

Tamanho da amostra e método de amostragem para avaliação de características do pimentão em estufa plástica

Alessandro D. Lúcio; Marcelo F. Souza; Arno B. Heldwein; Daniel Lieberknecht; Ricardo H. Carpes; Melissa P. Carvalho

Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, UFSM, 97105-900 Santa Maria-RS. E-mail: adlucio@ccr.ufsm.br

RESUMO

Em experimentos realizados em estufas plásticas são coletadas informações de todas as plantas das fileiras, onerando o custo de condução do experimento, aumentando a mão-de-obra dispensada para a coleta dos dados e o tempo disponibilizado para tal, bem como a área utilizada para as avaliações e armazenagem dos frutos colhidos. Assim o objetivo do trabalho foi determinar e avaliar metodologia para tamanho da amostra em experimentos realizados em estufa plástica com a cultura do pimentão, obtendo-se o rendimento das massas dos frutos. A estufa plástica estava instalada na área experimental do Departamento de Fitotecnia na UFSM, e os experimentos foram realizados no segundo semestre do ano de 2000 e no primeiro semestre do ano de 2001, onde cada um constituiu-se de dez fileiras de 23 m de comprimento, compostas de 72 plantas por fileira. Verificou-se que, nas duas épocas de cultivo, as variâncias das massas dos frutos foram heterogêneas entre fileiras dentro de cada colheita e entre as colheitas. Os tamanhos de amostra estimados para as estações sazonais inverno-primavera e verão-outono foram, respectivamente, de 56 e 50 plantas por fileira em cada colheita, para um grau de 95% de confiança.

Palavras-chave: *Capsicum annuum*, tamanho da amostra, ambiente protegido.

ABSTRACT

Sample size and sampling method for sweet pepper evaluations in greenhouse

Information from all plants in a row are usually collected in greenhouse experiments. This increases experimental cost, labor, time and space for collecting data from all plants and fruits. The sample size and sampling method for sweet pepper experiments in greenhouse were determined, during winter-spring of 2000 and summer-fall of 2001. The greenhouse was located at the Universidade Federal de Santa Maria, Brazil. The experiment was conducted with ten rows of 23 m length with 72 plants per row. Fresh fruit weight variances were heterogeneous among rows for each cultivation season, between the two seasons. The sample sizes estimated for the winter-spring and summer-fall seasons were, respectively, 56 and 50 plants per row in each crop with 95% of confidence.

Keywords: *Capsicum annuum*, sample size, protected environment.

(Recebido para publicação em 09 de janeiro de 2002 e aceito em 03 de fevereiro de 2003)

Das hortaliças cultivadas em ambientes protegidos, o pimentão situa-se entre as cinco culturas que apresentam maior área cultivada no Brasil e em diversos países do mundo. No estado do Rio Grande do Sul, no ano de 1998, a estimativa da área cultivada em estufas foi de 200 ha. O pimentão é uma das culturas mais indicadas para ser utilizada em ambiente protegido (Takazaki, 1991), pela grande produtividade que pode ser alcançada nestas condições, que pode variar de 80 a 150 t.ha⁻¹, comparadas a 40 a 60 t.ha⁻¹ normalmente obtidas ao ar livre (Serrano Cermeño, 1990). Acrescenta-se a isso a melhor qualidade dos frutos, devido a maior proteção destes contra ataques de insetos, queimadura do sol e chuvas pesadas, propiciando a obtenção de frutos maiores. Quando consumido verdes e cru o pimentão é a hortaliça de maior

riqueza em vitamina C, até 180 mg em 100 g de pimentão, ultrapassando o teor de tradicionais fontes desta vitamina, como as frutas cítricas.

Durante a germinação e formação da muda a planta é mais sensível ao frio, exigindo temperatura mais elevada do que na fase de frutificação. Entretanto a cultura é intolerante a temperaturas baixas, sendo destruída pela geada.

