

CALAGEM E ADUBAÇÃO DO TOMATE DE MESA

Paulo Espíndola **TRANI**

Edson Akira **KARIYA**

Sérgio Minoru **HANAI**

Roberto Hiroto **ANBO**

Oliveiro Basílio **BASSETTO JÚNIOR**

Luis Felipe Villani **PURQUERIO**

André Luis **TRANI**



Governo do Estado de São Paulo
Secretaria de Agricultura e Abastecimento
Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios
Instituto Agrônômico

Governador do Estado de São Paulo
Geraldo Alckmin

Secretário de Agricultura e Abastecimento
Arnaldo Jardim

Secretário Adjunto de Agricultura e Abastecimento
Rubens Rizek Jr.

Coordenador da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios
Orlando Melo de Castro

Diretor Técnico de Departamento do Instituto Agrônômico
Sérgio Augusto Morais Carbonell

ISSN 1809-7936

CALAGEM E ADUBAÇÃO DO TOMATE DE MESA

Paulo Espíndola **TRANI**

Edson Akira **KARIYA**

Sérgio Minoru **HANAI**

Roberto Hiroto **ANBO**

Oliveiro Basílio **BASSETTO JÚNIOR**

Luis Felipe Villani **PURQUERIO**

André Luis **TRANI**

Série Tecnologia APTA

Boletim Técnico IAC, n. 215, 2015

C141 Calagem e adubação do tomate de mesa / Paulo Espíndola Trani
Edson Akira Kariya; Sérgio Minoru Hanai; et al. Campinas: Instituto
Agrônomico, 2015. 35 p. online. (Série Tecnologia Apta. Boletim
Técnico IAC, 215)

ISSN 1809-7936

I. Tomate de mesa. 2. Calagem. 3. Adubação. I. Trani, Paulo Espíndola.
II. Kariya, Edson Akira. III. Hanai, Sérgio Minoru. IV. Anbo, Roberto Hiroto.
V. Bassetto Júnior, Oliveira Basílio. VI. Purquerio, Luis Felipe Villani.
VII. Trani, André Luis. VIII. Título. IX. Série.

CDD. 635.65

O Conteúdo do Texto é de Inteira Responsabilidade dos Autores.

Comitê Editorial do Instituto Agrônomico

Gabriel Constantino Blain
Lúcia Helena Signori Melo de Castro

Equipe participante desta publicação

Coordenação da Editoração: Silvana Aparecida Barbosa Abrão
Maria Regina de Oliveira Camargo
Editoração Eletrônica e Capa: Cíntia Rafaela Amaro - Amaro Comunicação

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação do Copyright © (Lei n.º 9.610).

Instituto Agrônomico

Centro de Comunicação e Transferência do Conhecimento
Caixa Postal 28
13012-970 Campinas (SP) - Brasil
www.iac.sp.gov.br

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	2
2. ESPAÇAMENTO	3
3. CICLO.....	3
4. PRODUTIVIDADE	4
5. EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES.....	4
6. INTERPRETAÇÃO DA ANÁLISE FOLIAR	5
7. CALAGEM.....	7
8. ADUBAÇÃO ORGÂNICA.....	7
9. ADUBAÇÃO MINERAL DE PLANTIO.....	8
10. ADUBAÇÃO DE COBERTURA.....	10
11. ADUBAÇÃO FOLIAR.....	24
12. CONCLUSÕES	24
REFERÊNCIAS.....	32

CALAGEM E ADUBAÇÃO DO TOMATE DE MESA

Paulo Espíndola **TRANI** ⁽¹⁾

Edson Akira **KARIYA** ⁽²⁾

Sérgio Minoru **HANAI** ⁽³⁾

Roberto Hiroto **ANBO** ⁽³⁾

Oliveiro Basílio **BASSETTO JÚNIOR** ⁽⁴⁾

Luis Felipe Villani **PURQUERIO** ⁽¹⁾

André Luis **TRANI** ⁽⁵⁾

RESUMO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é a principal hortaliça produzida no Brasil, sendo o Estado de São Paulo importante produtor e seu principal consumidor. Neste boletim técnico são apresentadas informações e recomendações sobre nutrição mineral, calagem e adubação do tomateiro de mesa, produzido no campo e sob cultivo protegido. São destacados os seguintes aspectos: espaçamento, ciclo, produtividade, extração de nutrientes, interpretação da análise foliar, calagem, adubação orgânica, adubação mineral de plantio, adubação de cobertura com fertilizantes convencionais, adubação de cobertura com fertirrigação e adubação foliar.

Palavras-chave: tomateiro, manejo nutricional, calcário, fertilizantes, fertirrigação.

⁽¹⁾ Instituto Agronômico (IAC), Centro de Horticultura, Campinas (SP). petrani@iac.sp.gov.br

⁽²⁾ Plant Defender Tecnologia Agrícola, Limeira (SP).

⁽³⁾ TOMATEC - Departamento Técnico, Campinas (SP).

⁽⁴⁾ HIDROCERES - Departamento Técnico, Santa Cruz do Rio Pardo (SP).

⁽⁵⁾ PETROBRAS - Refinaria de Paulínia (SP).

ABSTRACT

LIMING AND FERTILIZATION OF TOMATO

Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) is the main vegetable crop in Brazil, and the State of São Paulo is the most important consumer market in the country. This bulletin takes information concerning mineral nutrition, liming, fertilization considering staked tomato in field and under protected condition. The main aspects presented are: spacing, growing cycle, yield, nutrient uptake, liming, basal and top dressing fertilization on conventional and fertigation systems, as well as foliar fertilization.

Key words: staked tomato, nutritional management, lime, fertilizers, fertigation.

1. INTRODUÇÃO

O tomateiro é a hortaliça que mais recebeu atenção da pesquisa agrônômica brasileira nas últimas décadas, resultando em significativos aumentos de produtividade, de 30 t ha⁻¹ a 40 t ha⁻¹ de tomate de mesa produzido no campo, na metade do século XX, para 80 t ha⁻¹ a 130 t ha⁻¹, a partir do início do século XXI. Além do melhoramento genético, a calagem e a adubação realizadas de maneira racional, garantem altas produtividades e proporcionam a melhoria da qualidade comercial dos frutos. O cálculo para a correção da acidez do solo, bem como, a definição das doses e da frequência de aplicação dos

nutrientes no plantio e em cobertura, devem considerar a interpretação da análise do solo e da análise foliar, além do conhecimento da marcha de absorção e extração de nutrientes pelas plantas. O manejo do tomateiro sob cultivo protegido requer um sistema de fertilização diferenciado, devido à maior duração do período de colheita e às maiores produtividades em relação ao tomateiro produzido no campo.

