



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**AVALIAÇÃO DE LINHAGENS DE TOMATEIRO
RASTEIRO QUANTO À EFICIÊNCIA NA ABSORÇÃO DE
NUTRIENTES E RESPOSTA À ADUBAÇÃO.**

ANTÔNIO RÉGIS DE OLIVEIRA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**BRASÍLIA/DF
JUNHO/2007**

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**AVALIAÇÃO DE LINHAGENS DE TOMATEIRO RASTEIRO QUANTO À EFICIÊNCIA
NA ABSORÇÃO DE NUTRIENTES E RESPOSTA À ADUBAÇÃO.**

ANTÔNIO RÉGIS DE OLIVEIRA

ORIENTADOR: SEBASTIÃO ALBERTO DE OLIVEIRA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PUBLICAÇÃO: 264/2007

BRASÍLIA/DF
JUNHO/2006

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**AVALIAÇÃO DE LINHAGENS DE TOMATEIRO RASTEIRO QUANTO À EFICIÊNCIA
NA ABSORÇÃO DE NUTRIENTES E RESPOSTA À ADUBAÇÃO.**

ANTÔNIO RÉGIS DE OLIVEIRA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA À FACULDADE DE AGRONOMIA E
MEDICINA VETERINÁRIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS
AGRÁRIAS NA ÁREA DE CONCENTRAÇÃO DE DISCIPLINAS GESTÃO DE SOLO E
ÁGUA.**

APROVADA POR:

**SEBASTIÃO ALBERTO DE OLIVEIRA, Doutor, Professor Associado, (UnB/FAV),
CPF: 052.361.771-20, E-mail: oliveira@unb.br
(ORIENTADOR)**

**WENCESLAU J. GOEDERT, PhD, Professor Associado,
(UnB/FAV), CPF: 005.799.550-87, E-mail: goedert@unb.br
(EXAMINADOR INTERNO)**

**WILSON LEANDRO MOZENA, Doutor, Professor Adjunto, (UFG/Escola de
Agronomia e Engenharia de Alimentos), CPF: 081.784.678-60, E-mail:
lenadro@agro.ufg.br
(EXAMINADOR EXTERNO)**

BRASÍLIA/DF, 04 de junho de 2007.

FICHA CATALOGRÁFICA

Oliveira, Antônio Régis

Avaliação de linhagens de tomateiro rasteiro quanto à eficiência na absorção de nutrientes e resposta à adubação./ Antônio Régis de Oliveira; orientação de Sebastião Alberto de Oliveira. – Brasília, 2007.

75 p. : il.

Dissertação de Mestrado (M) – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2007.

1. *Lycopersicum esculentum* 2. Nutrição de plantas. 3. DRIS. 4. Absorção de nutrientes. I. Oliveira, S. A. de. II. Doutor.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

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, 75 p. Dissertação de Mestrado.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Antônio Régis de Oliveira

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO: Avaliação de linhagens de tomateiro rasteiro quanto à eficiência na absorção de nutrientes e resposta à adubação.

GRAU: Mestre ANO: 2007

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Antônio Régis de Oliveira
CPF: 845.333.581-87
Telefone: (61) 3475-3588
E-mail: antonio@cnph.embrapa.br

Ofereço e dedico esse
trabalho a minha mãe,
Maria Sérgio.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por todas as oportunidades concedidas.

À minha mãe, por ser a maior incentivadora do caminho profissional que escolhi.

Ao Dr. Leonardo de Brito Giordano, ex-pesquisador da Embrapa Hortaliças, que me deu todo apoio para que eu pudesse tornar esse sonho uma realidade.

Ao professor Sebastião Alberto de Oliveira que, além de confiar em mim, dispensou dedicação e atenção necessária à conclusão do trabalho.

Ao professor Wenceslau J. Goedert pelo companheirismo, atenção e amizade.

À Universidade de Brasília, em especial à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, por mais uma oportunidade.

A todos os professores do curso de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Gestão de Solo e Água, pelos ensinamentos e pelo exemplo de profissionalismo.

À Embrapa Hortaliças, pelo espaço físico e todo apoio necessário à realização do experimento.

À equipe de melhoramento genético de tomateiro da Embrapa Hortaliças, composta pelo pesquisador Leonardo Boiteux e pelos também amigos Claudemir, Ary, Ronan, Ronaldo, Sebastião, Willian, Chico Bucha, e pelos estagiários Gilberto e Pâmela, por todo apoio dispensado e por integrarem uma verdadeira equipe de trabalho, da qual também faço parte.

Aos técnicos de laboratório da Embrapa Hortaliças, Sarita e Delvico, pela amizade, apoio e pela competência na realização das análises foliares.

A todos meus familiares e amigos que são fundamentais nessa grande jornada que é a vida.

A todos, os meus sinceros agradecimentos.

ÍNDICE

Capítulos/Sub-capítulos	Página
INTRODUÇÃO GERAL	1
OBJETIVO	2
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
Tomate no Mundo	3
Produção no Brasil	4
Cadeia Agroindustrial do Tomate no Brasil	6
Coordenação da Cadeia	8
Adubação e Nutrição do Tomateiro	9
Distúrbios Nutricionais	11
Marcha de Absorção de Nutrientes	12
Resposta à Adubação	15
Nível Crítico de Nutriente	17
Eficiência na Absorção de Nutrientes	18
Nutrição e Tolerância a Injúrias	20
Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (<i>Diagnosis and Recommendation Integrated System – DRIS</i>)	21
Cálculos dos Índices DRIS	23
Obtenção de Normas	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
CAPÍTULO ÚNICO	34
AVALIAÇÃO DE LINHAGENS DE TOMATEIRO RASTEIRO QUANTO À EFICIÊNCIA NA ABSORÇÃO DE NUTRIENTES E RESPOSTA À ADUBAÇÃO.	
RESUMO	35
ABSTRACT	36
INTRODUÇÃO	37
OBJETIVO	39
MATERIAL E MÉTODOS	40

Correção e Preparo do Solo	40
Delineamento Experimental	42
Implantação e Condução do Experimento	42
Coleta e Análise dos Dados	48
RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
Produtividade	51
Teores Foliaves de Nutrientes e Incremento de Índice DRIS	53
Classificação das Linhagens	57
Nitrogênio	58
Fósforo	59
Potássio	60
Cálcio	61
Enxofre	62
Boro	64
Cobre	65
CONCLUSÕES	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela	Página
Tabela 01. Propriedades químicas do Latossolo Vermelho distrófico (LVd) empregado no experimento.	43
Tabela 02. Inseticidas e fungicidas/bactericidas utilizados no manejo de pragas.	47
Tabela 03. Metodologia utilizada nas análises foliares de nutrientes (extração e determinação).	49
Tabela 04. Produtividade média (t. ha ⁻¹) em 29 (vinte e nove) linhagens de tomateiro rasteiro.	51
Tabela 05. Incremento de produtividade em 29 (vinte e nove) linhagens de tomateiro rasteiro.	52
Tabela 06. Teores foliares médios de nutrientes em 29 (vinte e nove) linhagens de tomateiro rasteiro.	53
Tabela 07. Incremento de índice DRIS por nutriente em 29 (vinte e nove) linhagens de tomateiro rasteiro.	54
Tabela 08. Matriz de correlação entre índices DRIS em 29 (vinte e nove) genótipos de tomateiro.	56

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURAS	Página
Figura 01. Calagem.	40
Figura 02. Aração.	41
Figura 03. Gradagem.	41
Figura 04. Encanteiramento.	42
Figura 05. Adubação.	44
Figura 06. Semeio das linhagens de tomateiro.	45
Figura 07. Mudanças de tomateiro prontas para o transplântio.	45
Figura 08. Transplântio.	46
Figura 09. Pulverização de agrotóxicos.	47
Figura 10. Amostragem foliar.	49
Figura 11. Classificação de 29 linhagens de tomateiro rasteiro quanto à eficiência na absorção de nitrogênio e resposta à adubação.	58
Figura 12. Classificação de 29 linhagens de tomateiro rasteiro quanto à eficiência na absorção de fósforo e resposta à adubação.	59
Figura 13. Classificação de 29 linhagens de tomateiro rasteiro quanto à eficiência na absorção de potássio e resposta à adubação.	61
Figura 14. Classificação de 29 linhagens de tomateiro rasteiro quanto à eficiência na absorção de cálcio e resposta à adubação.	61
Figura 15. Classificação de 29 linhagens de tomateiro rasteiro quanto à eficiência na absorção de enxofre e resposta à adubação.	63
Figura 16. Classificação de 29 linhagens de tomateiro rasteiro quanto à eficiência na absorção de boro e resposta à adubação.	64
Figura 17. Classificação de 29 linhagens de tomateiro rasteiro quanto à eficiência na absorção de cobre e resposta à adubação.	66
Figura 18. Linhagens de tomateiro responsivas à adubação <i>versus</i> frequência de eficiência de absorção dentre os nutrientes analisados.	67
Figura 19. Linhagens de tomateiro não responsivas à adubação <i>versus</i> frequência de eficiência de absorção dentre os nutrientes analisados.	67

AValiação de linhagens de tomateiro rasteiro quanto à eficiência na absorção de nutrientes e resposta à adubação.

RESUMO GERAL

A prática da adubação é essencial nos sistemas agropecuários de produção de alimentos. Entretanto, se realizada sem critérios técnicos, apresenta um potencial considerável de poluição ambiental, além de onerar o custo e ameaçar a viabilidade econômica da produção. O presente trabalho buscou avaliar trinta linhagens de tomateiro rasteiro quanto à eficiência de absorção de nutrientes e resposta à adubação. Foram instalados dois ensaios, em 2006, na Embrapa Hortaliças, situada na região administrativa do Gama – DF, com diferentes doses de fertilizantes. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições. Para classificação das linhagens, a metodologia aplicada baseou-se nos incrementos de índice DRIS e de produtividade, obtidos pela diferença entre os valores dessas duas variáveis observados no ensaio 01 e no ensaio 02. Os valores críticos para distinguir uma linhagem eficiente de outra não eficiente e uma responsiva à adubação de outra não responsiva foram as médias de incremento de índice DRIS e produtividade, respectivamente. Os incrementos médios de Índice DRIS de N, P, K, Ca, S, B e Cu foram 100,8, 307, -326, -203,1, 356,3, 310,3 e -230, respectivamente. O incremento médio de produtividade foi de 7,40 t ha⁻¹. As linhagens diferenciaram-se entre si quanto à eficiência na absorção de todos os nutrientes considerados e resposta à adubação. Foram consideradas responsivas à adubação e eficientes na absorção de nutrientes as linhagens de nº 3, 4, 5, 9 e 22, para o nitrogênio; 3, 4, 9, 13, 15 e 29, para o fósforo; 3, 5, 10, 21, 22, 25 e 27, para o potássio; 5, 10, 21, 22, 25, 27 e 29, para o cálcio; 4, 13, 15, 27 e 29, para o enxofre e boro; 3, 5, 9, 10 e 27, para o cobre. As linhagens com os melhores desempenhos na avaliação foram as de nº 27, eficiente na absorção de 71,43% dos nutrientes considerados, e as de nº 03, 04, 05 e 29, com uma frequência de 57,14%, todas responsivas à adubação.

Palavras-chaves: *Lycopersicon esculentum*, DRIS, nutrição de plantas.

EVALUATION OF PROCESSING TOMATO INBRED LINES FOR EFFICIENCY IN NUTRIENT UPTAKE AND FOR RESPONSE TO FERTILIZATION

ABSTRACT

The employment of supplementary fertilization is an essential practice in food crop agroecosystems. However, without taking into consideration technical criteria, the fertilization practice might lead to environmental pollution, increased production costs and make the crop systems economically not viable. Thirty processing tomato inbred lines were evaluated for their efficiency in nutrient uptake and in their response to fertilization. Two field assays were carried out at Embrapa Vegetable Crops (Gama-Federal District, Brazil) with distinct fertilization dosages in 2006. In the first assay 1/3 of the total fertilization was applied when compared with the second assay. The experiments were conducted using a completely randomized design with three replications. The criteria to rank the inbred lines in both assays were the DRIS (Diagnosis and Recommendation Integrated System) index value and fruit yield. The critical values in order to distinguish efficient versus non-efficient as well as responsive versus non-responsive inbred lines were the average increase in both DRIS index value and fruit yield. The average increase in the DRIS index of N, P, K, Ca, S, B and Cu were 100.8, 307, -326, -203, 356, 310 and -230, respectively. The average increase in yield was 7.4 Mt ha⁻¹. Differences were detected among inbred lines for the uptake efficiency for all nutrients and for response to fertilization. The inbred lines 3, 4, 9 and 22 were classified as responsive to fertilization and efficient in N uptake; the inbred lines 3, 4, 9, 13, 15 and 29 were for P; 3, 5, 10, 21, 22, 25 and 27 for K, 5, 10, 21, 22, 25, 27 and 29 for Ca; 4, 13, 15, 27 and 29 for S and B; 3, 5, 9, 10 and 27 for Cu. The inbred line with the best performance in the assays was the 27, displaying an uptake efficiency of 71.4% of the nutrients under analysis. The inbred lines 3, 4, 5 and 29 displayed a frequency of 57.1% and of them were responsive to fertilization.

Key words: *Lycopersicon esculentum*, DRIS, nutrition of plants.

INTRODUÇÃO GERAL

O tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) pertence à família das solanáceas (solanaceae) e seu centro primário de origem e de outras espécies silvestres aparentadas é o continente Sul-Americano, que compreende as regiões situadas ao longo da Cordilheira dos Andes do Peru, Bolívia e Equador (ESPINOZA, 1991; EMBRAPA, 1993).

No Brasil, a produção de tomate para a industrialização começou em Pernambuco, no final do século XVIII. Desde então, a cultura teve um grande impulso que, a partir da década de 1950, no Estado de São Paulo, viabilizou a implantação de diversas agroindústrias. Na década de 1980, expandiu-se na região nordeste, especialmente em Pernambuco e no norte da Bahia, que passou a ser uma das principais regiões produtoras de tomate para processamento (FNP, 2005; EMBRAPA, 1994).

A partir de 1991, ocorreu uma notória redução da área plantada no nordeste, provocada pela maior oferta de polpa no mercado internacional e pelo ataque severo de pragas como a mosca-branca (*Bemisia tabaci*) e a traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*), estimulando a migração das indústrias para a região centro-oeste. Ocorreu, então, uma grande expansão da cultura no cerrado, onde o clima seco durante os meses de março a setembro favorece o cultivo do tomateiro. Os solos profundos, bem drenados e a topografia plana facilitam a mecanização e permitem o uso de grandes sistemas de irrigação, constituindo-se em mais um incentivo para que o centro-oeste viesse a ser umas das principais regiões produtoras de tomate para processamento industrial do país (EMBRAPA, 1994).

Incluído nos hábitos alimentares de diversos países, o tomate é hoje uma das hortaliças mais importantes no Brasil e no mundo (SILVA *et al.*, 1994, SILVA & GIORDANO, 2000; CANÇADO JÚNIOR *et al.*, 2003). Sua produção para processamento industrial envolve um grande número de instituições – de pesquisa, assistência técnica, financeiras, indústrias de insumos, máquinas e alimentícias – situadas à montante e a jusante da produção agrícola, constituindo uma extensa e complexa cadeia agroindustrial com uma capacidade considerável de geração de renda. No campo social, a tomaticultura destaca-se pelo grande volume de mão-de-obra absorvido diretamente ou indiretamente ao longo da cadeia produtiva.

O tomateiro é bastante exigente em nutrientes prontamente disponíveis para absorção, necessitando da utilização de grandes quantidades de adubos e corretivos em seu processo de produção. Segundo dados da FNP Comércio & Consultoria (2005), do

custo total médio de produção de tomate para processamento no Estado de São Paulo em 2004, aproximadamente 22% corresponderam à aquisição de adubos e corretivos. Nos demais estados brasileiros, a participação desses insumos no custo de produção não deve discrepar muito desse percentual.

A demanda por grandes doses de corretivos e adubos na produção de tomate é explicada, principalmente, pela baixa eficiência de absorção de nutrientes do solo pela cultura (EMBRAPA, 1994). Entretanto, a variabilidade genética encontrada nas plantas confere as mesmas capacidades diferenciadas de absorção de nutrientes, um potencial a ser explorado nos trabalhos de melhoramento genético da cultura.

Portanto, trabalhos científicos envolvendo nutrição do tomateiro relacionada à variabilidade genética se mostram promissores para a sustentabilidade da atividade e de grande interesse, tanto para os diretamente envolvidos com a tomaticultura (melhoristas e produtores), quanto para a sociedade em geral.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é avaliar a eficiência na absorção de nutrientes e a resposta à adubação em trinta linhagens de tomateiro rasteiro, classificando-as quanto à combinação dos resultados desses dois parâmetros.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Tomate no Mundo

A cultura do tomate é de grande expressão econômica no cenário nacional e internacional. É a segunda olerícola mais produzida no mundo, superada apenas pela batata (CANÇADO JÚNIOR *et al.*, 2003).

Atualmente, essa cultura vem experimentando várias modalidades de cultivo, desde o sistema a campo, até os cultivos protegidos ou sob estufa. O cultivo sob estufa pode ser praticado no solo ou, mais recentemente, em substrato inerte irrigado com solução nutritiva e em sistemas hidropônicos, sendo que estes dois últimos sistemas destinam-se, em geral, a abastecer nichos mais exigentes de mercado. Todas essas modalidades são altamente tecnificadas, envolvendo cultivares de alto potencial genético, novos conhecimentos e técnicas de fertilização do solo ou suprimento de nutrientes, sistemas de irrigação cada vez mais precisos e automatizados que, com respaldo de dados do solo e atmosféricos, podem atingir índices elevados de eficiência, plantios e colheitas mecanizados, etc.

A produção mundial de tomate vem sofrendo incrementos constantes ao longo dos anos, tanto de área cultivada quanto de quantidade produzida e produtividade. Entre 1981 e 1987, a produção mundial teve um acréscimo de 19,3%, partindo dos 51,55 milhões e atingindo 61,36 milhões de toneladas (t). Do total produzido em 1987, 50% correspondia aos EUA, URSS, China, Itália e Turquia, todos com produção superior a 5 milhões de toneladas por ano, com uma produtividade mundial média dos principais países de 28,08 t/ha. O Brasil ocupou o décimo lugar em produção e o sexto em rendimento (35,76 t/ha), acima da produtividade geral média mundial de 23,43 t/ha (ESPINOZA, 1991).

A área plantada no mundo em 1987 foi de 2,62 milhões de hectares (ha). Embora a URSS e a China cultivassem 400 e 339 mil ha, respectivamente, a produtividade de ambas era extremamente baixa, não atingindo índices superiores a 18 t/ha. Por outro lado, os maiores índices de produtividade correspondiam aos EUA e à Grécia, com 53,3 e 46,9 t/ha, respectivamente (ESPINOZA, 1991).

Em 1990 a produção mundial atingiu a marca dos 75 milhões de toneladas, cujo maior produtor foi os EUA, seguido pela China, Rússia, Turquia e Itália, em ordem decrescente de quantidade produzida. Essa produção correspondeu a uma área colhida de 2.841.060 ha, tendo na Rússia e na China as maiores extensões cultivadas, 343.000 e

310.273, respectivamente. O Brasil ocupou a nona colocação em volume produzido. A produtividade média mundial neste ano foi de 26,67 t/ha, tendo, novamente, os EUA e a Grécia atingidos os maiores rendimentos (FNP, 1999).

Entre o período de 1990 a 1997 a produção mundial teve um incremento de 14,6%, chegando aos 88.735.650 t, passando a China, com mais de 16 milhões de toneladas produzidos, a ser o maior produtor mundial, seguido pelos EUA, Turquia, Egito e Itália. O Brasil manteve a nona colocação em produção (FNP, 1999).

