

NUTRIÇÃO DO TOMATEIRO (*Lycopersicon esculentum*) EM FUNÇÃO DE DOSES DE FERTILIZANTES ORGÂNICOS

José André Custódio da Silva

Engenheiro Agrônomo, MSc em Agronomia Produção Vegetal.
E-mail: jandrec.s@bol.com.br

José Paulo Vieira da Costa

Professor Adjunto CECA / UFAL.
E-mail: jpvc@fapeal.br

Lígia Sampaio Reis

Professora Adjunta CECA / UFAL.
E-mail: jandrec.s@bol.com.br

Adelmo Lima Bastos

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Agronomia – ITERAL-AL
E-mail: jandrec.s@bol.com.br

Danilo Ferreira de Lima

Engenheiro Agrônomo, CECA / UFRPE.
E-mail: ubydanilo@hotmail.com

RESUMO O estudo teve como objetivo avaliar o efeito das doses de dois materiais orgânicos na nutrição do tomateiro (*Lycopersicon esculentum*), cv Santa Cruz, cultivados em vasos em um LATOSSOLO AMARELO Distrocioso argissólico do município de Rio Largo – AL. O delineamento foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2 X 4 (dois fertilizantes e quatro doses) com 5 repetições. A unidade experimental consistiu de um vaso com capacidade para 12 dm³ que continha 15 kg de solo. Os materiais fertilizantes foram: fertilizante 1 - esterco de curral + esterco de galinha + torta de filtro e o fertilizante 2 - esterco de curral + esterco de galinha + bagaço de cana, nas doses 0, 5, 10 e 15 t ha⁻¹. As aplicações foram de forma parcelada da seguinte maneira: 10% no momento do transplante, e 15% aos 20, 34, 48, 62, 76 e 90 dias após o transplante (DAT), em cobertura. As mudas do tomate foram produzidas em sementeira, no dia 10 de março de 2008, em bandejas de poliestireno expandido de 128 células; logo após foram selecionadas e transplantadas para os vasos no dia 02 de abril de 2008, deixando-se duas plantas por vaso. As plantas foram tutoradas e conduzidas em haste única, realizando-se, assim, todos os tratamentos culturais e fitossanitários. Realizou-se a coleta das folhas 4⁺ a partir do ápice da planta, para avaliação do estado nutricional no início do florescimento. Entre os macronutrientes, o N foi o mais absorvido, seguido por: K, Ca, S, Mg e P enquanto que, entre os micronutrientes, a ordem crescente de absorção foi a seguinte: B, Zn, Cu, Mn e Fe. Os fertilizantes não influenciaram nos teores de nutrientes na planta, havendo apenas diferença entre as doses.

Palavras-chaves: adubação orgânica, absorção de nutrientes, interação, sinergismo, antagonismo.

NUTRITION OF TOMATO (*Lycopersicon esculentum*) AS A FUNCTION OF DOSES OF ORGANIC FERTILIZERS

ABSTRACT - The study aimed to evaluate the effect of two doses of organic material in the nutrition of tomato (*Lycopersicon esculentum*), cv Santa Cruz, grown in pots in an Oxisol Ultisol Distrocioso the municipality of Rio Largo - AL. The design was in randomized blocks in factorial 2 X 4 (two and four fertilizer doses) with 5 replicates. The experimental unit consisted of a vessel with capacity for 12 dm³ containing 15 kg of soil. The fertilizer materials were: 1 fertilizer - manure from corral + chicken manure + fertilizer and the filter cake of 2 - to corral manure + chicken manure + sugar cane bagasse, in doses 0, 5, 10 and 15 t ha⁻¹. The applications were split in the following way: 10% at the time of transplantation, and 15% at 20, 34, 48, 62, 76 and 90 days after transplanting (DAT) in coverage. The seedlings were produced in the tomato seed, on March 10, 2008, in polystyrene trays with 128 cells, after transplantation and were selected for the vessel on April 02, 2008, leaving two plants per pot. The plants were conducted in mentoring and single stem, and where, therefore, all cultural and treatment plant. There was a collection of leaves 4 + from the apex of the plant, to assess nutritional status at the beginning of flowering. Among the nutrients, the nitrogen was absorbed the most, followed by: potassium, calcium, sulfur, magnesium and phosphorus, whereas among the micronutrients, in increasing order of absorption was the following: boron, zinc, copper, manganese and iron.

According to analysis of variance and regression analysis of the fertilizer did not affect the levels of nutrients in the plant, with only difference between the doses.

Keywords: organic fertilization, absorption of nutrients, interaction, synergism, antagonism.

INTRODUÇÃO

Atualmente, o tomateiro vem sendo cultivado por pequenos, médios e grandes agricultores, e grandes empresas agrícolas, tendo um papel importante na economia do Brasil e do mundo (SILVA & GIORDANO, 2000).

A produção de tomate em Alagoas não atende a demanda do Estado, sendo cultivada em sua maioria por pequenos agricultores familiares. Um dos fatores mais comum e limitante à produção de tomate em Alagoas é a disponibilidade de fertilizantes de baixo custo para os agricultores da região. Sendo assim, para se obter alta produção de frutos comercializáveis se faz necessário conhecer novas alternativas de adubação e a compatibilidade destas com os requerimentos nutricionais da cultura.

O cultivo de hortaliças com adubos orgânicos tem aumentado nos últimos anos. Esta expansão se deve, principalmente, a busca de alternativas aos elevados custos dos adubos minerais, ao mesmo tempo em que a adubação orgânica possibilita melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (VIDIGAL et al., 1995), com reflexo sobre a produção de hortaliças.

A quantidade de nutrientes absorvidos pela planta de tomate, durante o ciclo, depende de fatores bióticos e abióticos, como temperatura do ar e solo, luminosidade e umidade relativa (PAPADOPOULOS, 1991), época de plantio (HEUVELINK, 1995), genótipo e concentração de nutrientes no solo (FONTES & WILCOX, 1984).

O tomateiro é uma planta bastante exigente em nutrientes, sendo os nutrientes mais absorvidos (em ordem decrescente): N, K, Ca, S, P, Mg, Fe, Mn, Zn, B e Cu (EMBRAPA, 1994).

