

ABSORÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ^{45}Ca EM CULTIVARES DE TOMATEIRO CULTIVADOS EM SOLUÇÕES NUTRITIVAS COM DIFERENTES RELAÇÕES $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ E DIFERENTES PERÍODOS DE ABSORÇÃO^{1/}

Paulo Donato Castellane^{2/}
Pedro Henrique Monnerat^{3/}
Renato Sant'Anna^{4/}

1. INTRODUÇÃO

Nas plantas, os sistemas condutores responsáveis pelo transporte de água e solutos a longa distância são o floema e o xilema, sendo este último o principal para o transporte de Ca (11, 19). Por ocorrer em baixíssimas concentrações no floema, considera-se que o Ca seja imóvel nesse sistema, não sendo significativa sua redistribuição nas plantas (2, 3, 4, 7).

Os tecidos meristemáticos, com elevada taxa de crescimento, são supridos de solutos e água, principalmente via floema (18). Como esses tecidos apresentam pequena transpiração, a quantidade de Ca acumulada é muito pequena, quando comparada com a das folhas (16). Em condições de transpiração foliar elevada, a quantidade de Ca disponível para os meristemas ou para os frutos é severamente reduzida, o que resulta numa deficiência do nutriente nessas partes das plantas (20). SHEAR (15) relacionou, para as diferentes espécies exploradas economicamente, 35 casos de deficiência de Ca. Entre elas, manchas amargas em maçã, cora-

^{1/} Projeto financiado pelo CNPq n.º 40.5846/82.

Aceito para publicação em 5-04-1987.

^{2/} Departamento de Fitotecnia da FCAV-UNESP. 14870 Jaboticabal, SP.

^{3/} Departamento de Fitotecnia da UFV. 36570 Viçosa, MG. Pesquisador do CNPq.

^{4/} Departamento de Biologia Geral da UFV. 36570 Viçosa, MG.

ção negro em aipo, topo queimado em alface e repolho e podridão apical em pimentão, melancia e tomate. Para morango (5), repolho (13) e tomateiro (16), constatou-se que a exposição periódica das plantas à condição de elevada umidade relativa do ar, favorável ao desenvolvimento da pressão radicular, resultava em maiores acúmulos de Ca nos seus meristemas apicais.

Com relação à podridão apical em tomateiro, pouco se conhece sobre a participação da pressão radicular. Recentemente, GUTTRIDGE e BRADFIELD (10) verificaram que a incidência dessa anomalia era menor nas plantas mantidas em condições de elevada umidade relativa durante a noite.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi verificar a absorção e distribuição de Ca em cultivares de tomateiro cultivados em casa de vegetação, em soluções nutritivas com diferentes relações $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$, e expostos a período noturno e diurno de absorção de ^{45}Ca .

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do setor de Horticultura do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Estado de Minas Gerais.

Sementes de tomateiro estaqueado, cultivares 'Kada', 'Miguel Pereira', 'Príncipe Gigante', 'São Pedro' e 'Yokota', foram semeadas em areia lavada. Diariamente, regou-se com água desmineralizada, até a emergência das plântulas. Em seguida, as regas diárias foram feitas com solução nutritiva com 5mM de NO_3^- , 0,5 mM de H_2PO_4^- , 3 mM de K^+ , 1 mM de Ca^{++} , 1 mM de Mg^{++} , 1 mM de SO_4^{--} , 40 M de Fe-EDTA, 25 uM de H_3BO_3 , 3 uM de Mn^{++} , 2 uM de Zn^{++} , 0,5 uM de Cu^{++} , 0,425 uM de MoO_4^{--} e 59 uM de Cl^- .

Oito dias após a emergência, transplantaram-se as mudas para a solução nutritiva de crescimento: 15 mM de NO_3^- , 1 mM de H_2PO_4^- , 6 mM de K^+ , 4 mM de Ca^{++} , 2 mM de Mg^{++} , 2 mM de SO_4^{--} e 3 mM de Na^+ . A de micronutrientes foi preparada de acordo com a orientação de JOHNSON (9).

