

## FERTILIDADE DO SOLO E RENDIMENTO DO TOMATEIRO EM ESTUFA DE PLÁSTICO

### SOIL FERTILITY AND TOMATO YIELD UNDER PLASTIC GREENHOUSES

Juceli Vicente Rigue Vedum<sup>1</sup>    Hardi Rene Bartz<sup>2</sup>

#### RESUMO

O objetivo deste experimento foi avaliar a resposta à adubação mineral do tomateiro cultivado no interior de estufa de plástico em solo Podzólico vermelho-amarelo de textura média e também avaliar a fertilidade do solo nas estufas da região de abrangência da Emater Regional de Santa Maria. Os tratamentos consistiram de 0, 1, 3 e 5 vezes a recomendação de adubação, no delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições. O experimento foi realizado em dois períodos, com semeaduras em 19 de agosto de 1995 (período inverno-primavera) e 3 de fevereiro de 1996 (período outono-inverno). Utilizou-se o híbrido Monte Carlo do grupo Salada, com hábito de crescimento indeterminado, conduzido com uma haste por planta e com espaçamento de 1,0m entre fileiras e 30cm entre plantas. Para avaliar a fertilidade do solo no interior das estufas de 40 municípios mais representativos da plasticultura da região, amostras de solo foram retiradas a 5cm da base da planta, nas profundidades de 0-10cm e 10-20cm e, posteriormente determinou-se os teores de P, K, Ca, Mg, Al, %M.O., teor de argila e pH em água. O ajuste matemático do rendimento de frutos do tomateiro em função das doses de adubação, na análise conjunta dos experimentos, permitiu a obtenção do ponto de máxima eficiência técnica situado em 2,87 vezes a recomendação de adubação. Constatou-se que a média do pH no interior das estufas amostradas em 40 municípios, foi inferior a 5,5, nas profundidades de 0-10cm e 10-20cm. Os teores médios de P, K, Ca e Mg, nas duas profundidades, situaram-se na classe de disponibilidade alta.

**Palavras-chave:** adubação, fertilidade do solo, horticultura, estufa de plástico

#### SUMMARY

An experiment under plastic greenhouse was carried out to evaluate tomato productivity in response to mineral fertiliza-

tion and also to evaluate the soil fertility in greenhouse of 40 counties. The treatments tested were: 0, 1, 3 and 5 times the amount of currently recommended fertilizer. The experiment was conducted on a Hapludalf soil (red-yellow podzolic). A hybrid seed (Monte Carlo, salad group) was grown in two different dates in August 19, 1995 (Winter-Spring) and on February 03, 1996 (Autumn-Winter). One stem per plant was maintained in a 1.0m x 0.3m between plants. A soil fertility survey was conducted by taken soil samples of 40 counties. Soil samples were taken from 0-10cm and 10-20cm soil depth and 5 cm away from the plant. Concentration of P, K, Ca, Mg, pH and clay content were determined. The fitted mathematical model of tomato yield and fertilizer amount indicated that the maximum technical efficiency was 2.87 times the usual recommendation. The survey indicated the pH average values lower than 5.5 in the two sampled depths. The concentration of P, K, Ca and Mg in all location and depths were considered high.

**Key words:** fertilization, soil fertility, horticulture, plastic greenhouse.

#### INTRODUÇÃO

No Rio Grande do Sul, o cultivo de espécies exigentes em temperaturas elevadas em condições naturais, fica restrito aos meses mais quentes do ano. O uso de plásticos na agricultura, em estufas e túneis altos e baixos, é uma alternativa na proteção das culturas às adversidades climáticas, permitindo a produção nos períodos de entressafra e possibilitando uma regularização da oferta com a melhoria da qualidade dos produtos. Nas estufas da região de Santa Maria são cultivados basicamente tomate, pepino para

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestre, Bolsista Recém-Mestre da FAPERGS, Departamento de Solos, Centro de Ciências Rurais (CCR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900 - Santa Maria, RS.

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestre, Professor Adjunto do Departamento de Solos, CCR, UFSM. Autor para correspondência.

conserva, feijão de vagem e alface. O tomate é a principal cultura, representando aproximadamente 80% da área cultivada.

Monitoramento realizado pela EMATER Regional de Santa Maria evidencia que apenas 10% do consumo semanal de hortigranjeiros é produzido na região. O índice de importação, portanto, é muito elevado, sendo maior ainda no período de entressafra para vários produtos.

