

## TÉCNICAS EXPERIMENTAIS PARA TOMATEIRO TIPO SALADA SOB ESTUFAS PLÁSTICAS

### SALAD TOMATO EXPERIMENTAL TECHNIQUES IN PLASTIC GREENHOUSE

Sidinei José Lopes<sup>1</sup> Lindolfo Storck<sup>2</sup> Arno Bernardo Heldwein<sup>2</sup>  
Sandra Feijó<sup>3</sup> César Augusto da Ros<sup>3</sup>

#### RESUMO

Realizou-se um ensaio em branco com a cultura do tomateiro, cv. Monte Carlo, sob ambiente modificado por estufa plástica de 24 x 12m. Foram realizadas 11 colheitas dos frutos, sendo determinado o peso total. A unidade básica de colheita foi composta pelo agrupamento de três plantas na fila. O espaçamento entre as plantas na fila foi de 0,3m e 1,0m entre filas, resultando em 10 filas com 24 unidades básicas cada uma. Concluiu-se que o delineamento experimental mais adequado é o inteiramente casualizado com parcelas menores que 18 plantas na fila. Experimentos para avaliar a produtividade em função de diferentes tratamentos (adubos, biocidas, etc) de uma mesma cultivar, em estufas plásticas, podem ser colhidos apenas até, aproximadamente, a terça parte inicial da produção esperada, visando economia de recursos e maior precisão. Observou-se uma estabilidade das diferenças mínimas significativas a partir de 30% do total colhido, para parcelas de três, nove e 18 plantas.

**Palavras-chave:** delineamento; precisão; tamanho de parcela.

#### SUMMARY

An uniformity trial was carried out with tomato plants grown in a plastic greenhouse with an area of 24m x 12m. The total fruit yield of salad tomato cv. Monte Carlo was evaluated during 11 separat harvest. The basic plot was planted with three plants in the same row. The plants were grown in distances of 0.3m in the

same row and by 1.0m between rows. All 24 plots were allocated in ten different rows. The results demonstrate that the completely randomized were more adequate with plots smaller than 18 plants in the same row. The yield evaluation in experiments with different traits using a same cultivar in plastic greenhouse should be conducted up to 30% of total yield. This is important for more experimental precision and budgeted economy and time. Results showed that the minimal significance difference varies after 30% of the total yield, was harvested for three, nine and eighteen plants in each plot.

**Key words:** design; precision; plot size.

#### INTRODUÇÃO

Experimentos com a cultura do tomateiro em ambientes parcialmente modificados por estufas, com a finalidade de maior domínio desta tecnologia em expansão, têm sido realizados ultimamente no Estado do Rio Grande do Sul, principalmente em Santa Maria, Passo Fundo e Pelotas (DALSASSO *et al.*, 1997; STRECK, 1994).

O tamanho e a forma ótimos de parcelas experimentais, o número de repetições e o deli-

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestre, Professor Assistente do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Rurais (CCR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-119, Santa Maria, RS. Email: sjlopes@ccr.ufsm.br. Autor para correspondência.

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor Titular do Departamento de Fitotecnia, CCR, UFSM. Bolsista do CNPq.

<sup>3</sup>Acadêmico do Curso de Agronomia, UFSM.

neamento experimental são parâmetros de grande importância no planejamento de experimentos para a minimização do erro experimental, decorrente da heterogeneidade das parcelas e maximização de informações obtidas num experimento (STORCK, 1979). Para a determinação desses parâmetros, pode-se utilizar um ensaio em branco, que é definido como sendo aquele experimento cultivado de forma homogênea em toda a área com uma variedade de uma espécie (HACK, 1976). Após, esta área é dividida em pequenas parcelas onde é medida a produção, de forma que os rendimentos das parcelas próximas possam ser somados para formar parcelas de diferentes tamanhos e formas. Dentre os métodos existentes, destacam-se: o método da máxima curvatura, o método empírico de H. Fairfield Smith, o método da máxima curvatura modificado e o método de Hatheway & Williams (STORCK, 1979; OLIVEIRA, 1994; ZANON, 1996).