As soluções nutritivas estavam contidas em vasos plásticos, pintados externamente com tinta opaca brilhante, com tampas de isopor revestidas de folha fina de alumínio. O volume da solução nutritiva por vaso foi de 5,0 l, tendo sido, inicialmente, utilizadas quatro plantas em cada recipiente. Para a aeração da solução nutritiva, foi borbulhado ar comprimido através de bloco poroso, adaptado a uma fina mangueira plástica, que penetrava no centro das tampas.

Durante o cultivo realizaram-se três renovações da solução nutritiva. O pH foi mantido, por ajuste diário com HCl 0,1 N, em $6,0 \pm 0,5$, após a reposição do volume absorvido da solução com água desionizada. Em cada renovação, considerando a uniformidade de crescimento de cada cultivar, foi eliminada uma planta por vaso, ficando, então, no final, apenas uma planta em cada um.

Cinco dias antes da aplicação de ^{45}Ca , deu-se início aos tratamentos com soluções nutritivas, com duas relações $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ (25/75 e 75/25). Optou-se por essa antecedência para que as plantas alcançassem estado de equilíbrio com as novas soluções nutritivas, além do fato de que, nesse período, segundo resultados de QUEBEDEAUX e OZBUM (14), não se verificam, ainda, modificações estruturais na membrana celular, o que provavelmente ocorre num período mais longo, devido à toxidez de NH_4^+ .

A fonte de ^{45}Ca foi o $^{45}\text{CaCl}_2$, obtido pela dissolução de $^{45}\text{CaCO}_3$ em volume suficiente de HCl concentrado p.a. Para a aplicação de ^{45}Ca , foram preparadas

novas soluções nutritivas, considerando-se a quantidade a ser utilizada, 15,98 uCi/vaso, equivalente a 66,7 mg de ^{45}Ca /vaso.

Procurando ter maior segurança no momento da troca das soluções com ^{40}Ca pelas marcadas com ^{45}Ca , utilizaram-se 4,0 l destas por vaso. As trocas foram realizadas por bloco, diariamente. No período diurno, as plantas absorveram ^{45}Ca entre as 6 e as 18 horas e, no período noturno, das 18 às 6 horas, perfazendo-se, então, 12 horas de absorção em cada período.

O experimento constou de um fatorial $5 \times 2 \times 2$, com três repetições, num delineamento em blocos completos casualizados. Os tratamentos foram compostos por cinco cultivares de tomateiro estaqueado ('Kada', 'Miguel Pereira', 'Príncipe Gigante', 'São Pedro' e 'Yokota'), duas relações $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ em soluções nutritivas (25%/75% e 75%/25%) e dois períodos de absorção de ^{45}Ca (diurno e noturno). Dos cultivares utilizados, 'Kada' e 'Yokota' apresentam baixa suscetibilidade à podridão apical, sendo os outros mais suscetíveis (8).

Cessado cada período de absorção, as plantas foram colhidas cortando-se horizontalmente as hastes, cerca de 5,0 cm acima do ponto de inserção das raízes adventícias. As amostras da parte aérea, tomadas para a determinação das atividades do ^{45}Ca , foram os folíolos da primeira folha abaixo da inflorescência, a primeira inflorescência e os folíolos da primeira folha acima da inflorescência e do ponteiro da planta.

Logo em seguida ao corte das hastes, após a reposição, com água desionizada, do volume da solução absorvida, adaptou-se à sua porção inferior, com o auxílio de silicone em pasta, uma pequena mangueira de látex, para facilitar a coleta de exsudato através de seringas descartáveis. Após a coleta, que durou uma hora, os exsudatos foram armazenados em câmara fria, até o momento da determinação das atividades do ^{45}Ca .

A determinação das atividades do ^{45}Ca foi realizada com Contador de Cintilação Líquida BECKMAN, modelo 233.