2. ESPAÇAMENTO

Campo: a) condução com uma planta por cova: 1,00 a 1,10 m entrelinhas x 0,50 a 0,60 m entre plantas. b) condução com duas plantas por cova: 1,00 m entrelinhas x 0,70 m entre plantas. c) condução com linhas duplas: 0,60 a 0,80 m entre plantas x 0,60 a 0,80 m entrelinhas e 1,80 a 2,20 m entre as linhas duplas.

Cultivo protegido: 1,10 a 1,60 m entrelinhas x 0,35 a 0,50 m entre plantas.

Ressalta-se que os espaçamentos mais largos são recomendados para épocas em que o fotoperíodo (intervalo de tempo entre o nascer e o pôr do sol) vai decrescendo, ao mesmo tempo em que as plantas de tomate se desenvolvem (ex: primeiro semestre no Estado de São Paulo).

3. CICLO

Campo: as colheitas se iniciam aos 60 a 70 dias após o transplante das mudas e duram de 80 a 110 dias.

Cultivo protegido: as colheitas se iniciam aos 55 a 65 dias após o transplante das mudas e duram de 120 a 180 dias.

O período de colheita depende, entre outros fatores, da característica genética do híbrido utilizado, das temperaturas que ocorrem nas fases de desenvolvimento e de produção de frutos do tomateiro, dos sistemas de poda e desbrota das plantas, do período de adubação de cobertura e também dos preços do tomate no comércio, justificando ou não prolongar o período de colheita.

4. PRODUTIVIDADE

Campo: 80 a 130 t ha⁻¹.

Cultivo protegido (com 2 plantas por m²): a) tomate “tipo italiano” - 200 a 260 t ha⁻¹; b) tomate “mini” (“cereja” ou “grape”) - 100 a 160 t ha⁻¹.

5. EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES

As diferentes quantidades de nutrientes extraídas pelo tomateiro podem ser atribuídas, entre outros fatores, à maior ou menor exigência nutricional dos híbridos existentes no comércio, à diversidade de tipos e fertilidade dos solos, e às diferentes épocas de plantio no ano. A tabela 1 mostra a extração total de nutrientes pelas plantas e a exportação destes pelos frutos, por dois híbridos de tomateiro de mesa, no campo. Estas informações auxiliam nos cálculos das quantidades de nutrientes a serem repostas ao solo.

Tabela 1. Extração total (folhas + hastes + frutos) e exportação (frutos), de macro e micronutrientes, aos 140 dias após transplante, por dois híbridos de tomate de mesa, do grupo Salada (13.333 plantas por hectare)

Híbrido	Prod. (tha ⁻¹)	Macronutrientes (kg ha ⁻¹)						Micronutrientes (g ha ⁻¹)				
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
extração total pela planta												
Gault	148	217	29	424	137	40	52	296	533	872	909	333
Pomerano	119	179	24	371	111	31	41	236	308	767	740	364
exportação pelos frutos												
Gault	148	157	23	299	28	13	16	153	73	288	108	128
Pomerano	119	120	17	216	20	8	13	104	47	261	89	95

A marcha (curva) de absorção de nutrientes, por sua vez, auxilia no cálculo das quantidades destes a serem utilizados e a frequência de aplicação dos mesmos, durante as diversas fases de crescimento das plantas. De uma maneira geral, o tomateiro tem crescimento acentuado e maior velocidade de extração de nutrientes entre 30 e 70 dias após o transplante, do início da formação das pencas e da plena frutificação, até o início do processo de maturação dos frutos, decrescendo gradativamente até o final do ciclo.

6. INTERPRETAÇÃO DA ANÁLISE FOLIAR

A análise química foliar consiste na determinação dos teores de elementos em tecidos vegetais (principalmente folhas) visando o diagnóstico do estado nutricional da cultura. Auxilia, ainda, na interpretação dos efeitos da adubação anteriormente efetuada e a estimar indiretamente o grau de fertilidade do solo. A análise foliar permite,

também, distinguir os sintomas provocados por agentes patogênicos daqueles provocados por nutrição inadequada.

Recomenda-se coletar a 4.^a folha com pecíolo, a partir do ponteiro, por ocasião do primeiro fruto maduro, de 25 a 30 plantas por lote homogêneo. A tabela 2 apresenta as faixas de teores adequados de macro e micronutrientes.

Tabela 2. Teores adequados de macro e micronutrientes nas folhas do tomateiro

N	P	K	Ca	Mg	S
-----g kg ⁻¹ -----					
40 - 60	4 - 8	30 - 50	14 - 40	4 - 8	4 - 10
B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
-----mg kg ⁻¹ -----					
35 - 100	8 - 15	100 - 300	50 - 250	0,4 - 0,8	35 - 100

Deve-se tomar o cuidado em amostrar as folhas de tomateiros quando em dias anteriores não ocorreram pulverizações de determinados agrotóxicos e fertilizantes foliares. Tais produtos podem ter em sua composição, macro e micronutrientes que podem “mascarar” os resultados da análise química foliar, cujos valores indicariam teores muito altos, até tóxicos destes, quando na verdade, as quantidades apontadas representam a soma do nutriente absorvido com o adsorvido (“aderido”) na folha.

7. CALAGEM

Aplicar calcário, dois a três meses antes do plantio, de preferência magnésiano ou dolomítico, para elevar a saturação por bases a 80% e o teor de magnésio ao mínimo de $9 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$. No caso da utilização de calcário finamente moído (*filler*) e de calcário parcialmente calcinado, a aplicação poderá ser realizada de um a dois meses antes do plantio. Após a incorporação do calcário, irrigar o local para acelerar a reação do corretivo no solo. A incorporação do calcário deve ser uniforme desde a superfície até 30 cm de profundidade. Isso possibilita uma boa distribuição das raízes do tomateiro no perfil do solo, importante para a obtenção de boas produtividades. Vale observar que o cálculo de calagem, conforme o método de saturação por bases, considera a correção da acidez até 20 cm de profundidade. No caso de maiores profundidades a serem atingidas deverá haver acréscimo proporcional à quantidade de corretivo de acidez originalmente calculada.