A característica do tomateiro é que a colheita dos frutos para a avaliação do efeito dos tratamentos é feita em diversas datas, sendo utilizado, geralmente, o peso médio de frutos. Com isso, necessita-se praticamente de um semestre para concluir sobre o experimento, porém o tempo de experimentação pode ser abreviado se existir uma época de desenvolvimento da cultura em que o índice de heterogeneidade (b) seja estável. Nesse caso, a conclusão final do experimento pode ser antecipada, propiciando economia de tempo e recursos.

O objetivo do trabalho foi avaliar o índice de heterogeneidade das parcelas durante os diferentes estádios de colheitas da cultura do tomateiro tipo salada em ambiente parcialmente modificado por estufa plástica, estimar o tamanho ótimo de parcela e verificar qual é o delineamento experimental mais adequado.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Área Experimental do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria (latitude: 29°43'23"S, longitude: 53°43'15"W e altitude média: 95m). O solo, no local onde foi realizado o experimento, pertence à unidade de mapeamento Santa Maria, classificado como podzólico bruno acinzentado com textura média, relevo suavemente ondulado, substrato siltito-arenito (BRASIL, 1973).

A estufa utilizada tinha 24m de comprimento e 10m de largura com cobertura em arco e pé direito de 2m e altura no centro de 3,5m. Toda a

cobertura, bem como as cortinas móveis nas laterais e portas, foi de filme de polietileno de baixa densidade (PEBD) com espessura de 100µm com aditivo anti-UV.

A produção de mudas de tomateiro da cultivar Monte Carlo foi realizada no sistema de bandejas suspensas sobre estrados dentro de uma estufa-sementeira com cobertura plástica e irrigação por nebulizadores. O substrato foi obtido pela mistura de vermiculita, composto peneirado e terra peneirada na proporção de 1:1:1. O transplante foi em cinco de agosto de 1996, com espaçamento de 0,3m entre plantas na fila e de 1,0m entre filas.

A adubação química foi realizada com base nos resultados da análise do solo, seguindo as recomendações oficiais (BRASIL, 1973). Foi adicionado 40t/ha de cama de aviário. No cultivo foi utilizado mulching com PEBD opaco preto, com 30µm de espessura numa faixa de 50cm na fileira das plantas. A irrigação foi realizada por gotejamento através de tubo-gotejadores, instalados sob o mulching. A quantidade de água irrigada foi sendo definida com base na tensão da água no solo em cada fileira de plantas, controlada através de hidrômetros tipo unijato de baixa vazão. A condução das plantas no interior das estufas foi realizada em haste única através de fios de rafia verticais sustentados por arame liso de aço, colocados na altura do pé direito da estufa. Os tratos culturais, tais como desbrotas e podas, foram procedidos de acordo com o desenvolvimento da cultura e os tratamentos fitossanitários em função de levantamentos semanais de controle.

Em toda a estufa foi realizado o mesmo manejo, perfazendo um ensaio em branco onde a unidade básica foi composta pelo agrupamento de três plantas na fila, resultando em 24 unidades básicas em cada uma das 10 filas. Foram planejados tipos de parcelas com variação do tamanho e forma. Cada tipo de parcela teve X1 unidades básicas de largura (filas) e X2 unidades básicas de comprimento (colunas) formados pelo agrupamento de unidades contíguas, de modo que,  $X1 \times X2$  é igual a X (tamanho da parcela em número de unidades básicas). Os 17 tipos de parcelas planejados (Tabela 1) foram sempre divisores de 10 filas e de 24 colunas do ensaio. Desta maneira o número de repetições de cada tipo de parcela ficou limitado pela área total da estufa plástica.

Foram realizadas 11 colheitas (31/10, 07/11, 14/11, 19/11, 21/11, 26/11, 28/11, 03/12, 05/12, 12/12 e 19/12/96), ocasião em que se obteve o peso total de frutos por unidade básica. Usando a média e o desvio padrão para parcelas de  $X=3$  unidades básicas de tamanho, foram elaborados mapas

Tabela 1 - Número de unidades básicas de cada tipo de parcela, descritos pelo número de larguras (X1) e número de comprimentos (X2) em número (X=X1\*X2) de unidades básicas.