Calculou-se, então, a atividade total das diferentes partes amostradas. Calculou-se, ainda, a atividade da inflorescência e do ponteiro, em relação à da primeira folha abaixo da inflorescência, em percentagem (CPM%). Foram também calculados os valores das relações entre CMP no exsudato e CMP na solução nutritiva. Para isso, considerou-se a atividade de ^{45}Ca na solução nutritiva no final de cada período de absorção.

De plantas dos cultivares cultivados em soluções nutritivas com ^{40}Ca , com a mesma idade dos cultivados em soluções com ^{45}Ca , foram determinadas as áreas da primeira folha abaixo e da primeira folha acima da inflorescência.

Para as análises de variâncias, os valores de CPM total foram transformados em $\sqrt{(x/1000) + 1}$ e os de CPM% em $\ln(x\% + 1)$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor da relação entre CPM no exsudato e CPM na solução nutritiva de soluções com 25% de N-NH_4^+ superou o verificado nas soluções com 75% de N-NH_4^+ (Quadro 1). No final do período diurno de absorção não se constatou diferença entre os cultivares. No entanto, no final do período noturno o valor apresentado pelo cultivar 'Kada' foi superior aos dos demais. Apenas para esse cultivar houve diferença entre os períodos de absorção, sendo o período noturno superior ao diurno.

Conforme se esperava, semelhantemente ao já verificado (12, 21), o maior for-

QUADRO 1 - Relações^{1/} entre CPM no exsudato e CPM na solução nutritiva, obtidas no cultivo de tomateiros em soluções nutritivas com diferentes relações $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ e diferentes períodos de absorção de ^{45}Ca

Solução (% NH_4^+)	Período de absorção ^{2/}	Cultivares					Média
		Kada	Miguel Pereira	Príncipe Gigante	São Pedro	Yokota	
25	D	1,51	1,56	1,80	1,17	1,43	1,62
	N	2,25	1,93	1,74	1,70	1,64	1,85
75	D	0,76	0,69	0,84	0,88	0,84	0,80
	N	1,39	0,77	1,02	0,92	1,01	1,02
25	-	1,88	1,74	1,77	1,74	1,54	1,74 a
75	-	1,08	0,73	0,93	0,90	0,93	0,91 b
-	D	1,14 bA	1,12 aA	1,32 aA	1,33 aA	1,14 aA	1,21
-	N	1,82 aA	1,35 aB	1,38 aB	1,31 aB	1,33 aB	1,44
Média		1,48	1,23	1,35	1,32	1,23	

^{1/} Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade (letras minúsculas nas colunas e letras maiúsculas nas linhas).

^{2/} D - período diurno (das 6 às 18 horas); N - período noturno (das 18 às 6 horas).

necimento de $N-NH_4^+$ às plantas reduziu a absorção de ^{45}Ca , tornando a relação entre CPM no exsudato e CPM na solução igual a 0,91 (Quadro 1). Interessante é que apenas para 'Kada', o menos suscetível à podridão apical (8), a relação entre CPM no exsudato e CPM na solução foi maior no período noturno, tendo seu valor superado os dos demais cultivares. Isso sugere que tal cultivar tenha maior capacidade de absorção de Ca no período noturno, que é, geralmente, o mais favorável ao desenvolvimento de pressão radicular.

Em outras espécies, como repolho (13, 17) e morango (5), verificou-se que, em condições propícias ao desenvolvimento da pressão radicular, não ocorria deficiência de Ca nos meristemas das plantas. Segundo van de GEIJN e SMEULDERS (16), a maior distância entre os meristemas apicais do tomateiro e suas raízes não neutraliza a influência da pressão radicular noturna no acúmulo de ^{45}Ca nesses tecidos durante a noite. É, portanto, provável que o fenômeno da pressão radicular noturna tenha alguma relação com a incidência da podridão apical. Aliás, recentemente (6, 10), verificou-se que tomateiros, em condições noturnas, com umidade relativa elevada, apresentaram maiores quantidades de Ca nos frutos e menor incidência de podridão apical. Em razão disso, atribui-se maior importância ao que se verificou para o cultivar 'Kada' no período noturno, fato que pode ser tomado como relevante para sua diferenciação dos cultivares suscetíveis à podridão apical.