No ano agrícola de 2003 a produção mundial chegou a 113.308.298 toneladas, numa área colhida de 4.310.669 ha, com uma produtividade média mundial em torno de 26,28 t/ha. Essa produção foi 25,71% superior à produção do ano de 1997. Os principais produtores foram a China, os EUA, Turquia, Índia e Itália. O Brasil passou a ocupar, então, a oitava colocação em produção e a quarta em produtividade (FNP, 2005).

Em 2005 a produção mundial atingiu a marca de 122.515.706 toneladas de tomate em 4.528.568 ha cultivados, um aumento de 5% na área plantada e de 8% na quantidade produzida. O *ranking* dos principais produtores mundiais permaneceu como em 2003 (FNP, 2005).

Produção no Brasil

A produção de tomate no Brasil passou de 1.501.097 toneladas para 2.049.324 toneladas entre 1979 e 1987, o que significou um incremento de 36,52%. No mesmo período a produtividade passou 26,14 t/ha para 35,76 t/ha, um acréscimo de 36,11%. Do total produzido, cerca de 800 mil toneladas foram destinadas ao processamento industrial. (ESPINOZA, 1991).

Em 1987, do total de tomate produzido no país, aproximadamente 53% eram provenientes da região sudeste, tendo São Paulo como principal produtor com 724.200 toneladas. O nordeste contribuiu com 33% da produção nacional, sendo o Estado de Pernambuco o principal produtor. As regiões norte, sul e centro-oeste juntas foram responsáveis pelos 14% restantes, entretanto, a região norte teve uma participação menor que 0,01% do total produzido no país naquele ano. A média nacional de produtividade ficou em torno de 35,70 t/ha. O sudeste obteve o maior rendimento, 42,65 t/ha, e a região norte o menor rendimento, 15,55 t/ha. O centro-oeste, sul e o nordeste obtiveram rendimentos intermediários, 36,84 e 30,15 e 29,28 t/ha, respectivamente (FNP, 1997).

Entre o período de 1987 e 1995, houve um aumento de 32,83% na produção nacional, atingindo 2.698.252 toneladas. A área colhida cresceu de 56.894 ha para 61.521 ha no mesmo período, implicando numa produtividade média nacional de 43,86 t/ha no ano de 1995, um incremento de 22,85%. A participação das regiões na produção não alterou muito: 53,30%, 26,70%, 10,45%, 9,47% e 0,08%, para as regiões sudeste, nordeste, sul, centro-oeste e norte, respectivamente. Entretanto, o incremento de produção por região foi significativo, 143% no centro-oeste, 80,28% no norte, 68,39% no sul, 32,53% no sudeste e 7,14% na região nordeste. Também se observou um aumento na produtividade, com exceção da região nordeste que houve uma redução de 42,70% no rendimento da cultura. Novamente a região sudeste foi que maior rendimento obteve, em média 50,64 t/ha. A região centro-oeste atingiu um rendimento de 49,94 t/ha, um incremento de 35,56% com relação a 1987, sendo que Goiás foi o Estado de destaque com um incremento de 39,41%, atingindo 50,94 t/ha (FNP, 1997).

Em 2003, das 3.693.832 toneladas da produção nacional, incremento de 36,90% com relação a 1995, 28,10% foi proveniente da região centro-oeste que passou a ser a segunda maior produtora, sendo que o Estado de Goiás foi responsável por aproximadamente 98% da produção regional. O sudeste, principal região produtora do país, contribuiu com 47,43% do total nacional. As demais regiões tiveram as seguintes participações na produção nacional: 13,73%, 10,56% e 0,18%, para o nordeste, sul e norte, respectivamente. Duas ocorrências de destaque no período, de 1995 a 2003, foram: a queda de produção no nordeste que chegou a 30%, atingindo 507.240 toneladas; o surpreendente incremento na região centro-oeste de 306%, chegando à marca de 1.038.123 toneladas, tendo o Estado de Goiás como o maior produtor nacional com 1.016.788 toneladas, ultrapassando São Paulo que produziu 767.980 toneladas (FNP, 1997, 2005).

Essas mudanças no panorama nacional deveram-se, principalmente, a migração das indústrias processadoras antes localizadas no nordeste, para a região centro-oeste, migração essa motivada pela grande incidência de pragas na cultura, principalmente a traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*), naquela região ocasionada pelas más práticas de cultivo.

Entre 2003 e 2005 não houve mudanças significativas na participação das regiões na produção nacional de tomate. Nesse período a produção brasileira teve uma queda de aproximadamente 8%, com 3.396.767 toneladas produzidas no ano de 2005 (FNP, 2007).

Cadeia Agroindustrial do Tomate no Brasil

A modernização e a industrialização da agricultura brasileira nas últimas décadas, além de provocarem profundas mudanças na base técnica produtiva, transformaram-na em um sistema aberto, onde as inter-relações com outros setores da economia passaram a ter fundamental importância (NUEVO, 1994).

Iniciou-se então a formação do Complexo Agroindustrial Brasileiro, fato de suma importância para a economia e que Müller (1989) define como “um conjunto formado pela sucessão de atividades vinculadas a produção e transformação de produtos agropecuários e florestais”.

No caso específico da cultura do tomate, o início do seu cultivo no Brasil data do começo do século XX, quando a produção era basicamente para o consumo *in natura*, havendo algumas formas de processamento doméstico para sua conservação (HOFFMANN, 1985).

A industrialização de tomate no Brasil iniciou-se em Pesqueira-PE, por volta de 1920. Nesse mesmo período, surgem no Estado de São Paulo algumas empresas familiares que processavam e enviavam produtos elaborados para a cidade de São Paulo (HOFFMANN, 1985; MAKISHIMA, 1991).

Com a modernização da agricultura brasileira, a indústria tomou um grande impulso, estabilizando-se na década de 60, ocorrendo um novo aumento a partir de 1970, devido aos vários incentivos governamentais, à crescente demanda por derivados de tomate pelo mercado externo, principalmente extrato de tomate, e a expansão do mercado interno provocado por mudanças de hábito da população (HESPAHOL, 1991).

Essa conjuntura favorável, a partir de 1970, provocou a reestruturação da indústria de derivados de tomate: os equipamentos se modernizaram; a capacidade de processamento de matéria-prima se expandiu; aumentou também a vinculação da indústria com os produtores de tomate rasteiro impondo profundas transformações no segmento agrícola, visando, sobretudo, a garantia do fornecimento de matéria-prima e controle de qualidade. A indústria aumentou seus níveis de exigência tecnológica, passando a firmar contratos de fornecimento apenas com tomaticultores que atendessem ao padrão tecnológico mínimo requerido (HESPAHOL, 1991).

No início da década de 1970 os setores relacionados com a produção de tomate, seu processamento e distribuição passaram a constituir um sistema aberto e integrado

aos setores que lhes são complementares no contexto da economia como um todo (NUEVO, 1994).

Nuevo (1994) estrutura a cadeia agroindustrial do tomate, vista como uma interdependente ordenação de organizações, recursos, leis e instituições, envolvendo a aquisição de insumos, produção de matéria-prima, processamento primário e secundário e distribuição do produto final, composta pelos seguintes setores:

- Setor agrícola: engloba a produção de tomate;
- Instituições: envolve os vários serviços prestados ao setor agropecuário (crédito, assistência técnica, extensão, pesquisa, etc.);
- Setor de primeiro processamento: é representado pelas agroindústrias responsáveis pelo processamento da matéria-prima bruta, até a obtenção de produtos semi-industrializados, como a polpa concentrada (28-30º Brix) ou cubeteados, que se destinam ao setor de segundo processamento, ao mercado consumidor e à exportação;
- Setor de segundo processamento: é representado pelas indústrias de alimentos, elaborando a matéria-prima semi-industrializada adquirida da agroindústria para a obtenção de produtos mais sofisticados e com maior valor agregado (extratos, purês, polpas, molhos e catchups) para o mercado consumidor final;
- Mercados consumidores: o produto proveniente do primeiro processamento pode atender a demanda de diversos mercados, ou seja, mercado industrial, onde as empresas de segundo processamento compram o produto para a elaboração de produtos mais elaborados, o mercado institucional, representado pelas redes de *fast-food*, restaurantes, cozinhas industriais, governo e hospitais, e, por fim, o mercado consumidor final e o mercado externo.
- Fornecedores de insumos para o setor agrícola: constituído pelas empresas produtoras de sementes, fertilizantes, defensivos e implementos;
- Fornecedores para os setores industriais: representados pelas indústrias de embalagens, aditivos, coadjuvantes e equipamentos fabris;
- Setor de apoio: são as firmas de transporte e armazenagem, a frio ou convencional;
- Consumidor final: responsável pelo consumo dos produtos que, com exigências de novos padrões de alimentos, induz mudanças tecnológicas na indústria alimentícia e agroindustrial, estendendo-se até o seguimento agrícola.

Coordenação da Cadeia

Na cadeia agroindustrial do tomate prevalece a forma de coordenação por contratos. Contrato é uma forma mista e intermediária de regência dos relacionamentos entre os agentes econômicos. Esse tipo de coordenação das atividades de compra e venda é necessário quando os ativos transacionados são específicos e, por isso, sujeitos às idiossincrasias das partes. Sendo assim, os contratos regem as características e qualidades dos produtos exigidas pelo comprador e que deverão ser atendidas pelo vendedor (DIAS, 1999).

Os tomates são ativos específicos, pois, certas características, como tamanho, qualidade, coloração e brix, são exigidas pelas unidades processadoras. A razão é que os equipamentos das unidades processadoras são utilizados apenas no esmagamento e produção de polpas de tomate e seus derivados (DIAS, 1999).

Por envolver ativos específicos, os contratos requerem instituições complexas para evitar comportamentos oportunistas e os custos de transação deles derivados. Quando o oportunismo ocorre com alguma frequência, isso pode ser um indício de que o tipo de contrato escolhido para governar a transação e não é adequado para evitar esse comportamento e/ou de que as instituições jurídicas existentes são pouco efetivas (DIAS, 1999).

Portanto, as agroindústrias processadoras de tomate necessitam se assegurar de um fornecimento de matéria-prima, em quantidades pré-estimadas, com determinadas condições de qualidade e custos adequados para que seus produtos processados possam atender as exigências de seus clientes. Esta é a principal causa da criação de um forte vínculo entre o segmento agroindustrial e o seguimento agrícola, conforme ressalta a Associação Brasileira de Indústrias Alimentícias (ABIA) (1992), citado por Nuevo (1994). Por outro lado, o segmento agrícola produtor de tomate deseja assegurar um preço que lhe seja favorável, assistência técnica e demanda para sua produção, por se tratar de um produto altamente perecível (NUEVO, 1994).

Os principais contratos firmados no setor agrícola são:

- Contratos de Provisão de Recursos: são aqueles em que, segundo Bando (1998), o contratante especifica e financia os insumos que serão utilizados na produção. As processadoras transferem tecnologias que, geralmente, são aquelas referentes aos avanços no manejo do solo, plantio e variedades de cultivo. Os riscos de perda total e queda de produtividade são assumidos pelo produtor;

- Contratos de Transferência Administrativa ou Empresarial: por sua vez, são aqueles em que as empresas processadoras arcam quase que integralmente com as decisões de produção. Definem a forma de execução do processo de produção, como a época do plantio, os tratamentos, a colheita e o transporte. Fornecem ainda os insumos de produção. Ao produtor cabe apenas o fornecimento da terra e a contratação da mão-de-obra direta. Sua função se restringe ao acompanhamento e supervisão das tarefas em torno da produção (DIAS, 1999);
- Contrato Integral: assemelha-se ao anterior, com uma diferença na redução dos riscos aos produtores. A contratante assume os riscos inerentes à produção agrícola, dando segurança ao agricultor. As cláusulas são geralmente mais rigorosas que as encontradas nos demais, uma vez que os investimentos dos produtores são baixos (BANDO, 1998).

À medida que os modelos de contratos evoluem com o intuito de serem mais efetivos na coordenação da cadeia, aumenta-se a subordinação do setor agrícola às indústrias e, conseqüentemente, o produtor transforma-se, cada vez mais, em última análise, em simples trabalhador. À semelhança do trabalhador, deve manter um nível de produtividade e qualidade dos produtos de acordo com as exigências da indústria. A diferença entre um e outro é a propriedade da terra, que ainda confere algum *status* ao produtor (DIAS, 1999).

No Estado de São Paulo as negociações dos termos do contrato, principalmente o termo a ser fixado, o reajuste dos preços e a forma de pagamento são arbitrados pelo Comitê da Agroindústria do Estado de São Paulo, normalmente antes da época de plantio. O comitê é composto da ABIA e da Federação da Agricultura do Estado de São Paulo (FAESP) e mediados pelo Instituto de Economia Agrícola, órgão da Secretaria da Agricultura. Na região Nordeste, os termos dos contratos são arbitrados pelo Comitê da Agroindústria do Estado de Pernambuco e coordenados pela secretaria de agricultura. A região dos Cerrados não possui um comitê de negociações e geralmente segue os termos dos acordos do Estado de São Paulo (NUEVO, 1994).

Adubação e Nutrição do Tomateiro

As hortaliças estão sujeitas a estresse nutricional devido ao seu crescimento rápido, às suas grandes exigências nutricionais e a alta intensidade de produção, já que chegam

ao ponto de colheita ou iniciam sua produção entre 30 dias (ex: rabanete) e 90 dias após plantio (ex: tomate) (ESPINOZA, 1991).

As quantidades de nutrientes que as hortaliças utilizam são consideravelmente maiores do que as consumidas por outras culturas. É preciso, porém, que 75 a 80% desses nutrientes estejam disponíveis no período de rápido desenvolvimento das plantas (ESPINOZA, 1991).

Dentre as hortaliças, o tomateiro é uma das espécies mais exigentes em adubação, tornando-se de suma importância para o êxito da cultura conhecer suas exigências nutricionais, os principais sintomas de deficiências e o modo de corrigi-las (EMBRAPA, 1994).

A absorção de nutrientes pelo tomateiro é baixa até o aparecimento das primeiras flores. Daí em diante, a absorção aumenta e atinge o máximo na fase de “pegamento” e crescimento dos frutos (entre 40 a 60 dias após o plantio), voltando a decrescer durante a maturação dos frutos. Entretanto, a quantidade de nutrientes extraída é relativamente pequena, mas a exigência em adubação é muito grande, pois a eficiência de absorção dos nutrientes pela planta é baixa. Para os fertilizantes fosfatados, por exemplo, a taxa de absorção é de aproximadamente 10%. O restante fica no solo, na forma de resíduo, podendo ser absorvido por plantas daninhas, ser transportado pela água ou ser retido por partículas do solo (EMBRAPA, 1994).

Levando-se em conta as exigências nutricionais, a grande importância sócio-econômica deste cultivo no Brasil e no mundo e os aspectos nutricêuticos dos frutos de tomate, torna-se de fácil compreensão o interesse que as entidades de pesquisa demonstram pelo estudo desta espécie. Assim sendo, é perceptível a superioridade do número de trabalhos científicos envolvendo assuntos relativos à cultura do tomateiro quando comparado a outras espécies olerícolas.

Entretanto, dado a extensão continental do país, a diversidade edafoclimática que o compõe e os variados sistemas de cultivo de tomate, a pesquisa brasileira na área de adubação mineral e nutrição do tomateiro, mesmo sendo uma das culturas mais estudadas, tem sido insuficiente para atender a gama de questões relacionadas com este assunto.

Takazaki & Della Vecchia (1993), citado por Rodrigues *et al.* (2002), destacam que a diversidade dos solos cultivados com tomateiro tem gerado sérias implicações na recomendação do correto uso de fertilizantes e corretivos. Relatam, também, que é comum encontrar em solos submetidos ao cultivo intensivo, teores elevados de nutrientes

essenciais ao desenvolvimento das plantas, porém, completamente desequilibrados entre si, fato que não ocorre no cultivo nômade, onde o mais comum é encontrar solos onde os nutrientes minerais estão em concentrações abaixo daquelas requeridas para o cultivo econômico das hortaliças.

Distúrbios Nutricionais

A ocorrência de distúrbios nutricionais em tomateiro tem gerado prejuízos consideráveis aos produtores, seja pela diminuição da produtividade, seja pela depreciação dos frutos frente ao mercado *in natura* ou por decair suas qualidades industriais. O conhecimento das causas e dos fatores que agravam o aparecimento desses distúrbios tem sido constantemente buscado e é de suma importância para a elaboração de medidas preventivas e/ou corretivas de manejo. Assim tem acontecido com o coração-negro, a podridão estilar ou apical e o lóculo aberto do fruto de tomate, entre outras.

Passos (1999), avaliando os efeitos de diferentes níveis de adubação nitrogenada e de calagem, em tomate para processamento, cv. Andino, observou um aumento na incidência de podridão apical devido aos níveis de N na forma de amônio, até a dose de calcário de $1,86 \text{ t ha}^{-1}$.

Plese *et al.* (1998), avaliando os efeitos da aplicação de boro e cálcio via solo e foliar, respectivamente, em tomateiro sob estufa, sobre a ocorrência podridão apical do fruto, constataram que a aplicação de 1 g de boro por planta e freqüência de aplicação quinzenal de cloreto de cálcio (CaCl_2) a 0,6% e a aplicação semanal de CaCl_2 a 0,6% na ausência de boro constituíram-se nas melhores opções no sentido de conciliar maior produtividade e menor número de frutos com incidência de podridão apical.

Com objetivo de verificar as condições de ocorrência da podridão interna em frutos de tomateiro rasteiro e detectar possíveis causas e alternativas para correção do distúrbio, Fumes (1986) conduziu experimentos em Botucatu – SP com o cultivar UC 134, utilizando vasos preenchidos com solo proveniente do município de Presidente Prudente – SP. Foi constatado que a ocorrência de déficit hídrico devido a altas temperaturas contribuiu para a incidência de podridão interna e apical no fruto e que a aplicação de boro em cobertura favoreceu a absorção de cálcio, diminuindo a incidência dos dois distúrbios anteriormente relatados. Verificou-se, também, que os teores médios de boro em frutos com podridão interna foram superiores aos teores médios de frutos sadios.

Estudos com aplicação de gesso e calcário, em Argissolo Vermelho-Amarelo, de textura arenosa, do submédio São Francisco, para avaliar a influência desses corretivos nas características do solo e na produtividade e qualidade dos frutos do tomateiro e meloeiro, concluíram que a adição de calcário isolado ou com gesso proporcionou uma melhoria nas condições de pH, Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+} do solo nas profundidades 0-20 cm e 20-40 cm, com efeito mais pronunciado no aumento dos teores do Ca^{2+} e na redução do Al^{3+} . O calcário isolado foi mais eficiente para neutralização do Al^{3+} em profundidade. No cultivo do melão o uso isolado de calcário também foi mais eficiente que o uso de calcário associado ao gesso. Com $2,0 \text{ t ha}^{-1}$ de calcário, correspondendo à necessidade de calagem, foi suficiente para se obter um aumento de 46,2% na produtividade do melão e uma redução de 80,4% na ocorrência da podridão apical do tomate (FARIA *et al.*, 2003).

Em solução nutritiva, Paiva *et al.* (1998) verificaram maior acúmulo de cálcio nos frutos em condições de baixa umidade relativa (40%). No entanto, a perda excessiva de água dos tecidos da planta provocou uma grande incidência de podridão apical quando o suprimento de cálcio foi baixo.

Marcha de Absorção de Nutrientes

A extração de nutrientes do solo e sua marcha de absorção pela planta são influenciadas por fatores edáficos, climáticos, culturais e aqueles inerentes ao próprio genótipo da cultura. Saber o quanto de um determinado nutriente é acumulado na parte aérea da planta e nas raízes e o quanto é exportado nos frutos e quais são os picos dessa absorção, ou seja, em que momento do ciclo da cultura um maior teor desse nutriente necessita estar disponível no solo, é de grande valia para a evolução dos conceitos sobre nutrição e adubação do tomateiro e de qualquer outra cultura. Ciente da importância dessas informações, vários pesquisadores têm conduzido trabalhos com esse objetivo.