Alguns autores, como SILVA et al. (2003) e FONTES et al. (2000), estudaram a relação entre a absorção de nutrientes e a produção de frutos. Segundo eles, existe um ponto de equilíbrio entre a quantidade de nutriente fornecido e a produtividade, pois à medida que os frutos começam a se desenvolver, há um incremento na absorção de nutrientes pelas plantas. As folhas são até este estágio o órgão da planta com maior concentração de nutrientes e massa seca. A partir de então, alguns nutrientes como N, P e K passam gradativamente a se acumular em maior quantidade nos frutos.

A necessidade de avaliar o estado nutricional de uma cultura baseando-se nos teores de nutrientes no solo e na planta é de suma importância para a obtenção da ótima nutrição em tomateiro.

Assim sendo, o trabalho tem por objetivo avaliar o efeito da aplicações de doses crescentes de diferentes fertilizantes orgânicos sobre os teores de macro e micronutrientes na matéria seca de folhas de tomateiros.

MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi desenvolvido no campus Delza Gitaí da Unidade Centro de Ciências Agrárias (CECA/UFAL), Município de Rio Largo, mesorregião fisiográfica (zona da mata), central-leste do Estado de Alagoas, situado a 9°28'02" de latitude e 35°49'65" de longitude com uma altitude de 135 m.

A área experimental encontra-se inserida em região com temperatura média anual entre 20 °C e 29 °C, precipitação média anual entre 1.200 e 1.800 mm e umidade relativa variando entre 76 e 90%.

O ensaio foi realizado em delineamento em blocos casualizados, arranjado em esquema fatorial 2 x 4 (2 materiais fertilizantes e 4 doses do mesmo), com 5 repetições. Foram avaliados diferentes tratamentos à base de adubação orgânica, utilizando-se o fertilizante 1 – 1/3 de esterco de curral + 1/3 de esterco de galinha + 1/3 de torta de filtro e o fertilizante 2 – 1/3 de esterco de curral + 1/3 de esterco de galinha + 1/3 de bagaço de cana, com as seguintes doses: 0, 5, 10 e 15 Mg ha⁻¹. As características dos fertilizantes orgânicos utilizados encontram-se na tabela 1.

O estudo foi realizado em condições de casa de vegetação. O solo utilizado foi classificado como LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso argissólico, textura argilosa, de acordo com EMBRAPA (2006); o mesmo foi homogeneizado e passado em peneira com malha de 4 mm e, em seguida, foi efetuada a correção com carbonato de calcário, método da incubação, 60 dias antes da semeadura, e acondicionado em vasos com capacidade para 15 kg de solo, sob umidade de 85% da capacidade de campo, tendo os atributos químicos apresentados na tabela 2. Foram vedadas as aberturas na parte inferior dos vasos, para evitar a perda de nutrientes após a irrigação.

A hortaliça utilizada foi o tomate (*Lycopersicon esculentum*), cv Santa Cruz, de hábito de crescimento indeterminado e frutos oblongos. A semeadura foi realizada no dia 10 de março de 2008, obtendo-se 86% de germinação, e as mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno contendo 128 células.

Em seguida, as mudas foram selecionadas e transferidas para os vasos, no dia 02 de abril de 2008, deixando-se duas plantas por vaso. No início do florescimento cortou-se uma planta, deixando apenas uma planta por vaso. A irrigação foi diária baseada em 85% da capacidade de campo. As plantas foram tutoradas e conduzidas em haste única, realizando-se assim, todos os tratamentos culturais e fitossanitários.

Tabela 1. Características orgânicas utilizadas.

Variáveis	Fertilizante 1	Fertilizante 2
pH	6,16	6,01
CE (mS m ⁻¹)	0,11	0,14
N (dag kg ⁻¹)	2,07	1,86
P ₂ O ₅ (dag kg ⁻¹)	0,49	0,52
K ₂ O (dag kg ⁻¹)	1,22	1,13
Ca (dag kg ⁻¹)	0,97	0,89
Mg (dag kg ⁻¹)	0,39	0,36
S (dag kg ⁻¹)	0,13	0,11
Fe (dag kg ⁻¹)	315,1	274,7
Zn (dag kg ⁻¹)	57,5	50,3
Cu (dag kg ⁻¹)	8,64	6,03
Mn (dag kg ⁻¹)	105,16	89,83
B (dag kg ⁻¹)	36,78	37,89
C (dag kg ⁻¹)	38,91	48,72
C/N	18,79	26,19

Tabela 2. Atributos químicos do solo antes e após correção da acidez com carbonato de cálcio, coletados em Rio Largo –AL

Atributos	Antes da calagem	Depois da calagem
pH em H ₂ O (1:2,50)	4,5	5,9
Ca + Mg trocáveis (cmol _c dm ⁻³)	3,1	5,1
Al trocável (cmol _c dm ⁻³)	0,35	0,15
H + Al (cmol _c dm ⁻³)	4,1	2,9
P disponível (mg dm ⁻³)	6	10
K disponível (mg dm ⁻³)	65	85
Na (mg dm ⁻³)	8	11
Fe (mg dm ⁻³)	207,5	178,5
Cu (mg dm ⁻³)	0,40	0,25
Zn (mg dm ⁻³)	1,89	1,53
Mn (mg dm ⁻³)	5,01	4,19
Soma de bases (cmol _c dm ⁻³)	3,30	5,37
CTC total (cmol _c dm ⁻³)	7,4	8,27
Saturação por bases (%)	44,6	65
Saturação por alumínio (%)	9,59	2,71

Segundo EMBRAPA (1999).

As doses dos materiais orgânicos foram aplicadas em cobertura e parceladas da seguinte maneira: 10% no momento do transplante, e 15% aos 20, 34, 48, 62, 76 e 90 dias após o transplante (DAT). Realizou-se a coleta das folhas 4⁺ a partir do ápice da planta, para avaliação do estado nutricional, no início do florescimento (34 DAT), conforme metodologia descrita por MALAVOLTA et al. (1997).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste F e da regressão

polinomial a 5% de probabilidade, segundo FERREIRA (2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância para os teores de nutrientes no limbo foliar das plantas de tomateiro encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3. Resumo da análise de variância dos teores de macro (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (Zn, Fe, Mn, Cu e B) em folhas de tomates cultivados em solo tratado com doses crescentes de diferentes fertilizantes orgânicos. Rio Largo, CECA-UFAL, 2008.