O cultivo do pimentão em estufas no Rio Grande do Sul é uma alternativa que os produtores podem utilizar para aumentar os seus lucros, por causa da redução de perdas e ao aumento da produtividade, além de apresentar vantagens em relação ao cultivo em campo, como a maior segurança na produção, colheitas programadas, maior produtividade, menor uso de agrotóxicos e, principalmente, a qualidade superior dos frutos. Muitos estudos estão sendo rea-

lizados com a cultura do pimentão em ambientes protegidos para que se possa orientar o produtor sobre um sistema de cultivo que lhe possibilite maior produção e maior lucro.

O tamanho da amostra em experimentação agrícola é um dos principais problemas a ser definido pelos pesquisadores (Stuker & Boff, 1998). A determinação desse parâmetro depende do grau de precisão que é desejado e da homogeneidade dos elementos populacionais (Campos, 1985). A amostragem é uma técnica amplamente utilizada no estudo de populações, decorrente das vantagens que este processo proporciona, dentre outras, o menor custo e rapidez na obtenção e na análise dos dados (Braga, 1986). Porém, utilizando-se a amostragem, os resultados estarão sujeitos a um certo grau de incerteza, já que os dados mensurados em

amostras podem conduzir a uma variação aleatória composta de duas partes: a primeira relativa ao método de medição e a segunda relativa ao próprio material e também por considerar apenas uma parte da população (Heath, 1981). Esses erros podem ser reduzidos trabalhando-se com instrumentos de medida mais precisos e com uma amostra dimensionada para a precisão desejada.

Ao dimensionar uma amostra, necessita-se do conhecimento prévio da variância da população e do grau de precisão desejado, mas quando não se dispõem de informações sobre a variabilidade da população a ser amostrada, deve-se realizar uma pré-amostragem, em pequena escala, a fim de que se possa obter estimativas dos parâmetros populacionais (média e variância), que serão usados na obtenção do melhor tamanho da amostra (Silveira *et al.*, 1980).

Para verificar se existe homocedasticidade entre variâncias, vários testes podem ser aplicados, como o do $F_{\text{máximo}}$, teste de Hartley, de Cochran & Bartlett, citados por Steel *et al.* (1997), onde cada teste possui características próprias, sendo recomendados para situações específicas.

Vários trabalhos já foram realizados para determinar o melhor tamanho e forma de parcela e tamanho de amostra para diversas culturas nos experimentos realizados em campo, como os de Storck (1979), Estefanel *et al.* (1984a, 1996b) e Oliveira (1994). Entretanto, poucos trabalhos foram realizados, referentes a estas determinações em ambientes protegidos e áreas limitadas como são as estufas plásticas.

Marodim *et al.* (2000), trabalhando em estufa plástica, determinaram o tamanho de amostra para o cultivo da alface em hidroponia, pelo sistema NFT (técnica de filme de nutrientes), avaliando a variável massa fresca de plantas. O tamanho de amostra obtido, com um grau de confiança de 95%, foi de 40 plantas para uma semi-amplitude do intervalo de confiança em percentagem da média (D%) igual a 5% e de 7 plantas para um D% igual a 20%.

Este trabalho teve como objetivo estimar o melhor tamanho da amostra para a cultura do pimentão em estufa plástica em diferentes semi-amplitudes

do intervalo de confiança, avaliando-se como variável o rendimento das massas frescas dos frutos.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em estufa plástica na área experimental da UFSM (latitude: 29°43'23''S, longitude: 53°43'15''W e altitude: 95m). Santa Maria está situada na Região Fisiográfica da Depressão Central do estado do Rio Grande do Sul cujo clima, segundo a classificação de Köppen, é tipo Cfa: subtropical úmido sem estação seca e temperatura média do mês mais quente superior a 22°C. O solo é classificado como ARGISSOLO VERMELHO Distrófico Arênico (EMBRAPA, 1999). A estufa plástica tem 24 m de comprimento por 10 m de largura, com pé-direito de 2 m e 3,5 m na parte central, orientada longitudinalmente no sentido Norte-Sul, com estrutura de madeira de eucalipto e cobertura em forma de arco, segundo o modelo arco-pampeano. As laterais têm cortinas móveis com área de ventilação de 24 m² e as portas nas extremidades norte e sul tem área de abertura individual de 5 m². O plástico usado na cobertura e laterais foi de polietileno de baixa densidade (PEBD) com aditivo anti-UV com 100 micras de espessura. Para os experimentos foi utilizada a cultivar de pimentão Vidi.

