio@dq.ufrpe.br](mailto:egidio@dq.ufrpe.br); [levy@dq.ufrpe.br](mailto:levy@dq.ufrpe.br)

<sup>3</sup>Fitotecnica, Departamento de Agronomia, UFRPE, 52.171-030 Recife - PE; [luciane vilela@uol.com.br](mailto:luciane vilela@uol.com.br)

## INTRODUÇÃO

O tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) é uma hortaliça de grande expressão comercial no Brasil (SILVA et al., 2009) e que vem crescendo o seu cultivo por hidroponia, em virtude das vantagens apresentadas por esta técnica, inclusive para outras culturas, destacando-se a obtenção de maior produtividade e maior eficiência de utilização da água e fertilizante, em comparação com o cultivo em solo (SOUZA NETO, et al. 2010). Contudo, em cultivo hidropônico, deve ser dada muita atenção ao balanço dos nutrientes na solução nutritiva (RESH, 2000). Em hortaliças, os desequilíbrios relacionados ao cálcio incluem a queima dos bordos das folhas, de ocorrência comum em alface, e a podridão apical ou fundo preto, que ocorre em tomates e pimentões. Estes desequilíbrios são determinados por concentrações inadequadas de cálcio nos tecidos e em alguns casos não resultam de concentrações insuficientes de cálcio no meio de cultivo. Esses problemas, em geral, se devem as falhas no transporte deste íon, causadas por condições internas e ambientais predisponentes (MARTINEZ, 2004).

Uma vez incorporado ao tecido celular, o cálcio é imóvel, daí a necessidade de suprimento constante para atender ao crescimento do fruto. O cálcio é importante na ativação enzimática, na regulação do movimento de água nas células e é essencial para a divisão celular (MALAVOLTA, 2006).

A absorção de cálcio é restringida por baixas temperaturas radiculares, altos níveis de cátions competidores ( $K^+$ ,  $Mg^{2+}$  e particularmente o  $NH_4^+$ ) e por estresse hídrico provocado por baixa umidade ou alta salinidade no substrato, muitas vezes induzido para melhorar a qualidade dos frutos (FONTES, 2003). Seu movimento na planta está estreitamente ligado ao movimento da água, resultando numa distribuição preferencial para as folhas, acompanhando a corrente transpiratória. O cálcio que chega às folhas permanece imobilizado e não se transloca para os frutos, e para atender a uma elevada demanda de cálcio nos frutos em crescimento intenso, torna-se necessário um suprimento na forma de quelato (MARTINEZ, 2004). Alvarenga (2004) verificou também que a maior parte do cálcio chega às inflorescências no período noturno devido à menor transpiração das folhas sob temperaturas noturnas mais baixas.

Apesar de intensamente estudada nos últimos 100 anos, a podridão apical não é ainda completamente entendida (ADAMS; HO, 1995). De acordo com Adams (1994), a podridão apical ou fundo preto é causado por deficiência localizada na parte distal do fruto. Esta desordem é causada não somente pela absorção de cálcio, mais ainda por condições que afetam a distribuição do cálcio para os frutos, como a baixa mobilidade deste nutriente e elevada taxa de crescimento dos frutos (NONAMI et al., 1995; FONTES, 2003). Saure (2001) e Taylor e Locascio

(2004) afirmam que o cálcio não é o fator primário, nem independente na ocorrência do distúrbio, e discutem que o aumento no teor de giberelinas fisiologicamente ativas em respostas a diversos fatores de estresse desempenha um importante papel.

Embora seja útil e operacionalmente fácil, parece não ser oportuno e aconselhável considerar a deficiência de cálcio no fruto de tomate a causa independente da podridão apical, e menos ainda aconselhável estudá-la utilizando o cálcio como fator único (FONTES, 2003).