8. ADUBAÇÃO ORGÂNICA

Inúmeros estudos realizados por instituições de pesquisa científica agrícola e faculdades de agronomia mostram a importância da adubação orgânica, complementando a adubação mineral, para a obtenção de boas produtividades do tomateiro de mesa. A disponibilidade dos esterco animais (principalmente o bovino e o avícola) em locais próximos às regiões produtoras, bem como, a utilização da compostagem com as novas técnicas de aceleração do preparo dos compostos orgânicos por

ação de microorganismos úteis, proporciona uma melhor economicidade da adubação orgânica para o tomate e outras hortaliças.

Recomenda-se 30 a 40 dias antes do plantio, incorporar ao solo 15 a 30 t ha⁻¹ de composto orgânico ou esterco bovino bem curtido, ou ainda ¼ a ½ dessas quantidades de esterco de galinha, suínos, ovinos ou caprinos. A escolha do fertilizante orgânico e a quantidade a ser utilizada dependerá do custo e do teor de N, além de outros nutrientes, presentes nesses fertilizantes orgânicos. A torta de mamona pré-fermentada foi pioneiramente estudada pelo Instituto Agrônomo (IAC) como fertilizante orgânico para o tomateiro no Estado de São Paulo. Recomenda-se aplicar 100 a 130 g deste adubo orgânico por cova de tomate (com 1 ou 2 plantas), cerca de 30 dias antes do plantio. Deve ser ressaltado que a torta de mamona, também proporciona um bom controle de nematoides, por vezes presentes em áreas continuamente cultivadas com tomateiro. A utilização de produtos contendo ácidos fúlvicos e húmicos pode favorecer o desenvolvimento radicular das mudas recém-transplantadas, restabelecer a microflora útil do solo e melhorar a disponibilização dos nutrientes presentes no mesmo, porém, sua economicidade deve ser avaliada em situações específicas.

9. ADUBAÇÃO MINERAL DE PLANTIO

Aplicar nos sulcos de plantio, de 7 a 10 dias antes do transplante das mudas, as doses de nutrientes apresentadas na tabela 3.

Calagem e adubação do tomate de mesa

Tabela 3. Recomendação de nutrientes para plantio⁽¹⁾ de tomate de mesa, conforme teores de nutrientes no solo

Nitrogênio	P resina, mg dm ⁻³					K ⁺ trocável, mmol _c dm ⁻³				
	0-10	11-25	26-60	61-120	> 120	0,0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	3,1-6,0	> 6,0
N, kg ha ⁻¹	-----P ₂ O ₅ , kg ha ⁻¹ -----					-----K ₂ O, kg ha ⁻¹ -----				
40 a 60	800	600	450	300	200	260	200	150	100	60
B, mg dm ⁻³			Cu, mg dm ⁻³			Zn, mg dm ⁻³				
0,0-0,30	0,31-0,60	> 0,60	0-0,2	0,3-0,8	> 0,8	0,0-0,5	0,6-1,2	> 1,2		
-----B, kg ha ⁻¹ -----			-----Cu, kg ha ⁻¹ -----			-----Zn, kg ha ⁻¹ -----				
2,5	1,5	1	3	1,5	0,5	5	3	1		

(¹) Aplicar com o NPK de plantio, 20 a 40 kg ha⁻¹ de S, e em solos deficientes, 2 a 3 kg ha⁻¹ de Mn.

Em algumas regiões do Estado de São Paulo, principalmente no sudoeste, por ocasião da instalação do tomateiro no campo (a céu aberto), a fórmula NPK de fertilizante de plantio pode ser aplicada em duas etapas, a primeira vez, correspondendo a 70% até 80% do total, cerca de 10 dias antes do transplante das mudas de tomateiro. O fertilizante deve ser distribuído e incorporado nos sulcos com 10 a 15 cm de profundidade, de maneira que não entre em contato direto com as mudas a serem transplantadas. A outra parte, até 30% do total, deve ser aplicada por ocasião da amontoa (“chapeação”), prática cultural que é realizada cerca de 25 dias após o transplante das mudas de tomateiro no campo. A amontoa consiste no chegamento de terra próximo às plantas, controlando-se o mato em fase inicial de crescimento e permitindo a incorporação de 20% a 30% da fórmula NPK de plantio, o que proporciona maior desenvolvimento lateral das raízes dos tomateiros. É possível efetuar a amontoa em locais onde prevalece a irrigação por inundação ou determinados tipos de aspersão. É mais difícil a amontoa quando forem utilizados sistemas de gotejamento com “fitas” de gotejadores nos dois lados das linhas de tomate. Nesse caso, 100% do fertilizante NPK de plantio deverá ser aplicado nos sulcos, cerca de 10 dias antes do transplante das mudas, para que este não entre em contato direto com as raízes das mesmas. Recomenda-se a utilização de $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ do fósforo na forma de termofosfato, o qual contém fósforo, cálcio, magnésio, micronutrientes e silício.

10. ADUBAÇÃO DE COBERTURA

A fertilização em cobertura visa o fornecimento principalmente de N e K, devendo ser de aplicação parcelada, a fim de atender às necessidades nutricionais das plantas em suas diferentes fases de desenvolvimento, evitando-se também, as perdas por lixiviação causadas pela chuva ou pela irrigação. A utilização de fósforo em cobertura, em pequenas quantidades, nas proporções máximas de $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{3}$ de P_2O_5 em relação ao N e ao K_2O , pode proporcionar melhor qualidade das hortaliças colhidas, conforme observações práticas em diferentes locais. A alta solubilidade de alguns fertilizantes binários fosfatados, como o DAP e o MAP, presentes em formulações de cobertura, de médias e altas concentrações de nutrientes (como 18-06-12 e 20-05-20) proporciona rápida absorção de P pelas raízes das hortaliças, inclusive o tomateiro. Nas fórmulas de cobertura de baixa concentração de nutrientes (como 12-04-12 e 10-05-15) é frequente a presença do superfosfato simples que contém 40% de gesso agrícola, com os conhecidos efeitos benéficos para as plantas. Destaca-se, também, o fato que diversas fórmulas de cobertura fabricadas com adubos fosfatados em sua composição, normalmente são menos higroscópicas em relação às fórmulas que contém apenas fertilizantes nitrogenados e potássicos. Vale lembrar que o fósforo solúvel presente em quantidades adequadas no solo favorece a absorção de nitrogênio pelas plantas.