Vários problemas tem sido observados nos cultivos em ambientes protegidos, com diminuição do rendimento das culturas. As dificuldades intensificaram-se especialmente devido a ocorrência de pragas, doenças e à ausência de recomendações de adubação para este tipo de cultivo. Existe, portanto, a necessidade de estudos visando solucionar estes problemas, uma vez que a produtividade dos cultivos nestes ambientes é elevada, além do manejo diferenciado em relação ao cultivo convencional.

Um dos problemas na recomendação de adubação para olerícolas é que a maioria dos experimentos são realizados em solos de baixa fertilidade, ou seja, solos tipicamente ainda não cultivados. No entanto, o sistema usado pela maioria dos olericultores é o do cultivo intensivo, onde existe poucas informações sobre a quantidade de adubação a ser utilizada (TAKAZAKI & VECCHIA, 1993).

Os problemas de fertilidade do solo no cultivo em ambientes protegidos poderão ser ainda maiores do que os do cultivo intensivo a céu aberto pois, pela proteção proporcionada contra as chuvas, a lixiviação de nutrientes pode ser minimizada, aumentando a sua concentração na camada do solo explorado pelo sistema radicular (TAKAZAKI & VECCHIA, 1993). Esses autores citam ainda que o potencial de produtividade do tomate em estufa chega a 360t/ha nos países da Europa, 250t/ha no Chile e 75t/ha em alguns campos de produção no Brasil. Segundo CALVETE *et al.* (1992), no Estado do RS, os resultados de rendimento alcançados são de até 160t/ha.

O tomateiro é uma cultura exigente em nutrientes e por isso é uma das que apresentam grande resposta à adubação mineral (FILGUERA, 1972). O mesmo autor relata que a maioria dos tomaticultores técnicos desconsidera a fertilidade natural do solo, pelo menos em termos de macronutrientes. Neste sentido, TAKAHASHI (1993) coloca que os tomaticultores

necessitam quantificar a necessidade de adubação e o modo de aplicação dos nutrientes tanto no plantio como em cobertura.

RAIJ (1993) afirma que a disparidade nas recomendações de adubação em olericultura é consequência da falta de experimentação e, até, de critérios ao estabelecer as quantidades de fertilizantes a aplicar. Os extensionistas ligados aos programas de plasticultura apresentam restrições às recomendações de adubação mineral apresentadas no Boletim de Recomendações de Adubação e Calagem para os solos do RS e SC presentes na COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO RS E SC (1995). Segundo estes extensionistas, as quantidades de fertilizantes indicadas nestas tabelas estão muito baixas para os patamares de produtividade do tomateiro em condições de estufas, constituindo-se em um dos principais fatores limitantes nesta atividade.

O objetivo deste experimento foi avaliar a resposta do tomateiro conduzido em ambiente protegido a diferentes quantidades de adubações do solo e também avaliar a fertilidade atual de diferentes solos da área de abrangência da EMATER Regional de Santa Maria, cultivados com culturas olerícolas utilizando ambientes protegidos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento com diferentes doses de adubação foi implantado em estufa localizada em área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, em duas épocas, com semeadura em 19 de agosto de 1995 (denominado período inverno-primavera) e 3 de fevereiro de 1996 (denominado período outono-inverno). A estufa foi construída sobre um solo Podzólico vermelho-amarelo pertencente a unidade de mapeamento São Pedro. Os resultados da análise do solo do local do experimento são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Características químicas e físicas do solo da estufa, na profundidade de 0-20cm.

Ano	Argila %	pH H <sub>2</sub> O 1:1	Índice SMP	P ----mg/l ----	K ----	M.O. %(m/V)	Al <sup>+++</sup> -----cmol/l-----	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>
1995	28	5,6	6,4	80,5	265	2,7	0,0	7,8	3,1
1996	28	6,0	6,4	63,5	140	2,5	0,0	10,2	4,1