Com base no exposto acima o objetivo deste trabalho foi de avaliar os efeitos dos teores de cálcio e amônio na solução nutritiva sobre a podridão apical e a produtividade do tomateiro.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no telado do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, e constou de um arranjo fatorial entre seis teores de cálcio e duas concentrações de amônio na solução nutritiva (6 x 2), com seis repetições, totalizando 72 parcelas dispostas em delineamento experimental em blocos casualizados. Os tratamentos referentes ao cálcio constaram das concentrações de 120, 140, 170, 200, 240 e 280 mg L<sup>-1</sup> de Ca obtidos com a adição de Quelatec (10% de Ca na forma de EDTA), e os tratamentos referentes ao amônio foram a ausência deste cátion na solução nutritiva e o acréscimo de 28,4 mg L<sup>-1</sup>, que correspondeu à proporção de 15% de amônio em relação ao N-Total da solução (Tabela 1). As concentrações dos demais macronutrientes foram 189; 52,70; 328,44; 41,31 e 70,40 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente para N-Total, P, K, Mg e S. Para os micronutrientes as concentrações foram de 0,5; 0,05; 2,4; 0,75; 0,06 e 0,11 mg L<sup>-1</sup> respectivamente para B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn (FURLANI et al., 1999). A condutividade elétrica das soluções nutritivas variou de 2,6; a 3,4 dS m<sup>-1</sup> de acordo com os tratamentos (Tabela 1). O telado tem cobertura em arco tipo zenital, de PVC, coberto com filme plástico com filtro para raios ultravioleta, mede 6,4 por 12,10 metros respectivamente de largura e comprimento e as laterais são fechadas com tela de náilon com malha de 2 mm.

Utilizado o híbrido Scala, tipo salada, de crescimento indeterminado. Em 21 de setembro de 2006 as sementes foram colocadas para germinar em bandejas de poliestireno com 128 células contendo o substrato comercial Tropstrato®, e umedecidas diariamente com água até a germinação. A partir daí foram irrigadas com a solução nutritiva proposta por Furlani et al. (1999) a 25% de sua concentração original até o momento do transplantio para o local definitivo.

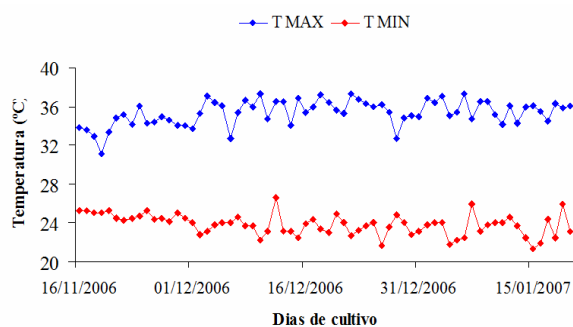
Quando as plantas completaram trinta dias após o semeio (DAS), as mesmas foram transplantadas para vasos de polietileno com capacidade para

8,5 dm<sup>3</sup>, contendo pó de coco como substrato. A unidade experimental constou de um vaso com uma planta, sendo os vasos dispostos no espaçamento de 1,0 m entre fileiras e 0,5 m nas fileiras, com densidade de 2 plantas m<sup>-2</sup>. Já no primeiro dia após o transplântio (DAT), as plantas foram irrigadas com as soluções nutritivas correspondentes aos tratamentos, porém a 25% da concentração final. Para evitar o choque osmótico, a concentração das soluções nutritivas foi aumentada gradativamente, com acréscimo de 25% a mais a cada dia até atingir a concentração final. A partir do quarto dia após o transplântio, os vasos foram irrigados com as soluções nutritivas correspondentes aos tratamentos (a 100%), e o substrato foi mantido com o teor de umidade sempre próximo da capacidade máxima de retenção, interrompendo a irrigação, imediatamente aos primeiros sinais de drenagem. Para permitir a livre drenagem da solução nutritiva excedente, os vasos foram furados na base. As plantas foram irrigadas com a solução nutritiva proposta por Furlani et al. (1999), para fase vegetativa, adaptada no sentido de proporcionar a