A definição final sobre a utilização de menores ou maiores quantidades de nutrientes em cobertura dependerá de fatores como: adubação orgânica e mineral anteriores, interpretação da análise do solo e da análise foliar, época de plantio, exigência nutricional das cultivares utilizadas e expectativa de produção.

Nas adubações de cobertura para o tomateiro recomenda-se o cuidado para que as maiores doses de nutrientes sejam fornecidas apenas em solos de baixa fertilidade, para híbridos de alta produtividade e para locais com tomateiros conduzidos no sistema adensado de plantio. Recomenda-se reduzir as quantidades de nutrientes quando ocorreu o emprego de fertilizantes orgânicos anteriormente ao plantio. A figura 1 mostra plantas de tomate após a desbrota, ocasião da primeira cobertura com fertilizantes.



Figura 1. Plantas de tomate após a desbrota, período indicado para a adubação de cobertura, via aplicação direta sobre o solo, ou por meio da fertirrigação. Itapetininga (SP), 2014. Foto: Edson Akira Kariya.

a) adubação de cobertura com fertilizantes convencionais (de solubilidade baixa)

Distribuir em linhas laterais às plantas, incorporando levemente ao solo, as seguintes quantidades de nutrientes: 200 a 400 kg ha⁻¹ de N; 100 a 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 200 a 400 kg ha⁻¹ de K₂O, parcelados em 8 a 12 vezes, com intervalos de 10 dias. As doses maiores ou menores destes nutrientes em cobertura dependem da interpretação da análise do solo, da análise foliar, das adubações mineral e orgânica anteriores e conforme a expectativa de produção. Vale observar que o excesso de N promove um desenvolvimento vegetativo exagerado e a ocorrência de podridão apical nos frutos, além de retardar o ciclo da cultura. Recomenda-se aplicar, para tomateiros cultivados no campo, um mínimo de 50% de N na forma nítrica, pois o N na forma amoniacal utilizado de maneira incorreta, sem que ocorram condições para sua mineralização completa, poderá causar toxidez às plantas e predispor o tomateiro a algumas doenças fúngicas.

b) Adubação de cobertura com utilização de fertirrigação

b.1 Principais fertilizantes utilizados em fertirrigação

Os fertilizantes mais utilizados em fertirrigação de tomateiros cultivados no campo ou sob cultivo protegido são: nitrato de cálcio, nitrato de potássio, nitrato de amônio, ureia, fosfato monoamônico (MAP cristal), fosfato monopotássico (MKP), cloreto de potássio branco, sulfato de potássio, sulfato de magnésio, nitrato de magnésio, ácido fosfórico e micronutrientes na forma de quelatos ou sais solúveis. Deve-se conhecer as suas características químicas e a compatibilidade entre os mesmos, conforme apresentado de maneira sucinta na figura 2.

C
O
M
P
A
T
I
B
I
L
I
D
A
D
E

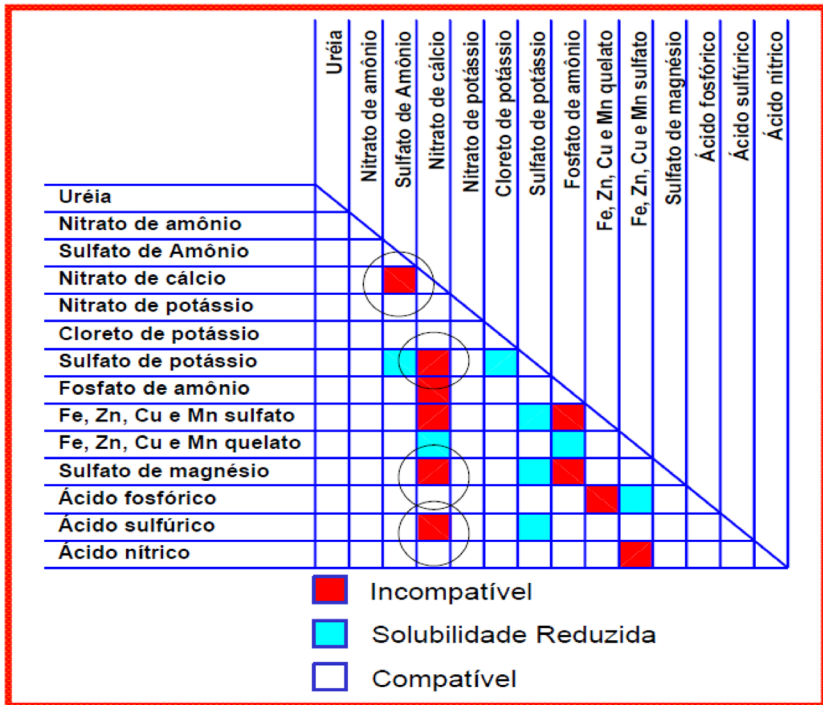


Figura 2. Compatibilidade entre fertilizantes utilizados em fertirrigação de hortaliças. Fonte: Villas Bôas et al. (1999), adaptado por Anbo, 2015.

A figura 3 mostra os tanques com soluções nutritivas A e B que contém os fertilizantes utilizados em fertirrigação, acondicionados separadamente, para posterior aplicação em períodos alternados, de maneira a não ocorrer reações que causem a precipitação dos mesmos e o entupimento dos gotejadores.