A contagem total de ^{45}Ca nas inflorescências (Quadro 2) mostrou que, quando as plantas foram cultivadas em solução nutritiva com 25% de NH_4^+ , a quantidade total de ^{45}Ca que chegou à primeira inflorescência no período noturno foi inferior à verificada no período diurno. Contudo, em solução nutritiva com 75% de NH_4^+ , mais desfavorável à absorção de Ca, não houve diferença estatística entre os dois períodos, nem entre os períodos noturnos, para as duas soluções. Tomando agora a contagem relativa de ^{45}Ca (Quadro 3), verifica-se que, à noite, a competição pelo ^{45}Ca , entre a inflorescência e a primeira folha abaixo dela, foi mais favorável do que durante o dia. Essas observações, de certo modo, ratificaram a expectativa manifestada anteriormente e, ainda, acrescentam que, em condições de maior estresse para a absorção de Ca, a importância da pressão radicular para menor incidência de podridão apical deve ser maior.

É importante observar que o esperado maior acúmulo de ^{45}Ca na inflorescência da 'Kada' não ocorreu (Quadros 2 e 3). Uma possível explicação pode ser o fato de as inflorescências desse cultivar estarem mais desenvolvidas que as dos outros, apresentando até flores já abertas. O peso médio das inflorescências analisadas foi de 0,313, 0,096, 0,098, 0,196 e 0,301 g MS/inflorescência, respectivamente, para os cultivares 'Kada', 'Miguel Pereira', 'Príncipe Gigante', 'São Pedro' e 'Yokota'. Assim, o raciocínio mostra-se coerente, uma vez que WIERSUM (18) constatou maior influxo de ^{45}Ca nas flores de macieira e de tomateiro em início de desenvolvimento.

Nos ponteiros das plantas, a quantidade total de ^{45}Ca acumulada foi maior no período diurno e na solução com 25% de NH_4^+ /75% de NO_3^- (Quadro 4). Para o período noturno, não houve diferença entre os valores obtidos com as duas soluções. Quanto à contagem relativa (Quadro 5), na solução com 25% de NH_4^+ /75% de NO_3^- não houve diferença entre os cultivares, enquanto na outra solução os cultivares 'Kada', 'São Pedro', 'Yokota' e 'Príncipe Gigante' não diferiram entre si, tendo os dois últimos se igualado também ao 'Miguel Pereira', com o menor valor. Apenas para esse cultivar houve diferença entre as duas soluções, ocorrendo o menor valor na solução com 75% de NH_4^+ /25% de NO_3^- .

Na primeira folha acima da inflorescência, os acúmulos de ^{45}Ca foram maiores

QUADRO 2 - Contagem total $\frac{1}{2}$ de ^{45}Ca nas primeiras inflorescências de tomates cultivados em soluções nutritivas com diferentes relações $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ e diferentes períodos de absorção de ^{45}Ca

Solução	Período de absorção ^{2/}	Cultivares				Média	
		Kada	Miguel Pereira	Príncipe Gigante	São Pedro		Yokota
		CPM					
25	D	639	702	960	1.061	638	799 aA
	N	122	185	82	203	141	147 bA'
75	D	98	102	86	143	121	110 a'B
	N	96	62	8	73	73	62 a'A'
25	-	380	443	521	632	390	473
75	-	97	82	47	108	97	86
-	D	368	402	523	602	380	454
-	N	109	124	45	138	107	105
Média		238	263	284	370	244	

$\frac{1}{2}$ Para a análise de variância os valores foram transformados em $\sqrt{(x/1.000)+1}$. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade; a e b, para períodos dentro da solução 25; a' e b', para períodos dentro da solução 75; A e B, para soluções dentro do período diurno; A' e B', para soluções dentro do período noturno.