Os tratamentos constituíram de zero (T0), uma (T1), três (T3) e cinco (T5) vezes a recomendação de adubação oficial para a cultura do tomateiro proposta pela COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO RS/SC (1995). Os tratamentos foram aplicados em parcelas de 3,25m de comprimento por 1,0m de largura (3,25m<sup>2</sup>), dispostas no delineamento experimental inteiramente casualizado. As quantidades de fertilizantes simples usadas para compor os tratamentos são apresentadas na Tabela 2. Após preparar o solo com motocultivador, aplicou-se manualmente as adubações, de forma localizada, em sulcos de aproximadamente 10cm de profundidade. Após recobriu-se os adubos com solo, formando um camalhão, sobre o qual foi colocada a mangueira de irrigação por gotejamento, que posteriormente foi recoberto com lona plástica preta perfurada a cada 30cm. As mudas foram transplantadas no espaçamento de 30cm entre plantas e 100cm entre filas, nos períodos de inverno-primavera (14 de setembro de 1995) e outono-inverno (29 de fevereiro de 1996), quando as mudas apresentavam de 4 a 5 folhas definitivas. Por fim, instalou-se os tensiômetros, a partir dos quais monitorou-se o teor de umidade do solo para fins de irrigação. A cultivar de tomate selecionada foi a Montecarlo, do grupo salada, distribuída em um espaçamento de 30cm entre plantas e 1,0m entre filas. A fixação vertical da planta efetuou-se por meio de um fio de ráfia preso na base da planta e por um fio de arame com altura de 1,20m do solo.

Tabela 2 - Quantidade de nitrogênio (uréia), fósforo (superfosfato triplo) e potássio (cloreto de potássio) utilizados na mistura para a composição dos tratamentos (g/m linear de sulco).

Tratamentos	Nitrogênio	Fósforo	Potássio
T0*	--	--	--
T1(1X) T1**	65	80	67
T3(3X) T3	195	240	201
T4(5X) T4	325	400	335

\* Tratamento testemunha

\*\* Número de vezes a recomendação de adubação segundo a COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO do RS e SC, 1995.

Estabeleceu-se, para fins de avaliação de rendimento de frutos, a colheita das seis primeiras inflorescências da planta. Desta forma, quando surgiam as flores da sétima inflorescência, podava-se o ramo principal da planta logo abaixo desta.

Considerou-se como início da colheita o ponto em que iniciava a mudança de coloração dos frutos do verde para o vermelho.

Os resultados do rendimento de frutos, nas duas épocas foram analisados em conjunto, pois não houve interação significativa entre as épocas. Efetuou-se então a análise dos tratamentos através da regressão entre as diferentes doses de adubação e o rendimento de frutos.

O levantamento da fertilidade do solo das estufas foi realizado em dez municípios mais representativos da plasticultura da região, totalizando quarenta estufas, aleatoriamente escolhidas, representando aproximadamente 8% do número de estufas da região. As amostras de solo foram coletadas no período de setembro a dezembro de 1995. As culturas implantadas nas estufas por ocasião da amostragem variaram quanto ao tipo e estágio de desenvolvimento, sendo que o tomateiro foi o predominante, seguido pelo cultivo da alface. A amostragem foi realizada nos camalhões do tomateiro, nas profundidades de 0-10cm e 10-20cm, a aproximadamente 5cm de distância da base da planta, coletando-se quinze subamostras para formar uma amostra.

Analisou-se o teor de argila, o pH em água, o índice SMP, a percentagem de matéria orgânica e os teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e alumínio, conforme a metodologia preconizada na COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO RS E SC (1995), descrita em TEDESCO *et al.* (1985) e realizadas no Laboratório de Análise de Solos da Universidade Federal de Santa Maria.

Os resultados foram submetidos a análise estatística através do cálculo da média, do coeficiente de variação e dos valores críticos (inferiores e superiores) ao nível de 5% de probabilidade em cada extremo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre os tratamentos e os experimentos não foi significativa, demonstrando que, mesmo variando as condições climáticas, o efeito da adubação mineral apresentou o mesmo comportamento no rendimento de frutos do tomateiro. O que variou foi a produtividade, visto que no período inverno-primavera os rendimentos foram superiores em relação ao período outono-inverno, devido à temperatura média diária estar dentro da faixa ótima e a umidade relativa menor, como também foi observado por STRECK *et al.* (1996).