Figura 3. Tanques com soluções nutritivas A e B para posterior fertirrigação de mudas de hortaliças sob cultivo protegido. Santa Cruz do Rio Pardo (SP), 2015. Foto: André Luis Trani.

b.2 Monitoramento e cuidados na fertirrigação

É importante a análise periódica da qualidade da água de irrigação e a análise do solo, devido à possibilidade de salinização e mudanças no pH. Recomenda-se monitorar as adubações e o desenvolvimento das plantas com análises frequentes do solo e das folhas. O monitoramento da solução do solo com extratores de solução e análise com medidores portáteis de íons (kits rápidos ou *cardy ion meters*) colaboram para maior exatidão da recomendação de fertirrigação.

A figura 4 apresenta um prático kit medidor de íons da solução do solo, que permite rápidos ajustes nas fertirrigações do tomateiro realizadas tanto no campo, como sob cultivo protegido.



Figura 4. Abaixo, da esquerda para direita: medidor de íons para nitrato, medidor de íons para potássio, pHmetro, condutivímetro e planilha para anotação das medições, por data e profundidade do extrator. Acima à esquerda: extratores de solução e soluções para calibração dos equipamentos. Acima à direita: potes identificados para coleta da solução a campo. Campinas (SP), 2015. Foto: Sérgio Minoru Hanai.

Os extratores, onde anteriormente foi realizado o vácuo, são colocados dentro de um balde com água para umedecer a cápsula porosa. A instalação destes deve ser realizada com cuidado, para se obter o máximo de contato entre a cápsula e o solo. Para isso, após perfurar na profundidade desejada, colocar água antes de instalar o extrator. A primeira extração deve ser descartada.

A figura 5 mostra três extratores instalados em diferentes profundidades, para se obter uma determinação mais precisa da localização e das quantidades dos nutrientes aplicados, em relação às raízes das plantas. Um eventual excesso de água de irrigação aplicada, ou mesmo devido às chuvas, pode acarretar o deslocamento dos nutrientes longe do alcance das raízes, principalmente em tomateiros jovens.



Figura 5. Cápsulas extradoras de solução do solo colocadas próximas às mudas dos tomateiros em diferentes profundidades. Campinas (SP), 2015. Foto: Sérgio Minoru Hanai.

b.3 Recomendações de fertilizantes e respectivas doses de nutrientes em cobertura no sistema de fertirrigação, no campo e sob cultivo protegido

Deve ser considerado o clima quando da recomendação diária de fertirrigação (temperatura, umidade relativa do ar e radiação solar), bem como as tendências climáticas e as implicações que poderão ocorrer quanto à disponibilidade de nutrientes do solo, resultando em maior ou menor absorção destes pelo tomateiro.

Outro ponto que se deve atentar é a avaliação do estado fenotípico da cultura, lembrando que ocorre, com bastante frequência, um atraso na identificação dos sintomas de excessos ou de deficiências de nutrientes. Este atraso não se refere apenas ao momento exato onde a planta expressa o sintoma, mas também ao tempo que a planta levará para expressar o que se encontra na solução do solo. Um exemplo disso

é o boro, cuja falta ou deficiência é observada de maneira recorrente no campo, principalmente nos híbridos de alto potencial produtivo.

Como o tomateiro é uma cultura de colheitas múltiplas torna-se importante o manejo da nutrição de maneira a se obter um equilíbrio entre as partes vegetativa e reprodutiva. Na fertirrigação deve-se evitar oscilações bruscas dos nutrientes na solução do solo.

Quando do cálculo das quantidades de fertilizantes a serem aplicados, deve-se considerar a marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro durante o ciclo de desenvolvimento e produção. Os fertilizantes devem ser aplicados diariamente ou, no mínimo, três vezes por semana, desde o pegamento das mudas até o final da colheita. No início do crescimento, as doses de fertilizantes são menores e devem ser aumentadas de maneira gradativa até a fase de formação, maturação e colheita dos frutos. No final do ciclo de produção as quantidades de nutrientes serão diminuídas, também, de maneira gradativa.

A tabela 4 apresenta as recomendações de fertirrigação com quantidades de fertilizantes, sendo que a tabela 5 e a figura 6 mostram as respectivas quantidades de nutrientes para tomateiro cultivado no campo (a céu aberto), nas regiões de Campinas e da Mogiana (Leste e Nordeste do Estado de São Paulo).

Tabela 4. Fertirrigação⁽¹⁾ em quantidades de fertilizantes aplicados para tomateiro cultivado no campo (a céu aberto), nos diferentes períodos de desenvolvimento da cultura

Período	Quantidade de fertilizantes por período (semana) em gramas para 1.000 plantas de tomate						
	(DAT) ⁽²⁾	MAP	MgSO ₄	K ₂ SO ₄	KNO ₃	Ca(NO ₃) ₂	Fertilizante com micronutrientes ⁽³⁾
14 a 20	2.000	400	600	900	600	30	50
21 a 27	2.000	800	1.200	1.500	1.200	30	50
28 a 34	2.000	1.600	1.100	3.500	2.200	30	100
35 a 41	2.000	1.800	1.100	4.000	2.500	30	100
42 a 48	2.000	2.200	2.800	2.500	4.500	60	150
49 a 55	2.000	2.600	2.800	2.500	5.400	60	150
56 a 62	2.000	3.200	2.500	3.000	5.200	60	150
63 a 69	1.800	3.400	2.500	3.400	5.200	60	200
70 a 76	1.800	3.400	1.500	5.200	4.400	60	200
77 a 83	1.800	3.200	1.100	5.200	3.800	60	150
84 a 90	1.600	3.000	1.000	4.500	3.400	30	100
91 a 97	1.400	2.600	1.500	3.500	3.200	30	100
98 a 104	1.000	2.200	-	4.600	2.200	30	100
105 a 111	500	2.000	-	4.000	1.600	30	50
112 a 118	500	2.000	-	4.000	1.600	30	50

(¹) Fertirrigar diariamente ou, no mínimo, três vezes por semana. Observar a compatibilidade entre os fertilizantes.

(²) DAT = dias após transplante das mudas no campo.