Segundo a Embrapa (1994), em média, em cada tonelada de frutos de tomate colhidos são exportados: 05 kg de potássio; 03 kg de nitrogênio; 0,80 kg de cálcio; 0,70 kg de enxofre; 0,50 kg de fósforo; 0,20 kg de magnésio. Já os micronutrientes obedecem a seguinte ordem de extração: 25 g de zinco; 25 g de manganês; 25 g de ferro; 10 g de cobre; 05 g de boro.

Espinoza (1991) relata a extração de nutrientes pela cultura, em kg ha^{-1} , para uma produtividade de 41 t ha^{-1} , como segue: 84 kg de nitrogênio (72 kg nos frutos e 12 kg na parte aérea e raiz); 21 kg de fósforo (18 kg nos frutos e 3 kg na parte aérea e raiz); 185 kg de potássio (130 kg nos frutos e 55 kg na parte aérea e raiz); 31 kg de cálcio (7 kg nos frutos e 24 kg na parte aérea e raiz); 8 kg de magnésio (7 kg nos frutos e 1 kg na parte aérea e raiz); 28 kg de enxofre (9 kg nos frutos e 19 kg na parte aérea e raiz).

Em um trabalho que avaliou a quantidade absorvida e os teores de micronutrientes no tomateiro em ambiente protegido, Rodrigues *et al.* (2002) concluíram que, em média, as plantas apresentaram na época do florescimento (35 dias após transplante) 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. Para uma produção de $10,2 \text{ kg m}^{-2}$ a planta extraiu em g m^{-2} : 0,0274 de B; 0,0826 de Cu; 0,1694 de Fe; 0,1702 de Mn e 0,1133 de Zn.

Fernandes *et al.* (1975), em um experimento de marcha de absorção de nutrientes em condições de campo, em um Latossolo Roxo, concluíram que uma cultura de tomate, com 57.000 plantas/ha e uma produção de 41 toneladas, absorve as seguintes quantidades, em g m^{-2} : 0,0086 de boro; 0,0037 de cobre; 0,135 de ferro; 0,0393 de manganês; 0,0119 de zinco.

Com experimento de marcha de absorção dos nutrientes pelo tomateiro para processamento, Haag *et al.* (1981) observaram que o crescimento da cultura foi lento até os 30 dias. Após esse período, houve um crescimento acelerado, com o peso do material seco dobrando a cada quinzena entre os 45 aos 75 DAT (dias após transplantio), atingindo o máximo aos 105 DAT. Os frutos cresceram em peso de material seco, cerca de 20 vezes no intervalo de 45 até 75 DAT, duplicando o peso, no período de 75 até 90 dias e estabilizando-se aos 105 DAT. Na época da floração, as folhas apresentavam, em função do material seco, em mg kg^{-1} : 72 de B; 15 de Cu; 434 de Fe; 375 de Mn; 0,18 de Mo e 148 de Zn. A produção efetiva de 65 t ha^{-1} de frutos extraiu 93g de B, 45g de Cu, 547g de Fe, 163g de Mn, 485 mg de Mo e 321g de Zn.

Haag *et al.* (1978), citado por Barbosa (1993), trabalhando com marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro de porte determinado, cv. Roma VF, em Latossolo Vermelho-Amarelo, determinaram a seguinte ordem decrescente de acúmulo de nutrientes: $\text{K} > \text{N} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{P} > \text{S} > \text{Zn} > \text{Mn} > \text{Mo} > \text{Fe} > \text{Cu} > \text{B}$, com valores de 179,31, 118,88, 70,61, 15,57, 13,60, 10,67 kg ha^{-1} ; e de 1.588, 1.539, 821, 619,20, 606,90 e 290,60 g ha^{-1} , respectivamente. A maior taxa de absorção de N, Ca, Mg, S, B, Cu e Fe deu-se aos 75

dias após plantio; para o P, K, Mn, Mo e Zn, a taxa máxima observada foi aos 105 dias após o plantio.

Em trabalho realizado pela Companhia Industrial de Conservas Alimentícias (CICA), em 1978, com a cultivar UC 134, também destinada à industrialização, citado por Barbosa (1993), detectou os seguintes teores extraídos de N, P, K, Ca, Mg e S de 131,45, 19,36, 194,64, 83,53, 24,04 e 20,73 kg ha⁻¹; 198,37, 2.457, 3.226, 1.007 e 1.798 g ha⁻¹ de B, Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente. Nesse experimento, a absorção dos nutrientes, em geral, foi mais lenta na fase inicial, acelerando-se após os 60 dias.

O cultivar de tomateiro Momotaro, produzido em ambiente protegido, apresentou as seguintes faixas de concentrações em mg kg⁻¹ de MS: 119,2 a 137,0 mg de Fe; 56,6 a 114,5 mg de Zn; 15,6 a 40,4 mg de Cu; 106,1 a 340,9 mg de Mn e 58,4 a 75,3 mg de B (STRIPARI, 1999). Já quando cultivado em solução nutritiva, segundo Costa (1999b), apresentou em média a seguinte concentração em mg kg⁻¹: B - 67,8 mg, Cu - 15,8 mg, Fe - 141 mg, Mn - 117 mg e Zn - 28,4 mg.

Foi caracterizada a absorção de nutrientes em dois cultivares de tomateiro, cultivados sob condições de campo e em ambiente protegido, em Viçosa – MG. O experimento a campo foi conduzido com envaramento, no sistema de cerca cruzada, utilizando o cv. St^a Clara, mantendo sete cachos por planta. O segundo experimento, em estufa plástica, com o híbrido EF-50, foi conduzido verticalmente, mantendo-se oito cachos. No experimento de campo, a ordem decrescente de acúmulo de nutrientes na parte aérea foi: K, N, Ca, S, P, Mg, Cu, Mn, Fe e Zn, alcançando os valores máximos de 360, 206, 202, 49, 32, 29 kg ha⁻¹; e de 3.415, 2.173, 1.967 e 500 g.ha⁻¹, respectivamente. Os três nutrientes mais absorvidos pela planta, K, N e Ca, tiveram acúmulo máximo aos 120, 120 e 102 dias após o transplante, respectivamente. Os demais macronutrientes, S, P e Mg, seguindo a mesma ordem decrescente, atingiram o acúmulo máximo aos 120, 93 e 120 dias, respectivamente. Já os micronutrientes Cu, Mn, Fe e Zn, apresentaram comportamento de acúmulo crescente até o final do ciclo cultural. Do total desses nutrientes absorvidos pelo tomateiro, os frutos acumularam 55% do N, 54% do P, 56% do K, 5% do Ca, 21% do Mg e 20% do S. Dos micronutrientes, o Fe foi o que mais acumulou nos frutos, seguido pelo Zn, Cu e Mn, totalizando 23%, 20%, 2,3% e 3,4% do total absorvido pela planta, respectivamente. Portanto, comparando-se a quantidade de nutriente da parte vegetativa da planta com a de frutos, verifica-se maior quantidade de N, P e K nos frutos e Ca, Mg, S, Zn, Cu, Mn e Fe na parte vegetativa. Os valores máximos

dos pesos da matéria seca total e dos frutos foram de 406,3 e 207 g planta⁻¹ e a produção total de frutos maduros foi 94,8 t ha⁻¹, sendo que a produção comercial foi de 88,6 t ha⁻¹. Em ambiente protegido, o acúmulo de nutrientes na parte aérea do tomateiro decresceu na seguinte ordem: K, N, Ca, S, Mg, P, Mn, Fe; Cu e Zn, alcançando os valores de 264, 211, 195, 49, 40, 30 kg ha⁻¹; e de 3.200, 2.100, 1.600 e 700 g ha⁻¹, respectivamente. O acúmulo dos nutrientes na parte aérea ocorreu de forma crescente até o final do experimento, aos 135 dias após o transplântio das mudas. A única exceção a este padrão de acúmulo ocorreu com o Fe que teve seu máximo aos 104 dias para depois decrescer. Do total destes nutrientes absorvidos, os frutos armazenaram 70% do N e P, 80% do K, 4% do Ca, 20% do Mg e 23% do S. Dos micronutrientes analisados, o Fe foi o que mais acumulou nos frutos, seguido pelo Zn, Mn e Cu, totalizando 63%, 25%, 3% e 3,5% do total absorvido pela planta, respectivamente. Assim, os frutos tornaram-se as maiores reservas de N, P, K e Fe da planta. Os valores dos pesos da matéria seca total e dos frutos atingiram 397,9 e 269,5 g planta⁻¹ e a produção total de frutos maduros foi de 115,4 t ha⁻¹ sendo que a produção comercial foi de 109,0 t ha⁻¹ (FAYAD *et al.*, 2002).

Fernandes *et al.* (1975), trabalhando com tomateiro para fins industriais, constataram a seguinte seqüência de absorção de macronutrientes: K > N > Ca > Mg > S > P.

Avaliando a qualidade dos frutos e o estado nutricional do tomateiro longa vida, conduzido com um cacho e cultivado em soluções nutritivas preparadas com diferentes conjuntos de fontes de nutrientes, Fernandes *et al.* (2002) detectaram as seguintes concentrações de N, P, K, Ca, Mg e S, nas folhas: 3,18, 1,25, 5,11, 4,50, 0,88 e 1,79 dag kg⁻¹, respectivamente. As concentrações de Fe, Zn, Cu, Mn e B foram, respectivamente, 209, 96, 10, 665 e 209 mg kg⁻¹. No fruto o Ca e K apresentaram maior concentração na região proximal ao pedúnculo, ao contrário do Mg, que nessa porção apresentou menor concentração.

Resposta à Adubação

A resposta do tomateiro a diferentes doses de nutrientes, à forma de aplicação e à utilização de fontes variadas desses nutrientes tem sido bastante estudada, dada a importância desses resultados para a elaboração de recomendações envolvendo quantidades, técnicas e épocas de adubação para a cultura do tomate.

Avaliando a resposta do tomateiro rasteiro a diferentes níveis de nitrogênio, fósforo e potássio, na região oeste de São Paulo, Barbosa (1980), citado por Barbosa (1993), observou que o tomateiro respondeu bem as doses de nitrogênio até 100 kg ha^{-1} , ocorrendo efeito negativo para a produtividade em doses superiores. Para o fósforo, observou um salto na produtividade quando se elevou a dose de zero para $150 \text{ kg de P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$, com respostas ainda significativas até a dose de $300 \text{ kg de P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$, a partir da qual os incrementos foram pouco significativos. Com relação ao potássio, não se observou respostas às diferentes doses estudadas, provavelmente pela alta disponibilidade deste nutriente no solo.

Em Viçosa-MG, a produção de frutos de tomateiro em resposta a doses de nitrogênio e à adubação orgânica foi avaliada em dois experimentos de campo conduzidos na primavera-verão (1998/1999) e no outono-primavera (1999), em solo da classe Argissolo Vermelho-Amarelo Câmbico. Observou-se que, no experimento de primavera-verão, as máximas produções total, comercial e extra foram $44,78$, $25,10$ e $23,52 \text{ t ha}^{-1}$, obtidas com as doses de $530,2$, $464,2$ e $434,8 \text{ kg ha}^{-1}$ de nitrogênio, respectivamente, sem adição de matéria orgânica; e $45,75$, $25,87$ e $24,53 \text{ t ha}^{-1}$, obtidas com as doses de $574,2$, $513,3$ e $599,8 \text{ kg ha}^{-1}$ de nitrogênio, respectivamente, com adição de matéria orgânica (8 t ha^{-1}). No experimento de outono-primavera, as produções total, comercial e extra foram $99,37$, $78,87$ e $69,93 \text{ t ha}^{-1}$, obtidas com as doses de $525,4$, $533,9$ e $557,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de nitrogênio, respectivamente, sem adição de matéria orgânica; e $108,74$, $87,08$ e $78,09 \text{ t ha}^{-1}$, obtidas com as doses de $589,6$, $575,3$ e $557,4 \text{ kg ha}^{-1}$ de nitrogênio, respectivamente, com adição de matéria orgânica (8 t ha^{-1}). A adição de matéria orgânica ao solo aumentou a dose do adubo nitrogenado necessária à obtenção das máximas produções total, comercial e extra de frutos de tomate, em ambas as épocas de plantio (FERREIRA *et al.*, 2003).

Passos (1999), avaliando os efeitos de diferentes níveis de adubação nitrogenada e de calagem, em tomate para processamento, cv. Andino, num Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico argiloso, fase cerrado subcaducifólio, cuja saturação de bases sem correção do solo era de 40%, constatou respostas significativas no aumento de produtividade à adição de sulfato de amônio, até a dose de $160 \text{ kg de N ha}^{-1}$, não observando o mesmo comportamento para as diferentes doses de calcário empregadas.

Sampaio *et al.* (1999), trabalhando com aplicação de potássio via fertirrigação por gotejamento em solo com cobertura plástica, observaram que as maiores produções de tomate foram obtidas com a aplicação do K por fertirrigação do que com a aplicação

manual. Estas produções, entretanto, não foram influenciadas pela aplicação total (100% da dose recomendada) ou parcial (60% da dose recomendada) de potássio por fertirrigação, nem pela presença de cobertura plástica do solo. Os teores de nitrato (NO_3^-), nitrogênio orgânico, potássio, cálcio e magnésio no pecíolo do tomateiro não foram influenciados pelos tratamentos.

Um estudo a respeito da ação do xisto, de duas escórias (escória da Mannesman e escória da Dedini) e de um termofosfato sobre a disponibilidade do silício (Si) no Argissolo Vermelho-Amarelo sob plasticultura com o tomateiro, avaliando a relação entre a quantidade de Si aplicada sobre o aumento do teor de Si no solo, constatou-se que o termofosfato foi o tratamento que mais elevou o teor deste nutriente. Entretanto, apesar do fornecimento Si para o tomateiro, as doses aplicadas não foram suficientes para aumentar a produtividade. Observou-se boa correlação entre os teores de Si na planta em relação ao Si extraído do solo com oxalato de amônio (PEREIRA *et al.*, 2003). Pereira & Vitti (2004) observaram que a adição de xisto promoveu um aumento significativo nos teores de enxofre e silício no solo e nas folhas do tomateiro, em experimentos conduzidos em Argissolos Vermelho-Amarelo. Não detectaram alterações no valor do pH nem nos teores de cátions trocáveis, mas, observaram que houve um aumento na disponibilidade de fósforo no solo.

Em vários experimentos avaliando o efeito da aplicação de micronutrientes em culturas irrigadas no submédio São Francisco, Faria & Pereira (2000) constataram resposta do tomateiro para processamento à adição de boro no solo, levando a um incremento de 12,86 t/ha de frutos.

Silva *et al.* (2001), visando estudar o emprego de formulados comerciais usualmente utilizados por agricultores, instalaram ensaios em condições de campo com tomateiro, cv. Débora Plus. Observaram que a melhor resposta deu-se quando a adubação foi efetuada com base nos resultados da análise de solo. A utilização de húmus e esterco de curral e as adubações de cobertura avaliadas não acarretaram incrementos significativos na produtividade.

Nível Crítico de Nutriente

A necessidade de avaliar o estado nutricional de uma cultura baseando-se nos teores de nutrientes encontrados na planta tem levado ao estabelecimento de concentrações ou de faixas de concentração de cada nutriente consideradas ideais ou

adequadas para o bom desenvolvimento e produção dessa cultura. Devido à diversidade das condições de cultivo, somada ao número considerável de cultivares utilizado comercialmente, à quantidade de órgãos da planta que podem ser amostrados e à forma com que são amostrados, vários são os trabalhos que buscam estabelecer esse “ótimo” da nutrição vegetal em tomateiro.

Os níveis considerados adequados de nutrientes nas folhas do tomateiro, conforme dados da Embrapa (1994), são: Macronutrientes – 4,0 a 6,0 dag kg⁻¹ de N; 0,25 a 0,75 dag kg⁻¹ de P; 3,0 a 5,0 dag kg⁻¹ de K; 1,5 a 3,0 dag kg⁻¹ de Ca; 0,4 a 0,6 dag kg⁻¹ de Mg; 0,4 a 1,2 dag kg⁻¹ de S; Micronutrientes – 50 a 70 mg kg⁻¹ de B; 60 a 70 mg kg⁻¹ de Zn; 10 a 20 mg kg⁻¹ de Cu; 250 a 400 mg kg⁻¹ de Mn; 400 a 600 mg kg⁻¹ de Fe.

Malavolta *et al.* (1989), citado por Espinosa (1991), descreveram os níveis críticos de nutrientes nas folhas do tomateiro, onde os valores são: 3 dag kg⁻¹ de N; 0,35 dag kg⁻¹ de P; 4 dag kg⁻¹ de K; 1,4 a 1,8 dag kg⁻¹ de Ca; 0,4 dag kg⁻¹ de Mg; 0,3 dag kg⁻¹ de S; 100 mg kg⁻¹ de B; 20 mg kg⁻¹ de Cu; 150 mg kg⁻¹ de Fe; 100 mg kg⁻¹ de Mn; 0,7 mg kg⁻¹ de Mo; 50 mg kg⁻¹ de Zn.

Eficiência na Absorção de Nutrientes

A avaliação de genótipos de tomateiro quanto à absorção de nutrientes, tem sido tema de alguns trabalhos científicos envolvendo nutrição de plantas. Sacramento *et al.* (1999), estudaram a absorção de magnésio por raízes destacadas de quatro cultivares de tomateiro – Kadá, Yokota, Miguel Pereira e Ângela Hiper – em concentrações externas crescentes do nutriente, entre 0,06 e 0,41 mmol l⁻¹. Com base nas estimativas de K_m e V_{máx}, parâmetros cinéticos da equação de Michaelis-Menten, concluíram que os cultivares Ângela Hiper e Miguel Pereira apresentaram carregadores com maior afinidade pelo íon Mg²⁺ que os cultivares Yokota e Kadá. Entretanto, tais cultivares, provavelmente, apresentaram menor número de carregadores desse íon operando na raiz.

A taxa de absorção de nutrientes pelo tomateiro depende da área radicular e é um fator primário nas diferenças de crescimento entre variedades. A taxa de acumulação de nutrientes sofre mudanças ontogenéticas com a diminuição do fluxo nas raízes devido ao

envelhecimento do sistema radicular, parcialmente compensada pela produção de maior área radicular (ARAÚJO *et al.*, 1993).

Foram quantificadas as taxas de acumulação e o fluxo líquido de nitrogênio e fósforo em plantas de tomateiro, cultivar Angela I – 5100, cultivadas em estufa sob dois níveis de fósforo no solo. Observou-se que o maior suprimento de fósforo elevou significativamente a área foliar e a matéria seca da parte aérea, diminuindo a relação raiz/parte aérea e aumentando, também, os teores de N e P na parte aérea e os teores de P nas raízes. Conclui-se, portanto, que a maior disponibilidade de P estimulou o crescimento vegetal e a absorção de nutrientes. As taxas de acumulação absoluta de nutrientes aumentaram até aos 45 dias após transplântio, decaindo após este período, com valores máximos atingidos de 89,2 e 93,8 mg de N dia⁻¹; 6,02 e 9,76 mg de P dia⁻¹, para a menor e maior dose de P, respectivamente. Os valores de fluxo líquido decaíram intensamente com a ontogenia, tanto de P quanto de N, evidenciando uma diminuição da eficiência de absorção do sistema radicular (ARAÚJO *et al.*, 1993).

Utilizando a técnica do traçador radioativo ³²P, Alvarez *et al.* (2002) avaliaram, por meio das diferenças na absorção de fósforo proveniente do solo e do fertilizante (superfosfato triplo), as eficiências fisiológica (kg de MS por g de P acumulado), ecofisiológica (g de P acumulado na planta por kg de P aplicado no solo) e agrônômica (kg MS por kg de P aplicado no solo) na utilização do nutriente pelas cultivares comerciais de tomateiro Santa Clara e Santa Cruz. O experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação com dois solos (Latosolo Vermelho distrófico e Latossolo Vermelho-Amarelo eutrófico). A cv. Santa Cruz apresentou maior eficiência fisiológica, ecofisiológica e agrônômica em relação à nutrição fosfórica, mostrando-se possuir bom potencial para a utilização em planos de melhoramento genético, visando à obtenção de cultivares eficientes em solos com baixa disponibilidade de fósforo.