Larguras (X1)	Comprimentos (X2)					
	1	2	3	4	6	8
1	240 (X=1)	120 (X=2)	80 (X=3)	60 (X=4)	40 (X=6)	30 (X=8)
2	120 (X=2)	60 (X=4)	40 (X=6)	30 (X=8)	20 (X=12)	15 (X=16)
5		24 (X=10)	16 (X=15)	12 (X=20)	8 (X=30)	6 (X=40)

com classes de homogeneidade (escala de um a cinco) para a terceira e para a última colheita acumulada, conforme o critério apresentado na legenda da Figura 1.

Para cada uma das 11 colheitas acumuladas e para os 17 tipos de parcelas planejado foram estimados os seguintes parâmetros: N = número de parcelas com x unidades básicas de tamanho, calculado por  $N = 240/X$ ;  $M(x)$  = média das parcelas com x unidades básicas de tamanho;  $V(x)$  = variância entre as parcelas de x unidades básicas de tamanho;  $VU(x)$  = variância por unidade básica, calculada entre as parcelas de x unidades básicas =  $V(x)/X^2$ ; e,  $CV(x)$  = coeficiente de variação entre as parcelas de X unidades básicas de tamanho.

A partir destes parâmetros foi calculado o índice de heterogeneidade do solo "b", segundo a relação empírica ( $VU(x) = V1/X^b$ ) de Smith para o valor acumulado do peso de frutos em cada estágio de colheita (STORCK, 1979). O valor de "b" pode ser estimado como um coeficiente de regressão linear, através da logaritimização da equação de Smith:

$$\log VU(x) = \log V_1 - b \log X \quad (1)$$

cujas estimativas foram ponderadas pelos graus de liberdade associados aos 17 tipos de parcelas (STEEL & TORRIE, 1960). O tamanho ótimo de parcela foi obtido por inspeção gráfica do ponto de máxima curvatura entre o  $CV(x)$  e o tamanho de parcela.

Com a finalidade de verificar a existência de um estágio de colheita em que a cultura tenha a heterogeneidade entre as parcelas (b) estabilizada, calculou-se a diferença mínima significativa (DMS) para as 11 colheitas acumuladas e para três tamanhos de parcelas: X=1, X=3 e X=6 unidades básicas na fila. O DMS foi calculado como sendo:

$$DMS = q_{\alpha} \cdot CV / \sqrt{R}, \text{ onde: } R = (240/1)/X, \text{ } 1=2 \text{ tratamentos;}$$

$CV = 100 \cdot \sqrt{V(x)/M(x)}$ ;  $q_{\alpha}$  = amplitude total estudantilizada para o teste de Tukey ( $\alpha=0,05$ ), para dois tratamentos e graus de liberdade do erro igual a  $2(R-1)$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos mapas (Figura 1) estão apresentadas a variabilidade de produção de frutos de tomate dentro da estufa plástica, para dois estágios de colheita acumulados. Uma análise da variância com teste de Duncan entre as médias de filas e entre as médias de colunas, nos dois estágios de colheita acumulados, demonstrando haver diferenças significativas sem, no entanto, ter um gradiente (estudado por análise de regressão) no sentido das filas e/ou das colunas. A correlação linear entre os valores da terceira e da última colheita foi de 0,18, demonstrando uma variabilidade na maturação dos frutos na mesma parcela, alterando completamente o mapa da produção nas duas colheitas. Este fato não deve ser problema

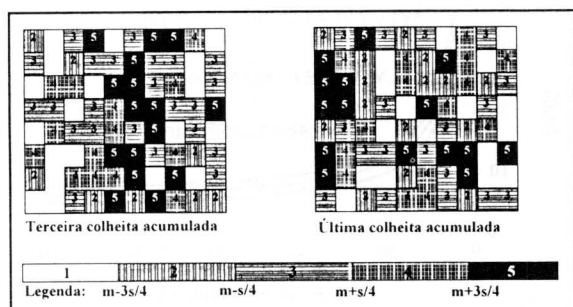


Figura 1 - Classes de produtividade de frutos de tomateiro obtidas pelo agrupamento de nove plantas na fila (X=3) com a média (m) e o desvio padrão (s), na escala de um a cinco conforme legenda, na terceira e na última colheita acumulada. Santa Maria, 1996.

para a experimentação devido à casualização dos tratamentos. Com isto, conclui-se que o delineamento experimental mais adequado é o inteiramente casualizado.