O solo da área da estufa foi preparado com enxada rotativa e a adubação química foi realizada conforme análise do solo, utilizando-se uma vez a dose recomendada para a cultura em campo.

O cultivo foi em fileiras simples, espaçadas 1,0 m entre si, totalizando dez fileiras no interior da estufa plástica, com 72 plantas por fileira, distanciadas 0,3 m entre si. Construíram-se camalhões com cerca de 0,1 m de altura e aproximadamente 0,4 m de largura, que se constituíram nas fileiras de cultivo. Sobre os camalhões, colocou-se "mulching" preto de PEBD com 35 mm de espessura numa faixa de 50 cm na fileira das plantas. As laterais e as extremidades do "mulching" foram enterradas no solo para evitar que a água da irrigação atingisse os caminhos entre as fileiras de cultivo e fosse perdida por evaporação e conseqüente aumento da

umidade relativa do ar no interior da estufa. O manejo da estufa, relativo à temperatura interior, foi efetuado apenas no controle da ventilação natural, que, durante o período verão-outono consistiu na abertura das cortinas laterais por volta das oito horas e fechamento em torno das dezessete horas, do mês de março ao mês de maio, e no mês de setembro foram abertas as nove horas e fechadas as quinze horas, aproximadamente.

A semeadura foi realizada em bandejas de isopor esterilizadas com solução hipoclorito de sódio a 5%, em células individuais preenchidas com substrato industrial comercial. Foram produzidas 30% de mudas a mais do que a quantidade necessária para se obter mudas homogêneas por ocasião do transplante, e garantir eventuais replantes. O transplante das mudas para a estufa foi realizado quando as mesmas apresentavam duas folhas definitivas, o que ocorreu na segunda quinzena do mês de fevereiro de 2001 e na primeira quinzena do mês de setembro de 2000, para as estações sazonais verão-outono e inverno-primavera, respectivamente. As plantas foram conduzidas em haste única e sustentadas através de fios de ráfia verticais fixados em arame liso de aço número 14, esticado na altura do pé direito da estufa. Realizaram-se os tratamentos fitossanitários sempre que surgiram os primeiros sintomas ou preventivamente, quando as condições ambientais estavam favoráveis às doenças. Para o controle de pragas, a aplicação de defensivos foi realizada apenas na constatação da presença de populações de *Diabrotica* sp. e ácaros, em níveis prejudiciais à cultura, utilizando os princípios ativos específicos recomendados para o controle.

A irrigação foi realizada através de tubos gotejadores instalados sob o "mulching" sendo a quantidade de água definida com base na tensão de água no solo em cada fileira. A medida da água irrigada nas fileiras experimentais era controlada, individualmente, por registros metálicos com vedante de pressão e medido com hidrômetros do tipo unijato com vazão de 1,5 m³ por hora e resolução de 0,1 L. A tomada de decisão para irrigar ou não em determinado dia, realizou-se conforme o potencial

Tabela 1. Valores das variâncias médias (S^2m), ponderadas pelos graus de liberdade, e das variâncias máximas (S^2max), obtidas entre as fileiras de cada colheita da cultura do pimentão, nas estações sazonais verão-outono e inverno-primavera. Santa Maria, UFSM, 2001.

| Colheita | Verão - outono | | | | Inverno - primavera | | | |
|----------|----------------|----|----------|-----------|---------------------|----|--------|------------|
| | Dia | GL | S^2m | S^2max | Dia | GL | S^2m | S^2max |
| 1 | 19/04 | 71 | -- | 56.809,36 | 26/10 | 71 | -- | 34.378,14 |
| 2 | 03/05 | 71 | 6.469,75 | -- | 14/11 | 71 | -- | 66.609,69 |
| 3 | 19/05 | 71 | -- | 75.333,86 | 21/11 | 71 | -- | 146.482,04 |
| 4 | 06/06 | 71 | -- | 55.961,75 | 08/12 | 71 | -- | 114.728,53 |
| 5 | 19/06 | 71 | -- | 55.065,59 | 14/12 | 71 | -- | 221.817,35 |

matricial da água no solo obtida com os tensiômetros, instalados a 0,1 m de profundidade e as condições de demanda atmosférica no momento da irrigação, conforme critérios utilizados por Dalsasso *et al.* (1997) para o tomateiro.