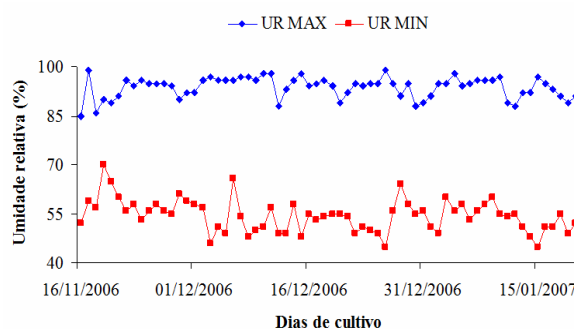
concentração correspondente a cada tratamento (Tabela 1). As plantas foram tutoradas, através de fitas plásticas sustentadas por um fio de arame colocado paralelamente às linhas de cultivo. Semanalmente foram realizadas as desbrotas dos brotos ladrões, de forma que cada planta foi conduzida com apenas uma haste principal. No dia 24 de novembro de 2006, trinta e cinco dias após o transplântio, a partir do início da frutificação as soluções foram trocadas por soluções de fase reprodutiva, a qual constou da diminuição da relação N/K, elevando-se o teor de potássio de 328,4 para 409 mg L<sup>-1</sup>. O pH das soluções nutritivas foi ajustado à faixa de 6,0 a 6,5 utilizando-se NaOH 1N. Diariamente foram registradas a temperatura (Figura 1) e a umidade relativa do ar (Figura 2), no interior da casa de vegetação, com o auxílio de um termohigrômetro. As temperaturas máximas oscilaram entre 32,7 e 37,3 °C, e as mínimas entre 21,3 e 26,6 °C. Os valores máximos de umidade relativa do ar oscilaram entre 99 e 85%. Os valores mínimos registrados foram entre 45 e 70%.

**Tabela 1.** Teores de macro e micronutrientes na solução nutritiva para a fase vegetativa do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.).

Trat	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn	CE
	mg L <sup>-1</sup>							µg L <sup>-1</sup>						dS m <sup>-1</sup>
T1	189,0	0	52,7	328,4	120,0	41,3	70,4	500,0	50,0	2400	750	60	110	2,6
T2	189,0	0	52,7	328,4	140,0	41,3	70,4	500,0	50,0	2400	750	60	110	2,7
T3	189,0	0	52,7	328,4	170,0	41,3	70,4	500,0	50,0	2400	750	60	110	2,8
T4	189,0	0	52,7	328,4	200,0	41,3	70,4	500,0	50,0	2400	750	60	110	2,9
T5	189,0	0	52,7	328,4	240,0	41,3	70,4	500,0	50,0	2400	750	60	110	3,0
T6	189,0	0	52,7	328,4	280,0	41,3	70,4	500,0	50,0	2400	750	60	110	3,1
T7	160,6	28,4	52,7	328,4	120,0	41,3	70,4	500,0	50,0	2400	750	60	110	2,9
T8	160,6	28,4	52,7	328,4	140,0	41,3	70,4	500,0	50,0	2400	750	60	110	3,0
T9	160,6	28,4	52,7	328,4	170,0	41,3	70,4	500,0	50,0	2400	750	60	110	3,1
T10	160,6	28,4	52,7	328,4	200,0	41,3	70,4	500,0	50,0	2400	750	60	110	3,2
T11	160,6	28,4	52,7	328,4	240,0	41,3	70,4	500,0	50,0	2400	750	60	110	3,3
T12	160,6	28,4	52,7	328,4	280,0	41,3	70,4	500,0	50,0	2400	750	60	110	3,4



**Figura 1.** Temperatura do ar (°C) no interior do telado de horticultura.



**Figura 2.** Umidade relativa do ar no interior do telado de horticultura.

A colheita iniciou-se no dia 06 de dezembro de 2006 (75 DAS) e terminou no dia 20 de janeiro de 2007 (119 DAS), totalizando sete coletas, sendo colhidos apenas os frutos completamente maduros. Avaliou-se o número de frutos por planta, peso médio e diâmetro dos frutos com uso de paquímetro, e incidência de podridão apical. Na avaliação do número de frutos por plantas, computaram-se apenas os frutos maduros. Após a última colheita as plantas foram cortadas rente ao substrato, separadas em caule e folhas e colocadas para secar em estufa até obtenção de peso constante para determinação da matéria seca.

Os resultados de número de frutos e incidência de podridão apical foram submetidos à análise da variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade. Com os demais resultados foram ajustadas equações de regressão das variáveis dependentes em função dos teores de cálcio na solução, com ou sem a adição de amônio (SAEG, 2007).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as plantas dos tratamentos contendo 240 e 280 mg L<sup>-1</sup> de cálcio sem adição ou com adição de amônio (T5; T6; T11; T12), não resistiram e morreram duas semanas após o início da aplicação dos tratamentos. Em virtude disto, foram apresentados e discutidos apenas os resultados referentes aos demais tratamentos. As mesmas apresentaram sintomas de toxidez como amarelecimento e posterior queima das folhas e dos brotos apicais. A condutividade elétrica (CE) das soluções correspondentes a esses tratamentos foram 3,0; 3,1; 3,3 e 3,4 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 1). A alta salinidade aumenta a resistência ao transporte no xilema, dificultando o acesso do cálcio aos frutos e brotos apicais das plantas (FRANCO et al., 1998). De acordo com Ehret e Ho (1986), condutividade elétrica da ordem de 6 dS m<sup>-1</sup> contribui para a obtenção de frutos um pouco menores, com maior teor de matéria seca, porém sem grandes perdas de produtividade. O aumento da CE, também pode restringir a absorção de cálcio, aumentar a incidência de podridão apical e de rachaduras (TERRAZA et al., 2008), devendo-se investigar valores adequados para a obtenção de produtividade e qualidade satisfatórias.