(³) B=0,21%; Cu=0,36%; Fe=2,66%; Mn=2,48%; Mo=0,036%; Zn=3,38% (ainda com K=11,6%; Mg=0,86%; S=1,28%)

Tabela 5. Fertirrigação⁽¹⁾ em quantidades de nutrientes, para tomateiro cultivado no campo⁽²⁾ (a céu aberto), nos diferentes períodos de desenvolvimento da cultura

Período (DAT) ⁽³⁾	Quantidade de nutrientes por período (semana) em gramas para 1.000 plantas de tomate											
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
14 a 20	434,50	1.200,00	708,48	114,00	36,26	154,38	9,13	0,11	0,80	0,74	0,01	1,01
21 a 27	608,50	1.200,00	1.278,48	228,00	72,26	308,38	9,13	0,11	0,80	0,74	0,01	1,01
28 a 34	1.033,50	1.200,00	2.128,48	418,00	144,26	395,38	17,63	0,11	0,80	0,74	0,01	1,01
35 a 41	1.147,50	1.200,00	2.353,48	475,00	162,26	421,38	17,63	0,11	0,80	0,74	0,01	1,01
42 a 48	1.255,00	1.200,00	2.531,96	855,00	198,52	762,77	26,76	0,22	1,60	1,49	0,02	2,03
49 a 55	1.394,50	1.200,00	2.531,96	1.026,00	234,52	814,77	26,76	0,22	1,60	1,49	0,02	2,03
56 a 62	1.431,00	1.200,00	2.606,96	988,00	288,52	841,77	26,76	0,22	1,60	1,49	0,02	2,03
63 a 69	1.463,00	1.080,00	2.786,96	988,00	306,52	867,77	35,26	0,22	1,60	1,49	0,02	2,03
70 a 76	1.582,00	1.080,00	3.096,96	836,00	306,52	697,77	35,26	0,22	1,60	1,49	0,02	2,03
77 a 83	1.489,00	1.080,00	2.896,96	722,00	288,52	603,77	26,76	0,22	1,60	1,49	0,02	2,03
84 a 90	1.310,50	960,00	2.528,48	646,00	270,26	560,38	18,26	0,11	0,80	0,74	0,01	1,01
91 a 97	1.122,50	840,00	2.328,48	608,00	234,26	593,38	18,26	0,11	0,80	0,74	0,01	1,01
98 a 104	1.072,00	600,00	2.073,48	418,00	198,26	286,38	17,63	0,11	0,80	0,74	0,01	1,01
105 a 111	843,00	300,00	1.803,48	304,00	180,26	260,38	9,13	0,11	0,80	0,74	0,01	1,01
112 a 118	843,00	300,00	1.803,48	304,00	180,26	260,38	9,13	0,11	0,80	0,74	0,01	1,01
Total	17.029,50	14.640,00	33.458,08	8.930,00	3.101,42	7.829,06	303,49	2,27	16,76	15,62	0,23	21,29

(¹) Fertirrigar diariamente ou no mínimo, três vezes por semana, observando a compatibilidade entre os fertilizantes utilizados.

(²) Considerando uma população de 12.500 plantas de tomate em um ha de área plantada, o total acima corresponde às seguintes quantidades de nutrientes fornecidas no período de 118 dias após o transplante das mudas, no campo: macronutrientes (kg ha⁻¹): N=213; P₂O₅=183; K₂O=418; Ca=112; Mg=39; S=98; micronutrientes (g ha⁻¹): B=3.794; Cu=28; Fe=210; Mn=195; Mo=3; Zn=266.

(³) DAT = dias após o transplante das mudas no campo. O período 14 a 20 DAT corresponde à semana 1.

Calagem e adubação do tomate de mesa

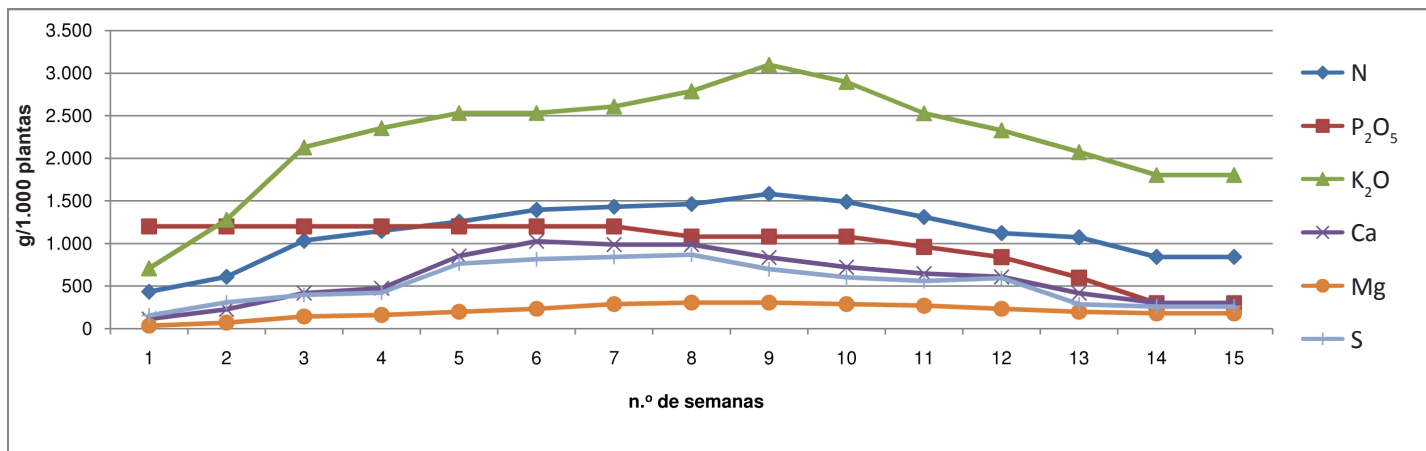


Figura 6. Gráfico demonstrativo das quantidades de nutrientes (recomendadas na tabela 5), para o cultivo de tomate no campo, acompanhando as suas exigências nutricionais durante os períodos de crescimento e produção de frutos. A semana 1 inicia-se aos 14 dias após o transplante das mudas.

A tabela 6 apresenta as recomendações de fertirrigação com as quantidades de fertilizantes e a tabela 7 mostra as respectivas quantidades de nutrientes a serem aplicadas, conforme os períodos de desenvolvimento (início de crescimento, pleno desenvolvimento e produção de frutos) do tomateiro sob cultivo protegido (estufa agrícola) para as regiões sudoeste e oeste do Estado de São Paulo. No sudoeste predominam solos de textura média a argilosa. No oeste é frequente a existência de solos de textura arenosa, mais sujeitos aos efeitos da salinização causada por fertilizantes. Isto deve ser considerado quando da escolha dos mesmos, bem como, as quantidades e frequência de aplicação.