Os valores estimados do índice de heterogeneidade (b) e a percentagem colhida para a cultura do tomateiro em estufa plástica se ajustaram a um modelo de regressão quadrático de alta qualidade ( $R^2=0,99$ ). A medida que aumenta a percentagem de frutos colhidos aumenta a heterogeneidade, mas até 30% dos frutos colhidos esse aumento é pequeno ao contrário do que acontece posteriormente (Figura 2). Observa-se que os menores valores de b coincidem com a soma das três primeiras colheitas, onde o intervalo entre colheitas foi em torno de 5 dias, maior do que aquele do final das colheitas (3,7 dias). Possivelmente, os danos causados às plantas pela coleta dos frutos, aliado às doenças e pragas, pisoteio entre as filas, pequenas diferenças da quantidade de água no sistema de irrigação, diferenças na drenagem, redução da fertilidade do solo, entre outras, contribuíram para o aumento da heterogeneidade entre as parcelas com o decorrer das colheitas.

Áreas experimentais com menor índice de heterogeneidade requerem parcelas menores (STORCK, 1979; ZANON, 1996). Assim, por esse critério, recomenda-se que experimentos com tomateiro tipo salada em estufas plásticas sejam colhidos apenas até, aproximadamente, a terça parte inicial da produção, visando economia de recursos e maior precisão. Esta recomendação é válida para experimentos com tratamentos que não possuam diferenciação na época de maturação dos frutos.

O ponto de máxima curvatura entre o CV e o tamanho da parcela para a última colheita acumulada, colheita esta que apresentou maior índice

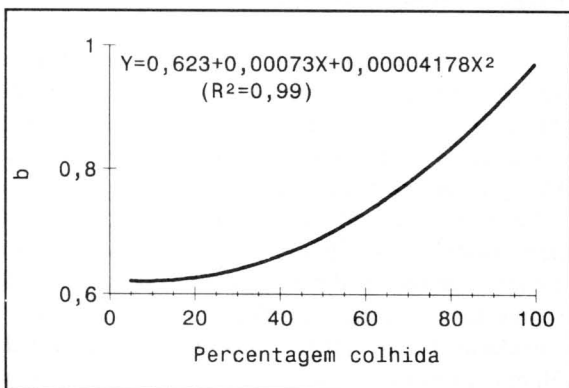


Figura 2 - Relação entre o índice de heterogeneidade (b) e a percentagem colhida da cultura do tomateiro sob estufa plástica. Santa Maria, 1996.

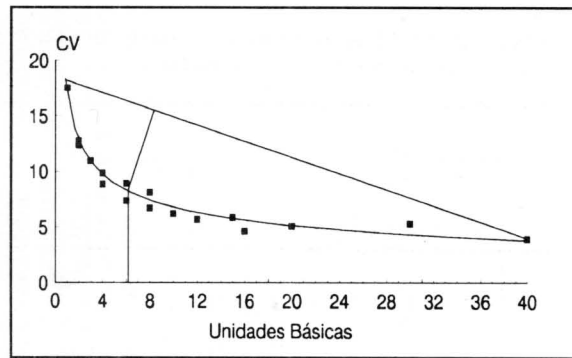


Figura 3 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela em número de unidades básicas de três plantas para a variável peso total de frutos na cultura do tomateiro em estufas plásticas. Santa Maria, 1996.

de heterogeneidade, foi igual a seis unidades básicas, 18 plantas na fila (Figura 3). Pode-se concluir então que as parcelas devem ser menores que 18 plantas na fila, dependendo do número de repetições, do número de tratamentos e da precisão requerida.