Plantas de tomateiro do grupo St^a Cruz, cultivares Kada e Samano, foram cultivadas em sílica, recebendo cinco doses de cálcio distintas por meio de soluções nutritivas, a fim de se aquilatar o efeito do cálcio no desenvolvimento das plantas, identificar e padronizar os sintomas de carência e excesso de cálcio, verificar a dose de cálcio limitante para a ocorrência de podridão estilar nos frutos, determinar o efeito da disponibilidade do cálcio nas concentrações dos nutrientes na planta e observar as diferenças no comportamento das linhagens avaliadas. Concluiu-se que as concentrações de cálcio na solução que propiciaram maior acúmulo de matéria seca foram de 388 mg kg⁻¹ e 400 mg kg⁻¹ para as cultivares Kada e Samano, respectivamente. Não se observou alteração da concentração

desse nutriente nos frutos em função da concentração de cálcio na solução. A carência de cálcio foi caracterizada de forma nítida, entretanto, não foi possível a identificação morfológica do excesso desse nutriente. A adição de cálcio na solução nutritiva diminuiu os teores de nitrogênio e zinco e aumentou o teor de cálcio nos tecidos de ambas as cultivares, observando-se uma redução do magnésio em todos os órgãos da cv. Kada e um aumento deste nutriente nas folhas e na parte superior do caule na cv. Samano. Esta cv. foi a mais sensível à podridão estilar, necessitando de maiores doses de cálcio para prevenir o aparecimento deste sintoma, evidenciando diferença na eficiência de utilização do cálcio, provavelmente, originada de fatores genéticos (DECHEN, 1980).

Nutrição e Tolerância a Injúrias

Buscando conhecer e quantificar a influência da nutrição do tomateiro sobre outros aspectos relevantes à cultura, algumas pesquisas têm direcionado seus esforços para esse foco. Bergamin Filho *et al.* (1995) notaram que características e condições morfofisiológicas de uma planta, tais como injúrias, estado nutricional e estágio de desenvolvimento da planta, interferem em sua suscetibilidade a doenças.

Leite *et al.* (2003), avaliando o efeito da adubação sobre a incidência de traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*) e alternária (*Alternaria solani*) em plantas de tomate, observaram que a maior percentagem de frutos atacados pela traça se deu em plantas de tomate cultivadas com altas doses de nitrogênio. Constataram, também, uma correlação positiva entre o número de flores por cacho, o aumento nas concentrações de nitrogênio e potássio, e o número de frutos com incidência de *A. solani*. Leite (1997) observou que o aumento do teor de nitrogênio (N) nas folhas de tomateiro reduziu a mortalidade larval de traça-do-tomateiro.

Avaliando os efeitos de níveis de N, P e K na infestação de microácaro (*Aculops lycopersici*) em tomateiro para processamento, Moreira *et al.* (1999) verificaram uma alta infestação da praga em doses elevadas de potássio. Houve uma relação direta entre a infestação do ácaro e os níveis de fósforo aplicados ao solo, entretanto, a infestação aumentou com a elevação dos níveis de fósforo na presença de 120 kg ha⁻¹ de potássio. A infestação foi maior nos níveis de 60 e 180 kg ha⁻¹ de nitrogênio e reduzida quando utilizaram 120 kg ha⁻¹, porém, nos maiores níveis de N, a interação N e P exerceu pouco efeito sobre a infestação. Observaram, também, uma correlação positiva entre os níveis

de nitrogênio e fósforo aplicados ao solo e os teores desses nutrientes encontrados nas folhas do tomateiro. Já em relação ao K, não houve correlação.

Aguilar (1979), estudando o efeito do nitrogênio e do fósforo na tolerância do tomateiro cv. St^a Cruz Kada ao metribuzin, em experimentos conduzidos em casa de vegetação, com solo argiloso e areia lavada, constatou que o maior nível de fósforo estudado (327 mg kg⁻¹), tanto no solo como na areia lavada, aumentou a tolerância ao herbicida. Já o nitrogênio, só apresentou efeito positivo sobre a tolerância ao metribuzin, quando aplicado na forma de nitrato e na presença de níveis de fósforo adequados ao desenvolvimento do tomateiro.

Baumgartner (1976) conduziu experimentos em casa de vegetação com o objetivo de caracterizar diferenças entre cultivares de tomateiro quanto à tolerância ao alumínio e ao manganês. Os cultivares foram três de crescimento indeterminado (St^a Cruz Kada, Angela IAC 3946 e Vital) e três indeterminados (Roma VF, Pavebo 220 e Ronita N). Os cultivares St^a Cruz Kada e Ronita N apresentaram maior desenvolvimento em solo ácido, constatando, entretanto, maior sensibilidade do cultivar Ronita N ao alumínio, quando comparado ao St^a Cruz Kada. Embora menos sensível aos efeitos tóxicos do alumínio, o cultivar St^a Cruz Kada foi considerado de baixa tolerância ao nutriente, indicando possíveis respostas do tomateiro à calagem. A dose de manganês utilizada não causou toxidez nas cultivares testadas.

Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (Diagnosis and Recommendation Integrated System – DRIS)

A interpretação do estado nutricional das plantas, utilizando resultados de análise foliar, tem sido realizada por diferentes métodos. Esses métodos podem ser divididos em estáticos, quando implicam uma mera comparação entre a concentração de um nutriente na amostra em teste e um valor pré-estabelecido conhecido como norma; ou dinâmicos, quando usam relações entre dois ou mais nutrientes. Entre os de caráter estático, os principais são: nível crítico, faixa de suficiência, fertigramas e desvio de percentual do ótimo. Entre os de caráter dinâmico, pode-se citar: equilíbrios fisiológicos, relações ou quocientes como N/S, P/N ou K/(Ca+Mg), ou as relações recíprocas de N, P e S e, posteriormente, os índices do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) (MARTINEZ *et al.*, 1999; ALVAREZ & LEITE, 1999).

O método DRIS foi preconizado Beaufils e publicado em 1973 no “Soil Science Bulletin Nº 1”, na Universidade de Natal, em Pietermaritzburg, África do Sul (BATAGLIA, 1999). Baseia-se no cálculo de índices para cada nutriente, considerando sua relação com os demais. Envolve a comparação das razões de cada par de nutrientes encontrados em determinado tecido de interesse, com as razões médias correspondentes às normas, pré-estabelecidas a partir de uma população de referência (MARTINEZ *et al.*, 1999).

O DRIS tem sido tema de um número considerável de trabalhos científicos, interesse esse despertado pelas vantagens oferecidas pelo método quando comparado a outros com o mesmo propósito, principalmente os de caráter estático, apontando-o como uma boa ferramenta na predição do estado nutricional de plantas.

Costa (1999a), expondo sua opinião sobre o método, afirmou que o DRIS vem se mostrando promissor no diagnóstico de desequilíbrios nutricionais e na identificação dos nutrientes que mais severamente estão limitando a produtividade das lavouras.

Passos (1999), avaliando vários métodos de diagnose nutricional foliar em tomate para processamento industrial, afirmou que o DRIS foi o único que apresentou taxa de eficiência aceitável na predição da produtividade e que foi capaz de diagnosticar deficiências de cálcio, mesmo quando os teores foliares deste nutriente estavam muito elevados. Entretanto, recomenda cautela ao interpretar os coeficientes de correlação entre os índices DRIS e a produtividade.

O DRIS foi utilizado para avaliar o estado nutricional da videira ‘Itália’ na região de Jales-SP, coletando-se amostras de vinte vinhedos em três estádios distintos da cultura: no florescimento, com frutos entre ervilha e meia baga e no início da maturação dos frutos. O método DRIS foi considerado adequado para predição do estado nutricional da videira ‘Itália’, pois permitiu obter informações a respeito do melhor órgão e épocas de amostragem, desordens nutricionais e índices referenciais para balanço nutricional. O limbo foliar foi considerado o melhor órgão para amostragem, pois seus índices de balanço nutricional estavam mais ajustados, amostrados nos estágios de florescimento e de início da maturação dos frutos. Detectou-se que, de um modo geral, os vinhedos apresentavam deficiência de potássio, magnésio, fósforo e enxofre, e excesso de cobre (TERRA *et al.*, 2003).

Pereira *et al.* (2005) avaliaram o efeito do balanço nutricional na incidência de queima de bordos em plantas de alface, conduzidas em hidroponia, utilizando-se o DRIS para análise dos teores foliares de nutrientes. Verificaram que o zinco foi o nutriente mais limitante, em função da alta concentração de boro na solução nutritiva utilizada, tendo

sido o responsável pela incidência dos sintomas de queima de bordos, de forma que as pulverizações com cálcio realizadas, independentemente da fonte, não foram eficientes. A condutividade elétrica da ordem de 4 mS cm^{-1} também causou aumento na incidência de queima de bordos foliares.

Avaliando a aplicação do DRIS como método de interpretação de resultados de análises de folhas da *Brachiaria decumbens* (capim-Braquiária), Silveira *et al.* (2005) observaram que o Índice de Balanço Nutricional (IBN), calculado a partir das normas geradas, apresentou coeficientes de correlação negativos e significativos com a produtividade.

A grande vantagem do DRIS reside no fato de utilizar as relações das concentrações dos nutrientes, dois a dois, sendo freqüentemente melhores indicadoras de desequilíbrios nutricionais do que a concentração do nutriente sozinho, amenizando os efeitos de diluição e de concentração dos teores de nutrientes causados pelas variações de produção de matéria seca por fatores alheios a disponibilidade de nutrientes (COSTA, 1999a; ALVAREZ & LEITE, 1999). Essas relações também experimentam menores variações com a idade da planta do que o nível crítico ou a faixa de suficiência (MARTINEZ *et al.*, 1999).

Na concepção original de Beaufils o DRIS deveria ser um sistema para reunir o máximo de fatores envolvidos na produção e, com a devida organização desses fatores e o auxílio do computador, desenvolver um novo sistema de calibração das produções de culturas em relação aos fatores edáficos, climáticos, de manejo e nutricionais (RAIJ, 1991).

Na literatura, ocorre um distanciamento da proposta original da técnica, conforme observado por Bataglia (1999). Diversos grupos de pesquisa aprofundaram seus estudos, propuseram novas fórmulas de cálculo dos índices, avaliaram a eficiência do método em comparação a outros critérios de diagnose nutricional, porém, pouco evoluíram na integração entre a diagnose e a recomendação num sentido mais amplo. Assim, aprofundou-se cada vez mais o conceito do DRIS como um critério diagnóstico.

Cálculos dos Índices DRIS

Embora o DRIS tenha sido desenvolvido e profundamente avaliado por Beaufils, algumas dúvidas são levantadas quanto ao princípio estatístico das fórmulas utilizadas para cálculo das relações componentes dos índices DRIS (ALVAREZ & LEITE, 1999).

Jones (1981), citado por Alvarez & Leite (1999), apresentou uma simplificação nas fórmulas de cálculo das relações dos índices DRIS, sem, contudo, discutir os fundamentos estatísticos que suportam esses cálculos. Essa fórmula simplificada foi utilizada e comparada com as originais de Beaufils em vários trabalhos, como Alvarez & Leite (1999). Foi, também, utilizada no desenvolvimento do DRIS modificado (M-DRIS).

O índice DRIS de um determinado nutriente (I_A) é a média aritmética dos quocientes do teor deste nutriente (A) com os teores dos demais nutrientes (B, C, ..., N) determinados na análise foliar. Estes quocientes ou relações, ao mesmo tempo em que devem seguir distribuição normal, são reduzidos, ou seja, são transformados em variáveis normais reduzidas (z) (ALVAREZ & LEITE, 1999):

$$I_A = z = [z(A/B) + z(A/C) + \dots + z(A/N)] / (n-1) \quad \text{(Equação 01)}$$

Onde:

- A, B, C, ... e N simbolizam os nutrientes determinados na análise foliar;
- “n” é o número de nutrientes envolvidos.

Para cálculo da relação normal reduzida dos teores de dois nutrientes ($z(A/B)$) tem-se utilizado a fórmula proposta por Jones (1981), citado por Passos (1999):

$$z = (Y - \mu) / \sigma \quad \text{(Equação 02),}$$

em que Y é o quociente dos teores dos nutrientes (A/B) da amostra em análise e interpretação, μ e σ são, respectivamente, a média e o desvio padrão do quociente A/B das amostras da população de referência, que satisfaz definido nível de produtividade. Na literatura, a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação dessa população de referência são chamados de normas.

Essa fórmula veio em substituição às equações originais desenvolvidas por Beaufils, a serem usadas em duas situações distintas:

Quando $Y \geq \mu$:

$$z = (Y / \mu - 1) \cdot K / CV \quad \text{(Equação 03)}$$

Quando $Y < \mu$:

$$z = (1 - \mu / Y) \cdot K / CV \quad \text{(Equação 04)}$$

Onde:

CV = coeficiente de variação de μ ;

K = constante de sensibilidade, também utilizada na fórmula de Jones, com objetivo aumentar os valores obtidos.

Alvarez & Leite (1999), demonstra a identidade da equação 02 com a 03, não sendo possível estabelecer essa mesma identidade entre a 02 e a 04. Alguns autores argumentam que essa falta de identidade teve origem, possivelmente, por um equívoco datilográfico e que depois se repetiu na literatura até em trabalhos recentes, apesar das tentativas de Jones (1981) e de Bhargava & Chadha (1988) de reduzir a fórmula 04 a 02, conforme citado por Alvarez & Leite (1999).

Maia (1999) coloca a hipótese do erro datilográfico como improvável, embasado em vários argumentos: a) Beaufils dificilmente teria cometido um erro tão elementar; b) se a intenção fosse reduzir a fórmula a uma função estudentizada, não haveria nenhuma necessidade da existência de uma segunda fórmula (equação 04). Em concordância com Maia (1999), alguns autores defendem que a alteração da fórmula foi intencional, de forma a se obter o resultado diretamente com o sinal negativo e para enfatizar que o efeito da deficiência é mais importante que o de excesso, conforme observado por Alvarez e Leite (1999).

Para a perfeita utilização da equação 01, seria necessário que os quocientes seguissem distribuições perfeitamente normais, fato que nem sempre ocorre. Assim, Alvarez & Leite (1999) recomendam usar a média das relações diretas e inversas, conforme apresentado a seguir, em combinação com a fórmula de Jones (equação 02):

$$I_A = [z(A/B) + z(A/C) + \dots + z(A/N) - z(B/A) - z(C/A) - \dots - z(N/A)] / 2(n-1)$$

(Equação 05)

Mourão Filho *et al.* (2002) calcularam índices DRIS mediante o uso de três métodos de cálculo das funções das razões dos nutrientes (Beaufils, Elwali & Gascho e Jones) e de dois critérios para a escolha da ordem da razão dos nutrientes (Letzch e Nick), em pomares comerciais irrigados de laranja Valência. Concluíram que o método Jones para cálculo do DRIS apresentou melhor correlação com a produtividade, e o critério Nick mostrou-se mais eficiente na escolha da ordem da razão dos nutrientes.

Silveira *et al.* (2005) concluíram que os métodos de cálculos propostos por Beaufils, Jones e Elwali & Gascho foram eficientes em detectar concentrações que revelam a deficiência ou o excesso dos nutrientes em capim braquiária (*Brachiaria decumbens*).

Os índices DRIS podem assumir valores negativos quando ocorre deficiência do nutriente considerado em relação aos demais. Valores positivos, por outro lado, indicam excesso, e quanto mais próximo a zero estiverem, mais próxima estará a planta do equilíbrio nutricional para o nutriente em estudo, permitindo a classificação dos nutrientes em ordem de importância na produção e fornecendo ao mesmo tempo uma indicação da intensidade da exigência de determinado nutriente pela planta (MARTINEZ *et al.*, 1999).

A soma dos índices DRIS em módulo, dividido pelo número de nutrientes, fornece o “Índice de Balanço Nutricional médio” (IBNm), que apesar de empírico, apresenta uma boa correlação com a produtividade das lavouras e permite comparar o equilíbrio nutricional entre elas (MARTINEZ *et al.*, 1999).

Uma das falhas observadas no método de diagnóstico DRIS é o fato de não permitir avaliar o potencial de resposta à adubação, baseando-se nos índices calculados. Assim, a Universidade Federal de Viçosa desenvolveu o método do Potencial de Resposta à Adubação (PRA) com a finalidade de suprir essa falha. Esse método compara o índice calculado para um determinado nutriente com o índice de balanço nutricional médio (IBNm), definindo cinco classes de probabilidade de resposta à adubação (MARTINEZ *et al.*, 1999). Assim definem-se as cinco classes (WADT, 1996):

Classe 1: Resposta positiva (P) → possui probabilidade de ocorrer resposta à adubação com determinado nutriente quando o índice DRIS deste nutriente, sendo o de menor valor, for maior em módulo que o IBNm;

Classe 2: Resposta positiva ou nula (PZ) → ocorre quando o índice DRIS do nutriente em questão, embora sendo maior em módulo que o IBNm, não for o menor índice DRIS;

Classe 3: Resposta nula (Z) → baixa probabilidade de resposta à adubação com o nutriente em questão, quando o índice DRIS deste nutriente em módulo for inferior ou igual ao IBNm;

Classe 4: Resposta negativa ou nula (NZ) → tem probabilidade de ocorrer quando o índice DRIS do nutriente for maior em módulo que o IBNm, porém sem ser o índice DRIS de maior valor;

Classe 5: Resposta negativa (N) → tem probabilidade de ocorrer quando o índice DRIS do nutriente, sendo maior que o IBNm, também for maior que todos os índices DRIS.

Obtenção de Normas

Conforme definido por Malavolta *et al.* (1998), citado por Passos (1999), normas são valores médios dos teores e das razões entre os nutrientes de uma população de referência, a qual se encontra em boas condições nutricionais, com as respectivas variâncias.

Segundo Costa (1999a), para a eficiente utilização do DRIS, as normas de referência devem ser obtidas para populações mais homogêneas no sentido de se evitar generalizações, ou seja, obter normas para condições específicas de cultivo, como clima, época do ano, sistema de cultivo etc, é considerado de grande importância para o sucesso do método.

Conforme descrito por Raij (1991), para a obtenção de normas, a população amostrada é dividida em lavouras de alta e de baixa produtividade. Para cada relação de nutrientes, de cada uma das duas subpopulações, são calculados a média, o desvio padrão e a variância e aplicado um teste F para as variâncias. O valor padrão, ou de referência, que corresponde ao valor médio do parâmetro para a população de alta produtividade, é escolhido como o que melhor discrimina entre as duas subpopulações pelo teste F das variâncias.

Assim, Partelli *et al.* (2006) estabeleceram normas de referência para o DRIS em café conilon (*Coffea canephora*) em sistema de cultivo orgânico e convencional, para o Estado do Espírito Santo, onde essa cultura ocupa grande importância no cenário sócio-econômico. Devido ao crescente cultivo orgânico de café conilon nesse Estado, esse trabalho estabeleceu padrões de referência específicos para cada sistema de cultivo e os resultados evidenciaram essa necessidade.

Santos *et al.* (2004) estabeleceram normas DRIS para o coqueiro-anão verde na região Norte Fluminense – RJ, onde a lavoura considerada de alta produtividade apresentou produtividade média de 227 ± 16 fruto planta⁻¹ ano⁻¹. Valendo-se dessas normas, foi avaliado o estado nutricional de uma lavoura da região que apresentava uma variação considerável de produtividade entre as plantas. Para tal, os coqueiros foram agrupados em quatro categorias quanto ao número médio de frutos: <100; 101-150; 151-

200 e >200 frutos planta⁻¹ ano⁻¹. A diagnose pelo DRIS indicou a ordem de limitação por deficiência de K > Ca > B. As classes de menor produtividade apresentaram índices DRIS de K e de B mais negativos que a classe de maior produtividade, havendo, também, um aparente desequilíbrio nutricional entre Ca e Mg.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR, A. S. Influência do fósforo e do nitrogênio sobre a tolerância do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) ao metribuzin e sobre a atividade herbicida deste no solo. 1979. 56 f. Tese (Mestrado) – UFV Viçosa, MG.