Os frutos, colhidos separadamente por planta, foram pesados em uma balança digital, sendo registrados o número da fila, o número da planta, o peso dos frutos e a data da colheita. Para realização do cálculo do tamanho da amostra foi criado um programa no aplicativo Excel, onde calculou-se a média aritmética (\bar{m}), a variância (S^2) e os graus de liberdade para cada fileira de plantas em cada colheita, o coeficiente de variação em porcentagem (CV%), a intensidade de amostragem (n_o) para a semi-amplitude do intervalo de confiança (D%) de 10; 20; 30 e 40% e a variância média ponderada de cada colheita.

Em cada cultivo foram analisadas, nas colheitas, as variâncias estimadas entre fileiras, perfazendo um total de dez variâncias por colheita. Aplicou-se o Teste de Bartlett (Steel *et al.*, 1997) dentro de cada colheita para verificar a homogeneidade das variâncias entre as fileiras e, verificar se as fileiras poderiam ser representadas por uma mesma variância. Ao final do ciclo da cultura, calculou-se uma variância média, ponderada pelos graus de liberdade, a partir das variâncias obtidas dentro de cada colheita e, posteriormente, aplicou-se outro teste de Bartlett para verificar a homogeneidade das variâncias entre as colheitas. Por fim, para a determinação do melhor tamanho de amostra, foram utilizadas as variâncias ponderadas, nos casos em que as variâncias foram homogêneas dentro de cada colheita e, nos casos em que as variâncias não foram

homogêneas, utilizou-se a maior variância entre as fileiras dentro de cada colheita.

A intensidade de amostragem (n_o), obtida de acordo com a fórmula apresentada por Cochran (1977), foi determinada por:

$$n_o = \frac{t_{\alpha/2}^2 (CV\%)^2}{(D\%)^2}$$

, onde D% é a semi-amplitude do intervalo de confiança (10; 20; 30 e 40%) e t é o valor da tabela t de Student em nível α de probabilidade de erro.

O coeficiente de variação (CV%), foi calculado pela fórmula:

$$CV\% = \frac{100 \sqrt{S^2}}{\bar{m}}$$

, onde: S^2 = média ponderada das variâncias ou variância máxima e \bar{m} = média geral do experimento.

Como a área estudada foi uma estufa plástica, onde existe limitação de área em função do tamanho da estufa, no trabalho de 240 m², e as estimativas foram aplicadas somente para as plantas dentro de cada fileira com o tamanho da amostra sendo maior que 10% do tamanho da população (N=72 plantas), a população não pôde ser considerada infinita e assim aplicou-se a correção para populações finitas conforme recomendação de Cochran (1977), a fim de se obter o tamanho final da amostra (nf), pela fórmula:

$$nf = \frac{n_o}{1 + \frac{n_o}{N}}$$

, onde N = 72 plantas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Realizadas as análises dos dados nas cinco colheitas efetuadas nas estações sazonais inverno-primavera e verão-outono, verifica-se que as variâncias entre as fileiras em cada colheita foram heterogêneas em quase todas as colheitas, exceto na segunda colheita realizada na estação sazonal verão-outono (Tabela 1). A heterogeneidade das variâncias das massas dos frutos entre as fileiras, dentro de cada colheita, e entre as colheitas deve-se aos frutos que surgiram em dias diferentes de uma planta para outra, de acordo com a formação das novas brotações que desportaram no decorrer do desenvolvimento das plantas, provocando um crescimento desuniforme entre os frutos. Assim, a heterogeneidade das variâncias é devida, principalmente, ao amadurecimento precoce ou tardio de alguns frutos, causados por alterações nas condições fisiológicas ou condições ambientais adversas.

Pelo teste de Bartlett, verificou-se que as variâncias entre as fileiras na segunda colheita nas estações sazonais verão-outono foram homogêneas. Isso pode ter ocorrido devido a um aumento da maturação dos frutos em cada uma das dez fileiras, em decorrência de alguma alteração ambiental, como o aumento das temperaturas e, conseqüentemente, aumento do calor no interior da estufa, resultando em uma menor variação entre as variâncias calculadas em cada fileira, acarretando na necessidade de um menor tamanho de amostra para esta colheita específica.