Os valores da diferença mínima significativa em percentagem (DMS) é maior nas três primeiras colheitas ( $\pm 30\%$  do total colhido) do que para as demais (Figura 4). Para explicar a relação entre a percentagem de colheita (PC) e a DMS, selecionou-se o modelo hiperbólico ( $DMS = a+b/PC$ ) que apresentaram coeficientes de determinação maiores que 0,97. Observa-se uma estabilidade do DMS a partir dos 30% da PC para os três tamanhos de parcela estudados, com pequena vantagem (menores valores do DMS) para parcelas de uma unidade básica devido ao maior número de repetições. Portanto, em função

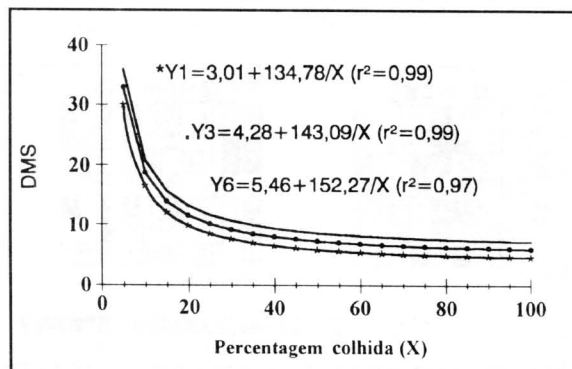


Figura 4 - Relação entre a diferença mínima significativa (DMS) em percentagem e a percentagem de colheita para parcelas de uma (\*Y1), três (.Y3) e seis (Y6) unidades básicas de três plantas na linha do tomateiro em estufas plásticas. Santa Maria, 1996.

do espaço limitado de um experimento em estufa plástica, pode-se usar parcelas de 0,9m<sup>2</sup> (três plantas), com a vantagem de possibilitar a comparação de um maior número de tratamentos. Usando as equações da Figura 4, pode-se calcular as DMS para diferentes PC para os três tamanhos de parcelas. Para dois tratamentos, 120 repetições, a DMS seria igual a 7,1%, isto é, toda a diferença maior do que 7,1% da média é significativa.

Como a DMS é relativa à média da colheita, e esta aumenta com o decorrer do desenvolvimento da cultura, explica-se o aumento da heterogeneidade entre as parcelas evidenciado pela estatística b (Figura 2) e a diminuição da DMS (Figura 4).

## CONCLUSÃO

O uso de parcelas com tamanho inferior a 18 plantas (5,4m<sup>2</sup>) e delineamento inteiramente casualizado, para a cultura do tomateiro tipo salada em estufas plásticas, é o suficiente para detectar diferenças superiores a 7% entre médias de tratamentos; a coleta dos dados, a análise e a conclusão de experimentos com a cultura do tomateiro, tipo salada em estufas plásticas, pode ser realizada com os primeiros 30% da produção total esperada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do

Rio Grande do Sul. Recife: 1973. 43 p. Boletim Técnico. 30.

DALSASSO, L.C.M., HELDWEIN, A.B., BURIOL, G.A., *et al.* Consumo d'água do tomateiro tipo salada em estufa plástica. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 5. n. 1, p. 61-67, 1997.

HACK, H.R. Components of error in field experiments with cotton, groundnuts, kenaf and sesame in the central Sudan rainlands. I. Field and statistical methods; increasing precision by replication and its cost. *Experimental Agriculture*. London, 12, p. 209-24. 1976.

OLIVEIRA, P.H. **Tamanho e forma ótima da parcela para avaliação do rendimento em experimentos com batata**. Santa Maria - RS. 83 p. Tese (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, 1994.

STEEL, R.G.D., TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**. New York: McGraw-Hill, 1960. 841 p.

STORCK, L. **Estimativa para tamanho e forma de parcela e número de repetições para experimentos com milho**. Porto Alegre - RS. 98 p. Tese (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1979.

STRECK, N.A. **Modificação na temperatura do solo causada pela solarização em estufa plástica**. Santa Maria - RS. 1994. 78 p. Tese (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, 1994.

ZANON, M.L.B. **Tamanho e forma ótimos de parcelas experimentais para *Eucalyptus Saligna* Smith**. Santa Maria - RS. 78 p. Tese (Mestrado em Engenharia Florestal) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, 1996.

**Ciência Rural, v. 28, n. 2, 1998.**