ALVAREZ V., F. C.; DUETE, R. R. C.; MURAOKA, T.; DUETE, W. L. C.; ABREU JR., C. H. Utilização de fósforo do solo e do fertilizante por tomateiro. Scientia Agrícola, Piracicaba, SP, v.59, n.1, p.167-172, mar. 2002.

ALVAREZ V., V. H.; LEITE, R. A. Fundamentos estatísticos das fórmulas usadas para cálculo dos índices DRIS. Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, v. 24, n. 1, p. 20-25, jan./mar. 1999.

ARAÚJO, A. P.; ROSSIELLO, R. O. P.; SILVA, E. M. R.; ALMEIDA, D.L. Fluxo líquido de nitrogênio e fósforo em tomateiro cultivado em dois níveis de fósforo no solo. In: XXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo (Anais), Goiânia, GO, 1993. p. 237-238.

BANDO, P. Coordenação vertical e complexo agro-industrial frutícola brasileiro: uma proposta para a Zona da Mata Mineira. 1998, 178f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

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.

BATAGLIA, O. C. DRIS: origem e atualidade. Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, v. 24, n. 1, p. 10-12, jan./mar. 1999.

BAUMGARTNER, J. G. Tolerância de cultivares de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) ao alumínio e ao manganês. 1976. 66 f. Tese (Doutorado) – ESALQ/ USP, Piracicaba – SP.

BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. Manual de fitopatologia: princípios e conceitos. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. V. 1, 919 p.

CANÇADO JÚNIOR, F. L.; FILHO, W. P. C.; EWSTANISLAU, M. L. L.; PAIVA, B. M.; MAZZEI, A. R.; ALVES, H. S. Aspectos econômicos da produção e comercialização do tomate para mesa. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, MG, v.24, n.219, p. 7-18, 2003.

COSTA, A. N. Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS). Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, v. 24, n. 1, p. 13-15, jan./mar. 1999a.

COSTA, P. C. Relações N:K:Ca na qualidade de frutos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) Híbrido Momotaro, em cultivo hidropônico. 1999b. 73f. Tese (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu.

DECHEN, A. R. Cálcio no desenvolvimento do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill). 1980. 91 f. Tese (Doutorado) – ESALQ/ USP, Piracicaba – SP.

DIAS, D. R. Coordenação Contratual na Agroindústria do Tomate. Revista Cadernos de Debate, Campinas, SP, v. VII. p. 19-30. 1999 (publicação do Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação da UNICAMP).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. A cultura do tomateiro (para mesa). EMBRAPA – CNPH. Coleção Plantar, 5. Brasília, 1993. 89 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Cultivo do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) para industrialização. EMBRAPA – CNPH. Instruções técnicas da Embrapa Hortaliças, 12. Brasília, jan. 1994. 36 p.

ESPINOZA, W. Manual de produção de tomate industrial no Vale do São Francisco. Brasília: IICA, CODEVASF, 1991. 301 p.

FARIA, C. M. B.; COSTA, N. D.; FARIA, A. F. Ação de calcário e gesso sobre características químicas do solo e na produtividade e qualidade do tomate e melão. Horticultura Brasileira, Brasília, DF, v.21, n.4, p.615-619, dez. 2003.

FARIA, C. M. B.; PEREIRA, J. R. Resposta de culturas irrigadas à aplicação 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, DF, v. 20, n. 1, p.90-94, mar. 2002.

FERNANDES, A. A.; MARTINEZ, H. E. P.; FONTES, P. C. 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, P. D.; CHURATA-MASCA, M.G.C.; OLIVEIRA, G.D.; HAAG, H.P. Absorção de nutrientes pelo tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) em cultivo rasteiro. In: Nutrição mineral de hortaliças: XXVII. Anais da ESALQ, v.32, p.595 -608, 1975.

FERREIRA, M. M. M.; FERREIRA, G. B.; FONTES, P. C. R.; DANTAS, J. P. Produção do tomateiro em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas épocas de cultivo. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, v. 21, n. 3, p.141-145, jun. 2003.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. Anuário da agricultura brasileira. Tomate. São Paulo, 1997. p. 402-408.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. Anuário da agricultura brasileira. Tomate. São Paulo, 1999. p. 489-497.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. Anuário da agricultura brasileira. Tomate. São Paulo, 10^a ed. 2005. p. 497-502.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. Anuário da agricultura brasileira. Tomate. São Paulo, 2007. p. 490-496.

FUMES, M. E. Estudo de ocorrência da podridão interna em frutos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) : efeitos de doses de nitrogênio, potássio e boro e fontes de cálcio. 1986. 84 f. Tese (Mestrado) – UNESP, Botucatu – SP.

HAAG, P.H.; OLIVEIRA, G.D.; BARBOSA, V.; SILVA NETO, J.M. Marcha de absorção dos nutrientes pelo tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) destinado ao processamento industrial. In: HAAG, H.P.; MINAMI, K. Nutrição mineral de hortaliças. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1981. p. 447-474.

HESPANHOL, R. A. O tomate a caminho da indústria: a influência da CICA na Alto Sorocabana de Presidente Prudente. 1991. Tese (mestrado) – Universidade Estadual de São Paulo, Rio Claro.

HOFFMANN, R. As mudanças do processo de trabalho nas culturas de tomate envarado e rasteiro no Estado de São Paulo. In: Inovações tecnológicas e transformações recentes na agricultura brasileira. Piracicaba: FEALQ, 1985. v. 4.

LEITE, G. L. D. Efeito da idade, parte do dossel e níveis de adubação na resistência de *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* à *Tuta absoluta*. 1997. 40 f. Tese (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

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 tomate. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, v. 21, n. 3, p.448-451, set. 2003.

MAIA, C. E. Análise crítica da fórmula original de Beaufils no cálculo do índice DRIS: a constante de sensibilidade. In: Monitoramento Nutricional para a Recomendação de Adubação de Culturas, Piracicaba, 1999. Anais. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1999. (CD ROM)

MAKISHIMA, N. A situação atual da produção de tomate no Brasil. In: Encontro nacional de produção e abastecimento de tomate. Jaboticabal: UNESP, 1991.

MARTINEZ, H. E. P.; CARVALHO, J. G.; SOUZA, R. B. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação. Viçosa – MG, 1999. p. 143-168.

MOURÃO FILHO, F. A. A.; AZEVEDO, J. C.; NICK, J. A. Funções e ordem da razão dos nutrientes no estabelecimento e normas DRIS em laranja Valência. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 37, n. 2, p. 185-192, fev. 2002.

MOREIRA, A. N.; OLIVEIRA, J. V.; HAJI, F. N. P.; PEREIRA, J. R. Efeito de diferentes níveis de NPK na infestação de *Aculops lycopersici* (Masse) (Acari: Eriophyidae), em tomateiro no Submédio do Vale do São Francisco. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Londrina, v. 28, n. 2, p.275-284, jun. 1999.

MÜLLER, G. Complexo agroindustrial e modernização agrária. São Paulo, Hucitec, 1989.

NUEVO, P. A. S. Aspectos da cadeia agroindustrial do tomate no Brasil. Informações Econômicas, SP, Instituto de Economia Agrícola, v. 24, n. 2, p. 31-44, fev. 1994.

OLIVEIRA, M. N. S.; OLIVA, M. A.; MARTÍNEZ, C. A.; SILVA, M. A. P. Variação diurna e sazonal do pH e composição mineral da seiva do xilema em tomateiro. Horticultura Brasileira, Brasília, DF, v. 21, n. 1, p.10-14, jan./mar. 2003.

PAIVA, E.A.S.; MARTINEZ, H.E.P.; CASALI, V.W.D.; PADILHA, L. Occurrence of blossom-end rot in tomato as a function of calcium dose in the nutrient solution and air relative humidity. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v. 21, n. 12, p. 2663-2670, 1998.

PARTELLI, L. F.; VIEIRA, H. D.; MONNERAT, P. H.; VIANA, A. P. Estabelecimento de normas DRIS em cafeeiro conilon orgânico ou convencional no estado do Espírito Santo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, p. 443-451, 2006.

PASSOS, R. F. Efeito da adubação nitrogenada e da calagem no balanço nutricional e na produtividade do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill. Cv. Andino). 1999. 123 f. Tese (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.

PEREIRA, C.; JUNQUEIRA, A.M.R.; OLIVEIRA, S.A. Balanço nutricional e incidência de queima de bordos em alface produzida em sistema hidropônico – NFT. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.23, n.3, p.810-814, jul-set. 2005.

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.

PEREIRA, H. S.; VITTI, G. C.; KORNDORFER, G. H. Comportamento de diferentes fontes de silício no solo e na cultura do tomateiro. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, v. 27, n. 1, p. 101-108, fev. 2003.

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, SP, v. 55, n. 1, p.144-148, jan. 1998.

RAIJ, B. v. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: Ceres, Potafos, 1991. 343 p.

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.

SACRAMENTO, L. V. S.; MARTINEZ, H. E. P.; MONNERAT, P. H.; OLIVEIRA, L. M. Absorção de magnésio por raízes destacadas de cultivares de tomateiro. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 56, n. 3, p. 509-515, jul. 1999.

SAMPAIO, R. A.; FONTES, P. C. R.; SEDIYAMA, C. S. Resposta do tomateiro à fertirrigação potássica e cobertura plástica do solo. *Pesquisa Agropecuária brasileira*, Brasília, v. 34, n.1, p. 21-30, jan. 1999.

SANTOS, A. L.; MONNERAT, P. H.; ALMY JÚNIOR CORDEIRO DE CARVALHO, A. J. C. Estabelecimento de normas DRIS para o diagnóstico nutricional do coqueiro-anão verde na região Norte Fluminense. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal - SP, v. 26, n. 2, p. 330-334, Agosto 2004.

SILVA, A. R.; TEIXEIRA, N. T.; SHIGIHARA, R. Adubação com formulados em tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill). In: XXVIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo (Anais), Londrina, PR, 2001. p. 111.

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, 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-CNPq, 1994. 36 p. (Instruções Técnicas, 12).

SILVEIRA, C. P.; NACHTIGALL, G. R.; MONTEIRO, F. A. Calibração do modelo e validação do sistema integrado de diagnose e recomendação para o capim - braquiária. *Scientia agrícola* (Piracicaba, Braz.), v. 62, n. 6, p.520-527, nov./dez. 2005.

STRIPARI, P. C. Vibração e fitorregulador na frutificação do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Híbrido House Momotaro em ambiente protegido. 1999. 60f. Tese (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu.

TERRA, M. M; GUILHERME, M. A. S.; SANTOS, W. R.; PIRES, E. J. P.; CELSO POMMER, V.; BOTELHO, R. V. Avaliação do estado nutricional da videira 'itália' na região de Jales, SP, usando o sistema integrado de diagnose e recomendação. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal - SP, v. 25, n. 2, p. 309-314, agosto 2003.

WADT, P. G. S. Os métodos da chance matemática e do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) na avaliação nutricional de plantios comerciais de eucalipto. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1996. 123f. Tese (Doutorado)

CAPÍTULO ÚNICO

Avaliação de linhagens de tomateiro rasteiro quanto à eficiência na absorção de nutrientes e resposta à adubação.

Trabalho encaminhado para publicação na revista Horticultura Brasileira.

AVALIAÇÃO DE LINHAGENS DE TOMATEIRO RASTEIRO QUANTO À EFICIÊNCIA NA ABSORÇÃO DE NUTRIENTES E RESPOSTA À ADUBAÇÃO.

RESUMO

Avaliou-se trinta linhagens de tomateiro rasteiro quanto à eficiência de absorção de nutrientes e resposta à adubação. Foram instalados dois ensaios, em 2006, na Embrapa Hortaliças, Gama-DF. No ensaio 01, aplicou-se 1/3 da dose de fertilizante utilizado no ensaio 02. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições. As linhagens foram classificadas quanto à eficiência na absorção de nutrientes e resposta à adubação baseando-se nos incrementos de índice DRIS e de produtividade. Os valores críticos para eficiência na absorção e resposta à adubação foram as médias de incremento de índice DRIS e produtividade, respectivamente. As linhagens diferenciaram-se entre si quanto à eficiência na absorção de todos os nutrientes considerados e quanto à resposta à adubação. Foram consideradas responsivas à adubação e eficientes na absorção de nutrientes as linhagens de nº 3, 4, 5, 9 e 22, para o N; 3, 4, 9, 13, 15 e 29, para o P; 3, 5, 10, 21, 22, 25 e 27, para o K; 5, 10, 21, 22, 25, 27 e 29, para o Ca; 4, 13, 15, 27 e 29, para o S e B; 3, 5, 9, 10 e 27, para o Cu. As linhagens com os melhores desempenhos na avaliação foram as de nº 27, eficiente na absorção de 71,4% dos nutrientes considerados, e as de nº 03, 04, 05 e 29, com uma frequência de 57,1%, todas responsivas à adubação.

Palavras-chaves: *Lycopersicon esculentum*, DRIS, nutrição de plantas.

EVALUATION OF PROCESSING TOMATO INBRED LINES FOR EFFICIENCY IN NUTRIENT UPTAKE AND FOR RESPONSE TO FERTILIZATION

ABSTRACT

Thirty processing tomato inbred lines were evaluated for their efficiency in nutrient uptake and in their response to fertilization. Two field assays were carried out at Embrapa Vegetable Crops (Gama-Federal District, Brazil) with distinct fertilization dosages in 2006. In the first assay 1/3 of the total fertilization was applied when compared with the second assay. The experiments were conducted using a completely randomized design with three replications. The criteria to rank the inbred lines in both assays were the DRIS (Diagnosis and Recommendation Integrated System) index value and fruit yield. The critical values in order to distinguish efficient versus non-efficient as well as responsive versus non-responsive inbred lines were the average increase in both DRIS index value and fruit yield. Differences were detected among inbred lines for the uptake efficiency for all nutrients and for response to fertilization. The inbred lines 3, 4, 9 and 22 were classified as responsive to fertilization and efficient in N uptake; the inbred lines 3, 4, 9, 13, 15 and 29 were for P; 3, 5, 10, 21, 22, 25 and 27 for K, 5, 10, 21, 22, 25, 27 and 29 for Ca; 4, 13, 15, 27 and 29 for S and B; 3, 5, 9, 10 and 27 for Cu. The inbred line with the best performance in the assays was the 27, displaying an uptake efficiency of 71.4% of the nutrients under analysis. The inbred lines 3, 4, 5 and 29 displayed a frequency of 57.1% and of them were responsive to fertilization.

Key words: *Lycopersicon esculentum*, DRIS, nutrition of plants.

INTRODUÇÃO

As práticas agrícolas são responsáveis por uma série de impactos ambientais que, se não tratados com seriedade, podem vir a comprometer a qualidade de vida humana e a sustentabilidade dos sistemas agropecuários de produção de alimentos.

A adubação do solo é, sem sombra de dúvidas, uma técnica imprescindível para produção de alimentos para o homem. Tal prática pode ser benéfica para amenizar ou reduzir os impactos antrópicos ao meio ambiente pela elevação da produtividade das culturas, com uma conseqüente redução da necessidade de ocupação de áreas virgens, além de favorecer a cobertura vegetal e produção de matéria orgânica, contribuindo, assim, para melhorar as qualidades edáficas. Entretanto, quando praticada sem embasamento técnico, apresenta um potencial considerável de degradação do solo e, principalmente, da água, seja ela subterrânea ou superficial.

Nesse sentido, a fertilidade, tratada como ciência, colabora no equacionamento de diversos aspectos de interesse ambiental, racionalizando o uso de adubos minerais e orgânicos e implementando práticas de manejo no sentido de minimizar perdas de nutrientes do solo, evitando a poluição dos mananciais hídricos e prejuízos econômicos ao produtor.

Algumas culturas, por demandarem quantidades expressivas de fertilizantes por unidade de área para atingir produções econômicas, merecem atenção especial, dentro do estudo da fertilidade do solo, a fim de gerar conhecimentos que aumentem a eficiência da prática da adubação na produção vegetal.

O tomateiro é uma das hortaliças mais importantes do Brasil e do mundo (SILVA *et al.*, 1994, SILVA & GIORDANO, 2000) e seu cultivo abrange desde pequenos agricultores até grandes empresas agrícolas.

A alta participação dos adubos e corretivos no custo total de produção de tomate, seja ele rasteiro ou tutorado, reflete a exigência dessa cultura por nutrientes disponíveis no solo aliada a baixa eficiência de absorção (EMBRAPA, 1994), tornando-a responsiva a altas doses de adubação.

Dados da FNP Comércio & Consultoria (2005) apontam que, do custo total médio de produção de tomate para processamento no Estado de São Paulo em 2004, aproximadamente 22% corresponderam à aquisição de adubos e corretivos. Nos demais estados, participação desses insumos no custo de produção não deve discrepar muito desse percentual.

O custo de produção do tomate é relativamente alto quando comparado ao de outras culturas. Dado o emprego intensivo de tecnologia e o alto custo envolvido na produção do tomate, configurando numa exploração de risco pronunciado, torna-se imprescindível a busca incessante pelo aumento de eficiência na utilização dos fatores de produção, a fim de reduzir os custos e elevar os índices de produtividade e qualidade, tornando-se um diferencial para que os agricultores mantenham-se competitivos no mercado.

A mecanização no cultivo do tomateiro rasteiro não atingiu a totalidade das operações, como aconteceu em outras culturas. As características da planta e do seu fruto fazem com que o seu cultivo envolva um emprego considerável de mão-de-obra, apesar do constante aperfeiçoamento das máquinas. Portanto, o tomate é uma cultura de grande importância sócio-econômica, gerando muitos empregos diretos pelas operações de cultivo e outro tanto indiretamente ao longo de sua cadeia produtiva.

A variabilidade genética encontrada nas plantas confere as mesmas capacidades diferenciadas de absorção de nutrientes no solo. Tal fato tem sido relatado, quanto à tolerância ao baixo teor de fósforo, em várias culturas de interesse econômico (SILVA & GABELMAN, 1992; HORTS & WIESLER, 1996), inclusive no tomateiro (COLTMAN *et al.*, 1985). No Brasil, vários trabalhos foram conduzidos para avaliar as características morfológicas, agronômicas, qualidade de frutos e adaptação edafoclimática de cultivares de tomateiro, das quais as variedades Santa Cruz e Santa Clara configuram como progenitoras de importantes genótipos (LEAL, 1973; SILVA, 1996; PEIXOTO *et al.*, 1999). Entretanto, essas informações ainda se mostram escassas para subsidiar trabalhos de melhoramento genético em tomateiro visando o lançamento de cultivares mais eficientes na utilização dos nutrientes no solo.

Portanto, trabalhos científicos buscando viabilizar a obtenção de cultivares mais eficientes são promissores para a sustentabilidade da atividade e de grande interesse, tanto para os diretamente envolvidos com a tomaticultura (melhoristas e produtores), quanto para a sociedade em geral.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é avaliar a eficiência na absorção de nutrientes e a resposta à adubação em trinta linhagens de tomateiro rasteiro, classificando-as como segue abaixo:

- Eficiente na absorção de nutrientes e responsiva à adubação;
- Eficiente na absorção de nutrientes e não responsiva à adubação;
- Não eficiente na absorção de nutrientes e responsiva à adubação;
- Não eficiente na absorção de nutrientes e não responsiva à adubação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na EMBRAPA Hortaliças, no período de 22 de março a 15 de julho de 2006, com a montagem de dois ensaios. A Embrapa Hortaliças fica localizada no Núcleo Rural Ponte Alta, região administrativa do Gama – DF, a uma altitude média de 996 metros e coordenadas geográficas de 15°56'00" de latitude Sul e 48°08'00" de longitude a Oeste.

Durante o período em que foi realizado o experimento, a temperatura do ar variou entre 9,6 a 31°C e a precipitação acumulada foi de 161,6 mm de chuva, dados registrados pela estação meteorológica da EMBRAPA Hortaliças.