----- Quadrados médios -----							
F.de variação	GL	N	P	K	Ca	Mg	S
Bloco	4	11,00 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,66 ^{ns}	1,35 ^{ns}	0,06 ^{ns}	1,16 ^{ns}
Fertilizantes (F)	1	0,38 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,18 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,006 ^{ns}
Doses (D)	3	115,91*	1,25*	87,89*	10,51*	0,36*	3,18*
F x D	3	3,56 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,010 ^{ns}
Resíduo	32	9,22	0,05	4,78	3,14	0,006	0,58
CV (%)		7,04	8,75	5,96	6,26	7,95	9,85
----- Quadrados médios -----							
F.de variação	GL	Zn	Fe	Mn	Cu	B	
Bloco	4	3,02 ^{ns}	1625,38 ^{ns}	1064,76 ^{ns}	7,29 ^{ns}	2,21 ^{ns}	
Fertilizantes (F)	1	13,27 ^{ns}	117,82 ^{ns}	9,66 ^{ns}	0,41 ^{ns}	1,05 ^{ns}	
Doses (D)	3	108,39*	15260,17*	284,45*	43,73*	143,14*	
F x D	3	3,80 ^{ns}	72,37 ^{ns}	3,56 ^{ns}	0,24 ^{ns}	2,63 ^{ns}	
Resíduo	32	30,98	1126,99	1668,57	7,18	13,03	
CV (%)		8,57	7,59	9,56	8,42	6,74	

^{ns,*} = não significativo e significativo a 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

Os materiais orgânicos utilizados não diferiram quanto aos teores de macro e micronutrientes foliares. Esses resultados denotam que a adubação orgânica em ambos fertilizantes foi suficiente para o desenvolvimento da cultura, entretanto, pode-se observar, em termos absolutos, que o fertilizante à base de torta de filtro continha um maior teor médio destes nutrientes, exceto o P e o B. Essa diferença pode ser explicada por ser a torta de filtro mais rica nestes nutrientes do que o bagaço de cana-de-açúcar (SILVA et al., 2007), entretanto o fertilizante à base de bagaço de cana em todo momento aparentou maior retenção diária de água, compensando a menor quantidade de nutrientes encontrado no fertilizante 2.

Nas tabelas 4 e 5, são apresentados os teores de macro e micronutrientes no limbo foliar das plantas de tomateiro, em função das doses aplicadas, referentes aos fertilizantes 1 e 2, respectivamente.

Nos dois materiais orgânicos, foram observadas semelhanças quanto à ordem de absorção nutricional. O N foi o nutriente mais absorvido pela planta, seguido pelo K e o Ca. Seguindo a mesma ordem decrescente, os outros nutrientes absorvidos em menor quantidade pelo tomateiro foram o S, Mg e o P.

Quanto aos micronutrientes, a absorção segue a ordem crescente: B, Zn, Cu, Mn e Fe. Valores e ordem de absorção nutricional semelhantes foram obtidos por FERNANDES et al. (2002); RODRIGUES et al. (2002). No entanto, resultados diferentes de BARBOSA (1993) que trabalhando com marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro de porte determinado, cv Roma VF, em LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO, encontrou a seguinte ordem decrescente de acúmulo de nutrientes: K > N > Ca > Mg > P > S > Zn > Mn > Fe > Cu > B.

Tabela 4. Análise de regressão e teores de macro (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (Zn, Fe, Mn, Cu e B) no limbo foliar do tomateiro, cultivados em solo tratado com doses crescentes do fertilizante 1. Rio Largo, CECA-UFAL, 2008.

Macronutrientes						
Doses	N	P	K	Ca	Mg	S
t/ha	g/kg					
0	38,03	2,11	33,53	27,03	4,05	4,90
5	42,75	2,28	35,58	28,57	4,13	5,45
10	45,25	2,30	37,98	29,84	4,35	5,60
15	45,15	2,38	38,95	30,40	4,29	5,93
F	4,24*	2,93 ^{ns}	2,74 ^{ns}	4,85*	1,51 ^{ns}	2,18 ^{ns}
CV%	5,57	6,37	9,03	5,8	5,99	11,85
Micronutrientes						
Doses	Zn	Fe	Mn	Cu	B	
t/ha	mg/kg					
0	63,93	416,76	229,43	63,33	50,25	
5	69,31	429,68	254,23	67,63	52,55	
10	65,48	427,70	250,60	70,68	53,34	
15	64,95	423,98	248,40	72,68	54,63	
F	2,57 ^{ns}	0,17 ^{ns}	5,98*	2,88 ^{ns}	3,91*	
CV%	3,38	7,37	4,13	6,01	3,94	

^{ns, *} = não significativo e significativo a 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

Segundo FAGERIA et al. (1999), a presença de nutrientes essenciais em quantidades adequadas em um solo não assegura a sua disponibilidade para as plantas, pois outros fatores tais como deficiência hídrica, temperatura, pH, presença de nutrientes tóxicos ou sais podem limitar essa disponibilidade. Além disso, várias interações também podem ocorrer entre os nutrientes na solução do solo afetando a disponibilidade desses às plantas. MALAVOLTA (1987) cita os tipos de interações passíveis de ocorrer entre nutrientes no solo, alterando de forma positiva ou negativa a disponibilidade desses nutrientes às plantas: antagonismo, inibição competitiva e inibição não competitiva (interações negativas); sinergismo (interação positiva).

Notou-se deficiência de N, P e Mn nas plantas que não receberam nenhum tipo de adubação, podendo ter ocorrido um efeito cumulativo em seu cultivo. O desequilíbrio das relações entre nutrientes no solo afetou a absorção dos nutrientes pela planta, debilitando-a

nutricionalmente, levando a uma menor resistência a doenças, agravando o quadro e culminando na redução da produção de frutos. Entretanto, não foi observado nesse experimento sintoma visual nítido de deficiência em cálcio, que torna esta planta susceptível a podridão estilar dos frutos, mostrando que a calagem correspondeu ao aumento de cálcio no solo, bem como o magnésio. No entanto, pode ter havido uma relação de antagonismo com o Mn. Segundo PENDIAS & PENDIAS (1984), esses dois íons apresentam valência, raio iônico e grau de hidratação semelhantes, portanto, a presença em evidência de um impede a absorção do outro.