Tabela 6. Fertirrigação⁽¹⁾ em quantidades de fertilizantes, para o tomateiro sob cultivo protegido (estufa agrícola), nos diferentes períodos de desenvolvimento da cultura

Período	Quantidade de fertilizantes, em gramas por fertirrigação ⁽¹⁾ , por período, para 1.000 plantas de tomate					
	DAT ⁽²⁾	MAP	MgSO ₄	K ₂ SO ₄	KNO ₃	Ca(NO ₃) ₂
10 a 35 dias	400	200	50	700	200	30
36 a 60 dias	500	650	50	1.100	900	35
61 a 90 dias	300	1.100	300	1.200	900	40
91 a 150 dias	300	900	550	1.500	1.200	40

⁽¹⁾ Fertirrigar três vezes por semana, observando a compatibilidade entre os fertilizantes utilizados.

⁽²⁾ DAT = dias após transplante das mudas na estufa agrícola.

⁽³⁾ Fertilizante com B=1,82%; Cu=1,82%; Fe=7,265%; Mn=1,82%; Mo=0,36%; Zn=0,73%; Ni=0,36%.

Tabela 7. Fertirrigação⁽¹⁾ em quantidades de nutrientes para tomateiro sob cultivo protegido⁽²⁾ (estufa agrícola), nos diferentes períodos de desenvolvimento da cultura

Período	Quantidade de nutrientes, em gramas por período, para 1.000 plantas de tomate												
DAT ⁽³⁾	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn	Ni
10 a 35 dias	1.800	2.571	3.568	428	204	353	6	6	23	6	1	2	1
36 a 60 dias	3.478	3.086	5.238	1.850	640	895	7	7	26	7	1	3	1
61 a 90 dias	4.065	2.237	8.427	2.238	1.299	2.311	9	9	36	9	2	4	2
91 a 150 dias	10.398	4.551	22.332	6.068	2.162	5.007	18	18	73	18	4	7	4
Total	19.741	12.445	39.565	10.584	4.305	8.566	40	40	158	40	8	16	8

(¹) Realizar a fertirrigação três vezes por semana, observando a compatibilidade entre os fertilizantes utilizados.

(²) Considerando 20.000 plantas de tomate em um hectare de cultivo protegido (2 plantas por m²) o total acima corresponde às seguintes quantidades de nutrientes, fornecidas no período de 150 dias: macronutrientes (em kg ha⁻¹): N=395; P₂O₅=249; K₂O=791; Ca=212; Mg=86; S=171; micronutrientes (em g ha⁻¹) B=800; Cu=800; Fe=3.160; Mn=800; Mo=160; Zn=320; Ni=160.

(³) DAT = dias após transplante das mudas na estufa agrícola.

As quantidades de micronutrientes a serem aplicadas em cobertura devem ser calculadas com base no que já foi fornecido na adubação de plantio e conforme o monitoramento nutricional realizado durante o desenvolvimento da cultura. Observa-se, atualmente, a necessidade de ajustes nas composições de fórmulas que contêm micronutrientes para adequá-las às características químicas dos solos das regiões de cultivo de tomateiro.

Enquanto isso não ocorre, recomenda-se complementar, em separado das fórmulas, fontes de micronutrientes como o boro e o zinco, na fertirrigação e também, quando possível, via foliar.

11. ADUBAÇÃO FOLIAR

Pulverizar as plantas com ácido bórico a 0,1%, sulfato de zinco a 0,3%, cloreto de cálcio a 0,2% e sulfato de magnésio heptaidratado a 0,4%, iniciando as aplicações cerca de 20 dias após o pegamento das mudas, repetindo-se as pulverizações a cada duas semanas. Aplicar o cloreto de cálcio separadamente dos demais. Outra opção é utilizar o quelato de cálcio com as demais fontes de nutrientes, na mesma solução. Em solos deficientes, aplicar sulfato de cobre a 0,3%, separadamente dos demais produtos. Utilizar espalhante adesivo. Não misturar os fertilizantes foliares com agrotóxicos. No comércio, existem produtos que contêm todos esses nutrientes de forma compatível em uma mesma solução. Devem ser observadas as concentrações e indicações de doses no rótulo dos produtos.

12. CONCLUSÕES

A garantia de boas produtividades e qualidade comercial de tomate é obtida pela combinação da adaptabilidade do híbrido ao clima local com as boas práticas agronômicas de manejo, incluindo a calagem e a adubação. Isto é válido tanto para o tomate cultivado no campo, como sob cultivo protegido (estufa agrícola). As figuras a seguir mostram plantações de tomate que receberam um bom manejo nutricional, nas diferentes regiões produtoras do Estado de São Paulo.



Figura 7. Plantação de tomate no sul do Estado de São Paulo em solo de textura média a arenosa, que recebeu calagem e adubação conforme a análise do solo e a exigência nutricional do híbrido utilizado. Itapetininga (SP), 2014. Foto: Edson Akira Kariya.



Figura 8. Lavoura de tomate típica do sul e sudoeste paulista (observar a Araucária, espécie arbórea indicativa de clima propício para obtenção de boas produções desta hortaliça). Itapetininga (SP), 2014. Foto: Edson Akira Kariya.



Figura 9. Plantas de tomate no campo mostrando boa uniformidade dos frutos, graças à adubações de plantio e de cobertura equilibradas. Itapetininga (SP), 2014. Foto: Edson Akira Kariya.



Figura 10. Campo apresentando alta uniformidade entre as plantas, principalmente quanto à altura, resultado de uma fertirrigação equilibrada (eventual deficiência de boro poderia ocasionar irregularidade nesta característica). Mogi Guaçu (SP), 2015. Foto: Sérgio Minoru Hanai.



Figura 11. Tomateiro no campo expressando seu alto potencial produtivo. Nesta fase é fundamental equilibrar a nutrição para a terminação dos frutos dos primeiros cachos e a formação dos frutos dos cachos do ponteiro. Monte Mor (SP), 2015. Foto: Roberto Hiroto Anbo.