Correção e Preparo do Solo

A calagem foi realizada com calcário dolomítico filer (PRNT = 95%), com uma dosagem de 5 t ha⁻¹, estabelecida pelo critério de saturação por bases, suficiente para elevar a saturação para 70%, conforme recomendação para a cultura do tomate (FILGUEIRA *et al.*, 1999). Metade da dose foi aplicada aos 126 dias antes da instalação do experimento (Figura 01) e incorporada com arado de discos, e a outra metade, incorporada com grade aradora de discos, com 90 dias de antecedência. A aplicação do corretivo em duas etapas, realizada com uma distribuidora de calcário de arrasto com capacidade para aproximadamente 500 kg, teve como objetivo promover um maior contato entre o solo e o corretivo nos primeiros 20 cm de profundidade, região de maior exploração radicular da cultura, favorecendo a reação do calcário.



Figura 01. Calagem.

O preparo do solo teve início com a calagem, com as seguintes operações: uma aração com arado de discos contendo três elementos ativos de 30" (Figura 02), e uma gradagem com grade aradora de 16 discos de 26" cada (Figura 03).

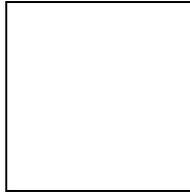


Figura 02. Aração.

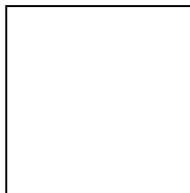


Figura 03. Gradagem.

Próximo à data de transplântio das mudas, o preparo de solo foi completado com uma nova gradagem e encateiramento do solo utilizando um rotoencateirador tratorizado (Figura 04). Usualmente não se utiliza canteiros para o plantio de tomate rasteiro, entretanto, por oferecer praticidade na montagem do experimento, lançou-se mão dessa operação. O rotoencateirador foi também utilizado em uma segunda operação para incorporação do adubo de transplântio.

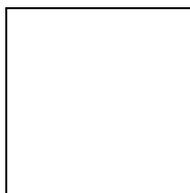


Figura 04. Encateiramento.

Delineamento Experimental

Foram utilizadas trinta linhagens de tomateiro rasteiro pertencentes ao Programa de Melhoramento Genético da EMBRAPA Hortaliças, identificadas por números que vão de 01 a 30. Montou-se dois ensaios com doses distintas de fertilizante, utilizando delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições. Um ensaio

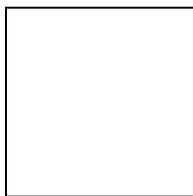
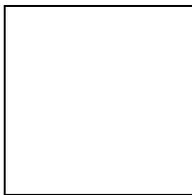
diferenciava do outro apenas pela dose de adubação empregada: o ensaio 01 utilizou 1/3 da adubação empregada no ensaio 02.

A utilização de dois níveis de adubação teve como propósito induzir comportamentos diferenciados das linhagens, a fim de avaliar incrementos de produtividade e de índice DRIS em cada uma. Essa metodologia foi idealizada e utilizada por Oliveira *et al.* (2001), trabalhando na seleção de progênies de eucalipto quanto à eficiência na absorção de fósforo e potássio.

Implantação e Condução do Experimento

O experimento foi implantado em 22 de março de 2006, no campo experimental da Embrapa Hortaliças, em um Latossolo Vermelho distrófico (LVd) (EMBRAPA, 2006a), cujas propriedades químicas encontram-se nas tabela 01.

Tabela 01. Propriedades químicas do Latossolo Vermelho distrófico (LVd) empregado no experimento.



A escolha da área foi realizada com base em seu histórico, a fim de evitar ou diminuir a incidência de doenças de solo e evitar manchas ou gradientes de fertilidade.

A amostragem do solo foi realizada com trado holandês, com caminamento em *zig-zag*, coletando-se 20 amostras simples da área total do experimento que deram origem a uma amostra composta, a qual foi enviada para análise (SANZONOWICZ, 2004; CHITOLINA *et al.*, 1999).

Para análise granulométrica do solo foi utilizado o método da pipeta (EMBRAPA, 1979).

O pH do solo foi determinado na suspensão solo:água na proporção de 1:2,5, por medição eletroquímica da concentração ativa de íons H^+ , utilizando um pHmetro de eletrodo combinado (SILVA *et al.*, 1999).

O fósforo, potássio e sódio, e os micronutrientes do solo, com exceção do boro, foram analisados empregando o extrator de Mehlich1 e determinados por espectrofotometria UV, fotometria de chama e espectrofotometria de absorção atômica, respectivamente. A análise de boro foi realizada com solução de $CaCl_2$ a 0,1M (extração a quente) e determinação por colorimetria da azometina H. O somatório dos teores dos nutrientes cálcio + magnésio foram obtidos pelo método complexométrico com emprego de EDTA, cuja determinação é feita por titulação. O teor de cálcio foi obtido separadamente pelo método complexométrico com emprego de EDTA e ácido calcon carbônico. Pela diferença entre o teor de Ca+Mg e o teor Ca, determinou-se o magnésio. O alumínio foi extraído com solução de cloreto de potássio 1M e determinado por titulação com hidróxido de sódio (NaOH). A acidez potencial (Al + H) foi analisada por titulação com NaOH após extração com solução de acetato de cálcio a 0,5 M. O enxofre foi determinado pelo método da turbidimetria do sulfato de bário. Utilizou-se o método Walkley Black para análise da matéria orgânica (SILVA *et al.*, 1999).

A adubação foi estabelecida com base nos resultados da análise de solo e na Recomendação para Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação (FILGUEIRA *et al.*, 1999),

O ensaio 02 (dose recomendada de adubação) constou de 60 kg de N, 600 kg de P_2O_5 , 100 kg de K_2O , 3 kg de B e 1,3 kg de Cu por hectare, imediatamente antes do transplântio, mais 60 kg de $N\ ha^{-1}$ em cobertura. O ensaio 01 correspondeu a 1/3 da dose de adubo empregada no ensaio 02, inclusive na adubação de cobertura.

As fontes de nutrientes utilizadas foram superfosfato simples, cloreto de potássio, sulfato de amônio, bórax e sulfato de cobre. Portanto, além dos nutrientes estabelecidos na adubação, as fontes continham outros nutrientes essenciais à nutrição vegetal. Dessa forma, também foram adicionados ao solo pela adubação 600 kg de Ca e 394 kg de S por hectare, no transplântio, e 60 kg ha^{-1} de S em cobertura, no ensaio 02. No ensaio 01, aplicou-se 1/3 dessas quantidades.

Para aplicação dos adubos, misturou-se as fontes nas proporções necessárias para suprir as quantidades de nutrientes estabelecidas e promoveu-se a distribuição manualmente dessa mistura sobre os canteiros que receberiam a cultura (Figura 05).

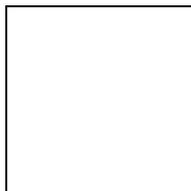


Figura 05. Adubação.

A parcela experimental foi constituída de 12 plantas dispostas em fileira única e espaçadas 0,30 m entre si. O espaçamento entre parcelas localizadas em canteiros paralelos, ou seja, o espaçamento entre fileiras de plantas, foi de 1,50 m. Entre parcelas vizinhas situadas no mesmo canteiro estabeleceu-se uma distância de 2 m a fim de delimitar melhor a parcela e reduzir a interferência sobre as demais. Assim, cada parcela ocupou uma área útil de 5,4 m² de cultivo e 8,4 m² de área total.

As mudas foram produzidas em bandejas de 128 células com substrato comercial, sob cultivo protegido (Figuras 06 e 07). O transplante ocorreu aos 25 dias após o semeio, ocasião em que as plantas já se encontravam com quatro folhas definitivas (Figura 08).

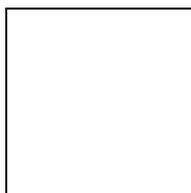


Figura 06. Semeio das linhagens de tomateiro.

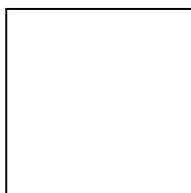


Figura 07. Mudas de tomateiro prontas para o transplante.

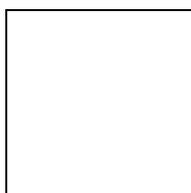


Figura 08. Transplante.

Os tratos culturais realizados ao longo do experimento foram: controle de ervas daninhas, controle de pragas e doenças, adubação de cobertura e irrigação.

O manejo de ervas daninhas iniciou antes da implantação da cultura no campo, por meio de uma aplicação de *glifosato* nas invasoras já emergidas, com a finalidade de reduzir a quantidade de semente dessas espécies no solo. Com a cultura já estabelecida, efetuou-se uma aplicação *metribuzin* aos 15 dias após transplântio (DAT) das mudas, herbicida seletivo à cultura e que atua em pré-emergência e pós-emergência inicial das ervas daninhas dicotiledôneas e algumas monocotiledôneas. O controle de gramíneas foi realizado com uma aplicação de *fluazifop* em pós-emergência inicial, herbicida também seletivo à cultura. Essas medidas mostraram-se suficientes para manter a cultura no limpo até a colheita.

O controle de pragas foi realizado com a utilização de agrotóxicos, principalmente. Medidas como época plantio, posicionamento do local de cultivo com relação às demais áreas plantadas com tomate, entre outras, também foram consideradas e são válidas, conforme estabelecido nos procedimentos para Manejo Integrado de Pragas (MIP) (FRANÇA *et al.*, 2000).

A aplicação de inseticidas obedeceu às recomendações do MIP, as quais estabelecem a rotação de grupos químicos de princípio ativo e condenam o uso indiscriminado desses produtos, baseando-se no nível de dano causado à cultura pela praga como indicador do melhor momento para uma intervenção com produtos químicos.

O controle de doenças fúngicas e bacterianas foi realizado, preferencialmente, de forma preventiva e, necessariamente, após o estabelecimento da doença na cultura, com fins curativos e/ ou de erradicação. Medidas de manejo de resistência dos patógenos aos produtos também foram adotadas, como a limitação a um número determinado de aplicações por grupo químico de fungicida sistêmico por ciclo de cultivo, conforme recomendado pelo fabricante.

Os agrotóxicos utilizados para o manejo de pragas estão listados na tabela 02.

Tabela 02. Inseticidas e fungicidas/bactericidas utilizados no manejo de pragas.

Inseticidas	Fungicidas / Bactericidas
abamectina	azoxistrobina
acetamiprido	clorotalonil
buprofezina	hidróxido de cobre
clorfenapir	mancozebe + metalaxil
imidacloprido	tebuconazol
lufenurom	

piriproxifem	
teflubenzurom	

As pulverizações foram realizadas, inicialmente, com pulverizador costal, dirigindo o jato para as plantas (Figura 09), e, posteriormente, com o desenvolvimento da cultura, em área total com um pulverizador de arrasto tratorizado, com capacidade para 2000 litros de calda e contendo 18,50 m de barra. O volume de calda utilizado por hectare também seguiu as recomendações contidas na bula do defensivo, aumentando com o desenvolvimento da cultura (aumento da área foliar).

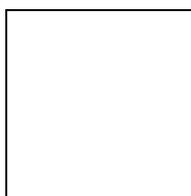


Figura 09. Pulverização de agrotóxicos.

A adubação de cobertura foi realizada aos 25 DAT, utilizando sulfato de amônio como fonte de nitrogênio. O adubo foi aplicado manualmente ao lado da linha de plantas e incorporado ao solo com uma leve irrigação.

O manejo da irrigação foi realizado com base em dados de solo, obtidos por meio do instrumento IRRIGAS[®] da EMBRAPA Hortaliças. O Irrigas é um sistema gasoso de controle de irrigação que consta de uma cápsula porosa (sensor), conectada por meio de um tubo flexível a uma pequena cuba transparente que é o dispositivo para medir o estado da água no solo. Para fins de manejo de irrigação, a cápsula é instalada no solo na profundidade efetiva do sistema radicular. Nesta situação a cápsula porosa entra em equilíbrio hídrico com o solo, em poucas horas. No momento da medição do estado da água no solo se o solo estiver “úmido”, a passagem de ar através da cápsula porosa é bloqueada, quando a cuba é imersa na água. Isto é, a água não entra na cuba porque o ar não sai do sistema através dos poros da cápsula. Por outro lado, quando o solo seca e a umidade diminui para abaixo de um valor crítico, a cápsula porosa torna-se permeável à passagem do ar. Assim, estando o solo “seco”, quando se emborça a cuba transparente no frasco de água, o menisco ar-água se movimenta na mesma, no sentido de se igualar com o nível da água no frasco. Quando isto ocorre o solo deve ser irrigado. Ao contrário, se a cápsula úmida bloquear a entrada de água na cuba, então, o solo ainda permanece suficientemente “úmido” e não há necessidade de irrigação (EMBRAPA, 2006b).

Coleta e Análise de Dados

Avaliou-se no experimento o índice DRIS e a produtividade de cada linhagem.

O índice DRIS (Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação) foi calculado com base nos resultados da análise de folhas, conforme método descrito por Malavolta *et al.* (1997).

A amostragem das folhas foi realizada no ato do florescimento pleno do tomateiro (Figura 10), coletando-se a quarta folha da haste contada do ápice para a base (PASSOS, 1999). As amostras foram compostas de 24 folhas por parcelas, ou seja, duas por planta.

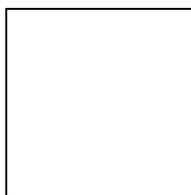


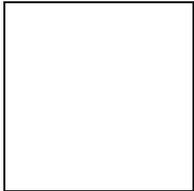
Figura 10. Amostragem foliar.

Após a amostragem, o material foi submetido as seguintes etapas de preparação para análise, conforme descrito por Malavolta *et al.* (1997):

- Lavagem → as folhas, ainda frescas, foram lavadas em água destilada, deixando-as submersas e agitando por alguns segundos;
- Secagem → as amostras foram colocadas em sacos de papel poroso, devidamente identificados, e postas a secar em estufa com circulação de ar forçado a uma temperatura de aproximadamente 65° C;
- Moagem → utilizou-se um moinho de aço inoxidável tipo Wiley, com peneira de 1 mm de malha.
- Armazenamento → moído, o material foi armazenado em frascos de plástico transparente, devidamente identificado com o número da amostra.

As análises dos nutrientes nas folhas foram procedidas conforme métodos citados na Tabela 03 (MALAVOLTA *et al.*, 1989; MIYAZAWA *et al.*, 1999).

Tabela 03. Metodologia utilizada nas análises foliares de nutrientes (extração e determinação).



Para a obtenção dos valores de referência para os cálculos dos índices DRIS, utilizou-se a própria população de plantas do experimento para a coleta de dados, separando as parcelas de alta das de baixa produtividade, cujo valor crítico para essa distinção foi de 70 t ha^{-1} . As relações de nutrientes de referência foram estabelecidas a partir dos resultados da análise foliar da população de alta produtividade e, então, calculados a média das relações, o desvio padrão e o coeficiente de variação para cada quociente, os quais foram utilizados nos cálculos do índice DRIS dos nutrientes.

A colheita foi realizada aos 113 DAT, manualmente e em operação única, quando as linhagens apresentavam aproximadamente 80% dos frutos já maduros. A produtividade foi avaliada pesando-se os frutos maduros produzidos por parcela, utilizando uma balança eletrônica com capacidade para 60 kg e erro instrumental de 0,005 kg. Com base na produção de cada parcela ($5,4 \text{ m}^2$) calculou-se a produtividade.

Os valores médios de produtividade e de índice DRIS de cada linhagem obtidos no ensaio 01 foram comparados com aqueles obtidos no ensaio 02. Avaliou-se, então, a ocorrência de incrementos na produtividade (Produtividade do ensaio 02 – Produtividade do ensaio 01) e de incrementos no índice DRIS de cada nutriente considerado (índice DRIS do ensaio 02 – índice DRIS do ensaio 01). Com base nesses incrementos, as linhagens foram enquadradas em quatro grupos distintos:

- 1º) Eficiente na absorção do nutriente e responsiva à adubação;
- 2º) Eficiente na absorção do nutriente e não responsiva à adubação;
- 3º) Não eficiente na absorção do nutriente e responsiva à adubação;
- 4º) Não eficiente na absorção do nutriente e não responsiva à adubação.

Os incrementos obtidos, tanto no índice DRIS como na produtividade, foram submetidos a um teste de normalidade e suas médias utilizadas como parâmetros para diferenciar uma linhagem responsiva à adubação de outra não responsiva e uma eficiente na absorção de nutriente de outra não eficiente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A incidência de murcha bacteriana (*Ralstonia solanacearum*) em duas das três repetições de uma linhagem no ensaio 02 veio a comprometer os dados e, portanto, impossibilitou a avaliação desse genótipo. Por esse motivo, das trinta linhagens de tomateiro utilizadas no experimento, apenas vinte e nove foram avaliadas.

Produtividade

As produtividades das linhagens avaliadas (Tabela 04) ocorreram dentro do esperado, sem a obtenção de valores que discrepam muito dos que são conseguidos em plantios comerciais de tomate para industrialização. Faz-se relevante a observação de que algumas dessas linhagens atingiram produtividades acima de 100 t ha⁻¹, valor considerado muito bom para progênies obtidas de populações em polinização aberta, ou seja, plantas que não são híbridas. O incremento médio de produtividade foi de 7,4 t ha⁻¹.

Tabela 04. Produtividade média (t ha⁻¹) em 29 (vinte e nove) linhagens de tomateiro rasteiro.

Ensaio 01									
L ¹	Prod. ²	L	Prod.	L	Prod.	L	Prod.	L	Prod.
1	84,63	7	78,50	13	82,90	19	95,97	25	74,10
2	65,67	8	91,40	14	83,00	20	75,73	26	74,73
3	79,73	9	85,73	15	76,13	21	72,93	27	76,83
4	84,03	10	69,50	16	91,30	22	75,53	28	83,77
5	87,63	11	88,30	17	92,33	23	78,37	29	82,77
6	115,27	12	73,80	18	111,87	24	80,07		

Ensaio 02									
L	Prod.	L	Prod.	L	Prod.	L	Prod.	L	Prod.
1	59,63	7	64,97	13	105,40	19	102,83	25	88,60
2	73,03	8	87,50	14	71,70	20	78,50	26	56,80
3	93,10	9	104,33	15	94,63	21	88,60	27	85,47
4	111,33	10	83,70	16	87,20	22	92,13	28	80,03
5	111,90	11	89,67	17	79,87	23	81,63	29	117,57
6	88,20	12	78,23	18	87,13	24	86,80		

¹ Linhagem de tomateiro; ² Produtividade em t ha⁻¹.

Observou-se que das 29 (vinte e nove) linhagens, 19 (dezenove) tiveram ganhos em produtividade em resposta ao aumento da adubação, gerando incrementos de produtividade (Tabela 05). As linhagens nº 01, 06, 07, 08, 14, 16, 17, 18, 26 e 28 atingiram produções no ensaio 02 inferiores as obtidas no ensaio 01, resultando em

decrementos de produtividade, evidenciando que esses materiais não responderam à adubação.

Tabela 05. Incremento de produtividade em 29 (vinte e nove) linhagens de tomateiro rasteiro.

L ¹	I. P. ²	L	I. P.						
1	-25	7	-14	13	23	19	7	25	15
2	7	8	-4	14	-11	20	3	26	-18
3	13	9	19	15	19	21	16	27	9
4	27	10	14	16	-4	22	17	28	-4
5	24	11	1	17	-12	23	3	29	35
6	-27	12	4	18	-25	24	7		

¹ Linhagem de tomateiro; ² Incremento de Produtividade em t ha⁻¹.

Dentre as linhagens que tiveram decrementos em produtividade, notou-se que as de nº 16, 17 e 18 apresentaram um aumento na ocorrência/ severidade de doenças foliares, principalmente pinta-preta (*Alternaria solani*) e septoriose (*Septoria lycopersici*) com o aumento do teor de nutrientes no solo. As linhagens nº 2, 4, 21 e 22 também tiveram problemas com agravamento da incidência de doenças e, apesar de apresentarem maiores produtividades no ensaio 02, é possível que parte do potencial produtivo tenha sido comprometido.