A grande absorção de água motivada pela elevada transpiração promove aumento da condutividade elétrica da solução existente no substrato. Na planta o cálcio move-se com a água e o seu teor nos tecidos depende da transpiração (BENINNI et al., 2003), o que pode ter acarretado uma maior incidência de podridão no presente experimento, pois uma vez depositado, o cálcio não apresenta redistribuição para as outras partes da planta, sendo acumulado em tecidos que transpiram mais facilmente (SAURE, 2001). Nos órgãos que apresentam dificuldades para transpirar, como os frutos do tomate, o transporte do

cálcio é dependente das condições ambientais que favoreçam o desenvolvimento da pressão radicular (BENINNI et al., 2003). A pressão radicular é um fenômeno que se desenvolve nas plantas quando a transpiração é reduzida a uma taxa menor do que a taxa de entrada de água pelas raízes, como ocorre durante a noite ou em períodos de alta umidade relativa do ar (FRANÇOIS et al., 1991). Com a formação da pressão radicular, uma pressão positiva desenvolve-se no xilema causando fluxo do líquido no seu interior, podendo assim, translocar o cálcio para os órgãos com dificuldades para transpirar. Em solução nutritiva, Paiva et al. (1998) verificaram maior acúmulo de cálcio nos frutos, em condições de baixa umidade relativa (40%). No entanto, a perda excessiva de água dos tecidos da planta conduziu a grande ocorrência de podridão apical quando o suprimento de cálcio foi baixo.

Os tratamentos com doses crescentes de cálcio não causaram efeito significativo sobre a podridão apical, independente do tratamento com amônio (Tabela 2). A ausência de efeito significativo dos tratamentos com cálcio pode estar associada à frequência de irrigação, haja vista que mesmo a menor dose de cálcio, 120 mg L<sup>-1</sup>, com irrigações diárias, proporciona um fornecimento suficiente em virtude das reposições. A média de ocorrência da podridão apical foi de 40,03% do total dos frutos. Houve efeito significativo ( $P \leq 0,05$ ) do tratamento com amônio em relação incidência da podridão apical. As plantas cultivadas nas soluções nutritivas que não continham amônio apresentaram maior incidência de podridão apical do que as plantas cultivadas nas soluções que continham amônio. Terraza et al. (2008) avaliaram o efeito de três teores de cálcio (3,5; 4,5 e 5,5 mmolc L<sup>-1</sup>) e potencial osmótico da solução nutritiva, e chegaram a conclusão que os fatores cálcio, potencial osmótico e a sua interação, não afetaram estatisticamente o aparecimento de podridão apical. Loos et al. (2008) identificando e quantificando os componentes de perdas de produção de duas variedades de tomate (cultivar Santa Clara I 5300 e híbrido Débora Plus), cultivadas em ambiente protegido, relatam que a podridão apical foi a que mais influenciou as perdas totais, sendo considerado o fator-chave de perdas de culturas nas condições desse experimento. Plese et al. (1998) conseguiram diminuir a ocorrência de podridão apical em tomateiro, tanto com adição de boro quanto de cálcio, que quando aplicados separadamente, proporcionaram diminuições na porcentagem de frutos com podridão apical em relação à testemunha, tornando clara a influência de ambos os nutrientes nesta anomalia. Carrijo et al. (2004) cultivando tomate em 7 diferentes substratos encontraram valores bem inferiores aos do presente experimento, variando de 8,3 a 15,5 frutos com podridão por planta. Estes autores atribuem essa desordem à deficiência hídrica, visto que os diferentes substratos que apresentaram menores índices de podridão apical foram os que apresentaram maior retenção de água.