Figura 12. Plantas de tomate do tipo italiano, sob cultivo protegido (observar o adequado volume de solo junto às plantas, proporcionando o pleno desenvolvimento das raízes). Santa Cruz do Rio Pardo (SP), 2012. Foto: Oliveiro Basílio Bassetto Júnior.



Figura 13. Plantas de tomate de penca (tipo holandês) sob cultivo protegido, com *mulching* de plástico sobre o solo, proporcionando boas condições de umidade. Itapetininga (SP), 2014. Foto: Edson Akira Kariya.



Figura 14. Sistema de plantio em vasos com linhas duplas de gotejamento para melhor distribuição de água e nutrientes (observar a uniformidade dos tomateiros na primeira semana após transplante). Campinas (SP), 2015. Foto: Sérgio Minoru Hanai.



Figura 15. Tomateiro com equilíbrio vegetativo e reprodutivo, onde o monitoramento dos parâmetros da solução nutritiva foi realizado coletando-se a solução na saída do gotejo e também da solução obtida do drenado após as fertirrigações. Campinas (SP), 2015. Foto: Sérgio Minoru Hanai.

REFERÊNCIAS

ALOISI SOBRINHO, J. Adubação orgânica, o método Indore na produção do composto. Campinas: Instituto Agronômico, 1945. 4p.

BERTON, R.S. Adubação Orgânica. In: Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo, 2.ed. rev. e atual. p.30-35. RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Eds.). Campinas: Instituto Agronômico, 1997. 285p. (Boletim técnico, 100)

CAVALLARO JUNIOR, M.L.; TRANI, P.E.; PASSOS, F.A.; KUHN NETO, J.; TIVELLI, S.W. Produtividade de rúcula e tomate em função da adubação (N e P) orgânica e mineral. *Bragantia*, Campinas, v.68, n.2, p.347-355, 2009.

FACHIN, V.; ANDRADE, A.T. Nutrição Mineral e Diagnose do Estado Nutricional das Hortaliças. Lavras: UFLA/FAEDE, 2004. 88p.

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.1, p.90-94. 2002.

LORENZ, O.A.; MAYNARD, D.N. Handbook for Vegetable Growers (3.ed.), New York: J. Wiley & Sons, 1988. 455p.

MELO, P.C.T.; MELO, A.M.T.; TRANI, P.E. Tomate (*Solanum lycopersicum*). In: AGUIAR, A.T.E.; GONÇALVES, C.; PATERNIANI, M.E.A.G.Z.; TUCCI, M.L.S.A.; CASTRO, C.E.F. (Eds.). Instruções

agrícolas para as principais culturas econômicas. 7.ed. rev. e atual. Campinas: IAC, 2014. p.385-392. (Boletim IAC, 200)

MUELLER, S.; WAMSER, A.F.; SUZUKI, A.; BECKER, W.F. Produtividade de tomate sob adubação orgânica e complementação com adubos minerais. Horticultura Brasileira, Brasília, v.31, n.1, p.86-92, 2013.

OLIVEIRA, C.R.; BARRETO, E.A.; FIGUEIREDO, G.J.B.; NEVES, J.P.S.; ANDRADE, L.A.; MAKIMOTO, P.; DIAS, W.T. Cultivo em Ambiente Protegido. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1997. 31p. (Boletim Técnico, 232)

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo, 2.ed. rev. atual. Campinas: Instituto Agrônômico, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100)

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V.V.H. (Eds.). Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5.^a aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.

SILVA, A.C.; CANELLAS, L.P.; OLIVARES, F.L.; DOBBSS, L.B.; AGUIAR, N.O.; FRADE, D.A.R.; REZENDE, C.E.; PERES, L.E.P. Promoção do Crescimento Radicular de Plântulas de Tomateiro por Substâncias Húmicas Isoladas de Turfeiras. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.35, p.1609-1617, 2011.

SONNEVELD, C.; VOOGT, W. Plant Nutrition of Greenhouse Crops. Springer Dordrecht Heideberg, (Eds.). London and New York: Springer, 2009. 431p.

STOFFELLA, P.J.; KAHN, B.A. Compost utilization in horticultural cropping systems. Boca Raton (USA), 2001. 432p.

TIVELLI, S.W. Tomate orgânico: técnicas de cultivo. Rio de Janeiro: Sociedade Nacional de Agricultura, SEBRAE, Centro de Inteligência em Orgânicos, 2015. 68p. (Série Capacitação Técnica)

TRANI, P.E.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O.C. Análise Foliar: Amostragem e Interpretação. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 18p.

TRANI, P.E.; NUCCI, T.A.; MINAMI, K.; HAAG, H.P. Nutrição Mineral e Adubação do Tomateiro. Campinas: Instituto Agrônomo, 1994. 67p. (Boletim Técnico, 151)

TRANI, P.E.; RAIJ, B. van. Hortaliças. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo, 2.ed. rev. atual. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100)

TRANI, P.E.; TIVELLI, S.W.; CARRIJO, O.A. Fertirrigação em Hortaliças. 2.ed. rev. atual. Campinas: Instituto Agrônomo, 2011. 51p. (Boletim Técnico IAC, 196). Disponível: em http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes_online/pdf/BT_196_FINAL.pdf. Acesso em: 29 set. 2015.

TRANI, P.E.; TERRA, M.M.; TECCHIO, M.A.; TEIXEIRA, L.A.J.; HANASIRO, J. Adubação Orgânica de Hortaliças e Frutíferas. Campinas: Instituto Agrônomo, Informações Tecnológicas, 2013. 16p.

VILLAS BÔAS, R.L.; BÜLL, L.T.; FERNANDES, D.M. Fertilizantes em fertirrigação. In: Fertirrigação: citrus, flores, hortaliças. FOLEGATTI, M.V. (Coord.). Guaíba: Agropecuária, 1999. p.293-334.



Instituto Agrônômico

Centro de Comunicação e Transferência do Conhecimento

Av. Barão de Itapura, 1.481

13020-902 - Campinas (SP) BRASIL

Fone: (19) 2137-0600 Fax: 2137-0706

www.iac.sp.gov.br