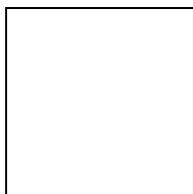
A adubação pode desequilibrar as relações entre nutrientes no solo, levando a uma série de alterações na fisiologia da planta, culminando, muitas vezes, em efeitos depressivos de produção. Uma consequência importante do desequilíbrio nutricional é o aumento da suscetibilidade a doenças nas plantas. Marschner (1995), citado por Theodoro & Maringoni (2006), correlacionou a resistência de plantas a determinados patógenos a fatores ambientais, dentre eles, aqueles que influenciam no estado nutricional da planta. Leite *et al.* (2003) constataram uma relação entre o aumento das concentrações de N e K no tomateiro e o número de frutos com incidência de *Alternaria solani*. Huber & Arny (1985) correlacionaram a nutrição com K com a redução do potencial de inóculo de patógenos e com o acúmulo de fitoalexinas e fenóis ao redor dos sítios de infecção, reduzindo a ocorrência e a severidade de doenças em plantas.

De uma forma geral, a variabilidade dos dados de incremento de produtividade permite concluir que as linhagens analisadas responderam de forma diferenciada ao aumento da adubação, refletindo as distintas composições genéticas desses materiais.

Teores foliares de nutrientes e incremento de índice DRIS

Quanto aos teores foliares de nutrientes (Tabela 06), apesar de a metodologia empregada basear nos índices DRIS para suas inferências, é válido ressaltar que os valores obtidos são inferiores aos relatados em outros trabalhos com tomateiro, como em Costa (1999), Fernandes *et al.* (2002), Haag *et al.* (1981), Rodrigues *et al.* (2002) e Stripari (1999), porém, bastante condizentes com os valores de referência estabelecidos pela Embrapa (1994), principalmente no que se refere às concentrações de N, P e Ca. Faz-se exceção a essas observações ao Fe, cujos altos teores evidenciam uma possível contaminação das folhas com partículas de solo, apesar de todo cuidado dispensado no momento da coleta das amostras.

Tabela 06. Teores foliares médios de nutrientes em 29 (vinte e nove) linhagens de tomateiro rasteiro.



A discrepância entre os teores foliares encontrados nesse trabalho e os relatados na literatura citada pode ser atribuída a alguns fatores:

- diferença na idade da planta quando da realização da amostragem foliar;
- diferenças genéticas entre as linhagens utilizadas nesse trabalho e as cultivares empregadas pelos outros autores;
- condições de cultivo distintas na condução dos experimentos.

As linhagens analisadas apresentaram incrementos de índice DRIS em 5 (cinco) dos 10 (dez) nutrientes analisados, em função do aumento da adubação (Tabela 07). Os incrementos de índice DRIS ocorreram nos seguintes nutrientes: N, P, S, B e Mn. Desses nutrientes, apenas o manganês não foi fornecido pela adubação empregada.

Tabela 07. Incremento de índice DRIS por nutriente em 29 (vinte e nove) linhagens de tomateiro rasteiro.

Linhagem	Incremento do Índice DRIS por Nutriente									
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Mn	Zn
1	132	259	-245	-193	-98	252	230	-187	241	-155
2	159	299	-264	-215	-120	271	274	-190	283	-118
3	130	320	-317	-209	-60	319	288	-207	301	-123
4	113	409	-456	-263	2	534	459	-259	423	-163
5	126	235	-236	-164	-71	200	180	-115	200	-105
6	138	333	-336	-221	-64	359	302	-187	338	-141
7	123	242	-226	-177	-73	230	222	-131	231	-81
8	61	171	-198	-110	-6	192	175	-78	199	-54
9	173	324	-332	-244	-94	335	283	-141	320	-153
10	87	267	-288	-166	-19	285	279	-172	292	-81
11	86	331	-365	-205	3	433	367	-194	383	-129
12	11	569	-694	-323	194	937	753	-395	697	-194
13	100	333	-348	-215	-24	384	349	-248	379	-106
14	234	485	-452	-356	-180	475	478	-373	463	-256
15	59	357	-377	-208	14	444	384	-333	383	-162
16	107	347	-358	-217	-40	387	322	-283	347	-172
17	110	403	-417	-241	-17	430	404	-338	428	-98
18	156	393	-387	-254	-82	377	325	-312	369	-165
19	71	281	-307	-180	-9	339	305	-252	310	-107
20	112	395	-395	-253	-70	463	424	-385	394	-246
21	49	275	-295	-162	-28	336	299	-320	312	-195
22	106	285	-269	-193	-71	306	287	-234	308	-133
23	103	331	-327	-222	-57	370	323	-311	304	-213
24	68	272	-286	-179	-4	350	319	-203	302	-101
25	98	297	-297	-183	-65	326	290	-254	324	-164
26	60	289	-293	-175	-1	364	314	-259	304	-110
27	64	290	-326	-181	34	383	337	-181	306	-74
28	121	325	-332	-220	-39	368	340	-199	325	-104
29	81	324	-346	-200	2	397	350	-239	326	-119

O aumento do índice DRIS em resposta à mudança das condições de cultivo significa uma maior absorção do nutriente em questão.

Observou-se um comportamento semelhante entre as linhagens quanto ao incremento de índice DRIS por nutriente, ou seja, para um determinado nutriente, todas as linhagens apresentaram incrementos ou todas apresentaram decrementos de índice DRIS, variando apenas em seu valor absoluto. Essa observação só não foi válida para o magnésio, para o qual 23 (vinte e três) linhagens apresentaram decrementos de índice DRIS e 6 (seis) apresentaram pequenos valores de incrementos.

Um aumento na adubação tende a ocasionar uma maior absorção dos nutrientes aplicados pelas plantas com reflexos nos valores de índice DRIS desses nutrientes.

Entretanto, nem sempre isso ocorre. 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 (FAGERIA *et al.*, 1999). Várias interações também podem ocorrer entre os nutrientes na solução do solo afetando a disponibilidade desses às plantas.

Entende-se por interação entre nutrientes como sendo a influência ou ação recíproca de um nutriente sobre o outro, ocasionando uma resposta diferencial na absorção desses nutrientes (OLSEN, 1972). 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).

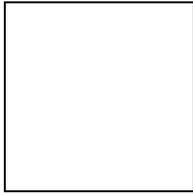
O fato das linhagens apresentarem apenas incrementos ou apenas decrementos de índice DRIS para um determinado nutriente pode ser atribuído a uma alteração na disponibilidade do mesmo ocasionada pela adubação, facilitando ou dificultando, generalizadamente, sua absorção para todas as linhagens.

A adubação pode alterar a disponibilidade dos nutrientes às plantas por duas formas: adicionando o nutriente à solução do solo ou intensificando as interações entre os nutrientes.

A variação de adubação do ensaio 01 para o ensaio 02 alterou diretamente, por adição ao solo, os seguintes nutrientes: N, P, K, Ca, S, B e Cu. As linhagens avaliadas apresentaram incrementos nos índices DRIS em 4 (quatro) dos 7 (sete) nutrientes citados, foram eles o N, P, S e o B. Essa ocorrência pode estar estritamente ligada ao aumento da disponibilidade desses nutrientes às plantas em função da adubação.

Apesar de não conter fontes de manganês, constatou-se incrementos nos índices DRIS desse nutriente, indicando uma maior absorção pelas plantas com o aumento da adubação. Esse fato pode ser explicado pela existência de uma correlação positiva e significativa entre o índice DRIS do Mn e os índices do nitrogênio, fósforo, enxofre e boro (Tabela 08) evidenciando uma interação favorável à disponibilidade do manganês. 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 correlações negativas e significativas com o Ca, K, Cu e Zn (Tabela 08). Entretanto, essas interações não impediram a ocorrência de incrementos de índice DRIS de Mn.

Tabela 08. Matriz de correlação entre índices DRIS em 29 (vinte e nove) genótipos de tomateiro.



R ≥ 0,459, significativo a 1% de probabilidade;
R ≥ 0,356, significativo a 5% de probabilidade.

Além do K, Ca e Cu, a absorção do Mg e do Zn também foi afetada negativamente pelo aumento da adubação.

Dibb & Thompson Jr. (1985) cita a interação competitiva entre os cátions Ca^{2+} , o Mg^{2+} e o 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 + Mg, uma vez que os cátions bivalentes (Ca e Mg) são atraídos com mais força pelas partículas do solo. A sugestão para amenizar o problema seria aumentar a concentração de K.

Entretanto, diferente do esperado e também relatado por Dibb & Thompson Jr. (1985) e Malavolta (1987), os nutrientes K, Ca e Mg não apresentaram coeficientes de correlação negativos de índice DRIS entre si (Tabela 08), o que significa dizer que, nesse experimento, a presença de um desses nutrientes não afetou negativamente a absorção do outro.

O P e o Zn apresentam uma relação de antagonismo, conhecida desde 1936 e seu mecanismo pouco esclarecido. A adubação com Zn seria uma opção para evitar a carência desse nutriente pela planta. O fornecimento de um alto teor de P_2O_5 ao solo em culturas de baixa exportação de P pode induzir a uma baixa absorção de Zn (OLSEN, 1972). Essas circunstâncias se assemelham com as do presente trabalho, no qual uma alta dosagem de P foi estabelecida no ensaio 02 ($600 \text{ kg de } \text{P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$) para cultivo de tomateiro, cultura em que o fósforo fica entre o quinto e sexto entre os nutrientes mais absorvidos (EMBRAPA, 1994; ESPINOZA, 1991; FERNANDES *et al.*, 1975).

O potássio, o cálcio, o cobre e o zinco apresentaram, comumente, correlações negativas e significativas com o nitrogênio, fósforo, enxofre, boro e manganês. Já o magnésio correlacionou-se negativamente apenas com o nitrogênio, enxofre e boro, de

forma significativa (Tabela 08). Essas ocorrências podem ser suficientes para explicar o efeito negativo do aumento da adubação (Ensaio 02) sobre a absorção desses nutrientes.

A menor absorção de K, Ca, Mg, Cu e Zn nas linhagens estudadas pode ter refletido diretamente na produção de frutos, dada a importância metabólica desses nutrientes nas plantas. O K, Ca e o Mg estão entre os nutrientes mais exportados nos frutos de tomate, sendo que eles ocupam a primeira, terceira e quarta colocação nesse *ranking*, respectivamente (EMBRAPA, 1994; ESPINOZA, 1991).

Dessa forma, pode ter ocorrido um efeito “dominó” no cultivo do tomateiro: 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 produtividade.

Os incrementos médios de Índice DRIS de N, P, K, Ca, S, B e Cu foram 100,8, 307, -326, -203,1, 356,3, 310,3 e -230, respectivamente.

Classificação das linhagens

Os dados de incremento de produtividade e incremento do índice DRIS de cada nutriente foram representados graficamente (Figuras de 11 a 17) a fim de facilitar a classificação das linhagens de tomateiro quanto à eficiência na absorção de nutrientes e resposta à adubação, conforme descrito na metodologia aplicada. A classificação das linhagens no presente trabalho considerou apenas aqueles nutrientes fornecidos na adubação.

Nitrogênio

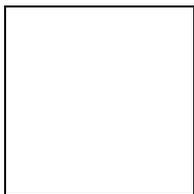


Figura 11. Classificação de 29 linhagens de tomateiro rasteiro quanto à eficiência na absorção de nitrogênio e resposta à adubação.

Para o N, a classificação das linhagens deu-se como descrito abaixo:

- Eficientes na absorção de N e responsivas à adubação (EA & RA): linhagens de nº 03, 04, 05, 09 e 22;

- Eficientes na absorção de N e não responsivas à adubação (EA & NRA): linhagens de nº 01, 02, 06, 07, 14, 16, 17, 18, 20, 23 e 28;
- Não eficientes na absorção de N e responsivas à adubação (NEA & RA): linhagens de nº 10, 13, 15, 21, 25, 27 e 29;
- Não eficientes na absorção de N e não responsivas à adubação (NEA & NRA): linhagens de nº 08, 11, 12, 19, 24 e 26.

Como se pode observar, a classe EA & RA conteve o menor número de linhagens, cinco apenas, fato já esperado, uma vez que é a melhor classificação dentro dos parâmetros considerados. Por outro lado, a classe EA & NRA apresentou o maior número, onze linhagens.

Fósforo

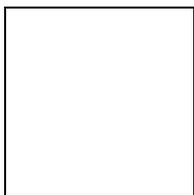


Figura 12. Classificação de 29 linhagens de tomateiro rasteiro quanto à eficiência na absorção de fósforo e resposta à adubação.

A classificação das linhagens quanto à eficiência na absorção de fósforo e resposta à adubação segue abaixo:

- Eficientes na absorção de P e responsivas à adubação (EA & RA): linhagens de nº 03, 04, 09, 13, 15 e 29;
- Eficientes na absorção de P e não responsivas à adubação (EA & NRA): linhagens de nº 06, 11, 12, 14, 16, 17, 18, 20, 23,e 28;
- Não eficientes na absorção de P e responsivas à adubação (NEA & RA): linhagens de nº 05, 10, 21, 22, 25 e 27;
- Não eficientes na absorção de P e não responsivas à adubação (NEA & NRA): linhagens de nº 1, 2, 7, 8, 19, 24 e 26.

Novamente, a classe que enquadrou o maior número de linhagens foi a EA & NRA, com um total de nove, e as com menor número foram as EA & RA e NEA & RA, com seis linhagens cada.

Diferentes capacidades de absorção de fósforo entre genótipos de tomateiro são relatadas na literatura. Alvarez *et al.* (2002), trabalhando com as cultivares comerciais de tomateiro Santa Cruz e Santa Clara, observaram superioridade da primeira quanto à eficiência na utilização do fósforo acumulado na planta e na eficiência na absorção desse nutriente proveniente do fertilizante aplicado. Concluíram, também, que as cultivares respondem de forma diferente à adubação com fósforo, enfatizando a importância desse tipo de trabalho nos programas de melhoramento genético de tomateiro.

Hocking *et al.* (1997), citado por Fernandes & Muraoka (2002), atribuem às diferenças morfológicas e densidade de pelos no sistema radicular a capacidade diferenciada das plantas em absorver fósforo no solo. A excreção de ácidos orgânicos pelas raízes é tida como um mecanismo de liberação do P “fixado” a minerais de Fe e Al no solo. O feijão guandu (*Cajanus cajan*) é um exemplo típico de plantas que possuem esse mecanismo (OTANI *et al.*, 1996).

Potássio

As linhagens foram classificadas quanto à eficiência na absorção de potássio e resposta à adubação, distribuindo-se da seguinte forma:

- Eficientes na absorção de K e responsivas à adubação (EA & RA): linhagens de nº 03, 05, 10, 21, 22 e 25;
- Eficientes na absorção de K e não responsivas à adubação (EA & NRA): linhagens de nº 01, 02, 07, 08, 19, 24 e 26;
- Não eficientes na absorção de K e responsivas à adubação (NEA & RA): linhagens de nº 04, 09, 13, 15, 27 e 29;
- Não eficientes na absorção de K e não responsivas à adubação (NEA & NRA): linhagens de nº 06, 11, 12, 14, 16, 17, 18, 20, 23 e 28.

Das vinte e nove linhagens analisadas, dez foram classificadas como NEA & NRA para o potássio, evidenciando um desempenho menor dos genótipos testados quando comparado ao desempenho para o nitrogênio e o fósforo.

As classes EA & RA e EA & NRA enquadraram seis linhagens cada, número próximo ao obtido para os outros nutrientes.

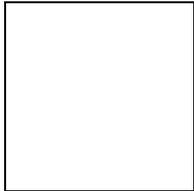


Figura 13. Classificação de 29 linhagens de tomateiro rasteiro quanto à eficiência na absorção de potássio e resposta à adubação.

Cálcio

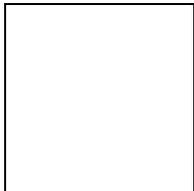


Figura 14. Classificação de 29 linhagens de tomateiro rasteiro quanto à eficiência na absorção de cálcio e resposta à adubação.

Para o cálcio, as linhagens foram classificadas como:

- Eficientes na absorção de Ca e responsivas à adubação (EA & RA): linhagens de nº 05, 10, 21, 22, 25, 27 e 29;
- Eficientes na absorção de Ca e não responsivas à adubação (EA & NRA): linhagens de nº 01, 07, 08, 19, 24 e 26;
- Não eficientes na absorção de Ca e responsivas à adubação (NEA & RA): linhagens de nº 03, 04, 09, 13 e 15;
- Não eficientes na absorção de Ca e não responsivas à adubação (NEA & NRA): linhagens de nº 02, 06, 11, 12, 14, 16, 17, 18, 20, 23 e 28.

Onze linhagens apresentaram-se como NEA & NRA. Entretanto, observou-se um bom desempenho, uma vez que sete linhagens foram classificadas como EA & RA.

Não foi observado nesse experimento nenhum sintoma visual nítido de deficiência de cálcio, como a podridão estilar dos frutos, apesar da ocorrência de decrementos de índice DRIS desse nutriente. Esse fato demonstra, mesmo apresentando menores teores nas folhas com o aumento da adubação, uma baixa possibilidade do Ca ter sido limitante para a expressão do potencial produtivo das linhagens.

Enxofre

Pouca importância é dada ao enxofre nos programas de adubação e trabalhos com eficiência de absorção e resposta ao fornecimento desse nutriente. O fato do enxofre

acompanhar outros nutrientes na adubação devido as fontes empregadas (sulfato de amônio, sulfato de magnésio, superfosfato simples, etc) ameniza os problemas de carência nas lavouras, levando, muitas vezes, a uma equivocada conclusão de ausência de resposta das culturas à adubação com S.

A ocorrência de baixos teores de enxofre no solo pode ser suficiente para inibir o aparecimento de sintomas visuais de deficiência, porém, pode não ser o bastante para evitar a ocorrência da chamada “fome oculta” que compromete a produtividade das culturas de forma imperceptível. A resposta à aplicação de gesso em função da melhoria do ambiente radicular e do fornecimento enxofre (RAIJ, 1991), reflete o quanto pode ser importantes trabalhos com esse nutriente.

Assim como para os outros nutrientes considerados, a capacidade de absorção de enxofre foi bastante diferenciada entre as linhagens, apesar de uma tendência de aglomeração próximo ao ponto de intersecção dos eixos de incremento de índice DRIS e de produtividade (Figura 15).

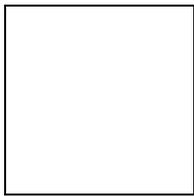


Figura 15. Classificação de 29 linhagens de tomateiro rasteiro quanto à eficiência na absorção de enxofre e resposta à adubação.

O enxofre, juntamente com o nitrogênio, o boro e o cobre, apresentou o menor número de linhagens EA & RA, a saber:

- Eficientes na absorção de S e responsivas à adubação (EA & RA): linhagens de nº 04, 13, 15, 27 e 29;
- Eficientes na absorção de S e não responsivas à adubação (EA & NRA): linhagens de nº 06, 11, 12, 14, 16, 17, 18, 20, 23, 24, 26 e 28;
- Não eficientes na absorção de S e responsivas à adubação (NEA & RA): linhagens de nº 03, 05, 09, 10, 21, 22 e 25;
- Não eficientes na absorção de S e não responsivas à adubação (NEA & NRA): linhagens de nº 01, 02, 07, 08, 19 e 24.

Observou-se que os teores foliares de enxofre aumentaram com a adubação, gerando incrementos de índice DRIS.

H. Filho *et al.* (2006), avaliando o efeito da fertirrigação de N e K₂O na absorção de macronutrientes da gravioleira, não observaram em nenhum tratamento deficiência de

enxofre, evidenciando que o N e o K não interferem negativamente na absorção desse nutriente pela cultura.