$\frac{2}{2}$ D - período diurno (das 6 às 18 horas); N - período noturno (das 18 às 6 horas).

QUADRO 3 - Contagem relativa^{1/} de ^{45}Ca nas primeiras inflorescências de tomatesiros cultivados em soluções nutritivas com diferentes relações $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ e diferentes períodos de absorção de ^{45}C

Solução (% NH ₄ ⁺)	Período de absorção ^{2/}	Cultivares					Média
		Kada	Miguel Pereira	Príncipe Gigante	Yokota		
					São Pedro	Yokota	
25	D	4,10	3,10	2,43	3,70	4,71	3,61
	N	38,26	12,83	19,93	46,85	13,60	26,29
75	D	5,54	0,95	1,91	4,31	1,17	2,78
	N	70,02	10,92	6,25	61,70	68,55	43,49
25	-	21,18	7,96	11,18	25,28	9,16	14,95
75	-	37,78	5,94	4,08	33,00	34,86	23,14
-	D	4,82	2,02	2,17	4,00	2,94	3,20 b
-	N	54,14	11,88	13,09	54,28	41,08	34,89 a
Média		29,48	6,95	6,48	29,14	22,01	

^{1/} Valores referentes à primeira folha abaixo da inflorescência. Para a análise de variância os valores foram transformados em $\ln(x+1)$. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

^{2/} D - período diurno (das 6 às 18 horas); N - período noturno (das 18 às 6 horas).

QUADRO 4 - Contagem total $1/$ de ^{45}Ca nos ponteiros de tomates cultivados em soluções nutritivas com diferentes reações $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ e diferentes períodos de absorção de ^{45}Ca

Solução (% NH_4^+)	Período de absorção ^{2/}	Cultivares					Média
		Cada					
		Kada	Miguel Pereira	Príncipe Gigante	São Pedro	Yokota	
CPM							
25	D	30.623	25.156	70.044	59.349	35.135	44.061 aA
	N	857	878	1.658	567	571	906 .bA'
75	D	10.176	4.619	3.831	11.333	11.327	9.257 a'B
	N	597	103	119	311	246	275 b'A'
25	-	15.740	13.017	35.851	29.958	17.853	22.484
75	-	5.386	2.361	1.975	5.822	5.786	4.266
-	D	20.400	14.888	36.938	35.341	23.231	26.160
-	N	726	491	889	439	409	591
Média		10.564	7.689	19.913	17.890	11.820	

$1/$ Para as análises de variâncias os valores foram transformados em $\sqrt{(x/1.000)+1}$. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade: a e b, para períodos dentro da solução 25; a' e b', para períodos dentro da solução 75; A e B, para soluções dentro do período diurno; A' e B', para soluções dentro do período noturno.

$2/$ D - período noturno (das 6 às 18 horas); N - período noturno (das 18 às 6 horas).

QUADRO 5 - Contagem relativa ^{45}Ca nos ponteiros de tomateiros cultivados em soluções nutritivas com diferentes relações $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ e diferentes períodos de absorção de ^{45}Ca

Solução (% NH_4^+)	Período de absorção ^{45}Ca	Cultivares					Média
		Kada	Miguel Pereira	Príncipe Gigante	São Pedro	Yokota	
				CPM %			
25	D	176,33	76,25	156,12	214,29	238,37	172,27
	N	181,73	228,38	249,39	26,44	212,58	179,70
75	D	531,72	71,74	81,35	170,06	82,93	187,56
	N	328,64	8,35	97,99	245,90	145,20	166,22
25	-	179,03 aA	152,32 aA	202,76 aA	120,36 aA	225,48 aA	175,98
75	-	430,18 aA	40,04 bB	89,67 aAB	207,98 aA	114,06 aAB	176,39
	D	354,02	74,00	118,74	192,18	160,65	179,92 a
	N	255,18	118,36	173,69	136,18	178,89	172,46 a
Média		304,60	96,18	146,22	164,18	169,77	

1/ Valores referentes à primeira folha abaixo da primeira inflorescência. Para a análise de variância os valores foram transformados em $\ln(x+1)$. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade: a e b, para soluções; A e B, para cultivares.

2/ D - período diurno (das 6 às 18 horas); N - período noturno (das 18 às 6 horas).

no período diurno de absorção, sendo a diferença maior na solução com 25% de NH_4^+ /75% de NO_3^- (Quadro 6). Não houve diferença entre as soluções nutritivas, nem entre cultivares, no período noturno. Para a primeira folha abaixo da inflorescência, na qual se verificou efeito significativo da interação de cultivar, solução e período, apenas para a solução com 25/75 se confirmou, em todos os cultivares, o maior acúmulo de ^{45}Ca no período diurno (Quadro 7). Na solução com 75% de NH_4^+ /25% de NO_3^- , ao contrário do esperado, observou-se que os cultivares 'Kada', 'Príncipe Gigante' e 'São Pedro' não diferiram quanto aos períodos de absorção, fato também observado por outros pesquisadores (1, 16).

4. RESUMO E CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho foi verificar a absorção e a distribuição de Ca em cultivares de tomateiro estaqueado, cultivados em casa de vegetação, em soluções nutritivas com diferentes relações $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$, e expostos a dois períodos de absorção de ^{45}Ca . O experimento constou de um fatorial $5 \times 2 \times 2$, com três repetições, num delineamento em blocos completos casualizados. Os tratamentos eram constituídos de cinco cultivares ('Kada', 'Miguel Pereira', 'Príncipe Gigante', 'São Pedro' e 'Yokota'), duas relações $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ (25%/75+ e 75%/25%) e dois períodos de 12 horas de absorção de ^{45}Ca , noturno e diurno.

Após os tratamentos, as plantas foram decapitadas, coletando-se os exsudatos e os folíolos da primeira folha abaixo e acima da primeira inflorescência, a primeira inflorescência e o ponteiro das plantas. Nessas amostras foram determinadas as atividades de ^{45}Ca . Calcularam-se, então, os valores das relações entre CPM no exsudato e CPM na solução nutritiva e as percentagens de atividades totais (CPM%) na primeira inflorescência e no ponteiro, em relação à primeira folha abaixo da inflorescência.

Verificou-se que o maior fornecimento de NH_4^+ às plantas reduziu a concentração de ^{45}Ca no exsudato. Apenas para 'Kada' houve diferença entre os períodos de absorção, sendo a relação entre CPM no exsudato e CPM na solução nutritiva maior no final do período noturno. Nesse caso, o valor apresentado por 'Kada' superou os dos demais, o que sugere que tal cultivar tenha maior capacidade de absorção de Ca. Para inflorescência e ponteiros das plantas, o total de ^{45}Ca acumulado durante o período diurno foi maior na solução com 25% de NH_4^+ /75% de NO_3^- , não havendo diferença entre as soluções no período noturno. Considerando os valores de CPM% nas primeiras inflorescências, constatou-se que no período noturno chega a elas a maior parte do ^{45}Ca absorvido.

5. SUMMARY

(ABSORPTION AND DISTRIBUTION OF ^{45}Ca IN TOMATO CULTIVARS GROWN IN NUTRITIVE SOLUTIONS WITH DIFFERENT $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ RELATIONS AND DIFFERENT PERIODS OF ABSORPTION)

A greenhouse experiment in nutrient solution with two $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ ratios was undertaken to evaluate Ca absorption and distribution in five tomato cultivars ('Kada', 'Miguel Pereira', 'Príncipe Gigante', 'São Pedro' and 'Yokota'). Ca absorption was measured from 6 a.m. to 6 p.m. and from 6 p.m. to 6 a.m., using ^{45}Ca as tracer.

^{45}Ca activity in the exudate was expressed in relation to that of the nutrient solution at the end of the absorption period. In the plant, ^{45}Ca activity was

QUADRO 6 - Contagem total ^{45}Ca nas primeiras folhas acima das primeiras inflorescências de tomateiros cultivados em soluções nutritivas com diferentes relações $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ e diferentes períodos de absorção de ^{45}Ca

Solução (% NH ₄ ⁺)	Período de absorção ^{2/}	Cultivares					Média
		Kada	Miguel Pereira	Príncipe Gigante	Yokota		
					São Pedro		
CPM							
25	D	26.180	19.746	45.520	31.145	14.990	27.516 aA
	N	370	609	950	314	298	508 bA'
75	D	10.773	3.455	4.749	5.655	6.512	6.229 a'B
	N	492	46	118	108	98	172 b'A'
25	-	13.275	10.178	23.235	15.730	7.644	14.012
75	-	5.632	1.750	2.434	2.882	3.305	3.201
-	D	18.476	11.600	25.134	18.400	10.751	16.872
-	N	431	327	534	211	198	340
Média		9.454	5.964	12.834	9.306	5.474	

1/ Para as análises de variâncias os valores foram transformados em $\sqrt{(x/1.000)+1}$. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade: a e b, para períodos dentro da solução 25; a' e b' para períodos dentro da solução 75; A e B, para soluções dentro do período diurno; A' e B', para soluções dentro do período noturno.

2/ D - período diurno (das 6 às 18 horas); N - período noturno (das 18 às 6 horas).

QUADRO 7 - Contagem total^{1/} de ⁴⁵Ca nas primeiras folhas abaixo das primeiras inflorescências de tomates cultivados em soluções nutritivas com diferentes relações $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ e diferentes períodos de absorção de ⁴⁵Ca

Solução (% NH ₄ ⁺)	Período de absorção ^{2/}	Cultivares										Média
		Kada	Miguel Pereira	Príncipe Gigante	São Pedro	Yokota						
		CPM										
25	D	16.679 aA	YZ	28.104 aA	XYZ	39.258 aA	X	28.108 aA	XY	10.162 aA	Z	24.462
	N	328 bA'	X	284 bA'	X	426 bA'	X	784 bA'	X	318 bA'	X	428
75	D	2.411 a'B	Y	6.868 a'B	XY	4.662 a'B	XY	3.838 a'B	XY	14.109 a'A	X	6.378
	N	172 a'A'	X	292 b'A'	X	141 a'A'	X	292 a'A'	X	112 b'A'	X	202
25	-	8.504		14.194		19.842		14.446		5.240		12.445
75	-	1.292		3.580		2.401		2.066		7.110		3.290
-	D	9.545		17.486		21.960		15.973		12.136		15.420
-	N	250		288		284		538		215		315
Média		4.898		8.887		11.122		8.256		6.175		

^{1/} Para a análise de variância os valores foram transformados em $\sqrt{(x/1.000)+1}$. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade: a e b, para períodos dentro da solução 25; a' e b', para períodos dentro da solução 75; A e B, para soluções dentro do período diurno; A' e B', para soluções dentro do período noturno; X, Y e Z, para cultivares.

^{2/} D - período diurno (das 6 às 18 horas); N - período noturno (das 18 às 6 horas).

determined in the leaflets of the first leaf above and beneath the first cluster of flowers, in the first cluster and in the top young leaves.

^{45}Ca concentration in the exudate lowered as the $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ ratio increased in the nutrient solution, but it did not vary with the period of absorption, except for 'Kada' in which it was higher at the end of the night absorption period.

Under low $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ ratio, ^{45}Ca activity in the first cluster of flowers and in the top young leaves was greater after absorption during the day, but no difference was detected between periods of absorption under high $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ ratio. ^{45}Ca accumulation in the first cluster in proportion to that in the leaf beneath it was much higher during night period of absorption.

6. LITERATURA CITADA

1. ARMSTRONG, M.J. & KIRKBY, E.A. The influence of humidity on the mineral composition of tomato plants with special reference to calcium distribution. *Plant Soil*, 52:427-435. 1979.
2. BANGERTH, F. Calcium-related physiological disorders of plants. *Annu. Rev. Phytopath.*, 17:97-122. 1979.
3. BIDDULPH, O.; CORY, R. & BIDDULPH, S. Translocation of calcium in the bean plant. *Plant Physiol.*, 34:512-519. 1959.
4. BIDDULPH, O.; BIDDULPH, S.; CORY, R. & KOONTZ, H. Circulation patterns for phosphorus, sulfur and calcium in the bean plant. *Plant Physiol.*, 33:293-300. 1958.
5. BRADFELD, E.G. & GUTTRIDGE, C.G. The dependence of calcium transport and leaf tipburn in strawberry on relative humidity and nutrient solution concentration. *Ann. Bot.*, 43:363-372. 1979.
6. BRADFELD, E.G. & GUTTRIDGE, C.G. Effects of night-time humidity and nutrient solution concentration on the calcium content of tomato fruit. *Sci. Hortic.* 22:207-217. 1984.
7. BUKOVAC, M.J. & WITTWER, S.H. Absorption and mobility of foliar applied nutrients. *Plant Physiol.*, 32:428-435. 1957.
8. CASTELLANE, P.D. *Constatação e interpretação fisiológica de diferenças de suscetibilidade de cultivares de tomateiro (Lycopersicon esculentum, Mill) à podridão apical*. Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, 1985, 183 p. (Tese DS).
9. EPSTEIN, E. *Nutrição Mineral de Plantas — Princípios e Perspectivas*. Trad. E. Malavolta. Ed. da Universidade de São Paulo, 1975. 451 p.
10. GUTTRIDGE, C.C. & BRADFELD, E.G. Root pressure stops blossom-end rot. *Grower*, 100(1):25-26. 1983.
11. MENGEL, K. & KIRKBY, E. A. *Principles of Plant Nutrition*. 2nd ed. Worblan-fen-Bern, International Potash Institute, 1979. 593 p.

12. MONNERAT, P.H.; CASTELLANE, P.D.; ZAMBON, J.L.C.; PÁDUA, J.G. & MULLER, J.J.V. Efeitos de relações amônio/nitrato sobre o desenvolvimento inicial e composição mineral do tomateiro, *Lycopersicum esculentum*. *Amer. Soc. Hort. Sci.*, 25:451-455. 1982.
13. PALZKILL, D.A.; TIBBITTS, T.W. & WILLIAMS, P.H. Enhancement of calcium transport to inner leaves of cabbage for prevention of tipburn. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 101:645-648. 1976.
14. QUEBEDEAUX, B. Jr. & OZBUN, J.L. Effects of ammonium nutrition on water stress, water uptake, and root pressure in *Lycopersicon esculentum*, Mill. *Plant Physiol.*, 52:677-679. 1973.
15. SHEAT, C.B. Calcium-related disorders of fruits and vegetables. *HortScience*, 10:361-365. 1975.
16. Van de GEIJN, S.C. & SMEULDERS, F. Diurnal changes in the flux of calcium toward meristems and transpiring leaves in tomato and maize plants. *Planta*, 151:265-271. 1981.
17. WIEBE, H.J.; SCHATZIER, H.P. & KUHN, W. On the movement and distribution of calcium in white cabbage in dependence of water status. *Plant Soil*, 48: 409-416. 1977.
18. WIERSUM, L.K. Calcium content of fruits and storage tissues in relation to the mode of water supply. *Acta Bot. Neerl.*, 15:406-418. 1965.
19. WIERSUM, L.K. Ca content of the phloem sap in relation to Ca-status of the plant. *Acta Bot. Neerl.*, 28:221-224. 1979.
20. WIERSUM, L.K. Effects of environment and cultural practices on calcium nutrition. *Commun. Soil. Plant Anal.*, 10:259-276. 1979.
21. WILCOX, G.E.; MITCHELL, C.A. & HOFF, J.E. Influence of nitrogen form on exudation rate, and ammonium, amide and cation composition of xylem exudate in tomato. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 102:192-196. 1977.