As diferenças nos períodos entre uma colheita e outra ocorreram devido

ao tempo necessário para que os frutos atingissem o máximo de desenvolvimento e o amadurecimento para a colheita, mas os frutos amadureciam com tamanhos diferentes, e isso pode ter causado um aumento na variabilidade das massas dos frutos, principalmente quando o período era em torno de sete dias, pois, independente do tamanho dos frutos, esses foram colhidos quando tornavam-se maduros. Essas condições foram algumas das razões que levaram o tamanho de amostra a variar entre as colheitas, como observado nas estações sazonais verão-outono, onde o tamanho de amostra para uma semi-amplitude do intervalo de confiança (D%) igual a 10% da média, com um grau de confiança de 95%, variou de 56 plantas na primeira colheita a 22 plantas na segunda colheita. Para um D% igual a 20% da média, o tamanho da amostra variou de 35 plantas na primeira colheita a 8 plantas na segunda e, para um D% igual a 30% da média, variou de 22 plantas na primeira colheita a 3 plantas na segunda (Tabela 2). Já nas estações sazonais inverno-primavera, o tamanho de amostra, para uma semi-amplitude do intervalo de confiança (D%) igual a 10% da média e com grau de confiança de 95%, variou de 63 plantas na segunda colheita a 54 plantas na quarta colheita. Para um D% igual a 20% da média, variou de 49 plantas na segunda colheita, a 33 plantas na quarta colheita e para um D% igual a 30% da média, variou de 36 plantas na segunda colheita a 21 plantas na quarta colheita (Tabela 2).

No cultivo do pimentão, na estação sazonal verão-outono, as variâncias das massas dos frutos entre as fileiras dentro de cada colheita foram heterogêneas em quatro das cinco colheitas realizadas no período de 19/04/01 a 19/06/01, onde o maior valor da variância máxima observada foi na terceira fileira da terceira colheita (75.333,86) e o menor valor da variância máxima observada foi na segunda fileira da quinta colheita (55.065,59). Já no cultivo da estação sazonal inverno-primavera as variâncias das massas dos frutos entre as fileiras dentro de cada colheita foram heterogêneas em todas as cinco colheitas realizadas no período de 26/10/00 a 14/12/00, onde o maior valor da variância

Tabela 2. Número de plantas por fileira de cultivo, amostradas em função de diferentes semi-amplitudes da média (D%) das massas dos frutos por planta, para cada colheita de pimentão, cultivados em estufa plástica nas estações sazonais verão-outono e inverno-primavera. Santa Maria, UFSM, 2001.

| Colheita | Semi-amplitudes do intervalo de confiança da média (D%) | | | |
|--------------------------|---|----|----|----|
| | 10 | 20 | 30 | 40 |
| Verão-Outono | | | | |
| 1 | 56 | 35 | 22 | 15 |
| 2 | 22 | 8 | 3 | 2 |
| 3 | 50 | 28 | 16 | 11 |
| 4 | 55 | 34 | 21 | 14 |
| 5 | 52 | 29 | 18 | 12 |
| Inverno-Primavera | | | | |
| 1 | 62 | 46 | 32 | 23 |
| 2 | 63 | 49 | 36 | 27 |
| 3 | 62 | 46 | 32 | 23 |
| 4 | 54 | 33 | 21 | 14 |
| 5 | 56 | 35 | 22 | 16 |

máxima foi na quinta fileira da quinta colheita (221.817,35) e o menor valor da variância máxima foi na quinta fileira da primeira colheita (34.378,14). Este comportamento variado é explicado pela diferença entre as épocas de cultivo, onde no verão-outono há um decréscimo na intensidade luminosa e na temperatura, com o passar dos dias, e no inverno-primavera este comportamento inverte, proporcionando melhores condições de desenvolvimento do fruto, já que os fatores limitantes foram anteriormente citados.