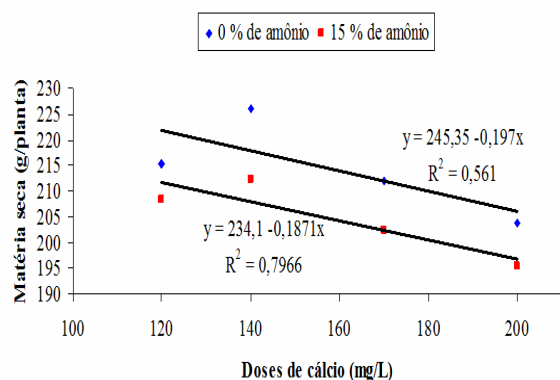
**Tabela 2.** Número de frutos por planta e percentagem de frutos com podridão apical em plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) em função dos teores de cálcio e amônio na solução nutritiva.

Doses de Ca (mg L <sup>-1</sup> )	Número de frutos		Podridão apical (%)	
	0 % NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	15 % NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0 % NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	15 % NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
120	19,20 Aa	15,83 Aa	44,00 Aa	40,25 Ab
140	17,00 Aa	17,40 Aa	49,48 Aa	20,26 Ab
170	18,00 Aa	16,50 Aa	46,43 Aa	38,25 Ab
200	18,00 Aa	16,20 Aa	44,00 Aa	35,00 Ab
CV (%)	13,349		29,726	

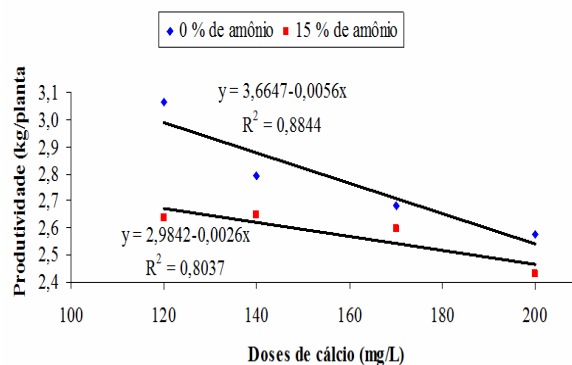
Médias seguidas de mesma letra maiúscula para doses de cálcio e minúscula para percentagem de amônio, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P>0,05).

Com relação ao número de frutos por planta não houve efeito significativo dos tratamentos aplicados (Tabela 2), cuja média geral foi de 17,46. A incidência do fundo preto também está relacionada ao número de frutos por planta, pois quanto maior o número de frutos maior é a demanda de cálcio para os mesmos. Apesar da diferença entre o número de frutos por planta não ser significativa, em relação aos tratamentos com amônio, as plantas cultivadas nas soluções nutritivas que continham amônio apresentaram menor incidência de podridão apical.

A biomassa seca das plantas de tomate diminuiu gradativamente com o aumento da dose de cálcio, independente do tratamento com amônio (Figura 3). Com base nas equações geradas, a biomassa seca decresceu em resposta ao tratamento com cálcio, de 222 para 206 g planta<sup>-1</sup>, e de 212 para 197 g planta<sup>-1</sup>, respectivamente sem e com adição de amônio na solução nutritiva. Carrijo et al. (2004), cultivando tomate em diferentes substratos e em cultivo protegido, encontraram valores variando entre 187 e 228 g planta<sup>-1</sup>.

**Figura 3.** Matéria seca de plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) em função dos teores de cálcio e amônio na solução nutritiva.

Houve uma diminuição na produtividade em termos de kg de fruto por planta, em resposta ao aumento da dose de cálcio na solução nutritiva, conforme se pode observar nas equações de regressão geradas (Figura 4). O aumento de cálcio na solução nutritiva provocou uma diminuição de 2,99 para 2,54 kg de frutos por planta, quando não se adicionou amônio à solução nutritiva, enquanto que com adição de amônio, a produtividade caiu de 2,67 para 2,46 kg de frutos por planta, em decorrência do aumento de cálcio à solução nutritiva. Tal resposta pode estar associada à diminuição no potencial osmótico da solução nutritiva, haja vista que a condutividade elétrica das soluções nutritivas aumentou com o aumento das doses de cálcio. Tais resultados corroboram com os obtidos por Andriolo et al. (1999) cultivando tomate em diferentes substratos comerciais e orgânicos em dois experimentos onde os mesmos encontra-