De acordo com a análise de regressão não houve alterações significativas nos teores de P, K, Mg, S, Zn, Fe e Cu em função das doses, em ambos fertilizantes. Havendo apenas significância para os teores de N, Ca, Mn e B. Na figura 3, observa-se acréscimo com efeito quadrático para os teores de N, em ambos fertilizantes.

Tabela 5. Análise de regressão e teores de macro (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (Zn, Fe, Mn, Cu e B) no limbo foliar do tomateiro, cultivados em solo tratado com doses crescentes do fertilizante 2. Rio Largo, CECA-UFAL, 2008.

Macronutrientes						
Doses	N	P	K	Ca	Mg	S
t/ha	g/kg					
0	38,78	2,05	33,18	27,18	3,91	4,73
5	41,23	2,21	36,95	27,65	4,17	5,35
10	44,70	2,43	37,70	28,43	4,13	5,53
15	44,44	2,49	38,53	29,53	4,48	5,68
F	4,01*	3,45 ^{ns}	3,32 ^{ns}	4,15*	3,15 ^{ns}	3,37 ^{ns}
CV%	7,45	10,53	7,93	4,21	7,01	9,55

Micronutrientes					
Doses	Zn	Fe	Mn	Cu	B
t/ha	mg/kg				
0	62,50	412,71	229,78	64,23	50,20
5	67,25	430,68	257,88	67,83	51,93
10	67,73	424,98	256,18	68,08	54,80
15	66,83	420,48	252,27	68,25	57,90
F	2,68 ^{ns}	0,84 ^{ns}	4,29*	3,15 ^{ns}	3,81*
CV%	4,98	4,38	5,66	3,61	7,2

^{ns, *} = não significativo e significativo a 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

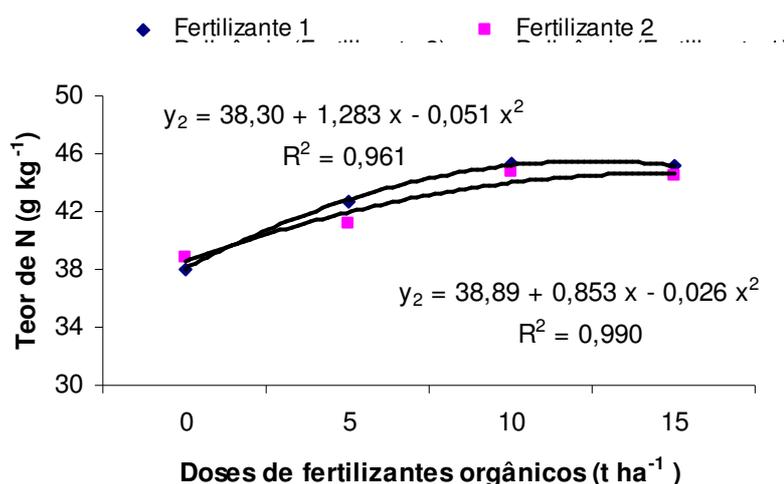


Figura 3. Regressão polinomial do N em solo tratado com doses crescentes de diferentes fertilizantes orgânicos. Rio Largo, CECA-UFAL, 2008.

A concentração de N na matéria seca das folhas de tomateiro, nos dois fertilizantes apresentou média inferior à obtida por FONTES et al. (2004), em tomate híbrido Carmen (52,3 g kg⁻¹), adubado com fertilizantes

minerais via água de irrigação e superior às médias obtidas por FAYAD et al. (2002), com cultivares Santa Clara (20,6 g kg⁻¹) e EF-50 (21,1 g kg⁻¹) e também aos obtidos por OLIVEIRA (2007), que trabalhou com 30

linhagens de tomateiro do programa de melhoramento genético da EMBRAPA Hortalças e doses distintas de fertilizantes.

Foi observado, principalmente nas plantas que receberam o material orgânico 1, uma discreta incidência de traça-do-tomateiro e alternária, nas doses de 15 t ha⁻¹. Em trabalho conduzido por LEITE et al. (2003), onde avaliaram o efeito da adubação sobre a incidência de traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*) e alternária (*Alternaria solani*) em plantas de tomate, foi observado que a maior porcentagem de frutos atacados pela traça, bem como número de frutos com incidência de *A. solani*, se deu em plantas cultivadas com altas doses de N. Portanto, a adubação nesses tratamentos provocou um desequilíbrio nutricional, levando a uma série de alterações fisiológicas das plantas, culminando em um efeito depressivo na produção. Entretanto, é possível que, o K pode ter colaborado para o não agravamento de ataques de pragas e incidências de doenças. De acordo com HUBER & ARNY (1985) o K está correlacionado com a redução potencial de inóculo de patógenos, bem como acúmulo de

fitoalexinas e fenóis ao redor dos sítios de infecção, reduzindo a ocorrência e a severidade de doenças em plantas.

Para K e Ca, os valores obtidos neste trabalho são superiores aos obtidos por MELLO & VITTI (2002). Estes autores estudando efeito da adubação com resíduos orgânicos sobre o desenvolvimento do tomateiro cv. Carmem e sua nutrição, em cultivo protegido, obtiveram, teores de K e Ca de 31,9 e 22,5 g kg⁻¹, respectivamente. Entretanto, os teores destes elementos obtidos por FONTES et al. (2004), foram de 46,7 e 29,2 g kg⁻¹, respectivamente, foram superiores aos obtidos no presente trabalho. Segundo MALAVOLTA (1979), o antagonismo entre K e Ca é resultado de uma competição iônica na solução do solo. No entanto, em ambos os fertilizantes, não foi observado antagonismo, diferindo de VENTURA (1987) e KURIHARA (1991), que citam que altas concentrações de K reduzem a absorção de Ca.