Boro

A avaliação das linhagens quanto à absorção de boro e resposta à adubação gerou resultados bastante semelhantes aos do enxofre. A análise dos gráficos de enxofre e boro (Figuras 15 e 16) permite notar essa semelhança de comportamento dos genótipos de tomateiro, onde até mesmo os valores de incrementos de índice DRIS são próximos. É possível, portanto, que além dos coeficientes de correlação com os demais nutrientes tenha ocorrido uma gama de fatores, comuns ao B e ao S, que interferiram na absorção desses nutrientes pelo tomateiro, inclusive aqueles morfológicos e fisiológicos inerentes ao genótipo.

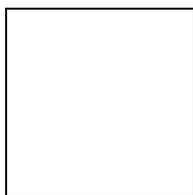


Figura 16. Classificação de 29 linhagens de tomateiro rasteiro quanto à eficiência na absorção de boro e resposta à adubação.

A classificação quanto à eficiência na absorção de boro e resposta à adubação coincidiu com a classificação para o enxofre, com exceção das linhagens de nº 06 e 24. Para o boro, a linhagem nº 06 mostrou-se eficiente na absorção e, a de nº 24, não eficiente. Para o enxofre, o comportamento foi o inverso. Ambas as linhagens foram classificadas como não responsivas à adubação.

O boro 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 (MELO *et al.*, 2005). Em cultivos na região dos cerrados a adubação com boro passa a ser relevante devido à baixa fertilidade natural desses solos e da estreita relação do boro com a absorção de cálcio (FUMES, 1986).

Malavolta (1987) chama a atenção para a relação Ca:Mg no solo na interferência de absorção de alguns nutrientes, dentre eles o boro, por meio de processos de antagonismo, inibição competitiva e não competitiva e sinergismo. Moreira *et al.* (2000)

relatam a diminuição da absorção de boro quando aplicado $7.800 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de calcário com relação Ca:Mg de 3:1.

Nesse experimento, o aumento da adubação no ensaio 02 alterou também a relação Ca:Mg, uma vez que as fontes de nutrientes aplicadas continham Ca e não continham Mg. Dessa forma, a absorção diferenciada de boro pelas linhagens pode ser atribuída à reação de cada genótipo de tomateiro frente à nova relação entre nutrientes estabelecida no ensaio 02.

Cobre

Quanto ao cobre, as linhagens foram classificadas como segue:

- Eficientes na absorção de Cu e responsivas à adubação (EA & RA): linhagens de nº 03, 05, 09, 10 e 27;
- Eficientes na absorção de Cu e não responsivas à adubação (EA & NRA): linhagens de nº 01, 02, 06, 07, 08, 11, 24 e 28;
- Não eficientes na absorção de Cu e responsivas à adubação (NEA & RA): linhagens de nº 04, 13, 15, 21, 22, 25 e 29;
- Não eficientes na absorção de Cu e não responsivas à adubação (NEA & NRA): linhagens de nº 12, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 23 e 26.

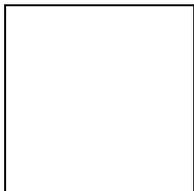


Figura 17. Classificação de 29 linhagens de tomateiro rasteiro quanto à eficiência na absorção de cobre e resposta à adubação.

Segundo Malavolta (1987), o cobre estabelece interação de antagonismo com o cálcio e de inibição competitiva com o zinco. Entretanto, não se observou nesse experimento uma correlação negativa entre o índice DRIS desses três nutrientes, descartando a possibilidade de que uma interação antagônica entre eles tenha sido responsável pela geração de decrementos de índice DRIS de cobre.

Soares *et al.* (2000) constataram diferença na sensibilidade à toxidez por cobre entre duas espécies de eucalipto, possivelmente devido a uma absorção diferenciada do nutriente pelos genótipos.

Analisando a eficiência de absorção, constatou-se que as linhagens diferenciaram entre si na capacidade de absorção de todos os nutrientes considerados. Os gráficos apresentados (Figuras 11 a 17) demonstram bem esse comportamento, sendo que para alguns nutrientes, como o K, S e B, as linhagens apresentaram uma maior tendência de se acumularem próximas ao ponto de intersecção entre os eixos de incremento de produtividade e incremento de índice DRIS, significando uma maior proximidade entre os dados obtidos.

As Figuras de 18 e 19 representam graficamente a freqüência com que as linhagens mostraram-se eficientes na absorção dos nutrientes analisados, juntamente com a resposta à adubação, permitindo identificar quais foram os melhores e os piores genótipos.

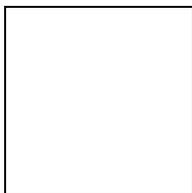


Figura 18. Linhagens de tomateiro responsivas à adubação *versus* freqüência de eficiência de absorção dentre os nutrientes analisados.

Dentre os genótipos eficientes na absorção de nutrientes e responsivos à adubação, a linhagem 27 foi a que melhor desempenho obteve, mostrando-se eficiente na absorção de 71,43% dos nutrientes considerados, seguida pelas linhagens 03, 04, 05 e 29, todas com uma freqüência de 57,14% (Figura 18).

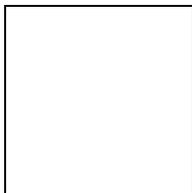


Figura 19. Linhagens de tomateiro não responsivas à adubação *versus* freqüência de eficiência de absorção dentre os nutrientes analisados.

A linhagem 28 mostrou-se, também, bastante promissora, sendo eficiente na absorção de 71,43% dos nutrientes considerados. Porém, foi considerada não responsiva à adubação. As linhagens 01, 06, 07, 11, 14, 16, 17, 18, 19, 23, 24 e 26 também merecem destaque dentro das não responsivas, apresentado 57,14% de freqüência (Figura 19).

Os dados gerados apontam um bom potencial das linhagens avaliadas para eficiência na absorção de nutrientes e resposta à adubação.

A seleção de genótipos superiores quanto à absorção de nutrientes e resposta à adubação é de grande valia em trabalhos de melhoramento genético com plantas, possibilitando que “novos horizontes” sejam explorados nessa área. Assim, os melhoristas

têm condições de trabalhar essas características nas cultivares a serem lançadas comercialmente por meio do direcionamento dos cruzamentos de seus parentais. Exemplificando a situação, uma linhagem de tomateiro altamente responsiva à adubação, porém, de baixa eficiência na absorção de nutrientes, pode ser combinada com outra linhagem eficiente na absorção de nutrientes, resultando num híbrido “F1” com probabilidade de ser altamente produtivo e com um bom potencial de absorção de nutrientes.

Considerando a existência de outras metodologias com o mesmo propósito da metodologia aqui apresentada, é pertinente fazer algumas observações levando-se em conta os princípios que norteiam cada uma.

A metodologia empregada nesse trabalho mostrou-se sensível o bastante para identificação de genótipos de tomateiro com capacidade diferenciada de absorção de nutrientes e resposta à adubação.

A utilização do DRIS para a finalidade aqui proposta é pioneira no meio científico. Oliveira *et al.* (2001) desenvolveram a metodologia frente à necessidade de interpretar um banco de dados de teores foliares de nutrientes em progênies de eucalipto, quanto à eficiência na absorção de fósforo e potássio. Silveira & Malavolta (2003), trabalhando com as mesmas progênies de eucalipto em solução nutritiva, confirmaram a validade dos dados obtidos por Oliveira *et al.* (2001).

Fernandes & Muraoka (2002), avaliando a absorção de fósforo por híbridos de milho em solos de cerrado, consideraram que uma maior diferença de absorção de P pela mesma cultivar em dois ambientes distintos de cultivo quanto à disponibilidade desse nutriente pode significar uma baixa eficiência de absorção pelo híbrido avaliado.

Fageria & Kluthcouski (1980) desenvolveram metodologia adequada aos programas de melhoramento de plantas para a seleção de genótipos eficientes e responsivos ao nutriente. A eficiência na utilização do nutriente foi definida pela média de produtividade de grãos no nível baixo do nutriente e a resposta ao nutriente foi obtida pela diferença entre a produtividade de grãos nos dois níveis do nutriente dividida pela diferença entre as doses do nutriente. Baseado nessa metodologia, Guimarães *et al.* (2001) avaliaram a eficiência da utilização de nitrogênio em populações de milho, considerando que plantas mais eficiente na utilização de N tendem a se destacar em ambientes com baixo teor desse nutriente. Presume-se, portanto, que quando as mesmas são cultivadas com um fornecimento adequado de N há uma tendência dessas se igualarem com as demais quanto à absorção de nitrogênio. Dessa forma, é esperado que no cultivo em dois

ambientes distintos quanto à disponibilidade de um determinado nutriente haja uma menor diferença entre os teores foliares desse nutriente nos genótipos considerados eficientes do que naqueles de baixa eficiência na absorção do nutriente em questão, de um ambiente para o outro.

Esses fundamentos empregados nos trabalhos citados não são os mesmos considerados na interpretação dos dados para avaliação da eficiência de absorção de nutrientes sugerida pela metodologia utilizada nesse trabalho. Considerou-se aqui que quanto maior o incremento de índice DRIS para um determinado nutriente, calculado pela diferença entre os índices DRIS obtidos numa situação de alta disponibilidade e os obtidos noutra de baixa disponibilidade do nutriente, maior a eficiência na absorção do nutriente considerado pelo genótipo avaliado.

É pertinente ressaltar que Guimarães *et al.* (2001) também se utilizaram da expressão gráfica dos dados obtidos na população de milho avaliada para classificar os genótipos quanto à eficiência e resposta a utilização do N, utilizando no eixo das abcissas os níveis de eficiência, e nas ordenadas a resposta à adubação. Esse recurso é semelhante ao empregado no presente trabalho.

Portanto, é necessário que essa nova metodologia seja mais estudada para que seja utilizada como ferramenta de seleção de genótipos vegetais quanto à eficiência na absorção e resposta à adubação com um determinado nutriente.

CONCLUSÕES

1. As linhagens avaliadas de tomateiro para industrialização diferenciaram entre si quanto à eficiência na absorção de todos os nutrientes considerados e resposta à adubação;
2. Foram consideradas responsivas à adubação e eficientes na absorção de nutrientes as seguintes linhagens: as de nº 3, 4, 5, 9 e 22, para o nitrogênio; 3, 4, 9, 13, 15 e 29, para o fósforo; 3, 5, 10, 21, 22, 25 e 27, para o potássio; 5, 10, 21, 22,

25, 27 e 29, para o cálcio; 4, 13, 15, 27 e 29, para o enxofre e boro; 3, 5, 9, 10 e 27, para o cobre;

3. As linhagens com os melhores desempenhos na avaliação foram as de nº 27, eficiente na absorção de 71,43% dos nutrientes considerados, e as de nº 03, 04, 05 e 29, com uma frequência de 57,14%, todas responsivas à adubação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, V. F. C.; DUETE, R. R. C.; MURAOKA, T.; DUETE, W. L. C.; ABREU Jr., C. H. Utilização de fósforo do solo e do fertilizante por tomateiro. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, SP, v.59, n.1, p.167-172, mar. 2002.

CHITOLINA, J. C.; PRATA, F.; SILVA, F. C.; MURAOKA, T.; VITTI, A. C. Amostragem, acondicionamento e preparo de amostras de solo para análise de fertilidade. In: SILVA, F. C. (Org.) Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. EMBRAPA SOLOS-CNPS, EMBRAPA INFORMÁTICA AGROPECUÁRIA – Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. p. 11-48.

COLTMAN, R.R.; GERLOFF, G.C.; GABELMAN, W.H. Differential tolerance of tomato strains to maintained and deficient levels of phosphorus. *Journal of American Society for Horticultural Science*, v.110, p.140-144, 1985.

COSTA, P. C. Relações N:K:Ca na qualidade de frutos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) híbrido Momotaro, em cultivo hidropônico. 1999. 73f. Tese (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu.

DIBB, D. W.; THOMPSON JR.; W. R. Interaction of potassium with other nutrients. In: MUNSON, R. D. (Ed.) Potassium in agriculture. Madison: ASA, CSSA, SSA, p.515-533, 1985.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamentos e Conservação de Solos. Rio de Janeiro. Manual de Métodos de Análise de Solo, Rio de Janeiro, 1979.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Cultivo do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) para industrialização. EMBRAPA – CNPH, Brasília, jan. 1994. 36 p. (Instruções técnicas da Embrapa Hortaliças, 12).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema brasileiro de classificação de solos. EMBRAPA SOLOS – CNPS. 2 ed. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006a. 306 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Irrigas – sistema gasoso de controle de irrigação. EMBRAPA HORTALIÇAS – CNPH. Disponível em <<http://www.cnph.embrapa.br>> Acesso em 02 nov. 2006b.

ESPINOZA, W. Manual de produção de tomate industrial no Vale do São Francisco. Brasília: IICA, CODEVASF, 1991. 301 p.

FAGERIA, N. D; KLUTHCOUSKI, J. Metodologia para avaliação de cultivares de arroz e feijão para condições adversas de solo. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1980. 22p.

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 de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 294 p.

FERNANDES, A. A.; MARTINEZ, H. E. P.; FONTES, P. C. 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.

FERNANDES, P.D.; CHURATA-MASCA, M.G.C.; OLIVEIRA, G.D.; HAAG, H.P. Absorção de nutrientes pelo tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) em cultivo rasteiro. In: Nutrição mineral de hortaliças: XXVII. Anais da ESALQ, v.32, p.595-608, 1975.

FILGUEIRA, F.A.R.; OBEID, P. C.; MORAIS, H. J.; SANTOS, W. V.; BARBOSA, V. Sugestões de adubação para hortaliças – tomate rasteiro. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação. Viçosa, MG, 1999. p. 205-206.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. Anuário da agricultura brasileira. Tomate. São Paulo, 10ª ed. 2005. p. 497-502.

FRANÇA, F. H.; VILLAS BOAS, G. L.; CASTELO BRANCO, M.; MEDEIROS, M. A. Manejo integrado de pragas. In: SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. Tomate para processamento industrial. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia/ Embrapa Hortaliças, 2000. p. 112-127.

FUMES, M. E. Estudo de ocorrência da podridão interna em frutos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) : efeitos de doses de nitrogênio, potássio e boro e fontes de cálcio. 1986. 84 f. Tese (Mestrado) – UNESP, Botucatu – SP.

GUIMARÃES, L. J. M.; MIRANDA, G. V; MACHADO, A. T.; SOUZA, L. V; MELO, A. V.; DONÁ, A. A.; MARCASSO, R. C. Avaliação de populações de milho para a eficiência e resposta a utilização do nitrogênio. Disponível em: <http://www.ufv.br/dft/milho/24_cnms-02.htm>. Acesso em 20 de março de 2007.

H. FILHO, R. S. F.; SOUSA, V. F.; AZEVEDO, B. M. Efeitos da fertirrigação de N e K₂O na absorção de macronutrientes pela graviroleira. Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental, Campina Grande, PB, v. 10, n. 1, p.43-49, mar. 2006.

HAAG, P.H.; OLIVEIRA, G.D.; BARBOSA, V.; SILVA NETO, J.M. Marcha de absorção dos nutrientes pelo tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) destinado ao processamento industrial. In: HAAG, H.P.; MINAMI, K. Nutrição mineral de hortaliças. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1981. p. 447-474.

HORTS, W.J.; WIESLER F. Genotypic differences in acquisition and utilization of phosphorus in wheat. In: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Isotope studies on plant productivity. Vienna: IAEA, 1996. p.73-87. (TECDOC, 889)

HUBER, D. M.; ARNY, D. C. Interactions of potassium with plant disease. In: MUNSON, R.D. (Ed.) Potassium in agriculture. Madison: ASA, CSSA, SSA, p. 467-488, 1985.

LEAL, N.R. Comparação da produtividade do cultivar de tomate Alcobaça com três cultivares do tipo Santa Cruz, na Baixada Fluminense. Revista Ceres, v.20, p.65-67, 1973.

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 tomate. Horticultura Brasileira, Brasília, DF, v. 21, n. 3, p.448-451, set. 2003.

- MALAVOLTA, E. Nutrição mineral das plantas. In: Curso de Atualização em Fertilidade do Solo. 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 – SP: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.
- 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. p. 101-132.
- MINAMI, K.; HAAG, H. P. O tomateiro. 2 ed. Campinas: Fundação Cargill, 1980, 397 p.
- MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; MURAOCA, T.; CARMO, C. A. F. S.; MELLO, W. J. Análises químicas de tecido vegetal. In: SILVA, F. C. (Org.) Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. EMBRAPA SOLOS-CNPS, EMBRAPA INFORMÁTICA AGROPECUÁRIA – Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. p. 171-224.
- 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.
- OLIVEIRA, S. A.; GAVA, J. L.; ODA, S.; MELLO, E. J. Seleção de progênies de eucalipto quanto à eficiência na absorção de fósforo e potássio. In: XXVIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo (Anais), Londrina, PR, 2001. p. 203.
- OLSEN, S. R. Micronutrients interactions. In: MONTVERDT, J. J.; GIORDANO, P. M.; LINDSAY, W. L. (eds). Micronutrients in agriculture. Soil Science of America Monographs Madison (Wisconsin), p. 243-288, 1972.
- OTANI, T.; AE, N.; TANAKA, M. Phosphorus uptake mechanisms of crop growth in soil with low P status. Soil Science and Plant Nutrition, v. 42, p. 553-560, 1996.
- PASSOS, R. F. Efeito da adubação nitrogenada e da calagem no balanço nutricional e na produtividade do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill. Cv. Andino). 1999. 123 f. Tese (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- PEIXOTO, J.R.; OLIVEIRA, C.M.; SILVA, R.P.; ANGELIS, B.; CECÍLIO FILHO, B.A. Avaliação de genótipos de tomateiro tipo santa cruz no período de inverno, em Araguari, MG. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.34, p. 2247-2251, 1999.
- PENDIAS, A. K.; PENDIAS, H. Trace elements in soils and plants. Boca Raton : CRC, 1984. 315p.

RAIJ, B. v. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: Ceres, Potafos, 1991. 343 p.

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.

SANZONOWICZ, C. Amostragem de solos, corretivos e fertilizantes. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.). *Cerrado: correção do solo e adubação*. 2ª ed. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 63-80.

SILVA, A. E.; GABELMAN, W.H. Screening maize inbred lines for tolerance to low-P stress condition. *Plant and Soil*, v.146, p.181-187, 1992.

SILVA, F. C.; EIRA, P. A.; RAIJ, v. B.; SILVA, C. A.; ABREU, C. A.; GIANELLO, C.; PÉREZ, D. V.; QUAGGIO, J. A.; TEDESCO, M. J.; ABREU, M. F.; BARRETO, W. O. Análises químicas para avaliação da fertilidade do solo. In: SILVA, F. C. (Org.) *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. EMBRAPA SOLOS-CNPS, EMBRAPA INFORMÁTICA AGROPECUÁRIA – Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. p. 75 - 170.

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-CNPQ, 1994. 36 p. (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, R.P. Avaliação de genótipos de tomate tipo Santa Cruz, no período de verão em Araguari - MG. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 1996. 31p.

SILVEIRA, R. L. V. A.; MALAVOLTA, E. Produção e características químicas da madeira juvenil de progênies de *Eucalyptus grandis* em função das doses de potássio na solução nutritiva. *Scientia Florestalis*, n. 63, p. 115-135, jun. 2003.

SOARES, C. R. F. S.; SIQUEIRA, J. O.; CARVALHO, J. G. Crescimento e nutrição mineral de *Eucalyptus maculata* e *Eucalyptus urophylla* em solução nutritiva com concentração crescente de cobre. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, Campinas, SP, v. 12, n. 3, p. 213-225, 2000.

SOARES, E.; LIMA, L.A.; MISCHAN, M.M.; MELLO, F.A.F.; BOARETTO, A.E. Efeito da relação entre teores trocáveis de Ca e Mg do solo na absorção de K por plantas de centeio. *Revista de Agricultura*, v.58, p.315-330, 1983.

STRIPARI, P. C. Vibração e fitorregulador na frutificação do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Híbrido House Momotaro em ambiente protegido. 1999. 60f. Tese (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu.

THEODORO, G. F.; MARINGONI, A. C. Efeito de doses de potássio na severidade da murcha-de-curtobacterium em cultivares de feijoeiro comum. Summa phytopathol, v. 32, n. 2, p.139-146, jun. 2006.