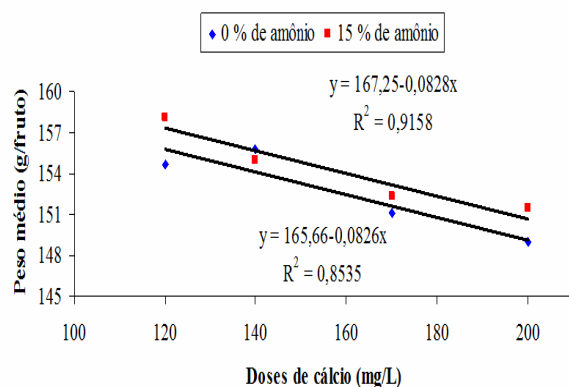
**Figura 4.** Produtividade de plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) em função dos teores de cálcio e amônio na solução nutritiva.

ram valores entre 1,54 e 2,71 kg planta<sup>-1</sup> e 2,12 e 2,82 kg planta<sup>-1</sup>, respectivamente para o experimento 1 e 2. Peil e Gálvez (2004) também encontraram valores de produtividade semelhantes ao do presente experimento, cultivando tomate em sistema NFT, cujos resultados variaram de 2,96 a 4,29 kg planta<sup>-1</sup>.

A medida que se aumenta a dose de cálcio, se observa um decréscimo no peso médio dos frutos (Figura 5). Este comportamento é semelhante tanto para os tratamentos com adição amônio quanto para os tratamentos sem adição de amônio na solução nutritiva. O maior peso médio para os tratamentos contendo amônio na sua composição foi de 158,13 g fruto<sup>-1</sup>, enquanto o menor foi de 151,40 g fruto<sup>-1</sup>, respectivamente para 120 e 200 mg L<sup>-1</sup>. Já para os tratamentos sem adição de amônio o maior peso médio dos frutos foi encontrado no tratamento contendo 140 mg L<sup>-1</sup> (155,79 g fruto<sup>-1</sup>) e o menor no tratamen-

to contendo 200 mg L<sup>-1</sup> (149,03 g fruto<sup>-1</sup>). Carrijo et al. (2004) encontraram valores um pouco inferiores aos deste experimento, quando cultivaram tomate em 7 diferentes substratos, onde os pesos médios ficaram entre 107,4 e 182,2 g fruto<sup>-1</sup>. Peil e Gálvez (2004) cultivando tomate em sistema NFT encontraram va-

lores que corroboram com os do presente experimento onde para diferentes densidades de plantio os valores variaram entre 148,0 e 155,1 g fruto<sup>-1</sup> e para diferentes números de hastes ficaram entre 153,9 e 166,2 g fruto<sup>-1</sup>.



**Figura 5.** Peso médio dos frutos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) em função dos teores de cálcio e amônio na solução nutritiva.

No que se refere ao diâmetro dos frutos, a resposta aos tratamentos foi semelhante à obtida com o peso médio dos frutos (Figura 6). Ocorrendo, portanto uma redução no diâmetro dos frutos à medida que se aumentavam as doses de cálcio. No entanto, os tratamentos com amônio proporcionaram frutos com diâmetro ligeiramente superior aos sem amônio.

## CONCLUSÕES

Doses de cálcio acima de 200 mg L<sup>-1</sup> na solução nutritiva provocam a morte do tomateiro cultivado hidroponicamente;

A adição de cálcio na dose de 200 mg L<sup>-1</sup> proporciona uma diminuição na produtividade do tomateiro cultivado hidroponicamente;

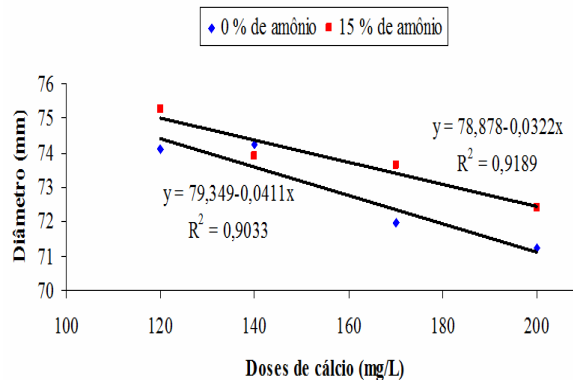
A adição de 15% de amônio à solução nutritiva, em relação ao nitrogênio total, diminui a incidência da podridão apical do tomateiro.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES, CNPq e UFRPE pelo apoio com os recursos financeiros para realização do trabalho.