O modelo matemático ajustado entre o rendimento de frutos e as doses de adubação foi o quadrático (Figura 1). Isto demonstra que, apesar da

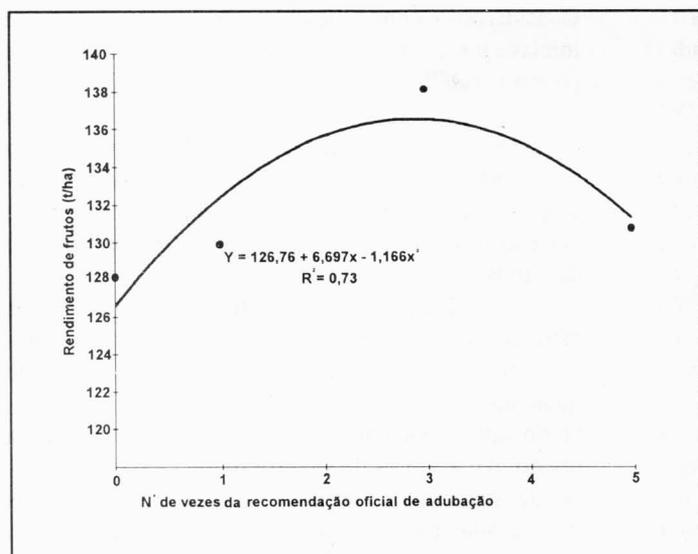


Figura 1 - Relação entre número de vezes da recomendação de adubação e o rendimento de frutos de tomateiro, híbrido Monte Carlo, cultivado em estufa plástica, Santa Maria, RS, 1995 e 1996.

alta fertilidade do solo (níveis de P e K altos - Tabela 1), houve resposta da cultura às doses crescentes de adubação. A redução no rendimento de frutos no tratamento T5 (5 vezes a recomendação) foi devido, provavelmente, ao efeito salino provocado pela alta concentração de nutrientes no sulco (326g/m linear). No período outono-inverno, logo após o transplante, nos tratamentos T3 e T5, foi observado necrose nas bordas das folhas decorrentes da alta salinidade provocada pelos adubos, provavelmente, com efeito no desenvolvimento das plantas.

Através do modelo quadrático observado, calculou-se o ponto de máxima eficiência técnica que foi de 2,87, ou seja, o máximo rendimento de frutos é obtido quando aplica-se 2,87 vezes a recomendação de adubação. Nesta situação o rendimento estimado foi de 136,4t/ha, demonstrando que é possível triplicar a quantidade de nutrientes estabelecida na recomendação oficial para o tomateiro quando cultivado em ambiente protegido.

Os resultados encontrados no levantamento da fertilidade dos solos realizados nas estufas da região são apresentados na Tabela 3. Observa-se que a média do teor de argila é de 23, enquadrando-se na Classe 4, ou seja, com teor de argila entre 11 e 25%.

Na profundidade de 0-10cm, a média do pH foi 5,5, entretanto, na profundidade de 10-20cm, observou-se valores médios de 5,3, variando de 5,1 a 5,5. estes valores são considerados baixos (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO do RS e SC,

1995), sendo ocasionado, provavelmente, pela aplicação de calcário a lanço com incorporação superficial. Considerando que as olerícolas exigem pH 6,0 para seu melhor desenvolvimento (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO do RS e SC, 1995), pode-se inferir que a acidez dos solos nos ambientes controlados pode ser uma das razões da menor produtividade destas culturas em relação a outros grandes centros de produção.

O uso de adubação orgânica é prática regularmente utilizada pelos produtores e explica a média superior a 3% de matéria orgânica nas duas profundidades. Os elevados teores de fósforo observados em alguns solos, valores de até 500mg l<sup>-1</sup>, com média superior a 120mg l<sup>-1</sup>, podem ser atribuídos ao emprego de altas doses de adubação orgânica e mineral nas estufas. O comportamento do potássio foi similar ao do fósforo, com a média superior a 120mg l<sup>-1</sup>, ambos enquadrando-se na classe de disponibilidade alta.

Tabela 3 - Teores médios para a percentagem de argila (Argila), pH em água (pH), índice SMP (SMP), fósforo (P), potássio (K), matéria orgânica (MO), alumínio trocável (Al), cálcio trocável (Ca) e magnésio trocável (Mg), nas profundidades de 0-10cm e 10-20cm em solos coletados em estufas plásticas da região de abrangência da EMATER Regional de Santa Maria. O coeficiente de variação (CV), o limite inferior (LI) e o limite superior (LS) forem determinados para P<sub>(valor-1)</sub> e P<sub>(valor-1)</sub> ao nível de 5% de probabilidade.