Pelo contrário, os teores de Ca no limbo foliar obteve acréscimo linear, ao aumentar a dosagem de ambos materiais orgânicos (figura 4).

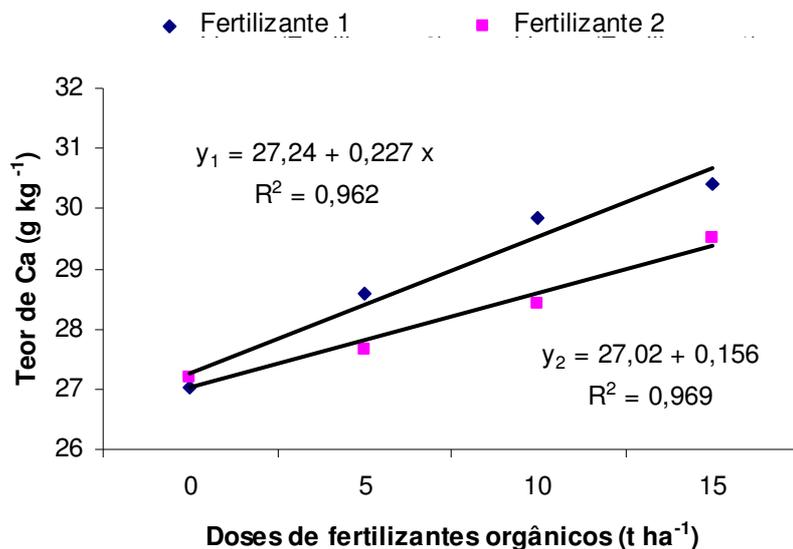


Figura 4. Regressão polinomial do Ca em solo tratado com doses crescentes de diferentes fertilizantes orgânicos. Rio Largo, CECA-UFAL, 2008.

Os teores foliares do Mg foram superiores aos do P, portanto, sendo o quinto em ordem decrescente de absorção pelas plantas. Os seus valores foram inferiores aos obtidos por FONTES & SILVA (2002), no entanto superiores aos observados por OLIVEIRA (2007). Os teores foliares de K, Ca e Mg também foram semelhantes aos obtidos por ASIEGBU & OIKEH (1995). DIBB & THOMPSON Jr. (1985) citam a interação competitiva entre os cátions Ca⁺², Mg⁺² e K⁺ por uma questão bastante simples: a manutenção do equilíbrio iônico ou de eletroneutralidade nas plantas. MALAVOLTA (1987) relata a interação negativa de caráter eletrostático entre K⁺ e Ca⁺² + Mg⁺², uma vez que os cátions bivalentes (Ca⁺² e Mg⁺²) são atraídos com mais força pelas partículas do

solo. Entretanto, para esses nutrientes, também não foi observado antagonismo, em ambos os fertilizantes. Acredita-se que foi devido à alta concentração de K⁺ nos dois materiais orgânicos.

Em trabalho conduzido por DECHEN (1980), evidenciou-se que doses de Ca em solução nutritiva provocaram uma redução do Mg em todos os órgãos da cv. Kada; por outro lado, houve aumento de Mg nas folhas da cv. Samano. Entretanto, neste experimento não houve discrepância na relação Ca:Mg para os materiais orgânicos utilizados, portanto, não ocorreu nenhum tipo de relação negativa entre esses nutrientes.

Para o P é importante ressaltar que os valores são inferiores aos relatados em outros trabalhos com

tomateiro, como em COSTA (2000), FONTES et al. (2004) e PEREIRA & VITTI (2004), porém bastante condizentes com os valores de referência estabelecidos pela EMBRAPA (1994).

Embora os fertilizantes trabalhados não apresentem altos teores de P, não foi observado nenhum tipo de deficiência nutricional do elemento. ALVAREZ, V. et al. (2002), trabalhando com as cultivares comerciais de tomateiro Santa Cruz e Santa Clara, verificaram eficiência das cultivares na utilização do P, acumulando-o na planta e também eficiência na absorção do nutriente proveniente do fertilizante aplicado, para a primeira cultivar. HOCKING et al. (1997), citado por FERNANDES & MURAOKA (2002), atribuem a morfologia e a densidade de pêlos no sistema radicular à capacidade diferenciada dessas plantas em absorver P no solo.

Pouca importância é dada ao S nos programas de adubação e trabalhos com eficiência de absorção e resposta ao fornecimento desse nutriente. O fato do S acompanhar outros nutrientes na adubação devido às fontes empregadas ameniza os problemas de sua carência nas lavouras, pois até mesmo a ocorrência de baixos teores de S no solo pode ser suficiente para inibir o aparecimento de sintomas visuais de deficiência, o que se caracteriza na “fome oculta”. Observou-se que os teores foliares de enxofre encontram-se dentro da faixa considerada adequada, segundo TRANI & RAIJ (1996), e aumentaram com as doses de ambos os fertilizantes, corroborando com MELLO & VITTI (2002), gerando incrementos na produção dos frutos, pois o S entra na

composição de proteínas e participa diretamente na ativação de enzimas.

Os resultados para os micronutrientes corroboram parcialmente os de RODRIGUES et al. (2002), que trabalharam com adubação mineral via solo, foliar e irrigação, apresentando as seguintes concentrações em mg kg^{-1} : 56,1 de B; 107,8 de Cu; 440,4 de Fe; 313,8 de Mn e 194,9 de Zn. MELLO & VITTI (2002), estudando absorção nutricional em tomateiros obtiveram para o B, Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente, em mg kg^{-1} : 56,9; 212,5; 108,7; 91,2 e 30,6.

Dentre os micronutrientes, o B é o de maior importância para cultura do tomateiro, em se tratando da qualidade na produção de frutos. Segundo MELO et al. (2005), o B é um regulador de metabolismo necessário à translocação de açúcares nas plantas. O principal sintoma de carência desse nutriente em tomateiro é a má formação do fruto, causando o que se conhece como lóculo aberto. MALAVOLTA et al. (1989) relatam que a deficiência de B causa lesões escuras e rachaduras nos frutos e caules, ocorrendo depreciação considerável nos frutos do tomateiro. Consideram também que o excesso ou deficiência de Ca prejudica a absorção de B e vice-versa, então é de importância o equilíbrio entre os nutrientes da planta do tomateiro.