Na Tabela 2 verifica-se que o tamanho da amostra que poderia ser utilizado nas três primeiras colheitas, da estação sazonal inverno-primavera, poderia ser de 63 plantas por fileira e nas duas últimas colheitas poderia ser de 56 plantas por fileira, utilizando-se um D% de 10% da média, e o tamanho da amostra a ser utilizado nas últimas três colheitas das estações sazonais verão-outono seria de 55 plantas por fileira, utilizando-se um D% de 10% da média.

Um tamanho da amostra foi determinado para ser utilizado dentro de cada fileira em todas as colheitas, a partir do valor da maior variância das massas dos frutos observada em todas as colheitas, onde se obteve na estação sazonal verão-outono um tamanho da amostra igual a 50 e 28 plantas, utilizando-se

uma semi-amplitude do intervalo de confiança (D%) de 10% e 20% da média, respectivamente, com um grau de confiança de 95% na estação sazonal inverno-primavera obteve-se um tamanho de amostra igual a 56 e 35 plantas, utilizando-se uma semi-amplitude do intervalo de confiança (D%) de 10% e 20% da média, respectivamente, com 95% de confiabilidade.

LITERATURA CITADA

- BRAGA J.R. *Estudo sobre a distribuição do N no dimensionamento de amostras*. Piracicaba: ESALQ, 1986. 100 p. (Tese mestrado).
- CAMPOS, H. *Estatística e Experimentação Agronômica – amostragem I*. Piracicaba: ESALQ/USP, 1985. 17 p.
- COCHRAN, W.G. The estimation of sample size. In: COCHRAN, W.G. *Sampling techniques*. 3.ed. New York: John Wiley, 1977. p. 72-90.
- DALSASSO, L.C.M.; HELDWEIN, A.B.; BURIOL, G.A. Consumo d'água do tomateiro tipo salada em estufa plástica. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v. 5, n. 1, p. 61-67, 1997.
- EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: EMBRAPA – Produção de Informações/ Rio de Janeiro: EMBRAPA – Solos, 1999. 412 p.
- ESTEFANEL, V.; SACCOL, A.V.; SCHNEIDER, F.M. Tamanho da amostra para estimar características agronômicas da soja. *Revista do Centro de Ciências Rurais*, v. 14, n. 3-4, p. 221-229, 1984.
- ESTEFANEL, V.; GUEDES, J.V.C.; MANARA, W. Tamanho da amostra para avaliação de componentes do rendimento na cultura do feijoeiro. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 26, n. 3, p. 367-370, 1996.

- HEATH, O.V.S. *A estatística na pesquisa científica*. São Paulo: USP, 1981. 95 p. (Temas de Biologia v.1)
- MARODIM, V.S.; STORCK, L.; LOPES, S.J. Delineamento experimental e tamanho de amostra para alface cultivada em hidroponia. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 30, n. 5, p. 779-781, 2000.
- OLIVEIRA, P.H. *Tamanho e forma ótima da parcela para avaliação do rendimento em experimentos com batata*. Santa Maria: UFSM, 1994. 83 p. (Tese mestrado).
- SERRANO CERMEÑO, Z. Controle da atmosfera da estufa. In: SERRANO CERMEÑO, Z. *Estufas: instalações e manejo*. Lisboa: Litexa, 1990. p. 238-301.
- SILVEIRA JÚNIOR, P.; ZONTA, E.P.; SILVA, J.B. *Estatística geral - inferência estatística*. Pelotas: UFPEL: DME, 1980. 156 p. (Fascículo 4).
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H.; DICKEY, D.A. *Principles and procedures of statistics a biometrical approach*. 3.ed. Nova York: McGraw-Hill, 1997, 666 p.
- STORCK, L. *Estimativa para tamanho e forma de parcela e número de repetições para experimentos com milho*. Porto Alegre: UFRGS, 1979. 98 p. (Tese mestrado).
- STUKER, H., BOFF, P. Tamanho da amostra na avaliação da queima-acinzentada em canteiros de cebola. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 16, n. 1, p. 10-13, 1998.
- TAKAZAKI, P.E. Produção de sementes adaptadas ao ambiente protegido. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE PLASTICULTURA, 1, 1989, Jaboticabal. *Anais...* 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1991. p. 63-70.
-