Variável	Prof. (cm)	Média	LI	LS	CV(%)
Argila (%)	0-10	23	20	26	23,1
pH	0-10	5,5	5,3	5,7	1,5
	10-20	5,3	5,1	5,4	1,4
SMP	0-10	6,3	6,2	6,4	0,9
	10-20	6,2	6,1	6,3	0,9
P (mg/L)	0-10	214,2	156,8	271,6	463,0
	10-20	128,0	95,0	161,0	266,3
K (mg/L)	0-10	382	316	449	536,0
	10-20	295	246	344	398,8
MO (%m/v)	0-10	4,0	3,5	4,4	3,8
	10-20	3,4	2,9	3,8	3,7
Al (cmol <sub>e</sub> /L)	0-10	0,07	0,04	0,09	0,2
	10-20	0,09	0,05	0,12	0,3
Ca (cmol <sub>e</sub> /L)	0-10	9,3	7,9	10,7	11,1
	10-20	8,4	6,9	9,9	12,1
Mg (cmol <sub>e</sub> /L)	0-10	3,8	3,3	4,3	3,9
	10-20	3,1	2,7	3,5	3,4

O coeficiente de variação do fósforo e do potássio foram muito elevados, devido, provavelmente, a variações das quantidades de adubo aplicadas pelos produtores. Os teores de fósforo e potássio foram superiores aos encontrados por CARGNELUTTI FILHO (1995), para solos da região, cultivados ou não por olerícolas, analisadas no laboratório de análise de solos da Universidade Federal de Santa Maria de 1988 a 1993. Em relação aos outros elementos analisados, o coeficiente de variação foi menor que o encontrado por CARGNELUTTI FILHO (1995).

A análise globalizada dos resultados demonstrou que o nível de fertilidade dos solos nas estufas foi elevado, uma vez que todos os nutrientes determinados encontram-se em níveis superiores aos seus níveis críticos, com exceção do pH. Nestas condições, normalmente a probabilidade de resposta à adubação é mínima. Possíveis respostas devem ser atribuídas, provavelmente, à grande demanda de nutrientes concentrada em curto ciclo vegetativo das olerícolas associada ao ambiente amplamente favorável ao desenvolvimento vegetativo proporcionado nas estufas de plástico.

## CONCLUSÕES

- O levantamento da fertilidade do solo em ambientes protegidos, demonstra que os solos das estufas da região de abrangência da EMATER Regional de Santa Maria, apresentam alta fertilidade;
- O rendimento de frutos da cultura do tomateiro cultivado em condições de alta fertilidade do solo e em ambiente protegido responde às doses crescentes de adubação, atingindo a máxima eficiência técnica na dosagem equivalente a 2,87 vezes a quantidade de fertilizante recomendada para esta cultura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CALVETE, E.O., DALBOSCO, M., FRANKE, M. Avaliação de linhagens/cultivares de tomate em estufas plásticas na região de Passo Fundo-RS. In: ENCONTRO DE PLASTICULTURA DA REGIÃO SUL, 1992. Porto Alegre, RS. Resumos... Porto Alegre. Imprensa Universitária/UFRGS, 1992, 81 p. p. 49.
- CARGNELUTTI FILHO, A. Estatísticas dos resultados das análises de solo do LAS/UFSM. Santa Maria, 1995. 65 p. Tese (Mestrado em Biodinâmica dos Solos) - Curso de Pós graduação em Agronomia, UFSM, 1995.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO RS/SC. **Recomendações de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** Passo Fundo, CNPT/EMBRAPA, 1995. 3. ed., 224 p.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de Olericultura.** São Paulo, 1972. 451 p.
- RAIJ, B. Princípios de correção e de adubação para mudas e para produção comercial. In: NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS. Piracicaba: POTAFOS, 1993. 487 p.
- STRECK, N.A., BURIOL, G.A., SCHNEIDER, F.M. Efeito da densidade de plantas sobre a produtividade do tomateiro cultivado em estufa de plástico. **Pesq agropec bras.** Brasília, v. 31, n. 2, p. 105-112, fev. 1996.
- TAKAHASHI, H.W. Nutrição e adubação do tomateiro estaqueado. In: NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS. Piracicaba: POTAFOS, 1993. 487 p.
- TAKAZAKI, P.E., VECCHIA, P.T.D. Problemas nutricionais e fisiológicos no cultivo de hortaliças em ambiente protegido. In: NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS. Piracicaba: POTAFOS, 1993. 487 p.
- TEDESCO, M.J., VOLKWEISS, S.J., BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1985. 188p (Boletim Técnico,5).