Doses crescentes de ambos fertilizantes orgânicos colaboraram para o acréscimo linear deste nutriente no limbo foliar do tomateiro (figura 5). Fato que coincidentemente, aconteceu com o Ca, confirmando em ambos fertilizantes a relação de sinergismo, entre o Ca e o B.

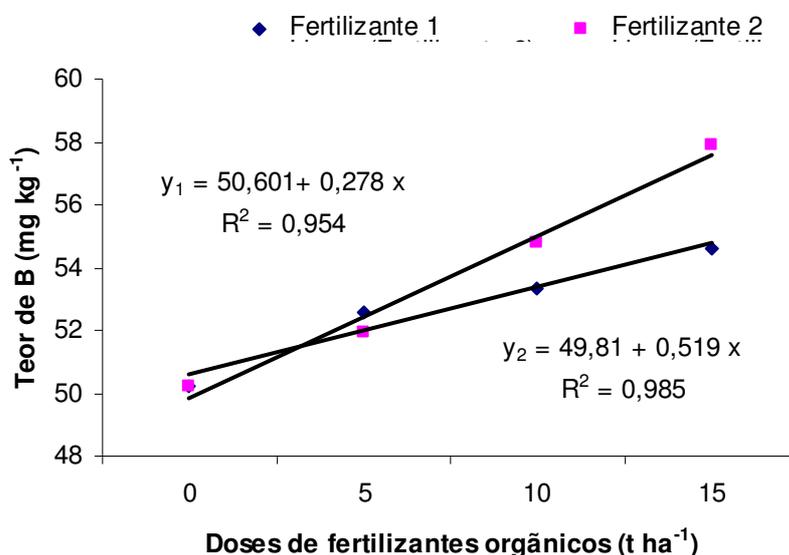


Figura 5. Regressão polinomial do B em solo tratado com doses crescentes de diferentes fertilizantes orgânicos. Rio Largo, CECA-UFAL, 2008.

A estreita relação entre B e Ca foi também observada por FARIA & PEREIRA (2000) constataram resposta do tomateiro para processamento à adição de B no solo, levando a um incremento de $12,86 \text{ t ha}^{-1}$ de frutos. Em

cultivos de solos com baixa fertilidade natural, como os da região dos cerrados, a adubação com B passa a ser relevante, principalmente devido à estreita relação do B com a absorção de Ca (FUMES, 1986).

PLESE et al. (1998), avaliando os efeitos da aplicação de B e Ca via solo e foliar, respectivamente, em tomateiro cultivados em estufa, observaram que aplicações de B favoreceram a absorção de Ca, diminuindo a incidência de podridão apical e podridão interna dos frutos. FUMES (1986), trabalhando com déficit hídrico em tomateiro, verificou também que doses de B em cobertura favoreceram a absorção de Ca, diminuindo a incidência dos dois distúrbios anteriormente relatados.

MALAVOLTA (1987) chama a atenção para a relação Ca:Mg no solo na interferência de absorção de alguns nutrientes, dentre os quais o B, por meio de processos de antagonismo, inibição competitiva e não-competitiva e sinergismo. MOREIRA et al. (2000) relatam a diminuição da absorção de B quando aplicados 7,8 t ha⁻¹ de calcário com relação Ca:Mg de 3:1.

CARDOZO et al. (2001) evidenciaram que a adubação foliar com Ca e B não afetou o

desenvolvimento das plantas. Entretanto, em relação ao número de frutos, as parcelas tratadas com Ca + B foram mais eficientes, obtendo maiores produtividades.

Com o aumento da dose dos fertilizantes orgânicos, houve uma redução no conteúdo de Cu, no entanto aumentou logo em seguida com uma dose maior. FRITZ & VENTER (1988) verificaram o mesmo comportamento em folhas de tomateiro, em que a adição de 50 t ha⁻¹ de composto de lixo reduziu o conteúdo de Cu, que aumentou posteriormente com a aplicação de 100 t ha⁻¹. Segundo MALAVOLTA (1987), o Cu estabelece interação de antagonismo com o Ca e de inibição competitiva com o Zn. No entanto, em ambos materiais orgânicos não foi observada nenhuma interação negativa entre esses nutrientes.

Observou-se um decréscimo linear de manganês ao aumentar a dosagem de ambos materiais orgânicos (figura 6).

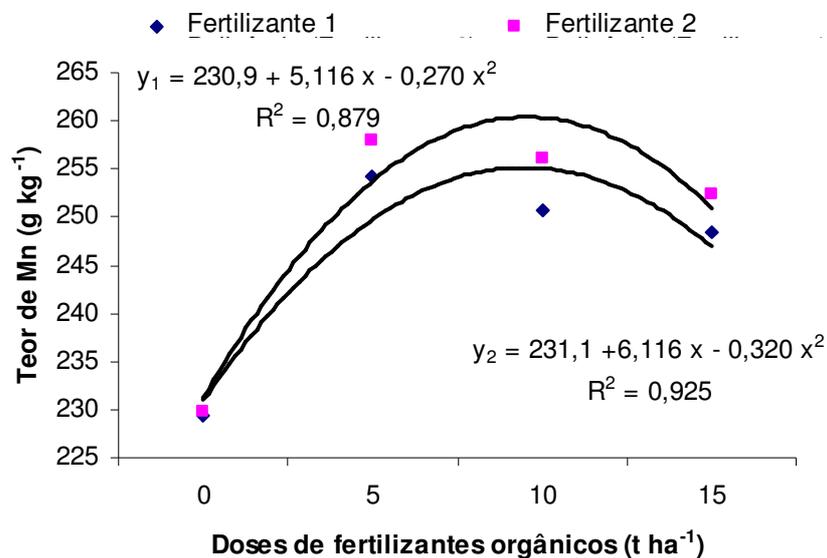


Figura 6. Regressão polinomial do Mn em solo tratado com doses crescentes de diferentes fertilizantes orgânicos. Rio Largo, CECA-UFAL, 2008.