## REFERÊNCIAS

ADAMS, P. Nutrition of greenhouse vegetables in NFT and hydroponic systems. *Acta Horticulturae*, n. 361, p. 245-257, 1994.



**Figura 6.** Diâmetro dos frutos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) em função dos teores de cálcio e amônio na solução nutritiva.

ADAMS, P.; HO, L. C. Uptake and distribution of nutrients in relation to tomato fruit quality. *Acta Horticulturae*, n. 412, p. 374-387, 1995.

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate**: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia. Lavras: UFLA, 2004. 400 p.

ANDRIOLO, J. L.; et al. Caracterização e avaliação de substratos para o cultivo do tomateiro fora do solo. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 17, n. 3, p. 215-219, 1999.

BENINNI, E. R. Y.; TAKAHASHI, H. W.; NEVES, C. S. V. J. Manejo do cálcio em alface de cultivo hidropônico. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 21, n. 4, p. 605-610, 2003.

CARRIJO, O. A.; et al. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 22, n. 1, p. 5-9, 2004.

EHRET, D. L.; HO, L. C. The effects of salinity on dry matter partitioning and fruit growth in tomatoes grown in nutrient film culture. *Journal of Horticultural Science*, v. 61, n. 3, p. 361-367, 1986.

FONTES, P. C. R. Podridão apical do tomate, queima dos bordos das folhas em alface e depressão amarga dos frutos em maça: deficiência de cálcio? *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 21, n. 2, p. 145, 2003.

FRANCO, J. A.; PEREZ-SAURA, P. J.; DURAN, A. Cálcio para corregir la necrosis apical em tomate.

**Horticultura Global**, n. 126, p. 90-92, 1998.

FRANÇOIS, L. E.; DONAVAN, T. J.; MAAS, E. V. Calcium deficiency of artichoke buds in relation to salinity. **HortScience**, v. 26, n. 5, p. 549-553, 1991.

FURLANI, P. R. et al. . Nutrição mineral de hortaliças, preparo e manejo de soluções nutritivas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 90-98, 1999.

LOOS, R. A. et al. Identificação e quantificação dos componentes de perdas de produção do tomateiro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 238-242, 2008.

MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ed. Agr. Ceres. 2006. 631 p.

MARTINEZ, H. E. P. Distúrbios nutricionais em hortaliças cultivadas em substratos com baixa atividade química. In: BARBOSA, J. G. et al. **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substratos**. Viçosa, MG: UFV, 2004. 434 p.

PAIVA, E. A. S. et al. Occurrence of blossom-end rot in tomato as a function of calcium dose in the nutrient solution and air relative humidity. **Journal of Plant Nutrition**, v. 21, n. 12, p. 2663-2670, 1998.

PEIL, R. M. N.; GÁLVEZ, J. L. Rendimiento de plantas de tomate injertadas y efecto de la densidad de tallos en el sistema hidropónico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 265-270, 2004.

PLESE, L. P. M. et al. Efeitos de aplicações de cálcio e boro na ocorrência de podridão apical e produção de tomate em estufa. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 55, n. 1, p. 144-148, 1998.

RESH, H. M. **Hydroponic Food Production**. Santa Bárbara-Califórnia: Woodbridge Press Pub. Co., 2000. 527 p.

SAEG. **Sistema para análises estatísticas**. Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007. Disponível em: <http://www.ufv.br/saeg/index.htm> . Acesso em 12 jan. 2010.

SAURE, M. C. Review. Blossom-end rot of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) – a calcium – or a stress-related disorder? **Scientia Horticulturae**, v. 90, p. 193-208, 2001.

SILVA, J. A. C. et al. Nutrição do tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) em função de doses de fertilizantes orgânicos. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 242-253, 2009.

SOUZA NETO, O. N. et al. Produção de alface hi-

dropônica e microclima de ambiente protegido sob malhas termo-refletoras. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n.4, p.84-90, 2010.

TAYLOR, M. D.; LOCASCIO, S. J. Blossom-end rot: a calcium deficiency. **Journal of Plant Nutrition**, n. 27, p. 123-139, 2004.

TERRAZA, S. P.; et al. Efecto del calcio y potencial osmótico de la solución nutritiva em la pudrición apical, composición mineral y rendimiento de tomate. **Interciencia**, v. 33, n. 6, p. 449-456, 2008.