PENDIAS & PENDIAS (1984) relatam a possibilidade de ocorrência de uma interação negativa entre o Mn e o Ca, uma vez que esses dois íons apresentam valência, raio iônico e grau de hidratação semelhantes. De fato, o Mn apresentou, em ambos os fertilizantes, correlação negativa com o Ca. Pois ao aumentar a dosagem dos fertilizantes, aumentou-se os teores de Ca no limbo foliar do tomateiro.

Provavelmente, as quantidades de matéria orgânica (acima de 9,474 t ha⁻¹ e 9,556 t ha⁻¹), adicionadas pelos fertilizantes 1 e 2, respectivamente, bem como suas propriedades químicas reduziram a disponibilidade de Mn por meio da complexação pelos compostos orgânicos, o que resultou em menor acúmulo desse metal no tecido vegetal. MUGWIRA (1979) também constatou redução na concentração de Mn em plantas de milheto, com o

aumento linear das doses de esterco de curral, devido, neste caso, ao aumento do pH proporcionado pelo adubo.

CONCLUSÕES

- 1 – O nitrogênio foi o macronutriente mais absorvido, seguido por potássio, cálcio, enxofre, magnésio e fósforo;
- 2 – A ordem crescente de absorção dos micronutrientes foi a seguinte: boro, zinco, cobre, manganês e ferro;
- 3 – Não houve diferença entre os fertilizantes 1 e 2 no que diz respeito ao fornecimento de nutrientes para a cultura do tomate;
- 4 – Em geral a absorção de nutrientes foi tanto mais quanto mais a dose dos fertilizantes aplicados;
- 5 – Houve, em ambos os fertilizantes, antagonismo entre o Ca e o Mn;

6- Foi confirmada também, nos dois materiais orgânicos, a relação sinérgica entre o Ca e o B.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, M.A.R. **Cultura do tomateiro**. Lavras: UFLA, 2000. 91p.
- ALVAREZ, V.; DUETE, R. R. C.; MURAOKA, T.; DUETE, W. L. C.; ABREU JR., C. H. Utilização e fósforo do solo e do fertilizante por tomateiro. **Science Agrícola**, Piracicaba – SP, v. 59, n.1, p. 167 – 172, mar. 2002.
- ASANO, J. Effect of organic manures on quality of vegetables. **Japan Agricultural Research Quarterly**, Ibaraki, v. 18, n. 1, p. 31-36, 1984.
- ASIEGBU, J.E.; OIKEH, S. Evaluation of chemical composition of manures from different organic wastes and their potential for supply of nutrients to tomato in a tropical Ultisol. **Biological Agriculture and Horticulture**, v. 12, p. 47-60, 1995.
- BARBOSA, V. Nutrição e adubação de tomate. In: FERREIRA, M. E., CASTELLANE, P. D., CRUZ, M. C. P. **NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS (Anais)**. Piracicaba – SP: POTAFOS, 1993, p. 323 – 339.
- CARDOZO, V. P.; PIZETTA, N. V. & TEIXEIRA, N. T. Adubação foliar com cálcio e boro na cultura do tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) Cv. Débora max. **Rev. Ecossistema**, Vol. 26, n.1, pag. 39. jan. – jul. 2001
- COSTA, A. **A cultura do tomateiro**. Gazeta das Aldeias, 104 (3085): 15-16, 2000.
- DECHEN, A. R. **Cálcio no desenvolvimento do tomateiro (*Lycopersicum esculentum* Mill)**. 1980. 91f. Tese (Doutorado) – ESALQ/USP, Piracicaba – SP.
- DIBB, D. W., THOMPSON JR., W. R. Interacion of potassium with other nutrients. In: MUNSON, R. D. (Ed.) **Potassium in agriculture**. Madison: ASA, CSSA, SSA, p. 515 – 533, 1985.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análises de solos**. 2^a.ed. Revista Atual. Rio de Janeiro, 412p, 1999.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2^a.ed. Embrapa/CNPS, Rio de Janeiro, 306p, 2006.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cultivo do tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) para industrialização**. EMBRAPA – CNPH, Brasília, jan. 1994, 36p. (Instruções técnicas da Embrapa Hortaliças, 12).
- FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; SANTOS, A. B. **Maximização da eficiência de produção das culturas**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Santo Antônio do Góias. Embrapa Arroz e Feijão, 1999, 294 p.
- FARIA, C. M. B.; PEREIRA, J. R. Resposta de culturas irrigadas à aplicações de micronutrientes no submédio São Francisco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília – DF, v. 35, n. 6, p. 1275 – 1280, jun. 2000.
- FAYAD, J. A., FONTES, P. C. R., CARDOSO, A. A., FINGER, F. L., FERREIRA, F. A., Absorção de nutrientes pelo tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n^o1, p. 90 - 94, 2002.
- FERNANDES, A. A.; MARTINEZ, H. E. P.; FONTES, C. P. R. Produtividade, qualidade dos frutos e estado nutricional do tomateiro tipo longa vida conduzido com um cacho, em cultivo hidropônico, em função das fontes de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, Brasília – DF, v. 20, n. 4, p. 564 – 570, dez. 2002.
- FERNANDES, C.; MURAOKA, T. Absorção de fósforo por híbridos de milho cultivados em solo de cerrado. **Scientia Agrícola**, Piracicaba – SP, v. 59, n. 4, p. 781 – 787, dez. 2002.
- FERREIRA, P.V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. 3. ed. Maceió: EDUFAL, 2000. 419p.
- FONTES, P.C.R.; LOURES, J.L.; GALVÃO, J.C.; CARDOSO, A.A.; MANTOVANI, E.C. Produção e qualidade do tomate produzido em substrato, no campo e em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 614 – 619, jul/set. 2004.
- FONTES, P. C. R.; SAMPAIO, R. A.; MANTOVANI, E. C. Produção de tomate e concentrações de potássio no solo e na planta influenciadas por fertirrigação com potássio. In: **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n. 3, p.575-580, 2000.
- FONTES, P. C. R.; SILVA, D. J. H. **Produção de tomate de mesa**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil. 195 p. 2002.
- FONTES, P.C.R., WILCOX, G.E. Growth and phosphorus uptake by tomato cultivars as influenced by P concentration in soil and nutrient solution. **Journal American Society Horticultural Science**, v. 109, n. 5, p. 633-636, 1984.

- FRITZ, D.; VENTER, F. Heavy metals in some vegetable crops as influenced by municipal waste composts. *Acta Horticulturae*, v. 222, p. 51-62, 1988.
- FUMES, M. E. **Estudo de concorrência da podridão interna em frutos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill): efeitos de doses de nitrogênio, potássio e boro e fontes de cálcio.** 1986. 84f. Tese (Mestrado) – UNESP, Botucatu – SP.
- HEUVELINK, E. Growth, development and yield of a tomato crop: periodic destructive measurements in greenhouse. *Scientia Horticulturae*, v. 61, p. 77-99, 1995.
- HUBER, D. M.; ARNY, D. C. Interactions of potassium with plant disease. In: MUNSON, R. D. (Ed.) **Potassium in agriculture.** Madison: ASA, CSSA, SSSA, p. 467 – 488, 1985.
- KURIHARA, C. H. **Nutrição mineral e crescimento da soja sob influência do equilíbrio entre Ca, Mg e K.** 1991. 95 p. Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG. Dissertação Mestrado.
- LEITE, G. L. D.; COSTA, C. A.; ALMEIDA, C. I. M. Efeito da adubação sobre a incidência de traça-do-tomateiro e alternaria em plantas de tomateiro. *Horticultura Brasileira*, Brasília – DF, v. 21, n. 3, p. 448 – 451, set. 2003.
- MALAVOLTA, E. Absorção e transporte de íons e nutrição mineral. In: FERRI, M.G. (Ed.) **Fisiologia vegetal 1.** São Paulo. USP. p.77-113. 1979
- MALAVOLTA, E. Nutrição mineral das plantas. In: **Curso de Atualização em Fertilidade de Solos.** Fundação Cargill. Campinas – SP, p. 33 – 101, 1987.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** Piracicaba: POTAFOS, 1989. 201 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- MELLO, S. C.; VITTI, G. C. Desenvolvimento do tomateiro e modificações nas propriedades químicas do solo em função da aplicação de resíduos orgânicos, sob cultivo protegido. *Revista da Horticultura Brasileira*, vol. 20, n.2, Brasília, Junho, 2002
- MELO, P. C. T.; LOPES, C. A.; GIORDANO, L. B. Distúrbios fisiológicos. In: LOPES, C. A.; ÁVILA, C. A. **Doenças do tomateiro.** Brasília – DF: Embrapa hortaliças, 2005. 101 – 132.
- MOREIRA, A.; CARVALHO, J. G.; MORAES, L. A. C. Efeito da relação cálcio e magnésio do corretivo sobre micronutrientes na alfafa. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília – DF, v. 35, n. 10, p. 2051 – 2056, out. 2000.
- MUGWIRA, L.M. Residual effects of dairy cattle manure on millet and rye forage and soil properties. *Journal of Environmental Quality*, v. 8, p. 251-255, 1979.
- OLIVEIRA, A. R., **Avaliação de linhagens de tomateiro rasteiro quanto à eficiência na absorção de nutrientes e resposta à adubação.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2007, 75p. Dissertação de Mestrado.
- PAPADOPOULOS, A.P. Growing greenhouse tomatoes in soil and soilless media. *Ontário: Agriculture Canada Publication*, 1991. 79 p.
- PENDIAS, A. K.; PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants.** Boca Raton: CRC, 1984, 315p.
- PEREIRA, H. S.; VITTI, G. C. Efeito do uso do xisto em características químicas do solo e nutrição do tomateiro. *Horticultura Brasileira*, Brasília – DF, v. 22, n. 2, p. 317 – 321, abr./jun. 2004.
- PLESE, L. P. M.; TIRITAN, C. S.; YASSUDA, E. I.; PROCHNOW, L. I.; CORRENTE, J. E.; MELLO, S. C. Efeitos das aplicações de cálcio e de boro na ocorrência de podridão apical e produção de tomate em estufa. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, vol. 55 n. 1, Jan./Apr. 1998.
- RODRIGUES, D. S.; PONTES, A. L.; MINAMI, K. Quantidade absorvida e concentrações de micronutrientes em tomateiro sob cultivo protegido. *Scientia Agrícola*, Piracicaba – SP, v. 59, n. 1, p. 137 – 144, mar. 2002.
- SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B.; BOITEUX, L. S.; LOPES, C. A.; FRANÇA, F. H.; SANTOS, J. R. M.; FURUMOTO, O.; FONTES, R. R.; MAROUELLI, W. A.; NASCIMENTO, W. M.; SILVA, W. L. C.; PEREIRA, W. **Cultivo do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) para industrialização.** Brasília: EMBRAPA – CNPH, 1994, 36p. (Instruções técnicas, 12).
- SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. Produção mundial e nacional. In: SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. **Org. Tomate para processamento industrial.** Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia/ Embrapa Hortaliças, 2000, p. 8 – 11.

SILVA JÚNIOR, A.A.; VIZZOTO, V.J. Adubação do tomateiro e seu efeito residual. **Agropecuária Catarinense**, v.2, n.4, p.37-39, dez. 1989.

SILVA, V.L.M.M., GOMES, W.C. & ALSINA, O.L.S. Utilização do bagaço de cana de açúcar como biomassa adsorvente na adsorção de poluentes orgânicos. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos** / ISSN 1809-8797 / v.2, 1 (2007) 27- 32.

SILVA, W. L. C.; MARQUELLI, W. A.; MORETTI, C. L.; SILVA, H. R.; CARRIJO, O.A. **Fontes e doses de nitrogênio na fertirrigação por gotejamento do tomateiro.** *Workshop Tomate na UNICAMP: Perspectivas e Pesquisas* 2003.

TRANI, P. E.; RAIJ, B. Hortaliças. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** Campinas: IAC, 1996, p. 155 – 203. (Boletim Técnico, 100).

VENTURA, C. A. D. **Níveis de potássio, cálcio e magnésio em solução nutritiva influenciando o crescimento e a composição da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), cv. Paraná.** 1987. 65 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura.