

**UFSM**

**Dissertação de Mestrado**

**VARIABILIDADE DA PRODUÇÃO DE  
FRUTOS DE PIMENTÃO EM ESTUFA PLÁSTICA,  
RELACIONADA COM TÉCNICAS EXPERIMENTAIS**

---

**Leandro Homrich Lorentz**

**PPG - Agronomia**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2004**

**VARIABILIDADE DA PRODUÇÃO DE  
FRUTOS DE PIMENTÃO EM ESTUFA PLÁSTICA,  
RELACIONADA COM TÉCNICAS EXPERIMENTAIS**

---

por

**Leandro Homrich Lorentz**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agronomia**

**PPG-AGRONOMIA**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2004**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia**

A comissão Examinadora, abaixo listada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

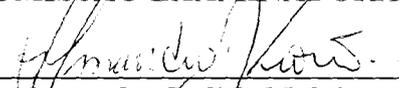
**VARIABILIDADE DA PRODUÇÃO DE  
FRUTOS DE PIMENTÃO EM ESTUFA PLÁSTICA,  
RELACIONADA COM TÉCNICAS EXPERIMENTAIS**

elaborada por  
**Leandro Homrich Lorentz**

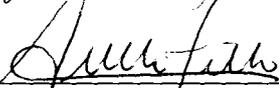
como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Agronomia**

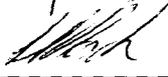
---

**COMISSÃO EXAMINADORA**

  
\_\_\_\_\_  
**Alessandro Dal'Col Lúcio**

(Presidente/Orientador)

  
\_\_\_\_\_  
**Alberto Cargnelutti Filho**

  
\_\_\_\_\_  
**Lindolfo Storck**

Santa Maria, 21 de maio de 2004

**UFPSM**  
Biblioteca Central

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador e amigo Alessandro Dal'Col Lúcio, e aos professores e colegas do Setor de Experimentação Agrícola Lindolfo Storck e Sidinei José Lopes, exemplos de profissionais competentes no ramo da pesquisa.

A meus pais Flavio e Miriam, pela compreensão, apoio e incentivo às minhas decisões.

À minha namorada Alexandra, sem a qual seria impossível a realização deste trabalho, auxiliando-me tanto no trabalho de campo, digitação e suporte nas horas mais difíceis no decorrer do curso.

Aos meus colegas de graduação que continuaram ao meu lado na pós-graduação e levarei em meu coração onde quer que estejam.

Aos bolsistas do Setor de Climatologia pelo auxílio fundamental para execução do trabalho de campo, em especial ao Prof. Arno Bernardo Heldwein, pelo auxílio em relação ao manejo da cultura em avaliação.

Aos mestres que lá estavam para enriquecer as aulas e o conhecimento dos alunos.

A CAPES pelo auxílio financeiro.

Ao Departamento de Fitotecnia, que me proporcionou a realização do sonho de lecionar em uma Universidade Federal, em especial na UFSM, em uma disciplina na qual me preparei durante o curso de Pós-graduação: Experimentação Agrícola

A todos os demais professores que direta ou indiretamente contribuíram para a realização e conclusão do curso.

A Deus.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
3	MATERIAL E MÉTODOS .....	34
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	41
4.1	Estação sazonal verão/outono .....	41
4.2	Estação sazonal inverno/primavera.....	55
4.3	Correlações entre as variáveis .....	76
5	CONCLUSÕES.....	82
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Datas da realização da semeadura, transplante e das respectivas colheitas em experimentos com pimentão, realizados nas estações sazonais de verão/outono e inverno/primavera, para os anos de 2001, 2002 e 2003. Santa Maria-RS, 2004. ....	35
TABELA 2 – Número de plantas colhidas em cada linha de cultivo e nas “n” colheitas realizadas, suas respectivas médias e desvios padrão (s) em experimentos com a cultura do pimentão em estufa plástica, na estação sazonal verão/outono dos anos de 2001 e 2002. Santa Maria-RS, 2004. ....	42
TABELA 3 – Valores de qui-quadrado calculado pelo teste de Bartlett 5% entre as variâncias das linhas de cultivo da produção total e das “n” colheitas, para cultura do pimentão, em simulação de parcelas de diferentes tamanhos, para experimentos realizados na estação sazonal verão/outono de 2001 e 2002. Santa Maria-RS, 2004. ....	44

TABELA 4 – Média da produção total (g) dos frutos de pimentão em estufa plástica, com simulação de diferentes tamanhos de parcelas em cada linha de cultivo, graus de liberdade (GL), valores das variâncias médias (VM) e coeficiente de variação (CV%), na estação sazonal de verão/outono do ano de 2001. Santa Maria-RS, 2004. ....	53
TABELA 5 – Média da produção total (g) dos frutos de pimentão em estufa plástica, com simulação de diferentes tamanhos de parcelas em cada linha de cultivo, graus de liberdade (GL), valores das variâncias médias (VM) e coeficiente de variação (CV%), na estação sazonal de verão/outono do ano de 2002. Santa Maria-RS, 2004. ....	54
TABELA 6 – Número de plantas colhidas em cada linha de cultivo e nas “h” colheitas realizadas, suas respectivas médias e desvios padrão (s) em experimentos com a cultura do pimentão em estufa plástica, na estação sazonal inverno/primavera dos anos de 2001 e 2003. Santa Maria-RS, 2004. ....	56
TABELA 7 – Valores de qui-quadrado calculado pelo teste de Bartlett 5% entre as variâncias das linhas de cultivo da produção total e das “h” colheitas, para cultura do pimentão, em simulação de parcelas de diferentes tamanhos, para experimentos realizados na estação sazonal inverno/ primavera de 2001 e 2003. Santa Maria-RS, 2004. ....	58

TABELA 8 – Média da produção total (g) dos frutos de pimentão em estufa plástica, com simulação de diferentes tamanhos de parcelas em cada linha de cultivo, graus de liberdade (GL), valores das variâncias médias (VM) e coeficiente de variação (CV%), na estação sazonal de inverno/primavera do ano de 2001. Santa Maria-RS, 2004. ....	66
TABELA 9 – Média da produção total (g) dos frutos de pimentão em estufa plástica, com simulação de diferentes tamanhos de parcelas em cada linha de cultivo, graus de liberdade (GL), valores das variâncias médias (VM) e coeficiente de variação (CV%), na estação sazonal de inverno/primavera do ano de 2003. Santa Maria-RS, 2004. ....	67
TABELA 10 – Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre os 15 caracteres avaliados, onde valores acima da diagonal principal são referentes à estação sazonal verão/outono de 2002 e valores abaixo da diagonal se referem à estação de inverno/primavera do ano de 2003. Santa Maria – RS, 2004. ....	77
TABELA 11 – Coeficientes de correlação parcial e de Pearson, devido aos efeitos das variáveis estudadas sobre o desvio padrão da produção de frutos entre as ‘n’ colheitas em cada planta, para cultura do pimentão sob estufa plástica para as estações sazonais de verão/outono e inverno/primavera dos anos de 2002 e 2003, respectivamente. Santa Maria – RS, 2004. ....	80

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 – Disposição das plantas dentro da estufa plástica, representando o número da linha de cultivo (L) e a parcela na linha (P) indicando sua posição dentro da estufa plástica. Santa Maria-RS, 2004. ....36
- FIGURA 2 – Distribuição da produção de frutos de pimentão cultivado em estufa plástica para valor igual ou superiores à média (A) e inferior à média (B) da colheita ou da produção total em parcelas (P) de 10 plantas, na estação sazonal verão/outono do ano de 2001. Santa Maria-RS, 2004. ....46
- FIGURA 3 – Distribuição da produção de frutos de pimentão cultivado em estufa plástica para valor igual ou superiores à média (A) e inferior à média (B) da colheita ou da produção total em parcelas (P) de 14 plantas, na estação sazonal verão/outono do ano de 2001. Santa Maria-RS, 2004. ....47

FIGURA 4 – Distribuição da produção de frutos de pimentão cultivado em estufa plástica para valor igual ou superiores à média (A) e inferior à média (B) da colheita ou da produção total em parcelas (P) de 10 plantas, na estação sazonal verão/outono do ano de 2002. Santa Maria-RS, 2004. ....	49
FIGURA 5 – Distribuição da produção de frutos de pimentão cultivado em estufa plástica para valor igual ou superiores à média (A) e inferior à média (B) da colheita ou da produção total em parcelas (P) de 14 plantas, na estação sazonal verão/outono do ano de 2002. Santa Maria-RS, 2004. ....	50
FIGURA 6 – Variância comparável média entre as parcelas de diferentes tamanhos em função da linha de cultivo, para variável produção total de frutos de pimentão em estufa plástica, para estação sazonal de verão/outono dos anos de 2001 e 2002. Santa Maria – RS, 2004. ....	51
FIGURA 7 – Distribuição da produção de frutos de pimentão cultivado em estufa plástica para valor igual ou superiores à média (A) e inferior à média (B) da colheita ou da produção total em parcelas (P) de 10 plantas, na estação sazonal inverno/primavera do ano de 2001. Santa Maria-RS, 2004.....	60
FIGURA 8 – Distribuição da produção de frutos de pimentão cultivado em estufa plástica para valor igual ou superiores à média (A) e inferior à média (B) da colheita ou da produção total em parcelas (P) de 14 plantas, na estação sazonal inverno/primavera do ano de 2001. Santa Maria-RS, 2004.....	61

FIGURA 9 – Distribuição da produção de frutos de pimentão cultivado em estufa plástica para valor igual ou superiores à média (A) e inferior à média (B) da colheita ou da produção total em parcelas (P) de 10 plantas, na estação sazonal inverno/primavera do ano de 2003. Santa Maria-RS, 2004.....	62
FIGURA 10 – Distribuição da produção de frutos de pimentão cultivado em estufa plástica para valor igual ou superiores à média (A) e inferior à média (B) da colheita ou da produção total em parcelas (P) de 14 plantas, na estação sazonal inverno/primavera do ano de 2003. Santa Maria-RS, 2004.....	63
FIGURA 11 – Variância comparável média entre as parcelas de diferentes tamanhos em função da linha de cultivo, para variável produção total de frutos de pimentão em estufa plástica, para estação sazonal de inverno/primavera dos anos de 2001 e 2003. Santa Maria – RS, 2004.....	64

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia  
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

### VARIABILIDADE DA PRODUÇÃO DE FRUTOS DE PIMENTÃO EM ESTUFA PLÁSTICA, RELACIONADA COM TÉCNICAS EXPERIMENTAIS

Autor: Leandro Homrich Lorentz

Orientador: Alessandro Dal'Col Lúcio

Local e data da Defesa: Santa Maria, 21 de maio de 2004.

As estufas plásticas são consideradas como um ambiente homogêneo, no entanto, essa afirmativa não é comprovada, pois existem variações entre plantas, causadas por fatores como o solo, o clima, a posição da planta dentro da área experimental, o manejo das plantas e do ambiente. São escassas as informações relacionadas a técnicas experimentais de planejamento de experimento, para redução do erro experimental em cultivos protegidos, onde as variações ocorridas entre as colheitas são desprezadas, podendo assim, induzir o pesquisador a conclusões e recomendações com baixa precisão experimental e pouca confiabilidade. Dessa forma, foram instalados experimentos no Departamento de Fitotecnia/UFSM com a cultura do pimentão em estufa plástica nas duas estações sazonais de cultivo, a fim de determinar a variabilidade da produção por colheita e no total produzido em torno da média, para diferentes tamanhos de parcela disposta no sentido da linha; estabelecer correlações entre a posição da planta na estufa plástica, variáveis morfológicas e de produção, assim como verificar o efeito direto e indireto de tais variáveis sobre o desvio padrão da produção de frutos, obtido entre as vezes que as plantas foram colhidas. Pelo teste de homogeneidade de variâncias, para cada colheita e para produção total e a dispersão da produção da média, verificou-se que existe alta heterogeneidade na distribuição da produção entre as parcelas experimentais em pimentão em cultivo protegido, independente da estação sazonal, e que parcelas de 14 plantas na linha de cultivo amenizaram as variações existentes, assim como os efeitos das falhas, por plantas mortas ou não colhidas. Os coeficientes de correlação de Pearson indicam que o desvio foi correlacionado, em maior magnitude, com o total produzido, o número total e o peso médio de frutos e o número de vezes que as plantas foram colhidas. Após a eliminação de variáveis altamente correlacionadas, estimou-se o efeito direto e indireto destas sobre o desvio padrão entre o número de vezes que cada planta foi colhida. Verificou-se que a localização da linha de cultivo e a posição da planta dentro da linha não interferiram significativamente no desvio da produção de frutos entre colheitas, devendo ser desprezadas no momento do planejamento de experimentos; o aumento da produção total induziu ao acréscimo da variância entre colheitas; já as plantas colhidas menos vezes, além de levarem à economia de recursos e tempo de permanência do experimento no campo induzem à redução da variância entre colheitas.

**Palavras chave:** *Capsicum annuum*, planejamento, precisão experimental, estufa plástica

## ABSTRACT

Master's Dissertation  
Masters degree in Agronomy Program  
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

Author: Leandro Homrich Lorentz  
Adviser: Alessandro Dal'Col Lúcio  
Defense: Santa Maria, 21 de maio de 2004.

Plastic greenhouses are considered an homogeneous environment, however, this affirmation has not been proven, because there are many variations among plants influenced by factors such as soil, climate, position of the plant inside the experimental area, handling the plants and the environment. There is a lack of information in techniques of experimental planning for reduction of experimental error in protected crop, where the variations in between harvests are not considered, allowing the researcher to conclude and make recommendations with low experimental precision. Then, were installed experiments with the culture of sweet pepper in plastic greenhouse in two different seasons in the Crop Science Department/UFSM, in order to determine the variability of the production for each harvest and for the whole production around the average, for different plot size; to establish correlations between the position of the plant in the plastic greenhouse, morphologic and productions variables; verify the direct and indirect effect of such variables on the standard desviation of fruits production, obtained between the times when the plants were harvested. With the variances homogeneity test, for each harvest and total production, the dispersion on the production of the average. It was verified that there is a high heterogeneity in the distribution of the production between the experimental plots in protected chili culture, regardless the cultivation station, and that parcels of 14 plants in line had reduce the variations of soil, as well as the failure effects by dead plants or not harvested plants. Pearson's coefficients of correlation indicates that the standart desviation was correlated, in greater magnitude, with the total produced, the total number and the average weight of fruits and the number of times that the plants were harvested. After eliminating the highly correlated variable, estimating their direct and indirect effect on the desviation the number of times that each plant was harvested. It was verified that the location of the culture line and the plant position in line had not interfered significantly with the desviation of the production of fruits between harvests, having to be rejected on the moment the planning the experiments; the increasing of the total production induced the addition of the variance between harvests; the plants harvested less times, besides the economy of resources and time of permanence in the experiment at the field, induce the reduction of the variance between harvests.

**Key words:** *Capsicum annuum*, planning, precision experimental; greenhouse

## 1 INTRODUÇÃO

O pimentão é uma das culturas mais indicadas para ser utilizada em ambiente protegido (TAKAZAKI, 1991), pois, nessas condições, sua produtividade pode variar de 80 a 150 t ha<sup>-1</sup>, comparada à normalmente obtida ao ar livre, de 40 a 60 t ha<sup>-1</sup> (SERRANO CERMEÑO, 1990) e encontra-se entre as dez hortaliças de maior importância econômica no Brasil.

Quando se trata de cultivo sob ambiente protegido, observa-se uma escassez de informações relacionadas a técnicas experimentais. O desconhecimento de recursos estatísticos leva à obtenção de resultados imprecisos e a recomendações de cultivares ou novas tecnologias de maneira ineficiente. As variações existentes entre colheitas, entre as linhas na mesma colheita e até mesmo entre plantas na mesma linha são pouco estudadas e muitas vezes desconsideradas. Diferentemente das grandes culturas, como soja, milho, trigo, arroz, nas hortaliças nas quais se insere o pimentão, as variáveis de interesse normalmente são a produção total ou o número total de frutos, obtidos em diversas datas de avaliação, podendo se estender por vários meses.

Existe dificuldade em delinear experimentos quando a coleta dos dados é realizada em duas ou mais datas, pois a produtividade individual da planta varia à medida que se colhem os frutos. Essa variabilidade na concentração da produção de direção com a ocorrência das colheitas, e esta mudança influi na alocação da unidade experimental dentro da estufa plástica.

Apesar de serem avaliadas como ambientes homogêneos, as estufas plásticas apresentam considerável variabilidade em seu

interior, tais como pequenas falhas no sistema de irrigação, irregularidade na distribuição do adubo e incorporação de resíduos de cultivos anteriores, proximidade das cortinas laterais e portas, falha nas linhas, presença insetos e patógenos, o tamanho, sanidade e vigor inicial das sementes, uniformidade das mudas, sobreposição do material de cobertura ou sombreamento pela própria estrutura da estufa, injúrias às plantas durante a condução, execução dos tratamentos culturais ou na colheita e o ponto de colheita.

Os trabalhos encontrados na literatura, quando se tratam de olerícolas, são compostos por parcelas com tamanho escolhido empiricamente ou baseados em experiência anteriores ou mesmo copiados de trabalhos já realizados. O mesmo acontece com o delineamento, o número de repetições e a intensidade de amostragem dentro de parcelas escolhidas pelo pesquisador.

Para um experimento apresentar resultados consistentes, é necessário um planejamento subsidiado por técnicas que minimizem as variações existentes e maximizem as informações obtidas. Para isso, faz-se necessário a escolha de um delineamento experimental adequado, um número de repetições suficientes para obter uma média representativa, a estimação do tamanho e da forma de parcela, assim como técnicas estatísticas mais rebuscadas para a redução das variações.

Os pesquisadores esperam em seus experimentos que os efeitos aleatórios ou ambientais sejam de tal magnitude a ponto de serem inferiores ao efeito de tratamento, a fim de gerarem conclusões e recomendações confiáveis a seu respeito. Por isso, é necessário que

essas variações sejam mantidas em níveis aceitáveis. A literatura menciona diversas fontes de variações, de naturezas distintas, que inflacionam a fração aleatória do modelo matemático, mascarando os efeitos dos tratamentos. Porém, na maioria das vezes, citam tais fontes de variações direcionadas para experimentos realizados no campo aberto e para grandes culturas.

Devido à grande importância social e econômica e ao expressivo crescimento na área experimental da olericultura, faz-se necessário a adequação dos métodos experimentais de planejamento, levantamento, análise e interpretação dos dados e, de modo geral, a redução do erro experimental.

A falta de conhecimento sobre as variações da produção dentro da estufa plástica em função da colheita, do tamanho da unidade amostral, assim como as relações existentes entre as variáveis morfológicas da planta e a posição da mesma dentro da estufa, com a variabilidade da produção de frutos entre as colheitas, é uma questão importante a ser tratada. Neste contexto, os objetivos deste estudo foram verificar a tendência da concentração da produção ao redor da média para diferentes tamanhos de parcelas, em função das colheitas e da produção total de frutos de pimentão; verificar a tendência da variância entre as linhas de cultivo; estabelecer correlações entre variáveis primárias de produção, variáveis morfológicas da planta e sua posição dentro da estufa plástica; verificar os efeitos direto e indireto de certas variáveis sobre o desvio padrão da produção de frutos de pimentão obtido entre as colheitas realizadas na mesma planta.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Os frutos do pimenteiro foram possivelmente os primeiros aditivos utilizados pelas civilizações antigas das Américas para benefício do sabor e aroma, além da preservação dos alimentos contra contaminações por bactérias e fungos patogênicos, contribuindo para melhoria da saúde, longevidade e manutenção da capacidade reprodutiva do povo (REIFSCHNEIDER, 2000). Possuem alto teor de vitamina C, com quantidades de 334mg/100g no pimentão de cor amarelo, 192 mg/100g e 180 mg/100g em pimentões verde e vermelho, respectivamente; contudo, durante a secagem ou cozimento, pode ocorrer perda de até 60% dessas quantidades (REIFSCHNEIDER, 2000). São utilizados também na fabricação de condimentos, temperos, conservas, molhos e corante em sopas de preparo instantâneo e embutido de carne. O pó de pimentão verde é utilizado na indústria dos alimentos como flavorizantes, para conferir aroma e sabor aos alimentos (CASALI & STRINGHETA, 1984 e REIFSCHNEIDER, 2000).

Em ambientes cobertos por plástico, assim como nos demais cultivos, para se verificar a superioridade da nova variedade ou tecnologia, é necessário o planejamento e execução de um experimento, subsidiado por técnicas experimentais adequadas que forneçam resultados consistente, e até mesmo, gerando uma nova recomendação. Para a realização de um experimento, é necessária homogeneidade genética, ambiental e no manejo das plantas. Porém, de nada adianta o esmero por parte dos pesquisadores e auxiliares em manter as condições uniformes, se as diferenças entre as plantas

ocorrem desde antes de sua semeadura. FERNANDES et al. (1997) usaram sementes de pimentão de mesmo lote e, após a germinação, identificaram e classificaram as plântulas como vigorosas ou fracas e as levaram para o campo. Os autores observaram que as plantas originadas de sementes classificadas como vigorosas apresentaram altura 28% superior às fracas na ocasião do transplante e 57% mais altas no momento da colheita, concluindo que existe variação de vigor nas sementes dentro do mesmo lote, o que pode gerar desuniformidade tanto na altura das plântulas no momento do transplante, como no porte das plantas quando adultas.

O tamanho da semente também se mostrou fator importante para o incremento das variações nas fases iniciais do experimento, como mostra o trabalho realizado por COCHRAN (1974), que cultivou sementes previamente classificadas como pequenas, médias ou grandes. O autor observou que as sementes pequenas geraram estande final de plântulas 10% inferior às demais e atribuiu o fato à imaturidade das sementes. As plântulas originadas das sementes grandes mostraram-se mais altas e com taxas de crescimento superiores, principalmente por apresentarem maior quantidade de tecido de reserva. Também constatou que, enquanto as plântulas provenientes das sementes médias e grandes estavam com altura adequada para transplante, as plântulas de sementes pequenas apresentaram apenas 59% desta altura.

A diferença de vigor em sementes de mesmo lote pode ser justificada pelo tamanho diferenciado das sementes (COCHRAN, 1974) ou pelo fato de o lote ser formado por sementes de diversos

frutos colhidos em estádios de maturação distintos. MANTOVANI et al. (1980) realizaram testes de germinação e vigor em sementes coletadas de frutos de pimentão colhidos desde os 25 aos 70 dias após a antese. Observou diferença nestas variáveis conforme o avanço da maturação do fruto e determinou que a maturação fisiológica se deu em 45 dias após a antese, ou seja, este seria o prazo mínimo para retirada de frutos destinados à produção de sementes. Na maioria dos casos, o comércio de sementes de pimentão se dá em embalagens de 1000 sementes. No entanto, se cada fruto produz de 120 a 250 sementes (RYLSKI, 1973) então são necessários de 4 a 8 frutos para formar uma embalagem. Se as embalagens são formadas por sementes coletadas de frutos com diferentes estádios de maturação, estas certamente apresentam comportamento diferenciado quando semeadas, incrementando cada vez mais as variações entre as plantas do cultivo.

Momentos do dia em que o ambiente se encontra fora da faixa ideal de umidade relativa do ar (50 a 70%) reduzem o nível de polinização, conforme citado em TIVELLI (1998b), seja por desidratação do pólen (UR abaixo de 50%) ou por rompimento do mesmo devido à absorção excessiva de água em ambiente com umidade relativa próxima à saturação. A viabilidade dos polens influi indiretamente no peso do fruto, de acordo com RYLSKI (1973), o qual verificou que o peso de fruto apresenta alta correlação (0,96 a 0,99) com o número de sementes. Então, é possível concluir que a polinização deficiente leva à obtenção de frutos com menos sementes e, conseqüentemente, com menor tamanho e peso. Este mesmo autor

observou que a polinização suplementar realizada manualmente acresce o número de sementes por fruto e, conseqüentemente, o peso individual; porém, a relação gramas de fruto/semente é decrescente com o aumento do número de sementes.

O pimenteiro é classificado como planta neutra ao fotoperíodo (PÁDUA et al., 1984 e REIFSCHNEIDER, 2000). No entanto, dias curtos são favoráveis ao florescimento, exigindo termoperiodicidade, ou seja, variação de temperatura entre dia e noite de 7 a 10°C (TIVELLI, 1998b). As plantas apresentam flores hermafroditas, cuja abertura ocorre com maior freqüência durante as três primeiras horas do dia e permanece aberta por 24 horas. A taxa de polinização cruzada, segundo CASALI et al. (1984) varia de 0,5 a 36%, sendo favorecida principalmente pelo comprimento do estilete e pela presença de insetos polinizadores.

A temperatura, tanto do ar como do solo, é um dos fatores que, segundo ANDRIOLO et al. (1991), mais influencia no desenvolvimento das plantas, exercendo influência no tempo entre emergência e florescimento, no florescimento e no crescimento dos frutos. Diversos autores foram referenciados por PÁDUA et al. (1984) em sua revisão sobre exigências e efeitos climáticos durante as fases de crescimento e desenvolvimento da planta e do fruto de pimentão. Assim, PÁDUA et al. (1984) citam que para emergência do pimentão, a temperatura do solo ótima situa-se entre 25°C e 30°C, não germinando acima dos 35°C e abaixo de 10°C. Para o período de produção de mudas, a temperatura deve situar-se entre 26°C e 30°C, num ótimo de 27°C durante o dia. Quanto à temperatura do solo, a

cultura apresenta crescimento normal a 17°C e lento abaixo dos 10°C. As raízes crescem lentamente sob temperaturas iguais ou superiores a 30°C. Nesta temperatura, ocorre maior produção de flores e, no entanto, maior porcentagem de queda das mesmas. Durante o período de florescimento, a temperatura deve estar entre 21°C e 27°C. Temperaturas noturnas devem se manter entre 18°C e 20°C pois favorecem a boa formação dos frutos, enquanto que de 8°C a 10°C, após a antese, induz à produção de frutos deformados. Após a floração, a temperatura noturna de 20°C acelera o crescimento dos frutos.

As plantas que crescem sob alta temperatura noturna (18°C – 20°C), antes do florescimento e, em baixa temperatura noturna, durante o desenvolvimento do fruto, tendem a apresentar frutos com maior razão comprimento/diâmetro (RYLSKI, 1973). Baixas temperaturas antes da antese retardam o desenvolvimento dos frutos, sendo que, após a antese, incrementam o comprimento do fruto e o peso total. O autor cita também que o peso dos frutos varia em cada colheita sob diferentes temperaturas noturnas.

A cultura do pimentão não se desenvolve adequadamente em solos compactos, mal drenados, rasos ou salinos, devido principalmente à alta sensibilidade de suas raízes (TIVELLI, 1998b). Os solos indicados para seu cultivo, segundo REIFSCHNEIDER (2000), devem ser profundos, leves, bem drenados e não sujeitos a encharcamentos, pois excessos d' água podem levar ao apodrecimento do colo e raízes, assim como ao abortamento e a queda das flores.

Apesar de ser amplamente utilizado, o cultivo a céu aberto apresenta muitos pontos que vão de encontro às premissas da horticultura atualmente. Entre eles, ANDRIOLO (2002) cita a irregularidade da oferta da produção, devido ao período de cultivo ser restrito aos meses quentes; qualidade inferior, atribuída aos danos pelo vento; precipitações excessivas; queimaduras de sol; geadas; maior incidência de frutos atacados por pragas ou moléstias, em virtude da reduzida eficácia dos defensivos; degradação do solo causada pelo preparo intensivo; e rendimento abaixo dos considerados potenciais para as culturas. O uso do cultivo protegido no contexto atual, segundo este autor, justifica-se pela adequada regularidade da produção, permitindo alongar o período de colheita, melhor qualidade dos frutos, proteção do vento e precipitações e pelo aumento da eficiência dos defensivos, o que reduz o número de aplicações.

O ambiente pode ser considerado um dos principais obstáculos para altas produções de hortaliças, sobretudo as condições climáticas, com mais importância do que a própria capacidade produtiva da planta. Para MARTINS et al. (1999), o cultivo protegido é uma boa estratégia para superar limitações climáticas, considerando sua eficiência na captação da energia radiante e o melhor aproveitamento da temperatura, água e nutrientes pelas plantas, revertendo em menor consumo de água e em redução da lixiviação dos nutrientes, além de melhorar a qualidade nos produtos colhidos.

Quando se realiza o cultivo de plantas em ambiente coberto com plástico, é preciso estar atento quanto às modificações físicas que ocorrem no seu interior, pois estas induzem a alterações no

comportamento das plantas. A cobertura plástica das estufas altera consideravelmente os elementos meteorológicos em seu interior, reduzindo a radiação solar global, a velocidade do vento, o déficit de saturação e a evapotranspiração da cultura, interferindo também no crescimento e no desenvolvimento das plantas (DALSSASO et al., 1997 e DALMAGO et al., 2003).

A radiação solar é a fonte primária de energia para dar início a uma série de processos que consistem na assimilação de gás carbônico atmosférico e na sua transformação em compostos utilizáveis pelas plantas. Porém, este é o fator mais alterado quando se posiciona uma barreira transparente ou opaca entre o dossel e a atmosfera, o que acarreta mudanças em todas as variáveis dependentes desta, direta ou indiretamente, e em maior ou menor grau. O fluxo energético dentro da estufa é diferente do campo aberto e, comparando cultivos de pimentão nestes ambientes, CUNHA et al. (2002) observaram que o uso da cobertura plástica reduziu em 30,4% a radiação líquida disponível em relação ao campo. Esta redução ocorre pois a radiação solar incidente interage com a cobertura, sendo fracionada em porções, em que parte destas são perdidas para a atmosfera, disponibilizando menos energia para o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Já as perdas por irradiação do solo sofreram redução de 22% (CUNHA et al., 2002), transformadas em calor sensível para aquecimento do ar interno, caracterizando o chamado “efeito estufa”. Em cultivo de feijão-vagem, FARIAS et al. (1993a) verificaram que a radiação solar global interna ficou entre 65 e 90% da externa.

Além das porções refletida e absorvida pela cobertura, resta a porção que passou pela cobertura sem sofrer modificações, denominada de energia transmitida. Essa porção varia com o material de cobertura, sendo o polietileno de baixa densidade (PeBD) o mais utilizado atualmente. A transmissividade deste material, segundo FARIAS et al. (1993a), apresenta valores variados durante o dia, obtendo o valor máximo de 93% às 14horas e o mínimo de 52% às 7horas com média durante todo o período experimental de 83%. BURIOL et al. (1995) explicaram que a transmissividade do filme de polietileno é menor no início do dia devido à inclinação dos raios solares e a presença de uma fina camada de condensação de água sob o plástico. O mesmo autor cita também que a transmissividade varia com a condição do dia e a presença ou ausência de uma camada de condensação formada no interior da cobertura, variando de 59,7% em dias nublados e com camada de condensação a 87,4% em dias límpidos e sem camada. Para ANDRIOLO (1999), a presença da camada de condensação pode reduzir em até 50% a transmissividade da cobertura, além de induzir ao aumento da ocorrência de doenças pelo acréscimo na umidade relativa e no tempo de molhamento foliar. Os valores de transmissividade da cobertura à radiação solar sofreram redução de 71,6% para 68,8% no estudo de CUNHA & ESCOBEDO (2003), devido à deposição de impurezas sobre o plástico por seu uso repetido em cultivos sucessivos.

Da porção transmitida, as plantas se beneficiam apenas de certos comprimentos de onda, denominados de Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFA). Esta também é influenciada pelo

material de cobertura, como mostra REISSER JUNIOR et al. (2003), as quais encontraram transmissividade de 67 e 72% da RFA disponível no ambiente externo, em estufas plásticas com e sem telados nas laterais, respectivamente. Quanto à transmissividade da cobertura à radiação global incidente, os autores encontraram valor médio de 75%.

Parte da radiação que transpassa a cobertura sofre mudanças em sua direção sem que ocorram alterações em seu comprimento de onda, dando origem à denominada radiação difusa. Autores como ALPI & TOGNONI (1978), FARIAS et al. (1993a) e BURIOL et al. (1995) atribuíram o incremento da produtividade em cultivos sob plásticos ao aumento da porcentagem deste tipo de radiação, devida à sua maior eficiência em relação à radiação incidente direta, pois, sendo multidirecional, favorece sua penetração no interior dossel, o que, segundo FARIAS et al. (1993a), pode compensar a parcial opacidade da cobertura. Observaram também que 45% da radiação global estava na forma de radiação difusa e, no ambiente externo, esta proporção ficou em torno de 24%, o que evidencia o poder dispersante da cobertura plástica. Este ainda é acentuado pela presença da camada de condensação, que de acordo com BURIOL et al. (1995), aumentou a porcentagem da radiação difusa de 22% para 33% no interior da estufa plástica.

Como citado anteriormente, a cobertura mais utilizada atualmente é o polietileno de baixa densidade. No entanto, este apresenta permeabilidade de 80% das ondas longas emitidas pelo solo e estruturas de sustentação, resultando em um pequeno efeito estufa.

Mesmo assim, EVANGELISTA & PEREIRA (2001) observaram que a temperatura máxima dentro da estufa chegou a 6,1°C acima da externa, porém não obteve efeitos significativos sobre as temperaturas mínimas. Comparando a temperatura externa com a do interior da estufa plástica, FARIAS et al. (1993b), observaram que a temperatura máxima interna foi 1,2 e 4,4°C superior à externa, enquanto as temperaturas mínimas de 0,1 e 4,6°C superior.

Para a cultura do pimentão, CUNHA & ESCOBEDO (2003) verificaram ganho térmico médio de 2,8°C, 6,4°C e 3,3°C para as temperaturas mínima, máxima e média, respectivamente, em cultivo sob estufa plástica. ANDRIOLO et al. (1991) cultivaram pimentão a céu aberto na época normal (transplante em outubro) e em 3 épocas alternativas (junho, julho e agosto), sob cultivo protegido, e encontraram diferenças consideráveis na duração do período vegetativo, atribuindo-as às variações nas temperaturas do ar e solo, à radiação solar e à umidade relativa do ar.

Avaliando o efeito das baixas temperaturas, ANDRIOLO (2000) constatou que temperaturas do ar inferiores a 18°C fazem com que a velocidade das reações enzimáticas diminua, reduzindo as taxas de crescimento e desenvolvimento da planta. Destaca também que o efeito das baixas temperaturas noturnas sobre o transporte de assimilados das folhas para frutos é uma das hipóteses para explicar a baixa quantidade de massa seca alocada para frutos nos cultivos de outono no sul do Brasil. O efeito das temperaturas acima de 30°C no ambiente interno, normalmente associadas a valores elevados de

radiação, leva ao aumento das taxas respiratórias e à redução da fotossíntese e da assimilação líquida (ANDRIOLO, 2000).

A variação da umidade relativa (UR) do ar no interior das estufas plásticas depende essencialmente da temperatura do ar e da ventilação. Por sua vez, a temperatura do ar varia principalmente em função da densidade de fluxo de radiação solar incidente e da própria ventilação, a qual depende da área, localização e manejo das aberturas e da velocidade de troca do ar do interior com o exterior (BURIOL et al., 2000).

A umidade relativa do ar dentro da estufa plástica é, em média, superior ao ambiente externo, com exceção do período de temperaturas crescentes, compreendido entre 8 e 14 horas em dias límpidos (BURIOL et al., 2000). No entanto, as variações são principalmente determinadas pelo manejo das cortinas e portas da estufa. Quanto à umidade relativa mínima dentro da estufa, EVANGELISTA & PEREIRA (2001) chegaram a obter diferença de 15% inferior nos momentos mais quentes do dia e 7,4% superior à externa em dias nublados. FARIAS et al. (1993b) observaram que a cobertura da estufa aumenta a amplitude da umidade relativa do ar mas não altera seus valores médios.

Conforme CARON & HELDWEIN (2000), o consumo de água pelas plantas é influenciado indiretamente pela disponibilidade de água no solo, demanda evaporativa da atmosfera, características morfo-fisiológicas da planta, posição e manejo das áreas livres para ventilação, déficit de saturação e da velocidade do deslocamento de ar no interior da estufa. Trabalhando com a cultura de feijão-vagem,

FARIAS et al. (1994) observaram que a redução da radiação solar incidente, causada pela parcial opacidade do material de cobertura, associada com a redução da velocidade dos ventos dentro da estufa plástica, diminuiu a demanda hídrica atmosférica para 71% do consumo de água no ambiente externo. Práticas como uso de mulching e irrigação por gotejamento nas linhas de cultivo diminuem a evapotranspiração e contribuem para a redução do consumo de água e frequência de irrigação, como citam CARON & HELDWEIN (2000).

A umidade do ar influencia na transpiração das plantas por interferir na condutância estomática e, indiretamente, na turgescência dos tecidos. Quando a demanda atmosférica é mais elevada que o fluxo de água das raízes para as folhas, explica ANDRIOLO (2000), ocorre o fechamento dos estômatos, o que limita a entrada de CO<sub>2</sub> para fotossíntese.

Em Santa Maria-RS, DALMAGO et al. (2003) encontraram, para cultura do pimentão, consumo de 0,21mm dia<sup>-1</sup>, 1,65mm dia<sup>-1</sup> e 1,36mm dia<sup>-1</sup> para os subperíodos de transplante-início da floração, floração-colheita e colheita ao término do experimento, respectivamente, com máximo de 3,6mm em determinado dia, com média geral de 1,21mm dia<sup>-1</sup>. No mesmo local, RIGHI et al. (2002) encontraram correlação baixa e positiva do consumo d' água com a radiação solar; contudo, modelos que continham o déficit de saturação do interior da estufa apresentaram melhor ajuste. Isso ocorre pois o déficit varia com o manejo das aberturas laterais e portas, sendo estas dependentes das condições meteorológicas externa.

A utilização de cobertura dos camalhões com filme plástico opaco se justifica, segundo MARTINS et al (1999), pois conserva a umidade, reduz a lixiviação dos nutrientes, aumenta a disponibilidade de nutrientes, reduz a umidade relativa do ambiente, favorece a precocidade dos cultivos, reduz a erosão e compactação relativa à sua não utilização.

Apesar da menor disponibilidade de energia em relação ao ambiente externo, CUNHA et al. (2002) verificaram aumento de 2,6 vezes na produtividade do pimentão, 24% na altura das plantas e índice de área foliar (IAF) 3,0 vezes maior, assim como aumento de 227% de massa seca por unidade, com 45% da água utilizada no campo, levando ao aumento de 100% na eficiência do uso da água. Em condições similares, CUNHA & ESCOBEDO (2003) observaram acréscimo no comprimento, largura, espessura de polpa, peso médio dos frutos de pimentão, assim como o aumento de 42,7% na produção total e a redução na porcentagem de frutos defeituosos em comparação com o cultivo à campo aberto.

Para cultivos de pimentão em diversas épocas do ano, ANDRIOLO et al. (1991) observaram variações nas proporções entre raiz, caule, folha e frutos, assim como no IAF, e verificaram que, independentemente da época cultivada, plantas no interior das estufas plásticas aumentaram sua massa seca e o número de frutos, em comparação com a época normal cultivada em céu aberto.

Na cultura do tomateiro, REISSER JUNIOR et al. (2003) obtiveram plantas mais altas, com maior IAF e folhas mais duradouras, assim como observaram modificações na morfologia das

folhas em nível celular. Os autores entendem que estas modificações morfológicas são adaptações a um meio com menor radiação solar, a fim de aproveitar os recursos do meio com mais eficiência. FONTES et al. (1997) também evidenciaram as vantagens do cultivo em ambiente protegido para a cultura do tomateiro, pois as duas variedades utilizadas no estudo produziram, ao menos, duas vezes mais frutos do que o cultivo à campo aberto. Também obtiveram três vezes mais frutos comerciáveis, que somaram 90% do total dos frutos, enquanto no cultivo à campo, a quantidade de frutos comerciáveis ficou em torno de 70%. A produção total foi 141% superior, com colheitas mais precoces e prolongamento do período de colheitas.

Variáveis como direção do vento predominante e inclinação solar, são fatores que devem ser considerados no momento de determinar a orientação da estufa, pois alteram diversos elementos, como radiação solar, consumo d'água, umidade relativa. TIVELLI (1998a) menciona que, na faixa tropical do Brasil, o fator orientação da estufa não apresenta significância e deve ser definido pela declividade e predominância dos ventos.

Estudando o comportamento de variáveis meteorológicas em alface cultivadas simultaneamente a campo aberto e em estufas plásticas orientadas no sentido Norte-Sul (N-S) e Leste-Oeste (L-O), GALVANI et al. (1998) observaram mesma umidade relativa do ar para ambas orientações, porém, na maior parte do tempo, superior à do campo. Em relação às estufas plásticas N-S, a orientação L-O proporcionou maior temperatura e consumo d' água 10% superior. A

evapotranspiração da cultura foi 46% e 44% inferior à externa para estufas plásticas orientadas L-O e N-S, respectivamente.

Na região Sul do Brasil, para que se tenha vantagem do cultivo fora da época recomendada, segundo BLISKA JÚNIOR & HONÓRIO (1999), deveria ser dada preferência a orientação N-S no sentido do maior comprimento da estufa plástica, pois recebem maior intensidade luminosa, visto que, no sentido L-O, pode ocorrer redução da incidência de radiação em mais de 20%.

Trabalhando com aplicação de CO<sub>2</sub> no interior da estufa, FURLAN et al. (2002) observaram incremento no comprimento (16%), diâmetro (11,8%) e espessura da polpa (9,9%), acréscimo no número de frutos por planta (35,1%), peso médio (20,0%) e de produção de frutos (54,8%), justificados pela expansão do sistema radicular e aumento do volume de solo explorado, assim como na eficiência fotossintética das plantas.

Independente do modelo matemático utilizado para análise de determinado experimento, desde experimentos em branco, sem efeito de tratamento, cujo modelo é simplesmente  $Y_{ij} = m + e_{ij}$  ou experimentos conduzidos em delineamentos simples como o inteiramente casualizado  $Y_{ij} = m + t_i + e_{ij}$ , até os modelos mais complexos, todos reconhecem um efeito aleatório representado por  $e_{ij}$ , de causa desconhecida e não controlada, denominado de erro experimental, conceituado por STEEL et al. (1997) como a variação entre as unidades experimentais que receberam as repetições de um mesmo tratamento. Parte da variação que inflaciona o erro experimental é inerente do material em estudo e outra provém da falta

de uniformidade do ambiente em que é conduzido o experimento (FERREIRA, 2000). Pequenas variações existentes nas unidades experimentais, sejam anteriores à aplicação dos tratamentos ou induzidas involuntariamente durante a execução do ensaio, tornam as mesmas heterogêneas, inflacionando o erro experimental. Outra variação que pode estar presente em um experimento é o erro sistemático, que ocorre em todas as repetições de um determinado tratamento, favorecendo-o ou prejudicando-o em todas suas repetições, que se somam ao efeito de tratamento, alterando o quadrado médio dos tratamentos, a estatística F e as conclusões sobre os efeitos dos tratamentos (STORCK et al., 2000).

O modelo matemático deve obedecer a alguns pressupostos para que as inferências tenham validade. Para isso o modelo deve ser aditivo, dado pela soma de seus efeitos, os quais devem ser independentes; os erros ou desvios devem ser conjuntamente independentes ou não correlacionados, apresentarem a mesma variância ( $\sigma^2$ ) e distribuição normal. Segundo STORCK et al. (2000), a qualidade de um experimento pode ser avaliada pela magnitude do erro experimental e através do atendimento das pressuposições do modelo matemático. O não atendimento de um ou mais pressuposto, altera consideravelmente as inferências obtidas via análise paramétrica, recomendando-se, nestes casos, a transformação dos dados para uma nova escala, na tentativa de realizar a análise dos dados pela estatística paramétrica, caso contrário, realizar a análise por testes não paramétricos, (STORCK et al., 2000), o uso de modelos lineares generalizados (BARBIN, 2003) ou de técnicas de

reamostragem (TRIOLA, 1999), o que leva à perda dos dados e à instalação de novo experimento.

A transformação de dados é uma importante ferramenta para fazer com que os dados satisfaçam, ao menos aproximadamente, aos pressupostos não atendidos do modelo. Entre as ferramentas destacam-se: raiz quadrada, própria para dados de contagem que se ajustam à distribuição de Poisson; logarítmica, usada quando os efeitos principais do modelo são multiplicativos ou quando apresentam sua variância proporcional à média; arcoseno ou angular, utilizada para dados que representam uma proporção e seguem a distribuição binomial (FERREIRA, 2000 e STORCK et al., 2000).

Análises não-paramétricas são aquelas cujo modelo não especifica condições sobre os parâmetros da população da qual a amostra foi obtida (TRIOLA, 1999). Apesar da existência de pressuposições, estas são mais brandas do que aquelas associadas aos testes paramétricos. Os testes não-paramétricos podem ser chamados de testes distribuição livre (CAMPOS, 1983), dentre os quais podem-se citar: Kruskal-Wallis para experimentos conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, teste de Friedman para blocos, Sperman para correlações entre dois caracteres, entre outros (PIMENTEL GOMES, 2000). No entanto, são testes menos poderosos do que os paramétricos, quando as exigências do modelo são atendidas, não permitem testar interações entre fatores e desconsideram a magnitude dos dados, levando ao desperdício de informações.

A caracterização de um experimento exige princípios básicos, como a repetição, que consiste na aplicação do mesmo tratamento em duas ou mais unidades experimentais e permite a estimativa do erro experimental, influenciando no poder dos testes de hipóteses e teste de comparação múltipla de médias. Seu número varia com a disponibilidade do material experimental, área e mão de obra, assim como o número de tratamentos, a probabilidade de erro requerida e a porcentagem de discriminação dos tratamentos (RAMALHO, 2000). Quanto maior o número de repetições (N), mais precisa será a estimativa da variância da média estimada ( $s^2(\hat{m})$ ) dada por:

$$s^2(\hat{m}) = \sqrt{\frac{S^2}{N}} \quad (1)$$

Para se obter uma estimativa precisa do erro, deve-se ter no mínimo 10 graus de liberdade ou 20 parcelas experimentais, distribuídas entre I tratamentos e J repetições (PIMENTEL GOMES, 2000 e STORCK et al., 2000). Outro princípio é a casualização, que consiste na distribuição aleatória das repetições dos tratamentos pelas unidades experimentais e serve para assegurar, de certa forma, a independência dos erros e a validade das estimativas do erro experimental, de modo que cada tratamento tenha a mesma probabilidade de ocupar uma dada parcela no experimento. Já o controle local é o arranjo (delineamento) da casualização dos tratamentos nas parcelas dentro da área experimental em subdivisões (blocos), visando homogeneizar as parcelas para que seja aplicado o tratamento.

O erro experimental influencia na estatística do teste de hipótese  $H_0: t_i = 0, \forall i$ , da análise da variância, onde se calcula a estatística  $F_c$ :

$$F_c = \frac{\{\hat{\sigma}^2 + J\sum_i \hat{t}_i^2 / (I-1)\}}{\hat{\sigma}^2} \quad (2)$$

que deverá ser maior do que F Tabelado em nível  $\alpha$  de probabilidade de erro para rejeitar  $H_0$  e concluir que existe ao menos um contraste entre as médias dos tratamentos diferentes de zero, ou seja,  $t_i \neq 0$ , para algum  $i$ . Também influencia na variância do contraste entre duas médias

$$\hat{V}(\hat{m}_i - \hat{m}_{i'}) = \frac{2QMe}{J} \quad (3)$$

usado para os testes de comparação múltipla de médias (Tukey, Duncan, Scheffé, Scott & Knott, etc.)

A qualidade do experimento pode ser avaliada por estatísticas como o coeficiente de variação

$$CV\% = \frac{\sqrt{QMe}}{\hat{m}} * 100 \quad (4)$$

e a diferença mínima significativa

$$DMS\% = \frac{q_\alpha(I; GL_e) \sqrt{\frac{QME}{J}}}{\hat{m}} * 100 \quad (5)$$

onde;  $q_\alpha(I; GL_e)$  é amplitude total estudentizada em nível  $\alpha$  de erro para  $I$  tratamentos e  $GL_e$  graus de liberdade do erro;  $J$ , repetições; e  $\hat{m}$  é a estimativa da média geral do experimento. Quanto menores forem tais estatísticas, menor será o erro experimental e, por consequência, maior a precisão e confiabilidade dos resultados.

Segundo MARKUS (1974), as parcelas a campo são essencialmente desuniformes devido à heterogeneidade do solo, a partir de diferenças de fertilidade, em sua constituição química, declividade, drenagem, manejo da cultura anterior, preparo do solo,

distribuição dos fertilizantes, o que gera variações entre parcelas ou mesmo dentro da parcela, e são impossíveis de serem eliminadas.

Publicações como FEDERER (1977), STORCK et al. (2000) e MARTIN (2003) fazem ampla revisão, citam e discutem diversas fontes de erro, com ênfase na heterogeneidade do solo, onde, assim como MIRANDA FILHO (1987), consideraram-na como a maior causa de variação entre as parcelas e concordam que, para contorná-la, é necessário adequar a área experimental ao delineamento experimental, tamanho e forma das parcelas, número de repetições e tratamentos e precisão requerida para resultados, ou melhor, é preciso conciliar variantes no instante do planejamento do experimento.

O rendimento de uma planta ou parcela pode aumentar ou diminuir em virtude da influência de parcelas vizinhas ou de espaços vazios não semeados, plantas mortas ou plantas com desenvolvimento inferior às demais. Diferenças do número de plantas por parcela afetam a produção das mesmas e aumentam a variabilidade do experimento (MARKUS, 1974). O efeito da falha inflaciona a variabilidade, pois reduz a produtividade total da parcela e ainda pode favorecer aleatoriamente plantas dentro da mesma parcela, devido à redução da competição por água, luz e nutrientes. No intuito de reduzir a competição intraparcelar, MARKUS (1974) recomenda agrupar variedades altas e baixas. Porém em experimentos em branco as diferenças de altura que ocorrem durante o ciclo de cultivo podem ser atribuídas ao “acaso” e podem gerar incrementos no erro por supressão da luz às plantas vizinhas.

Existe a tendência de que plantas situadas na extremidade ou nas bordas da área experimental estejam sujeitas a diferentes condições em relação às plantas do centro, apresentando-se normalmente mais vigorosas e produtivas. Segundo DE LA LOMA (1955), parcelas longas e estreitas são mais susceptíveis ao efeito da borda em comparação a parcelas quadradas. Para amenizar o efeito de borda, o autor recomenda desconsiderar plantas que sofreram o efeito de bordadura. No entanto, é discutível o uso de bordadura em experimentos de estufas plásticas para culturas de baixo porte (menos de 1,20m), pois, em espaçamento entre linhas de 1,0m, comum nestes cultivos, e em estufas plásticas de orientação Norte-Sul, é provável que exerçam pouca influência nas plantas do centro.

Para STEEL et al. (1997), as formas de controlar o erro experimental são a utilização adequada de um delineamento experimental, a determinação do tamanho e a forma de parcelas e uso de observações auxiliares, desde que sejam independentes dos tratamentos. Diversos são os métodos de cálculo do tamanho e da forma da parcela experimental, citados em STORCK (1979), FERREIRA (2000) e MELLO (2003), sendo todos com precisão, aplicabilidade e restrições características. O tamanho da parcela deve se adequar ao tamanho da área disponível, à heterogeneidade das parcelas, à natureza dos tratamentos, ao modo de realização dos tratamentos culturais (se manual ou mecanicamente), ao tipo de plantas em estudo (arbóreas, olerícolas, cereais, etc.) (DE LA LOMA, 1955).

O uso de unidades pequenas em áreas heterogêneas, em geral, produz altos coeficientes de variação, além de normalmente apresentar

grande número de parcelas perdidas, o que dificulta as análises devido à necessidade de se estimar o valor da parcela ocasionando a redução de um grau de liberdade do erro para cada parcela perdida (BARBIN, 2003). Para MARKUS (1974), deve-se utilizar o menor tamanho de parcela compatível com os tratamentos e melhorar a precisão das inferências aumentando o número de repetições. Quanto à forma da parcela, DE LA LOMA (1955) cita que esta tem importância inferior que seu tamanho, mas deve ser considerada quando existe gradiente de fertilidade já identificado na área experimental. Observa também que parcelas quadradas apresentam menor perímetro, o que favorece certos tratamentos culturais aplicados no decorrer do ciclo da cultura. As variações entre as parcelas diminuem com o aumento de seu tamanho, sendo que esta redução, observada pelas estatísticas CV% ou variância reduzida por unidade de área (VU(x)), não são proporcionais ao aumento do tamanho da parcela (SMITH, 1938).

Para estimar a correlação entre as parcelas adjacentes em um experimento, SMITH (1938) criou o índice de heterogeneidade do solo ('b'), segundo relação empírica:

$$VU(x) = \frac{V1}{X^b} \quad (6)$$

onde VU(x) é a variância por unidade de área, calculada entre as parcelas de tamanho X, 'b' pode ser estimado como o coeficiente de regressão linear, através da logaritimização da equação (6) e V1 é a variância das parcelas de uma unidade de tamanho. O autor cita também que erros na tomada dos dados experimentais tendem a elevar o valor do índice, quando comparados com um índice hipotético, estimado apenas pela variabilidade de solo, pois este é um fator difícil

de ser isolado. Dessa maneira, a equação, segundo o autor, descreve, além da heterogeneidade do solo, as variações da planta, as condições climáticas, o manejo, etc, ou melhor, outros fatores inerentes ao experimento.

É imprescindível no momento de planejar um experimento, buscar na literatura referências que norteiem dados básicos como tamanho e forma de parcela, delineamento, tamanho amostral e número de repetições. Os trabalhos encontrados na literatura atualmente, quando se trata de olerícolas, são compostos por parcelas de tamanho escolhido empiricamente, devido à necessidade ou praticidade dos mesmos, ou são baseados em experiência anteriores, seguindo tendências a partir de trabalhos já realizados. O mesmo acontece com o delineamento, sendo mais comumente encontrados o uso de blocos casualizados, o número de repetições e a intensidade de amostragem dentro das parcelas escolhidas pelo pesquisador.

Estudando a variabilidade da produção de tomate em função das colheitas, LOPES et al. (1998) verificaram que ocorrem mudanças na concentração da produção no decorrer das colheitas e constataram diferenças de produção entre as linhas de cultivo. Os autores atribuíram tais variações aos danos causados às plantas durante a coleta dos frutos, doenças e pragas, pisoteio entre as linhas, diferenças no volume de água fornecida pelo sistema de irrigação, drenagem irregular e mancha de fertilidade. Eles recomendam o uso de parcelas compostas de 18 plantas, o que possibilita um número razoável de tratamentos e repetições dentro da estufa plástica.

O tamanho da amostra é um fator que deve ser definido pelos pesquisadores, e varia conforme o grau de precisão e da variabilidade da população de onde será extraída a amostra. Segundo TRIOLA (1999), amostras desnecessariamente grandes acarretam desperdícios de tempo e dinheiro; do contrário, amostras demasiadamente pequenas levam a estimativas pouco representativas da média e variância populacional.

A fim de determinar a produção total por colheita para a cultura da abobrinha italiana sob cultivo protegido, SOUZA et al. (2002) estimaram o tamanho ótimo de amostra na linha de cultivo e recomendaram amostrar um mínimo de 19 e 13 plantas em linhas de 27, nas estações sazonais de verão/outono e inverno/primavera, respectivamente, para as semiamplitudes do intervalo de confiança da média (D) de 20%. Em linhas de 72 plantas de pimentão, LÚCIO et al. (2003) recomendaram amostragem de 50 e 28 plantas na estação sazonal de verão/outono e de 56 e 35 plantas na época de inverno/primavera, para semiamplitudes do intervalo de confiança da média (D) de 10% e 20%, respectivamente. LORENTZ et al. (2004) verificaram a ineficiência no uso de amostragem para cultura do pepino tipo conserva em estufa plástica quando se estipulam D de 10% ou 20%, isso em consequência dos altos valores dos coeficientes de variação nas colheitas, que variaram de 68,1% até 89,9% para desvio máximo de uma linha e com o uso do desvio geral para certa colheita, respectivamente.

Já quanto tamanho e forma de parcela para a cultura do pimentão em ambiente protegido, segundo MELLO (2003), devem ser de dez

plantas, sendo duas no sentido do comprimento (plantas na mesma linha) e cinco no sentido da largura (linhas de cultivo), independente da época de cultivo.

Utilizando a relação empírica de SMITH (1938), MELLO (2003) encontrou índices de heterogeneidade do solo ‘b’ em experimentos de uniformidade em cultivos protegidos com pimentão, que variaram de 0,721 e 0,997 para as estações sazonais de verão/outono e inverno/primavera, indicando uma alta correlação entre parcelas adjacentes, o que leva ao aumento da estimativa do erro experimental.

Na cultura do tomateiro em cultivo protegido, LOPES et al. (1998) encontraram um comportamento quadrático positivo do aumento do índice de heterogeneidade ‘b’ em função das 11 colheitas realizadas e recomendam executar apenas quatro colheitas, pois até este ponto, a heterogeneidade do cultivo ainda se encontra em níveis baixos e as diferenças entre tratamentos são facilmente detectadas, gerando indiretamente economia de recursos, devido à redução no prazo de condução do experimento no campo.

Em cultivos hidropônicos, nos quais as raízes das plantas são imersas em solução nutritiva completa, os efeitos introduzidos pela heterogeneidade de solo, como doenças, manchas de fertilidade, compactação de solo, etc, são consideravelmente reduzidos. Para alface hidropônica, MARODIN et al. (2000) determinaram que o delineamento de blocos ao acaso no sentido perpendicular à declividade da calha, na qual são fornecidos os nutrientes, mostrou-se mais adequado, sendo que, para estimar produção total, devem ser amostradas entre 40, 17 e 7 plantas por bancada de 84, para as

semiamplitudes do intervalo de confiança da média (D) de 5%, 10% e 20%, respectivamente.

O quadrado médio do resíduo é a média das variâncias dos tratamentos. Sendo assim, é necessário que as variâncias dos tratamentos sejam homogêneas para que os testes de hipóteses tenham validade. Segundo CONAGIN (1993), em ensaios de campo, é freqüente encontrar experimentos com variâncias heterogêneas entre tratamentos, decorrentes principalmente do uso de tratamentos controle ou testemunhas. A falta de homogeneidade das variâncias passa a ser problemática quando se utiliza teste de comparação de médias. A homogeneidade das variâncias é uma das hipóteses para validar a análise da variância e assegurar o nível de significância dos testes F e de médias, pois, em experimentos com variâncias heterogêneas, o nível de significância passa a ficar acima do especificado. Mas, nos casos em que os tamanhos da amostra ou o número de repetições são os mesmos para todos os tratamentos, a análise da variância e o teste de hipóteses são pouco afetados (IGUE et al., 1993).

Na análise da variância, realizada com variâncias heterogêneas, ocorrerá perda de eficiência na estimação dos efeitos de tratamento, assim como perda na sensibilidade dos testes de significância, o que indica aumento da probabilidade de erro dos testes, detectando diferenças onde não existem, principalmente se os dados obedeceram a distribuição normal. A porcentagem de erro passa de 5% ou 1% para um valor superior a este e não conhecido (ZIMMERMANN, 1987). Nestes casos, recomenda-se o uso de transformações de dados.

O teste de Bartlett é sensível à falta de normalidade, podendo acarretar erros em seu uso. Assim, CONAGIN et al. (1993) testaram cinco níveis de assimetria em relação à distribuição normal, duas magnitudes de coeficientes de variação (15% e 25%) em níveis altos, médios e baixos de efeito de bloco. Verificaram que, à medida que a distribuição dos resultados se afasta da curva normal (aumento da assimetria e da curtose), a porcentagem de rejeição da hipótese  $H_0$  da homogeneidade das variâncias pelo teste de Bartlett aumenta, principalmente com CV% em torno dos 25% e com baixo efeito de blocos.

Em experimentos conduzidos em estufas plásticas sem aplicação de tratamentos, compostos de linhas de cultivo bem definidas e cujas plantas são tratadas de modo individual e não tendencioso, espera-se que a média das produções das linhas e suas respectivas variâncias não difiram entre si. No entanto, este último pressuposto parece não estar sendo atendido para os experimentos realizados em estufas plásticas, o que pode estar induzindo a conclusões errôneas a respeito das diferenças entre os tratamentos.

A variabilidade existente entre o crescimento dos frutos de abobrinha italiana, para SOUZA et al. (2002), causada pelas variações nas condições ambientais como temperatura, radiação solar global, nebulosidade e umidade relativa, levou a heterogeneidade das variâncias em 9 das 19 colheitas e 7 entre as 30 colheitas para as estações sazonais de verão/outono e inverno/primavera, respectivamente. Da mesma forma, LÚCIO et al. (2003) observaram que 4 das 5 colheitas de pimentão realizadas na estação sazonal de

verão/outono e 100% das colheitas da estação sazonal de inverno/primavera, se apresentaram heterogêneas pelo teste de Bartlett a 5% de probabilidade de erro. As diferenças entre variâncias foram atribuídas ao surgimento dos frutos em dias diferentes nas plantas, ocasionando crescimento desuniforme entre os mesmos, ao amadurecimento precoce ou tardio de alguns frutos e também ao seu tamanho desuniforme no momento da colheita, sendo colhidos quando estavam maduros. Para a cultura do pepineiro, LORENTZ et al. (2004), além de verificarem que 7 das 13 colheitas se mostraram homogêneas pelo teste de Bartlett, observaram grandes oscilações das médias e das variâncias em função das colheitas.

O estudo das correlações entre caracteres tem aplicações em praticamente todos os campos de pesquisa. No entanto, correlações simples permitem apenas avaliar a magnitude e o sentido da associação entre dois caracteres, sem fornecer informações necessárias relativas aos efeitos diretos e indiretos de um grupo de caracteres em relação a uma variável dependente de maior importância (CRUZ, 2001). A análise de trilha permite o estudo desses efeitos sobre uma variável básica, cujas estimativas são obtidas por meio de equações de regressão, em que as variáveis são primeiramente padronizadas (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992; CRUZ & REGAZZI, 1994; CRUZ, 2001).

Anteriormente à análise de trilha, faz-se necessária a realização da diagnose da multicolinearidade (inter-relação) entre as variáveis independentes. Se constatada multicolinearidade com intensidade severa (número de condição (NC) >1000), nos casos em que existe

correlação alta ou perfeita entre as variáveis, ou moderada ( $1000 > NC > 100$ ), torna-se difícil à avaliação da influência das mesmas sobre a variável resposta, pois a estimação do coeficiente de trilha fica prejudicada (CRUZ, 2001). O mesmo autor cita duas alternativas para dar continuidade à análise: realizar a análise considerando a multicolinearidade, ou eliminando as variáveis altamente correlacionadas e de menor interesse no estudo. Já no caso de  $NC < 100$ , a multicolinearidade é considerada com intensidade fraca, não causando problemas nas análises.

O estudo do coeficiente de trilha foi realizado em diversas culturas, como em guandu (SANTOS et al., 1994), arroz (GRAVOIS & HELMS, 1992), amendoim (SANTOS et al., 2000), feijoeiro (COIMBRA et al., 1999 e FURTADO et al., 2002), pimentão (DEPESTRE et al., 1988; MIRANDA et al., 1988 e CARVALHO et al., 1999), cuja variável dependente utilizada foi sempre a produção total, objetivando o estudo dos coeficientes com fins de melhoramento. Em ensaios de competição de cultivares de milho, LÚCIO (1999) utilizou esta análise com objetivo de detectar a influência de 18 variáveis sobre as estatísticas Diferença Mínima Significativa em porcentagem da média (DMS%) e sobre o Quadrado Médio Residual (QMerro). Dessa forma, esse tipo de análise é útil na verificação de relações diretas e indiretas entre variáveis, podendo seu uso ser extrapolado para outras áreas de investigação além do melhoramento genético, como por exemplo, no estudo da interferência de outros tipos de manejo cultural e/ou outras variáveis morfológicas da planta sobre a resposta obtida na variável principal de vários

experimentos, que corresponde produtividade final, mostrando o tipo e o grau de relação e fornecendo condições de melhor planejamento e condução do experimento.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos quatro experimentos com a cultura do pimentão em cultivo protegido durante os anos de 2001, 2002 e 2003. Todos se localizaram no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, nas coordenadas 29° 43' 23" S e 53° 43' 15" W e altitude 95m. O clima da região é classificado como Cfa subtropical úmido sem estação seca e com verões quentes conforme a classificação de KÖPPEN (MORENO, 1961).

As sementes de pimentão, híbrido Vidi, foram adquiridas no comércio local e caracteriza-se por apresentar plantas vigorosas, tolerantes à antracnose e ao vírus do mosaico do tabaco, com boa adaptabilidade em qualquer época do ano, cujos frutos são retangulares e de cor verde-escuro, que se torna vermelho quando maduros, possuindo polpa grossa e firme.

Realizou-se a semeadura em bandejas de 128 alvéolos cobertos com substrato comercial plantmax®. O transplante das mudas foi ocorreu quando as mudas apresentavam de 6 a 8 folhas definitivas ou aproximadamente 15cm de estatura, com o solo da estufa saturado e em dias encobertos.

As datas de realização das atividades de semeadura, transplante e colheitas estão contidas na Tabela 1.

O preparo do solo foi realizado com enxada rotativa, revolvendo-o antes e depois da distribuição dos fertilizantes, equivalente a 130Kg ha<sup>-1</sup> de N, 70Kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 230 Kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, para cada linha de cultivo.

TABELA 1 – Datas da realização da semeadura, transplante e das respectivas colheitas em experimentos com pimentão, realizados nas estações sazonais de verão/outono e inverno/primavera, para os anos de 2001, 2002 e 2003. Santa Maria-RS, 2004.

	Estação sazonal de cultivo			
	Verão/outono		Inverno/primavera	
	2001	2002	2001	2003
Semeadura	12/01/01	04/01/02	20/08/01	24/08/03
Transplante	13/02/01	14/02/02	28/09/01	02/10/03
1 <sup>a</sup> Colheita	19/04/01	11/04/02	14/11/01	23/12/03
2 <sup>a</sup> Colheita	03/05/01	15/04/02	21/11/01	29/12/03
3 <sup>a</sup> Colheita	19/05/01	22/04/02	28/11/01	06/01/04
4 <sup>a</sup> Colheita	16/06/01	02/05/02	05/12/01	12/01/04
5 <sup>a</sup> Colheita	21/06/01	09/05/02		
6 <sup>a</sup> Colheita		23/05/02		
7 <sup>a</sup> Colheita		06/06/02		
8 <sup>a</sup> Colheita		20/06/02		

As linhas de cultivo foram compostas por 70 plantas, espaçadas 30cm entre plantas e 1,00m entre os camalhões de 0,10m de altura, cobertos com mulching opaco preto de PeBD 35 micras, a fim de reduzir as perdas d' água e evitar plantas invasoras nas linhas de cultivo. A irrigação, instalada sob o mulching, foi realizada por tubos gotejadores autocompensados de vazão 1,65 litros hora<sup>-1</sup>, sempre nas primeiras horas da manhã, baseada na leitura diária de tensiômetros instalados nas linhas a 0,10m de profundidade. Os experimento 1, 2, e 4 foram compostos de 10 linhas, sendo da um a cinco, posicionadas no lado leste e da seis a dez, no lado oeste (Figura 1). No experimento 3 (2002) desprezaram-se as plantas das linhas das bordas pois estas apresentavam variedade diferente.

	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
P70	ψ	ψ	ψ	ψ	ψ	ψ	ψ	ψ	ψ	ψ
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
P5	ψ	ψ	ψ	ψ	ψ	ψ	ψ	ψ	ψ	ψ
P4	ψ	ψ	ψ	ψ	ψ	ψ	ψ	ψ	ψ	ψ
P3	ψ	ψ	ψ	ψ	ψ	ψ	ψ	ψ	ψ	ψ
P2	ψ	ψ	ψ	ψ	ψ	ψ	ψ	ψ	ψ	ψ
P1	ψ	ψ	ψ	ψ	ψ	ψ	ψ	ψ	ψ	ψ

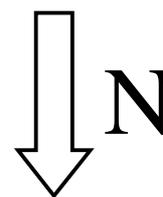


FIGURA 1 – Disposição das plantas dentro da estufa plástica, representando o número da linha de cultivo (L) e a parcela na linha (P) indicando sua posição dentro da estufa plástica. Santa Maria-RS, 2004.

As estufas plásticas utilizadas na condução destes experimentos apresentaram as mesmas dimensões, sendo 24 metros de comprimento no sentido Norte – Sul e 10 metros de largura, pé direito de 2,0 metros e altura central 3,5 metros, com estrutura de madeira na forma de arco pampeano, coberta com filme de PeBD 100micras, mesmo material utilizado nas portas e cortinas laterais. A ventilação da estufa ocorreu pela abertura das cortinas laterais e portas, manejadas conforme as condições meteorológicas do dia. Em dias de alta temperatura, como na estação sazonal de verão/outono, a abertura era realizada em torno das 8 horas da manhã e o fechamento, às 18 horas e 30 minutos. Na estação sazonal de inverno/primavera, abria-se em torno das 9 horas e fechava-se às 16 horas e 30 minutos. Em dias de nevoeiro, a estufa foi mantida fechada até a dissipação do mesmo. Em dias de vento, com precipitações pluviais, temperaturas baixas e/ou em dias encobertos, as cortinas foram mantidas fechadas ou parcialmente abertas.

As plantas foram deixadas em crescimento livre, realizando periodicamente a desbrota dos ramos provenientes das axilas das folhas. As folhas e os brotos abaixo da primeira bifurcação foram retirados à medida que se formavam. A sustentação das plantas foi realizada por fios de ráfia presos a arames de metal na altura do pé-direito. O ponto de colheita se caracterizou pelo surgimento da coloração azulada na base do fruto.

Cada planta foi numerada individualmente, a fim de identificar a linha de cultivo e a posição da planta dentro da linha. A produção de cada planta foi pesada, da qual anotou-se, o número da colheita, o número da linha e da planta dentro da linha. Desta maneira, obteve-se posição relativa de cada planta dentro da estufa plástica e sua respectiva produção. A partir da produção individual das plantas em cada colheita, simularam-se parcelas de tamanho 1, 2, 5, 7, 10, 14 e 35 plantas por parcela dentro da linha, por serem divisores exatos de 70 plantas.

Calculou-se a média de produção de cada colheita e do total das colheitas, atribuindo o código “A” para parcelas com produção igual ou superior à média da colheita e “B” para parcelas com produção inferior à média. Os códigos representaram a dispersão da produção das parcelas em relação à média da colheita ou a média de todas as colheitas.

Para as sete combinações de tamanhos de parcelas, calculou-se a variância e os graus de liberdade, nos quais se aplicou o teste de homogeneidade das variâncias de Bartlett (STEEL et al., 1997) em

cada uma das colheitas, perfazendo 8 (experimento 3) ou 10 variâncias (experimentos 1, 2 e 4) por colheita e para produção total das parcelas.

Independentemente do resultado do teste de Bartlett, a fim de explicar o comportamento das variâncias entre as linhas de cultivo em cada colheita, foram calculadas as variâncias por linha nas colheitas, para cada tamanho de parcela. Como estas foram obtidas a partir da soma de um número diferente de plantas por parcelas, foi necessário tornar comparáveis tais valores dividindo-os pelo número de plantas por parcela. KELLER (1949) e ORTIZ (1995) utilizaram a mesma metodologia para obterem variâncias reduzidas, dividindo a variância encontrada pelo número de plantas que compuseram estas parcelas.

Com os valores obtidos para a variância média, de cada linha de cultivo e no total produzido em todo ciclo da cultura, para ambas as estações sazonais, foram construídos gráficos, dando condições de verificar o comportamento da variabilidade existente entre as linhas e sua distribuição, em relação à posição destas dentro da estufa plástica. A variância utilizada para confecção dos gráficos foi obtida pela média aritmética das variâncias reduzidas das sete combinações de tamanhos de parcela.

A fim de comparar as produções totais de cada linha para cada uma das combinações de tamanhos de parcelas, utilizou-se o teste de Scott & Knott, que testa a significância entre os tratamentos formando grupos que maximizam a soma de quadrados entre grupos, conforme descrito por RAMALHO (2000). O teste apresenta como característica a formação de grupos de médias que diferem, sem ocorrer o problema da ambigüidade de resultados, ou seja, sem as médias apresentarem

duas ou mais letras pois formam grupos mutuamente exclusivos. Para realização do teste, foi utilizada a variância média, ponderada pelos graus de liberdade. As médias entre as linhas de cultivos foram calculadas considerando as plantas efetivas, ou seja, colhidas ao menos uma vez durante a condução do experimento. No entanto, durante simulação das parcelas de diferentes tamanhos, as falhas por plantas mortas foram desconsideradas, prejudicando aleatoriamente a produção individual de determinadas parcelas que incorporaram tais falhas.

Nos experimentos realizados nos anos de 2002 e 2003, foi observado o número da linha de cultivo (Linha), iniciando do lado leste para oeste, numeradas de 1 a 10 linhas e a posição da planta dentro da linha (planta) iniciando a numeração no lado norte em direção ao sul, com aproximadamente 70 plantas por linha, com isso obteve-se a localização da planta dentro do cultivo (Figura 1). Além disso, foram coletadas as variáveis:

- a) Produção total de frutos por planta (Total).
- b) Número total de frutos produzidos por planta (NFT).
- c) Número de vezes em que cada planta foi colhida (NC).
- d) Comprimento médio dos frutos (CM).
- e) Largura média dos frutos (LM).
- f) Diâmetro de caule (DC1) – medido com paquímetro, precisão 1,0mm, logo acima do colo da planta.
- g) Diâmetro do caule logo abaixo da primeira bifurcação (DC2).
- h) Altura da primeira bifurcação (Altb) – distância do colo à primeira bifurcação.

- i) Altura total da planta (AltP) – distância do colo à extremidade da ramificação da maior haste.

A partir destas variáveis, foi calculado o peso médio de frutos por colheita (PMC), calculado pelo quociente entre o peso total dos frutos de cada planta e o número de vezes que a planta foi colhida, peso médio dos frutos (PMF), obtido pelo quociente entre o peso total de frutos e o número total de frutos, desvio padrão do peso total de frutos (DESVIO) entre as vezes que cada planta foi colhida, sendo que, plantas colhidas uma vez geram desvio zero e relação entre o comprimento e a largura (C/L).

Então, realizou-se a estimação dos coeficientes de correlação de Pearson e a diagnose da multicolinearidade entre os caracteres no intuito de identificar as variáveis mais correlacionadas, sob pena de comprometer a análise. Após o diagnóstico, desdobrou-se o coeficiente de correlação de Pearson de cada variável independente, em seus efeitos diretos e indiretos sobre a variável DESVIO.

Para análise dos experimentos, utilizou-se o pacote estatístico SOC/NTIA da EMBRAPA e o SAEG, ambos para MS-DOS, e programações a partir do aplicativo EXCEL em ambiente Windows. Para estimação dos coeficientes de correlação e de trilha, foi utilizado o programa SAEG versão 8.1 para Windows.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Estação sazonal verão/outono**

O estande final do experimento de 2001 foi muito próximo das 700 plantas esperadas, ocorrendo apenas três falhas (0,43%), sendo uma na planta 11 da linha um e as outras duas nas plantas 3 e 63 da linha cinco.

O número de plantas colhidas nas linhas de cultivo em cada colheita e a porcentagem deste sobre o número total de plantas úteis na linha, média de plantas colhidas por linha de cultivo em cada colheita e na linha de cultivo, para ambos os experimentos realizados na estação sazonal verão/outono estão apresentados na Tabela 2. Nesta tabela, observou-se que na primeira colheita do ano de 2001, 64,6% das plantas foram colhidas, com valores crescentes até a terceira (77,5%), ocorrendo queda na quarta (53,1%) e aumento na quinta para 61,3%. Notou-se também que as linhas um, nove e dez, situadas nas extremidades leste e oeste da estufa, respectivamente, apresentaram uma maturação dos frutos mais tardia em relação às demais, evidenciada pelo menor número de plantas colhidas na primeira colheita. O número de médio de plantas colhidas por linha de cultivo foi superior nas bordas leste (73,6%) e oeste (71,7%) (Tabela 2).

TABELA 2 – Número de plantas colhidas em cada linha de cultivo e nas ‘h’ colheitas realizadas, suas respectivas médias e desvios padrão (s) em experimentos com a cultura do pimentão em estufa plástica, na estação sazonal verão/outono dos anos de 2001 e 2002. Santa Maria-RS, 2004.

Linha	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	Média	%	s
-----2001-----											
1	33	47	61	49	64				51	73,6	12,4
2	46	49	55	34	59				49	69,4	9,6
3	44	35	62	37	46				45	64,0	10,7
4	44	52	52	46	52				49	70,3	3,9
5	46	45	48	23	46				42	61,2	10,5
6	51	50	52	43	27				45	63,7	10,5
7	59	52	49	25	30				43	61,4	14,7
8	60	53	51	33	33				46	65,7	12,3
9	33	61	51	32	31				42	59,4	13,6
10	34	66	60	50	41				50	71,7	13,2
Média	45	51	54	37	43				46		
%	65	73	78	53	62						
s	9,8	8,5	5,1	9,5	12,8						
-----2002-----											
1	14	23	32	48	28	26	8	31	26	38	12,1
2	27	17	29	48	19	21	21	34	27	42,9	10,2
3	49	13	15	45	29	21	25	32	29	41,5	13,1
4	18	27	33	50	15	27	27	25	28	40,8	10,6
5	27	17	34	55	13	20	22	29	27	38,8	13,1
6	17	51	26	19	41	51	7	31	30	43,4	16,2
7	34	16	29	38	41	46	16	30	31	44,6	10,9
8	19	7	20	23	27	50	17	28	24	34,6	12,4
Média	26	21	27	41	27	33	18	30	28		
%	47	38	49	75	49	60	33	55			
s	11,5	13,4	6,7	13,1	10,7	13,8	7,4	2,7			

Já no experimento de 2002, o estande inicial foi inferior aos demais experimentos, com 560 plantas, pois foram desprezadas as plantas das bordaduras laterais, cultivadas com espécie diferente.

Neste experimento, ocorreram doze falhas (2,14%), distribuídas da seguinte forma: uma falha nas linhas um, três e oito; duas falhas na linha quatro; sete falhas na segunda linha.

Na sétima colheita, 32,8% das plantas úteis foram colhidas, no entanto, na quarta colheita, colheu-se 74,8% das plantas, com média geral de 28 plantas por linha, como mostra a Tabela 2. Ao contrário do experimento anterior, as linhas das bordas apresentaram menor porcentagem de plantas colhidas, com médias de 38,0% para lado leste e 34,6% no lado oeste, com média máxima de 42,9%, na linha dois.

Ainda na Tabela 2, observou-se também variação no número de plantas colhidas, tanto nas linhas como entre colheitas, mostrada pelos desvios padrão (s), que apresentaram na maioria dos casos valores acima de 10,5 plantas, o que evidencia a desuniformidade na formação do fruto. Na primeira colheita, o número de plantas colhidas oscilou de 14 (Linha 1) a 49 (L3); na segunda colheita, variou de 7 plantas (L2) a 51 (L6) plantas; e, na sétima colheita, das 70 plantas o número oscilou entre 7 (L6) e 27 (linha 4).

A Tabela 3 apresenta os valores de qui-quadrado, obtidos pelo teste de Bartlett aplicado entre as linhas de cultivo para cada colheita e no total produzido, para a estação sazonal verão/outono dos anos de 2001 e 2002. Verificou-se que existe irregularidade na distribuição da produção das linhas em certas colheitas e na produção total das linhas, para algumas combinações de tamanhos de parcelas, evidenciada pela heterogeneidade das variâncias entre as linhas de cultivo.

TABELA 3 – Valores de qui-quadrado calculado pelo teste de Bartlett 5% entre as variâncias das linhas de cultivo da produção total e das ‘h’ colheitas, para cultura do pimentão, em simulação de parcelas de diferentes tamanhos, para experimentos realizados na estação sazonal verão/outono de 2001 e 2002. Santa Maria-RS, 2004.

Colheita	Número de plantas por parcela						
	1	2	5	7	10	14	35
-----2001-----							
1	69,5*	39,0*	20,8*	23,9*	17,0*	19,0*	11,8ns
2	14,5ns	5,3ns	3,6ns	8,4ns	4,7ns	6,2ns	13,9ns
3	62,1*	41,8*	4,6ns	16,4ns	9,0ns	13,8ns	5,6ns
4	7,2ns	12,8ns	13,4ns	9,6ns	13,6ns	11,8ns	9,3ns
5	64,1*	15,5ns	20,8*	22,0*	23,2*	9,3ns	8,2ns
Total	22,4*	17,2*	12,2ns	13,6ns	17,2*	13,7ns	3,7ns
-----2002-----							
1	34,6*	27,4*	22,2*	32,8*	21,9*	16,6*	4,6ns
2	30,9*	35,4*	20,8*	29,0*	11,0ns	16,3*	13,2ns
3	28,3*	20,4*	31,5*	14,6*	13,3ns	12,1ns	5,3ns
4	7,2ns	9,3ns	11,4ns	14,0ns	12,6ns	8,0ns	13,9ns
5	17,7*	16,3*	12,9ns	3,3ns	1,9ns	4,6ns	6,3ns
6	24,0*	37,4*	28,1*	25,6*	16,1*	12,1ns	5,2ns
7	32,7*	23,3*	16,4*	25,7*	13,7ns	8,4ns	5,6ns
8	33,6*	11,3ns	4,2ns	11,1ns	6,3ns	10,1ns	6,7ns
Total	10,6ns	7,9ns	4,3ns	6,3ns	7,9ns	7,8ns	4,6ns

ns – variâncias homogêneas

\* – variâncias heterogêneas entre as linhas, a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Bartlett

Na primeira colheita do ano de 2001, todos os tamanhos de parcelas, exceto a de 35 plantas, apresentaram variâncias heterogêneas entre as dez linhas. Nas colheitas dois e quatro, as variâncias entre as produções das linhas se mostraram homogêneas, independentes do tamanho das parcelas. Nas colheitas três e cinco, foram necessárias parcelas de no mínimo 5 e 14 plantas, respectivamente, para se obter

homogeneidade entre as variâncias das linhas. No ano de 2002, as parcelas de 10 e 14 plantas apresentaram um comportamento similar entre si, visto que, das oito colheitas realizadas, apenas em duas não houve homogeneidade entre as variâncias, o que indica que a distribuição da produção das parcelas está uniforme dentro das linhas de cultivo nestes tamanhos. As parcelas de 10 plantas rejeitaram a hipótese de variâncias homogêneas nas colheitas um e seis, enquanto que, nas parcelas de 14 plantas, isso ocorreu na primeira e na segunda colheita.

Baseado na análise da homogeneidade das variâncias para ambos os experimentos realizados na estação sazonal verão/outono (Tabela 3), o uso de parcelas de 14 plantas atenuou os efeitos das falhas e da heterogeneidade do ambiente.

Tanto para o experimento de 2001 como o de 2002, a distribuição da produção nas parcelas de 1, 2, 5 e 7 plantas mostrou-se sem tendência de concentração. No entanto, em parcelas de maior tamanho, observou-se tendência à homogeneização da distribuição em torno da média da colheita dentro das linhas de cultivo.

As Figuras 2 e 3 apresentam a dispersão dos valores das produções das parcelas compostas por 10 e 14 plantas, respectivamente, da estação sazonal de verão/outono no experimento de 2001, em todas as colheitas e para produção total.

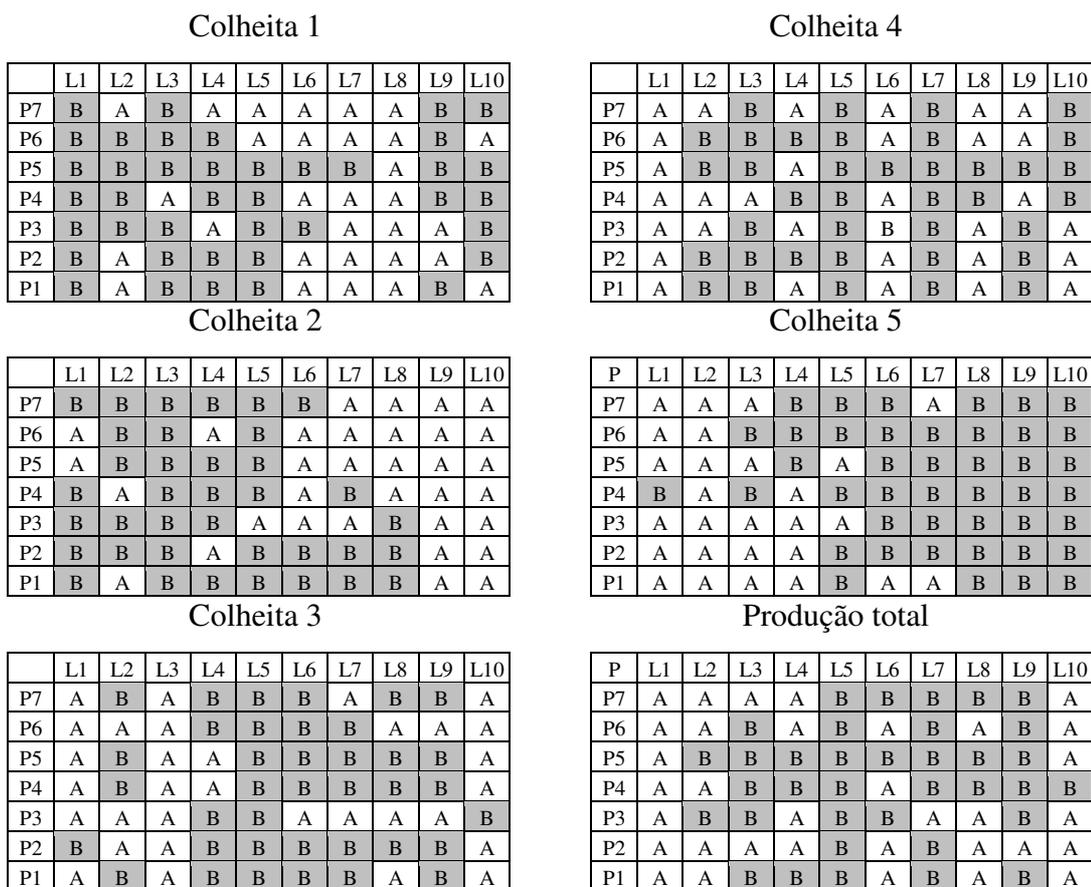


FIGURA 2 – Distribuição da produção de frutos de pimentão cultivado em estufa plástica para valor igual ou superiores à média (A) e inferior à média (B) da colheita ou da produção total em parcelas (P) de 10 plantas, na estação sazonal verão/outono do ano de 2001. Santa Maria-RS, 2004.

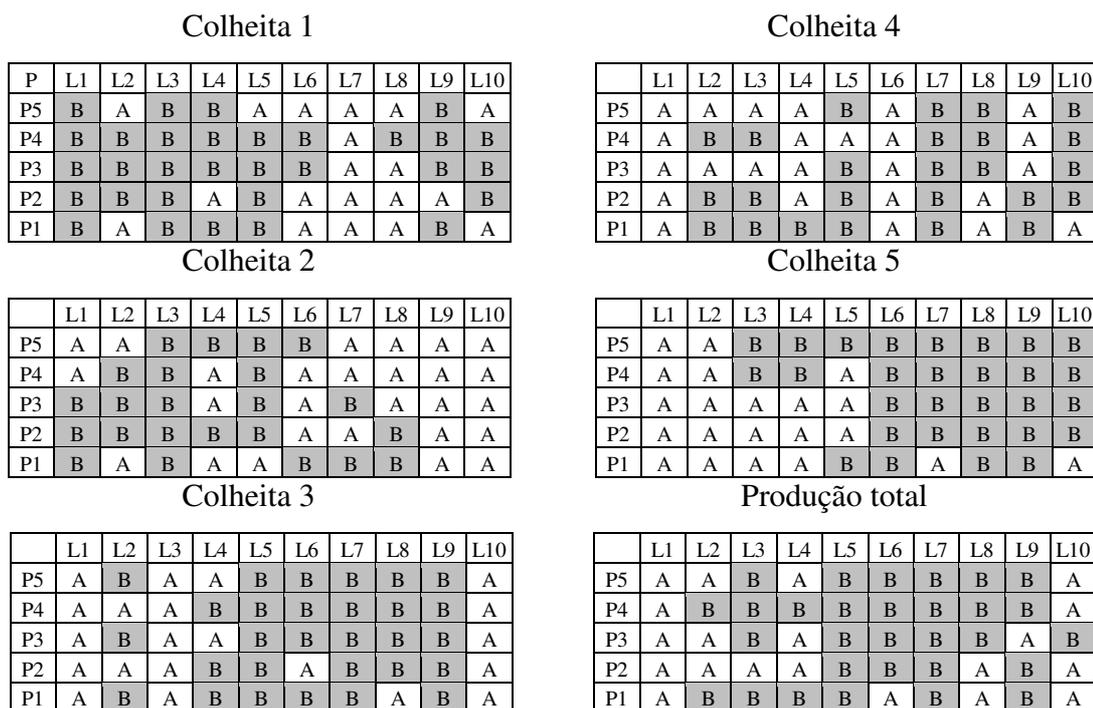


FIGURA 3 – Distribuição da produção de frutos de pimentão cultivado em estufa plástica para valor igual ou superiores à média (A) e inferior à média (B) da colheita ou da produção total em parcelas (P) de 14 plantas, na estação sazonal verão/outono do ano de 2001. Santa Maria-RS, 2004.

Notou-se que, parcelas compostas de 14 plantas apresentaram uniformidade da produção dentro das linhas de cultivo. Também se observa que, na primeira colheita, a concentração dos valores abaixo da média da colheita foi localizada preferencialmente no lado leste e na extremidade oeste da estufa. Na segunda colheita, os valores acima da média se localizaram mais freqüentemente no lado oeste. Já nas colheitas três e quatro, a maior produção se concentrou na região central e no lado leste da estufa plástica. Na quinta, colheita

praticamente todas as parcelas do lado oeste apresentaram valores inferiores à média.

O mesmo estudo sobre a dispersão das produções em torno da média para colheitas e produção total foi realizado para o ano de 2002 (Figuras 4 e 5), no qual se observa mudança nos pontos de concentração da produção, porém sem direção preferencial visto que, considerando como referencial o lado oeste, os valores acima da média estão concentrados neste lado nas colheitas cinco e seis enquanto que, nas colheitas um, três, quatro e sete, neste lado prevalecem valores abaixo da média.

A Figura 6 apresenta a distribuição da variância média em função das linhas de cultivo, nas quais se observa que, no ano de 2001, as variâncias apresentaram comportamento semelhante, em relação ao centro da estufa. Observa-se que as linhas das bordas das faces leste (um e dois) e oeste (nove e dez) obtiveram maiores valores de variância, que decresceram até as linhas quatro e sete, sofrendo então aumento nas duas linhas centrais (cinco e seis) com valores intermediários. Este comportamento de maior variância no lado leste foi similar ao que aconteceu no ano de 2002, no entanto, correspondendo, a praticamente metade do valor encontrado em 2001, além das linhas da face oeste apresentarem variâncias inferiores que as da face leste e semelhantes nas centrais.

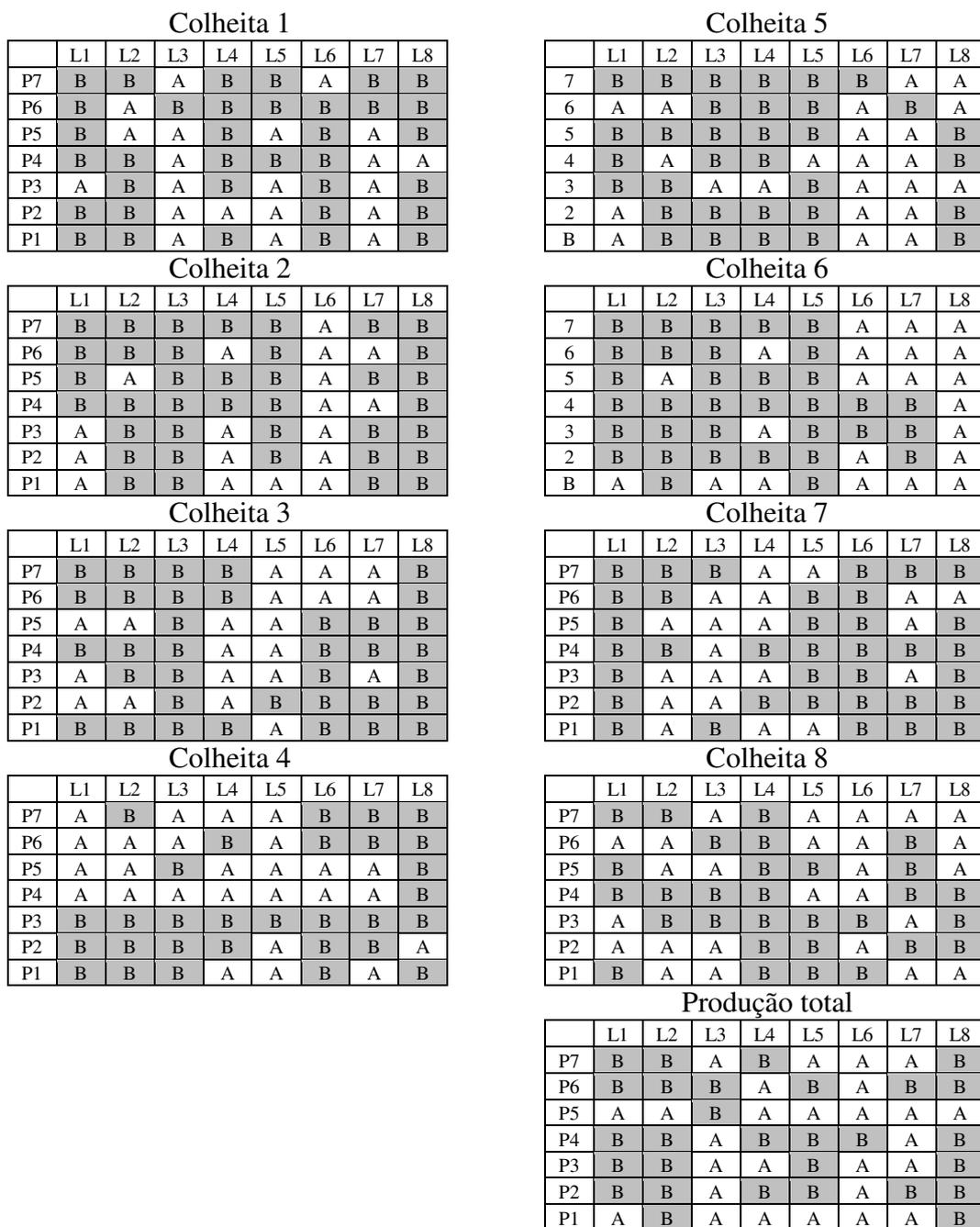


FIGURA 4 – Distribuição da produção de frutos de pimentão cultivado em estufa plástica para valor igual ou superiores à média (A) e inferior à média (B) da colheita ou da produção total em parcelas (P) de 10 plantas, na estação sazonal verão/outono do ano de 2002. Santa Maria-RS, 2004.

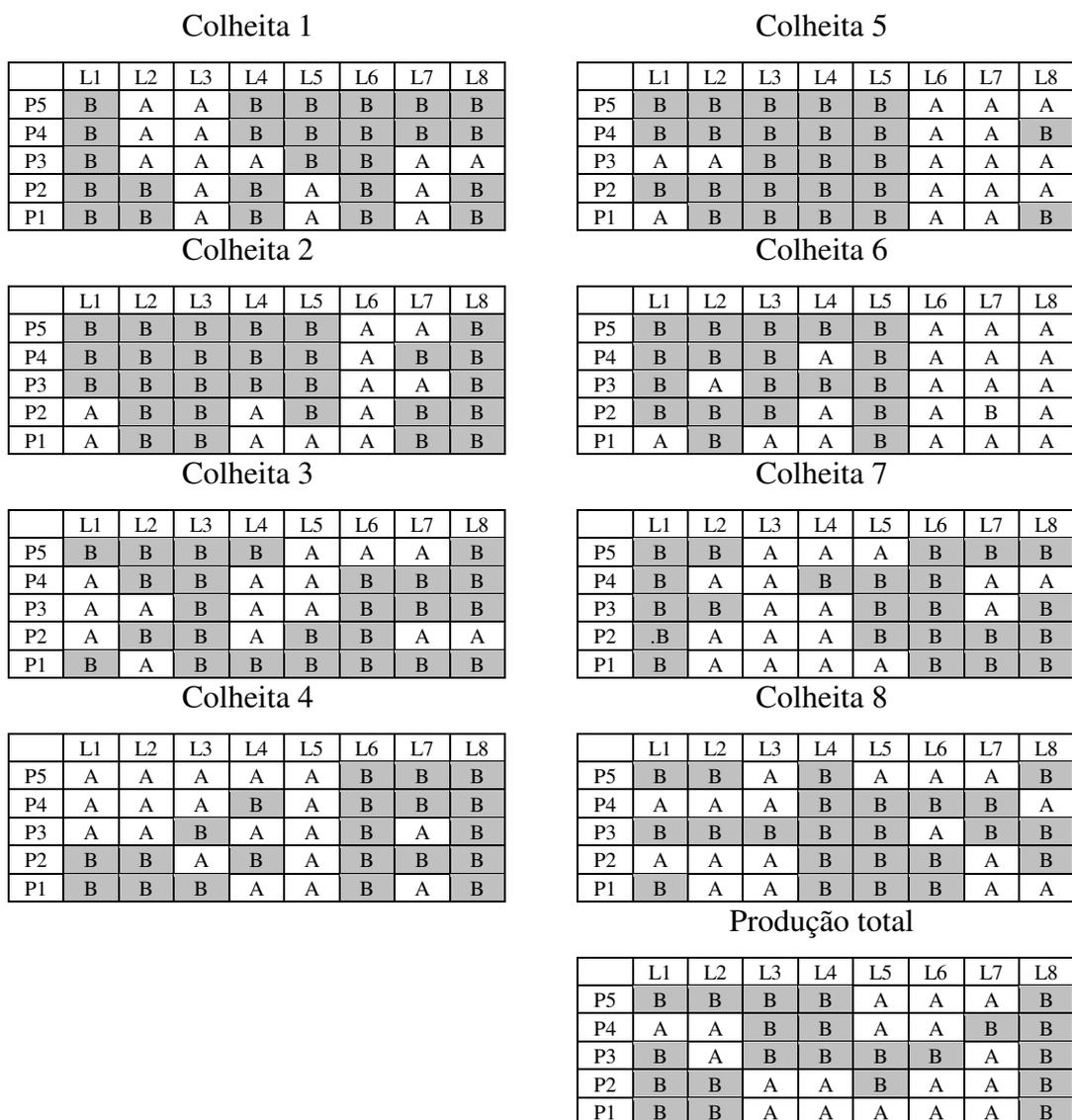
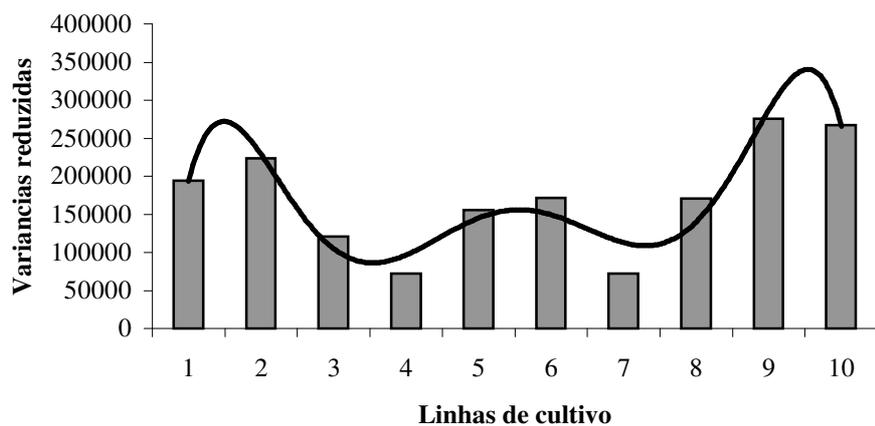
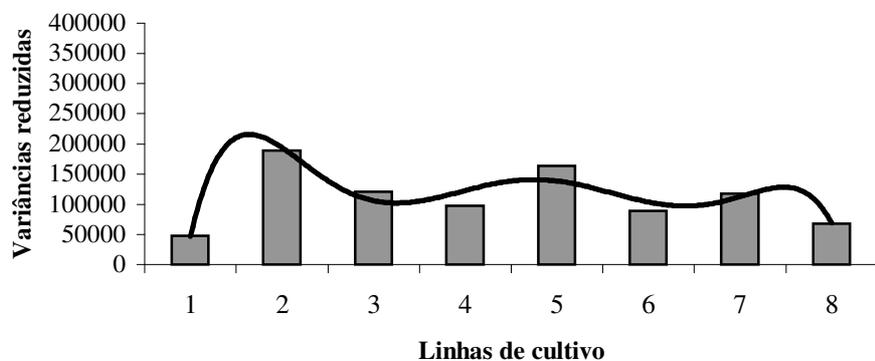


FIGURA 5 – Distribuição da produção de frutos de pimentão cultivado em estufa plástica para valor igual ou superiores à média (A) e inferior à média (B) da colheita ou da produção total em parcelas (P) de 14 plantas, na estação sazonal verão/outono do ano de 2002. Santa Maria-RS, 2004.



(2001)



(2002)

FIGURA 6 – Variância comparável média entre as parcelas de diferentes tamanhos em função da linha de cultivo, para variável produção total de frutos de pimentão em estufa plástica, para estação sazonal de verão/outono dos anos de 2001 e 2002. Santa Maria – RS, 2004.

As diferenças entre as médias de produção das linhas de cultivo pelo teste de comparação de médias de Scott & Knott para experimentos dos anos de 2001 e 2002 estão expostas nas Tabelas 4 e 5, respectivamente. Em 2001, o teste formou quatro grupos distintos das produções totais, sendo o primeiro grupo formado apenas pela linha um, que apresentou maior produção, e o segundo grupo, pelas segunda e décima linhas. A linha cinco foi a menos produtiva, localizada na área central da estufa plástica, diferindo das demais. Com exceção das parcelas de 35 plantas, o teste formou os mesmos grupos para os demais tamanhos de parcelas. Dessa forma, nesta situação, houve favorecimento das linhas situadas nas bordas, apresentando maior produção. Já em 2002, ficou clara a superioridade das linhas seis e sete, tanto pela análise visual da concentração da produção nestas duas linhas (Figuras 4 e 5), como pela observação dos testes de médias (Tabela 5). Essas linhas formaram um grupo isolado das demais por apresentarem média de produção significativamente superior às demais, ao contrário do que ocorreu em 2001, em que as linhas situadas nas extremidades apresentaram as maiores médias.

Em ambos os experimentos, os coeficientes de variação foram decrescentes com o aumento do número de plantas por parcela, variando de 35,7% em parcelas compostas por plantas individuais até 6,4% para parcelas de 35 plantas na linha de cultivo para o ano de 2001. No ano de 2002, o coeficiente de variação oscilou de 42,1% para parcelas de plantas individuais até 9,2% em parcelas formadas por 35 plantas. Em parcelas de 10 plantas na linha, com cinco linhas de largura, MELLO (2003) obteve coeficiente e variação de 6,1%.

TABELA 4 – Média da produção total (g) dos frutos de pimentão em estufa plástica, com simulação de diferentes tamanhos de parcelas em cada linha de cultivo, graus de liberdade (GL), valores das variâncias médias (VM) e coeficiente de variação (CV%), na estação sazonal de verão/outono do ano de 2001. Santa Maria-RS, 2004.

Número de plantas por parcela													
1		2		5		7		10		14		35	
Linha	Média	Linha	Média	Linha	Média	Linha	Média	Linha	Média	Linha	Média	Linha	Média
1	1367,7 A*	1	2696,3 A	1	6740,7 A	1	9437,0 A	1	13481,4 A	1	18874,0 A	1	47185,0 A
10	1220,4 B	10	2440,7 B	10	6101,9 B	10	8542,6 B	10	12203,7 B	10	17085,2 B	10	42713,0 A
2	1166,4 B	2	2332,7 B	2	5831,9 B	2	8164,6 B	2	11663,7 B	2	16329,2 B	2	40823,0 A
8	1075,7 C	8	2151,3 C	8	5378,3 C	8	7529,6 C	8	10756,6 C	8	15059,2 C	8	37648,0 A
4	1072,0 C	4	2144,1 C	4	5360,2 C	4	7504,3 C	4	10720,4 C	4	15008,6 C	4	37521,5 A
3	1040,5 C	3	2080,9 C	3	5202,3 C	3	7283,2 C	3	10404,6 C	3	14566,4 C	3	36416,0 A
6	1031,7 C	6	2063,4 C	6	5158,6 C	6	7222,0 C	6	10317,1 C	6	14444,0 C	6	36110,0 A
7	986,7 C	7	1973,5 C	7	4933,7 C	7	6907,2 C	7	9867,4 C	7	13814,4 C	7	34536,0 A
9	975,3 C	9	1950,7 C	9	4876,7 C	9	6827,4 C	9	9753,4 C	9	13654,8 C	9	34137,0 A
5	844,2 D	5	1640,1 D	5	4100,3 D	5	5740,4 D	5	8200,6 D	5	11480,8 D	5	28702,0 A
GL	687		340		130		90		60		40		10
VM	149896,3		308548,9		766229,4		1153236,1		1439007,8		2139519,7		5805358,5
Média	1078,3		2147,3		5368,4		7515,8		10736,9		15031,6		37579,1
CV%	35,9		25,8		16,3		14,3		10,8		9,7		6,4

\*médias não seguidas por mesma letra, na vertical, diferem pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade de erro.

TABELA 5 – Média da produção total (g) dos frutos de pimentão em estufa plástica, com simulação de diferentes tamanhos de parcelas em cada linha de cultivo, graus de liberdade (GL), valores das variâncias médias (VM) e coeficiente de variação (CV%), na estação sazonal de verão/outono do ano de 2002. Santa Maria-RS, 2004.

Número de plantas por parcela													
1		2		5		7		10		14		35	
Linha	Média	Linha	Média	Linha	Média	Linha	Média	Linha	Média	Linha	Média	Linha	Média
7	818,1 A	7	1636,2 A	7	4090,5 A	7	5726,7 A	7	8181,0 A	7	11435,4 A	7	28633,0 A
6	799,5 A	6	1599,0 A	6	3997,6 A	6	5596,6 A	6	7995,1 A	6	11193,2 A	6	27983,0 A
3	721,8 B	3	1423,1 B	3	3557,7 B	3	4980,8 B	3	7115,4 B	3	9961,6 B	3	24904,0 A
4	706,7 B	4	1373,1 B	4	3432,9 B	4	4806,0 B	4	6865,7 B	4	9612,0 B	4	24030,0 A
2	683,6 B	5	1364,9 B	5	3412,1 B	5	4777,0 B	5	6824,3 B	5	9554,0 B	5	23885,0 A
5	682,4 B	1	1333,0 B	1	3332,6 B	1	4665,6 B	1	6665,1 B	1	9331,2 B	1	23328,0 A
1	676,1 B	8	1275,4 B	8	3188,5 B	8	4463,9 B	8	6377,0 B	8	8927,8 B	8	22319,5 A
8	646,9 B	2	1266,8 B	2	3076,5 B	2	4307,1 B	2	6153,0 B	2	8614,2 B	2	21535,5 A
GL	540		271		104		72		48		32		8
VM	98285,4		201430,0		606058,9		688454,6		1177315,6		1493632,2		5162240,4
Média	717,6		1409,4		3511,0		4915,4		7022,1		9830,9		24577,3
CV%	42,1		31,5		22,2		16,9		15,5		12,4		9,2

\*médias não seguidas por mesma letra, na vertical, diferem pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade de erro.

## 4.2 Estação sazonal inverno/primavera

No experimento do ano de 2001 ocorreram dezessete falhas, sendo três nas linhas um (plantas 3, 48 e 52) e três (plantas 33, 36, 53), duas falhas nas linhas quatro (plantas 70 e 69), cinco (plantas 10 e 58), seis (plantas 4 e 33) e nove (plantas 5 e 39) e uma falha nas linhas dois (planta 54), sete (planta 38) e oito (planta 34), o que ocasionou redução de 2,43% no estande esperado.

A baixa porcentagem de germinação das sementes e o desenvolvimento irregular das plântulas levaram à falta de mudas para obtenção do estande de 700 plantas pretendido, durante a implantação do experimento de 2003, no qual foram deixadas incompletas as linhas de bordadura. As demais falhas tiveram sua ocorrência ao acaso, ficando da seguinte forma: na linha um, não foram transplantadas as plantas de um a dez, assim como na linha dez não houve plantas das posições entre um e nove. Além disso, ocorreram uma, duas, quatro e seis falhas nas linhas nove, seis, dois, e oito, respectivamente. Ainda houve perdas de algumas plântulas nos estádios iniciais, sem a possibilidade de reposição por falta de mudas, resultando num estande final de 668 (95,4%) plantas.

Os valores do número de plantas colhidas por linha e por colheita, porcentagem destas sobre o número de plantas efetivas nas linhas e seu desvio padrão são encontrados na Tabela 6. Observa-se que, em ambos os experimentos desta estação sazonal, foram colhidas mais de 65% das plantas efetivas durante as três primeiras colheitas (Tabela 6), principalmente na segunda colheita no ano de 2003, que chegou a 89,2%.

TABELA 6 – Número de plantas colhidas em cada linha de cultivo e nas ‘h’ colheitas realizadas, suas respectivas médias e desvios padrão (s) em experimentos com a cultura do pimentão em estufa plástica, na estação sazonal inverno/primavera dos anos de 2001 e 2003. Santa Maria-RS, 2004.

Linha	Colheita				Média	%	s
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>			
----- 2001 -----							
1	58	42	46	25	43	63,8	13,6
2	48	52	49	27	44	63,8	11,5
3	61	26	40	36	41	60,8	14,7
4	57	41	47	33	45	65,4	10,1
5	57	36	48	14	39	57,0	18,6
6	52	36	53	32	43	63,6	10,8
7	43	56	48	35	46	65,9	8,8
8	44	47	56	30	44	64,1	10,8
9	30	50	58	35	43	63,6	13,0
10	16	60	53	44	43	61,8	19,3
Média	47	45	50	31	43		
%	68,8	65,9	73,2	45,4			
s	14,2	10,4	5,3	8,0			
----- 2003 -----							
1	44	53	53	27	44	73,8	12,3
2	52	58	51	25	47	70,5	14,7
3	41	66	57	22	47	66,4	19,3
4	39	66	52	21	45	63,6	19,2
5	45	63	61	19	47	67,1	20,3
6	50	64	61	28	51	74,6	16,3
7	58	61	67	23	52	74,6	19,9
8	52	56	42	22	43	67,2	15,2
9	41	59	61	22	46	66,3	18,2
10	53	57	40	32	46	74,6	11,6
Média	48	60	55	24	47		
%	71,9	89,8	82,3	35,9			
s	6,3	4,4	8,7	3,9			

Na última colheita, foram colhidas apenas 45,4% e 35,9% das plantas para os anos de 2001 e 2003, respectivamente, o que mostrou curto período produtivo desta espécie na região (Tabela 6). Na mesma tabela, observa-se também uma grande variabilidade no número de plantas colhidas por linha de cultivo, com desvio padrão (s) oscilando de 8,8 a 18,6 plantas no experimento de 2001. Já em 2003 observou-se desvio padrão entre o número de plantas colhidas nas linhas de até 20,3 plantas, neste caso, na linha cinco. O experimento de 2003 apresentou valores de desvio padrão do número de plantas colhidas por colheita, na maioria dos casos inferior a 10 plantas. Esses dados evidenciam diferenças entre o tempo de formação e a maturação dos frutos durante colheitas e dentro da própria linha. Ao contrário dos demais, no experimento de 2003, não foi observado atraso na maturação dos frutos situados nas linhas das extremidades.

Na Tabela 7 está os valores de qui-quadrado obtidos pelo teste de Bartlett, aplicado entre as linhas de cultivo para cada colheita e para produção total das parcelas de diferentes tamanhos, nos experimentos conduzidos na estação sazonal inverno/primavera dos anos de 2001 e 2003. Para o experimento conduzido no ano de 2001, verificou-se que, na segunda e quarta colheitas, a homogeneidade das variâncias entre as linhas foi obtida em parcelas de tamanho superior a 10 plantas. Já para a primeira e a terceira colheita, isso ocorreu somente nas parcelas de 35 plantas. Ocorreu também heterogeneidade entre as produções totais nas parcelas de 1 e 7 plantas, não concordando com a suposição de que ao menos a produção total das parcelas, ao fim das colheitas, apresentassem mesma variabilidade no interior da estufa.

No ano de 2001, independente da colheita, as variâncias entre as parcelas constituídas por 35 plantas foram consideradas homogêneas pelo teste de Bartlett (Tabela 7).

TABELA 7 – Valores de qui-quadrado calculado pelo teste de Bartlett 5% entre as variâncias das linhas de cultivo da produção total e das “h” colheitas, para cultura do pimentão, em simulação de parcelas de diferentes tamanhos, para experimentos realizados na estação sazonal inverno/primavera de 2001 e 2003. Santa Maria-RS, 2004.

Colheita	Número de plantas por parcela						
	1	2	5	7	10	14	35
-----2001-----							
1	61,1*	39,1*	30,3*	23,9*	28,6*	20,7*	15,3ns
2	69,7*	38,8*	30,5*	20,2*	13,9ns	13,2ns	12,0ns
3	120,4*	37,5*	24,5*	21,1*	21,7*	21,3*	13,4ns
4	25,4*	21,4*	12,6ns	18,8*	10,5ns	16,0ns	5,0ns
Total	24,3*	16,8ns	12,6ns	17,4*	11,6ns	5,4ns	3,9ns
-----2003-----							
1	15,6ns	13,9ns	10,3ns	10,5ns	7,4ns	10,9ns	18,0*
2	30,7*	17,6*	16,1ns	15,3ns	18,1*	11,2ns	5,0ns
3	31,2*	17,3*	9,9ns	11,7ns	5,6ns	5,6ns	10,2ns
4	54,8*	39,0*	20,7*	18,7*	16,5ns	9,6ns	10,5ns
Total	12,7ns	23,7*	13,6ns	11,5ns	9,0ns	7,3ns	6,5ns

ns – variâncias homogêneas

\* – variâncias heterogêneas entre as linhas, a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Bartlett.

Para o experimento conduzido no ano de 2003, a distribuição da produção na primeira colheita apresentou comportamento diferenciado dos demais experimentos, pois foi o único momento em que as parcelas de 35 plantas rejeitaram a hipótese de homogeneidade de

variâncias (Tabela 7). As parcelas compostas de 14 plantas não apresentaram variâncias heterogêneas, independentes da colheita, o que caracteriza uniformidade da produção das plantas dentro das linhas neste experimento para esta dimensão de parcelas. O comportamento das parcelas menores, como as compostas por 5 e 7 plantas foi o mesmo das parcelas de 10 plantas, rejeitando a hipótese de homogeneidade das variâncias em apenas uma das quatro colheitas.

Em relação à produção total, as variâncias para parcelas de 5, 7 e 10 plantas foram homogêneas (Tabela 7), indicando que para este experimento, obteve-se uniformidade na distribuição da produção entre as linhas permitindo também seu uso. Ou seja, poderia servir de alternativa para experimentos com maior número de tratamentos e, ainda, mantendo um certo nível de confiabilidade.

A dispersão da produção em torno da média para cada colheita e da produção total nas parcelas de 10 e 14 plantas no ano de 2001 está representada nas Figuras 7 e 8. Observou-se que, com a evolução das colheitas, ocorreu mudança na localização dos pontos preferenciais de concentração da produção entre as parcelas, pois, na primeira colheita, houve concentração dos valores acima da média nas linhas localizadas no lado leste da estufa. Na segunda e terceira colheitas, foi invertida a concentração da produção, que passou a ser predominante no lado oeste. Já na quarta colheita, poucas plantas mantiveram-se produtivas; no entanto, se concentraram no lado leste e na região central.

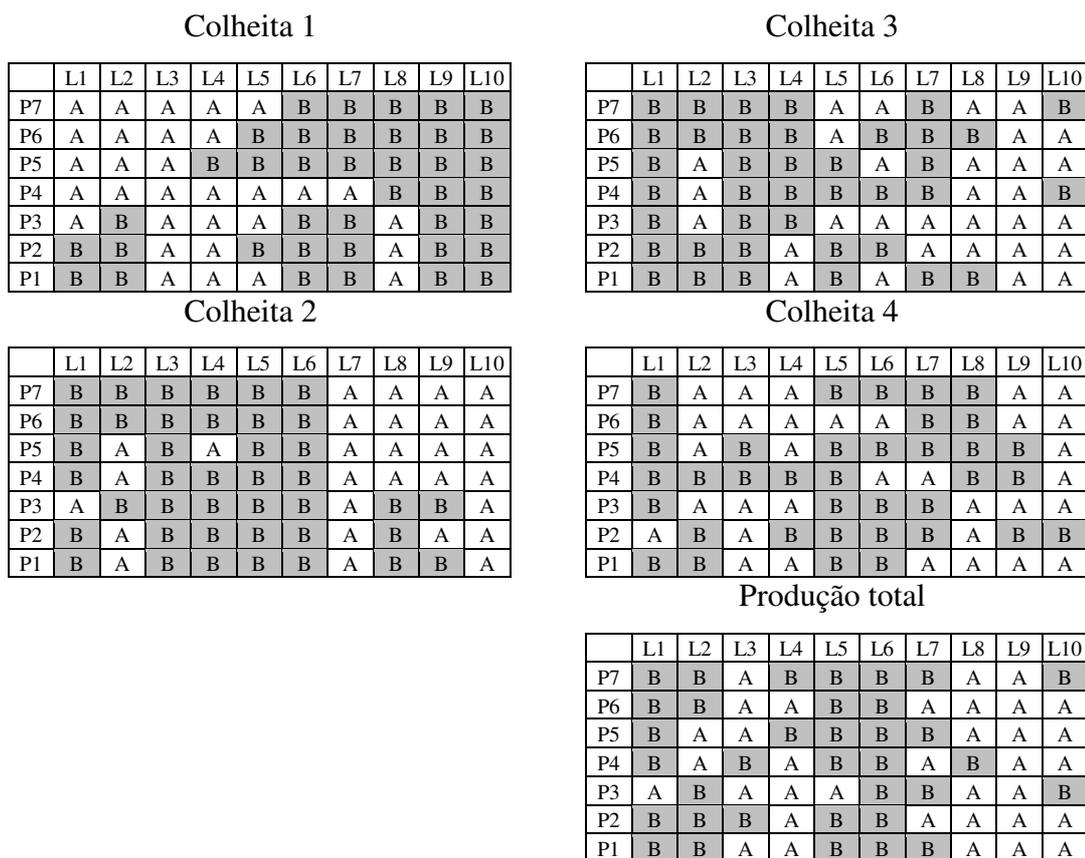


FIGURA 7 – Distribuição da produção de frutos de pimentão cultivado em estufa plástica para valor igual ou superiores à média (A) e inferior à média (B) da colheita ou da produção total em parcelas (P) de 10 plantas, na estação sazonal inverno/primavera do ano de 2001. Santa Maria-RS, 2004.

Colheita 1

	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
P5	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B
P4	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B
P3	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B
P2	A	B	A	A	A	A	B	A	B	B
P1	B	B	A	A	A	B	B	A	B	B

Colheita 2

	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
P5	B	B	B	B	B	B	A	A	A	A
P4	B	A	B	B	B	B	A	A	A	A
P3	B	A	B	B	B	B	A	A	A	A
P2	B	B	B	B	B	B	A	B	A	A
P1	B	A	B	B	B	A	A	B	B	A

Colheita 3

	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
P5	B	B	B	B	B	B	B	A	A	B
P4	B	B	A	B	A	B	B	A	A	A
P3	B	A	B	B	B	A	B	A	A	B
P2	B	B	B	A	A	A	A	A	A	A
P1	B	B	B	A	B	A	A	B	A	A

Colheita 4

	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
P5	B	A	A	A	B	B	B	B	A	A
P4	B	B	B	A	B	B	B	B	B	A
P3	B	B	B	B	B	B	A	B	B	A
P2	A	A	A	B	B	B	B	A	A	A
P1	B	B	A	B	B	B	A	A	A	B

Produção total

	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
P5	B	B	A	B	B	B	B	A	A	A
P4	B	A	B	B	B	B	B	A	A	A
P3	B	A	A	A	A	B	A	A	A	B
P2	B	B	A	A	B	B	A	A	A	A
P1	B	B	A	A	B	B	B	A	B	A

FIGURA 8 – Distribuição da produção de frutos de pimentão cultivado em estufa plástica para valor igual ou superiores à média (A) e inferior à média (B) da colheita ou da produção total em parcelas (P) de 14 plantas, na estação sazonal inverno/primavera do ano de 2001. Santa Maria-RS, 2004.

No experimento do ano de 2003 (Figuras 9 e 10), também se observou homogeneidade na dispersão da produção em torno da média, dentro das linhas de cultivo. A distribuição foi um pouco diferenciada do ano de 2001, visto que, na primeira colheita, houve concentração de valores acima da média no lado oeste da estufa e na extremidade leste. Na segunda e terceira colheitas, concentrou-se nas linhas centrais, tendendo para o oeste e o leste, respectivamente. Na quarta colheita, ocorreu distribuição aleatória dos valores acima da

média; no entanto, para valores abaixo desta, localizou-se preferencialmente no lado leste.

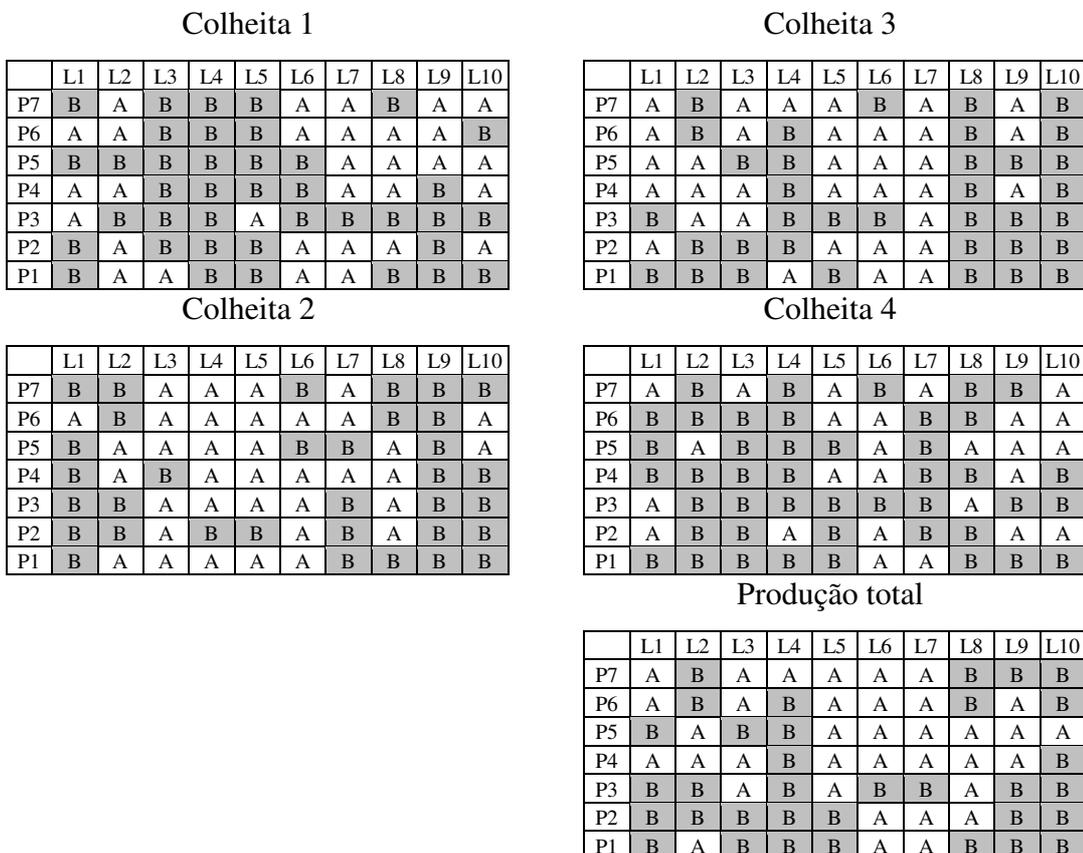


FIGURA 9 – Distribuição da produção de frutos de pimentão cultivado em estufa plástica para valor igual ou superiores à média (A) e inferior à média (B) da colheita ou da produção total em parcelas (P) de 10 plantas, na estação sazonal inverno/primavera do ano de 2003. Santa Maria-RS, 2004.

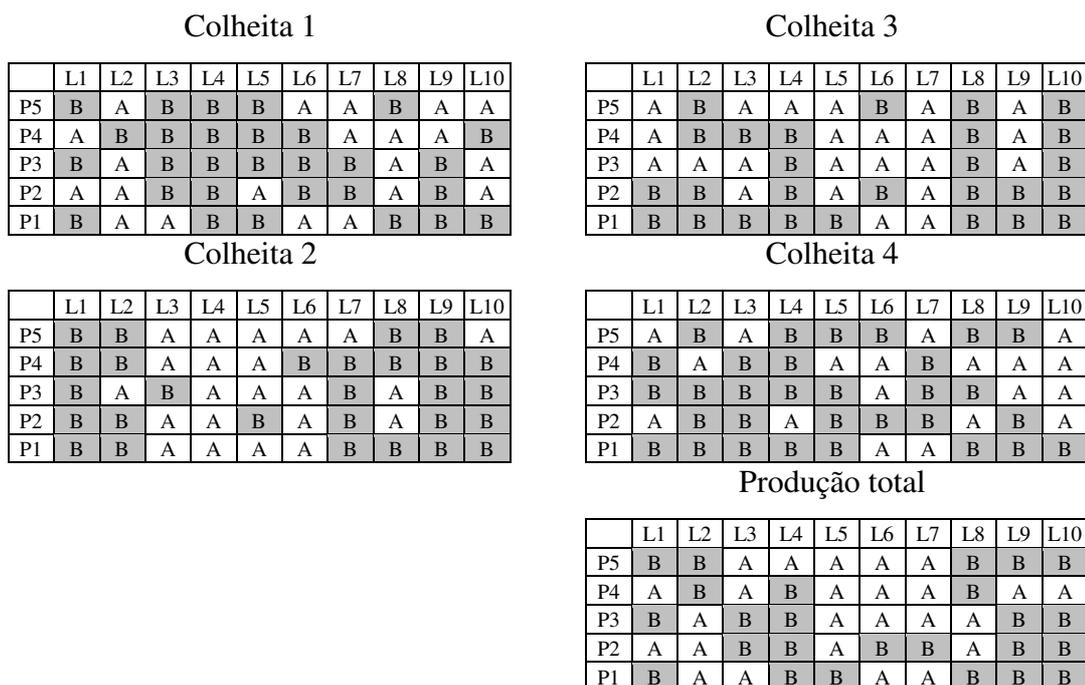
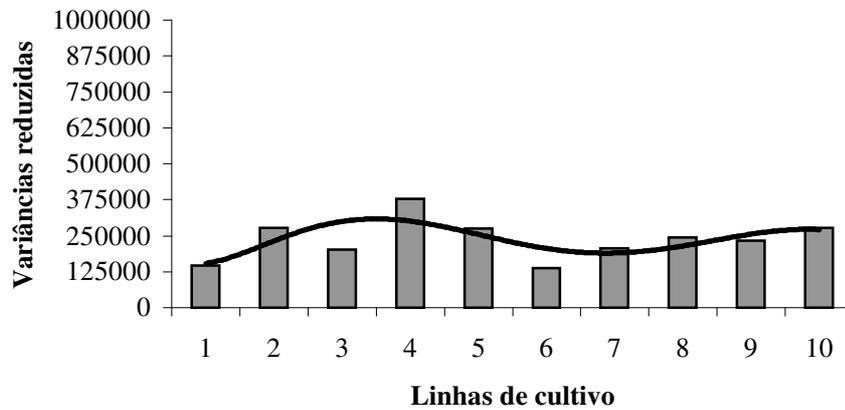


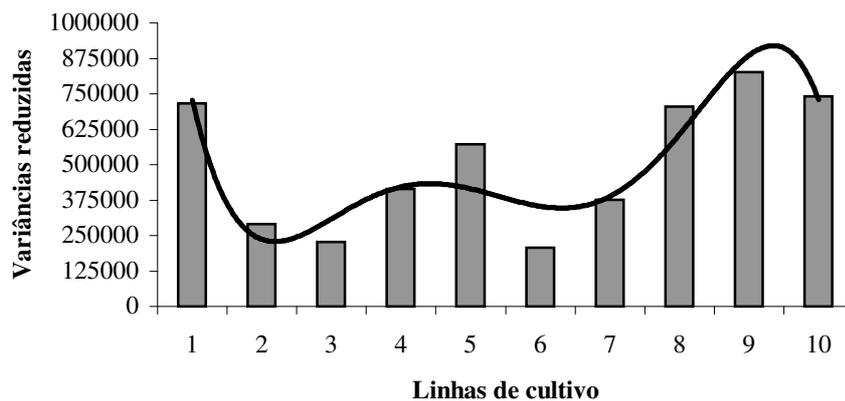
FIGURA 10 – Distribuição da produção de frutos de pimentão cultivado em estufa plástica para valor igual ou superiores à média (A) e inferior à média (B) da colheita ou da produção total em parcelas (P) de 14 plantas, na estação sazonal inverno/primavera do ano de 2003. Santa Maria-RS, 2004

Segundo a Figura 11, observa-se que não existe coincidência das tendências de variabilidade entre as linhas de cultivo e que no ano de 2003 a escala das variâncias foi superior à ocorrida no ano de 2001. Esse comportamento comprova a interferência das condições de cultivo na variabilidade existente dentro de uma estufa plástica, pois, em 2003, houve problemas no número de mudas para transplante, com o uso de todas as disponíveis, ficando ainda algumas posições sem a

alocação de mudas e, por consequência, sem frutos a serem colhidos no decorrer do ciclo da cultura.



**(2001)**



**(2003)**

FIGURA 11 – Variância comparável média entre as parcelas de diferentes tamanhos em função da linha de cultivo, para variável produção total de frutos de pimentão em estufa plástica, para estação sazonal de inverno/primavera dos anos de 2001 e 2003. Santa Maria – RS, 2004.

Quanto à qualidade dos ensaios, verificou-se que o coeficiente de variação se mostrou decrescente à medida que se utilizou tamanho de parcelas maior, variando de 41,3% a 7,5% no ano de 2001 e de 37,8% a 17,2% em 2003, para parcelas de menor e maior tamanho, respectivamente (Tabelas 8 e 9). MELLO (2003) obteve valores de coeficiente de variação de 3,5% em parcelas compostas de 10 plantas no comprimento por 5 linhas de largura, que, assim como STORCK (1979) e MARTIN (2003), também comprovaram a tendência decrescente do CV ao se aumentar o tamanho da parcela.

Os testes de comparação de médias entre as produções totais das linhas para o experimento de 2001 estão apresentados na Tabela 8, na qual se pode observar que houve a formação de dois grupos distintos, sendo, em todas as situações, o primeiro formado pelas linhas dois, três, quatro, sete, oito, nove e dez. Notou-se que apenas neste experimento o teste de médias foi capaz de identificar diferenças entre as médias das parcelas compostas por 35 plantas. A menor média de produção ocorreu na linha um, situada na extremidade leste, não diferindo das médias das linhas cinco e seis, situadas na região central (Tabela 8). Na Tabela 9, constam os testes de médias do experimento de 2003, no qual se verificou que as linhas cinco, seis e sete, localizadas no centro da estufa, apresentaram as maiores médias. As linhas um, dois, oito, nove e dez, localizadas nas extremidades, foram inseridas no grupo das médias inferiores, sugerindo que neste caso houve favorecimento das linhas inferiores.

TABELA 8 – Média da produção total (g) dos frutos de pimentão em estufa plástica, com simulação de diferentes tamanhos de parcelas em cada linha de cultivo, graus de liberdade (GL), valores das variâncias médias (VM) e coeficiente de variação (CV%), na estação sazonal de inverno/primavera do ano de 2001. Santa Maria-RS, 2004.

Número de plantas por parcela													
1		2		5		7		10		14		35	
Linha	Média	Linha	Média	Linha	Média	Linha	Média	Linha	Média	Linha	Média	Linha	Média
3	1419,2* A	4	2831,6 A	9	6888,7 A	9	9644,2 A	9	13777,4 A	9	19288,4 A	9	48221,0 A
9	1418,3 A	9	2755,5 A	4	6876,9 A	4	9627,6 A	4	13753,7 A	4	19255,2 A	4	48138,0 A
4	1415,8 A	3	2716,8 A	3	6792,1 A	3	9508,9 A	3	13584,1 A	3	19017,8 A	3	47544,5 A
8	1376,0 A	8	2712,6 A	8	6781,6 A	8	9494,2 A	8	13563,1 A	8	18988,4 A	8	47471,0 A
10	1299,1 A	10	2598,1 A	10	6495,3 A	10	9093,4 A	10	12990,6 A	10	18186,8 A	10	45467,0 A
7	1272,4 A	7	2508,5 A	7	6271,4 A	7	8779,9 A	7	12542,7 A	7	17559,8 A	7	43899,5 A
2	1268,8 A	2	2501,3 A	2	6253,4 A	2	8754,7 A	2	12506,7 A	2	17509,4 A	2	43773,5 A
5	1159,9 B	5	2253,5 B	5	5633,6 B	5	7887,1 B	5	11267,3 B	5	15774,2 B	5	39435,5 B
1	1138,3 B	6	2184,1 B	6	5460,3 B	6	7644,4 B	6	10920,6 B	6	15288,8 B	6	38222,0 B
6	1124,2 B	1	2179,0 B	1	5447,5 B	1	7626,5 B	1	10895,0 B	1	15253,0 B	1	38132,5 B
GL	673		339		130		90		60		40		10
VM	283286,2		565597,3		1448635,0		1876860,9		2834640,9		3396387,9		10850646,3
Média	1289,3		2523,2		6290,1		8806,1		12580,1		17612,2		44030,4
CV%	41,3		29,8		19,1		15,5		13,4		10,5		7,5

\*médias não seguidas por mesma letra, na vertical, diferem pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade de erro.

TABELA 9 – Média da produção total (g) dos frutos de pimentão em estufa plástica, com simulação de diferentes tamanhos de parcelas em cada linha de cultivo, graus de liberdade (GL), valores das variâncias médias (VM) e coeficiente de variação (CV%), na estação sazonal de inverno/primavera do ano de 2003. Santa Maria-RS, 2004.

Número de plantas por parcela													
1		2		5		7		10		14		35	
Linha	Média	Linha	Média	Linha	Média	Linha	Média	Linha	Média	Linha	Média	Linha	Média
5	1303,1* A	7	2577,9 A	7	6444,6 A	7	9022,5 A	7	12889,3 A	7	18045,0 A	7	45112,5 A
7	1288,9 A	5	2569,1 A	5	6422,6 A	5	8991,7 A	5	12845,3 A	5	17983,4 A	5	44958,5 A
6	1279,1 A	6	2520,5 A	6	6121,3 A	6	8569,8 A	6	12242,6 A	6	17139,6 A	6	42849,0 A
2	1185,8 A	3	2314,8 B	3	5786,9 A	3	8101,7 A	3	11573,9 A	3	16203,4 A	3	40508,5 A
3	1174,2 A	2	2267,0 B	2	5505,6 B	2	7707,8 B	2	11011,1 B	2	15415,6 B	2	38539,0 A
1	1149,5 A	1	2187,8 B	8	5361,4 B	1	7535,9 B	4	10190,9 B	4	14267,2 B	4	35668,0 A
8	1106,3 B	8	2178,1 B	1	5217,2 B	4	7133,6 B	8	9956,9 B	8	13939,6 B	8	34849,0 A
10	1060,3 B	10	2052,2 B	4	5095,4 B	10	7068,6 B	1	9689,0 B	1	13564,6 B	1	33911,5 A
4	1019,1 B	4	2038,2 B	10	4893,6 B	8	6969,8 B	9	9469,6 B	9	13257,4 B	9	33143,5 A
9	974,8 B	9	1949,6 B	9	4734,8 B	9	6628,7 B	10	9088,1 B	10	12723,4 B	10	31808,5 A
GL	658		326		130		90		60		40		10
VM	190893,0		447503,6		2236296,4		3743899,4		5445976,6		8777601,5		43211629,7
Média	1155,6		2269,9		5567,1		7782,6		10895,6		15253,9		38154,8
CV%	37,8		29,4		23,5		21,3		21,4		19,4		17,2

\*médias não seguidas por mesma letra, na vertical, diferem pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade de erro.

Como pode ser observado durante este trabalho, constatou-se grande desuniformidade na distribuição da produção das plantas de pimentão em estufas plásticas e cultivadas no solo, evidenciada pela variação no número de plantas colhidas por linha de cultivo e por colheita (Tabelas 2 e 6) e pela alta intensidade de rejeição da hipótese de homogeneidade das variâncias (Tabelas 3 e 7), tanto nas colheitas individualmente, como na produção total de frutos. Essa desuniformidade foi mais evidente nas parcelas de tamanho inferior a dez plantas e na primeira colheita de cada experimento. Tais resultados foram semelhantes aos encontrados nos trabalhos de SOUZA et al. (2002), LÚCIO et al. (2003) e LORENTZ et al. (2004), para as culturas da abobrinha italiana, pimentão e pepino, respectivamente, todas cultivadas no solo e sob proteção plástica. Houve consenso entre os referidos autores ao citarem que as variações foram causadas por diferenças climáticas no durante a formação dos frutos. Essa citação também foi feita por MELLO (2003) ao verificar elevados índices de heterogeneidade de solo ('b') para produção total de frutos de abobrinha italiana em estufa plástica. O mesmo autor ainda trabalhou com a cultura do pimentão em estufa plástica e salientou que o tamanho desuniforme do fruto no momento da colheita é uma das principais fontes de variações em experimentos com esta cultura, causando então, inflação no erro experimental.

Durante a estação sazonal verão/outono, praticamente não ocorreu temperaturas prejudiciais às plantas durante a fase reprodutiva. Nos meses de abril, maio e junho a média das temperaturas máximas, foi de 22,5°C e 23,0°C e das temperaturas

médias, de 20,7°C e 21,6°C para os anos de 2001 e 2002, respectivamente. Na estação de inverno/primavera, na qual as colheitas foram realizadas nos meses de dezembro e janeiro, ocorreram freqüentemente temperaturas superiores a 30°C. Como no caso do experimento de 2001 desta estação sazonal, quando ocorreram dois momentos com cinco dias e outros três momentos com quatro dias consecutivos de temperaturas máximas superiores a 30°C. Em 2003 ocorreram nove dias consecutivos com temperatura acima de 30°C. A média das temperaturas máximas foi de 30,1°C e 28,8°C para os anos de 2001 e 2003, enquanto que, a temperatura média foi de 24,0°C e 22,9°C, respectivamente. Sabe-se que, dentro da estufa, ocorre um ganho térmico de 1°C (FARIAS et al., 1993b) a 6°C (CUNHA & ESCOBEDO, 2003) devido à presença da cobertura plástica e à redução da ventilação, o que induz ao aumento do número de dias com temperaturas superiores às máximas toleradas pelas plantas.

A ocorrência de um dia com temperatura acima da máxima tolerada pela cultura reduzem a taxa de fecundação das flores induzindo-as ao aborto de flores ou a leva à inviabilização dos grãos de pólen liberados, causando desuniformidade na data formação de frutos, sendo que a formação de uma nova camada de frutos provavelmente só voltará a ocorrer no próximo dia com temperatura adequada. No caso de ocorrerem dois dias consecutivos com temperatura superior à máxima tolerada, haverá um intervalo de 72 horas para a formação de uma nova camada de frutos. Essas

diferenças serão crescentes com o aumento do número de dias com condições adversas à cultura.

No entanto, além das variações climáticas, o solo também apresenta considerável influência nas variações do interior da estufa plástica. Apesar das operações de homogeneização do solo por método mecânico, como no caso destes experimentos, é difícil a obtenção de uma distribuição uniforme do fertilizante, gerando locais com fertilidade de solo diferenciada, o que pode afetar o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Segundo TIVELLI (1998b), a cultura não se desenvolve adequadamente em solos compactos, mal drenados, rasos ou salinos, devido principalmente à alta sensibilidade de suas raízes.

Além da diferença de fertilidade, irregularidades ou falhas na distribuição de água pelo sistema de irrigação podem vir a favorecer ou prejudicar uma ou outra linha como um todo ou parcialmente. Locais que apresentam o lençol freático elevado, como os que foram realizados os experimentos, dificultam a drenagem e favorecem o encharcamento do solo, apesar desse fato não ter se manifestado com frequência durante a condução destes experimentos. ANDRIOLO (1999) cita que a compactação e o encharcamento do solo agem negativamente na absorção dos nutrientes, principalmente pela redução da aeração das raízes, visto que reduzem em maior ou menor grau o espaço poroso do solo, além de afetarem a absorção mineral pela influência que exercem no crescimento radicular.

Quanto à produção total de frutos de pimentão, a estação sazonal de verão/outono do ano de 2001 produziu 31.315 Kg ha<sup>-1</sup>, com média

de 1,078 Kg por planta. Em 2002, a produção total foi de 20.481 Kg ha<sup>-1</sup> com média de 0,717 Kg de frutos por planta. Na estação sazonal de inverno/primavera o experimento do ano de 2001 produziu 37.345 Kg ha<sup>-1</sup> de frutos de pimentão, com média de 1,289 Kg por planta, enquanto que o experimento de 2003 produziu 32.164 Kg ha<sup>-1</sup> e média de 1,156Kg por planta.

Apesar dos diversos dias com temperatura acima da máxima tolerada pela cultura, em ambos os experimentos realizados na estação sazonal de inverno/primavera, resultaram produção superior ao ocorrido na estação sazonal de verão/outono. Isso se deve, ao fato das colheitas serem realizadas na época de maior disponibilidade de energia solar em Santa Maria. No entanto, todos os casos apresentaram produções inferiores ao considerado por TAKASAKI (1991) como potencial para cultura do pimentão.

Ao comparar as produções dos experimentos realizados na mesma época, observa-se diferença nas produções total, como no caso experimento de V/O de 2001, pois, apesar de ser realizadas cinco colheitas, a produção de frutos foi 52,8% superior ao ano de 2002, onde foram realizadas oito colheitas. Na estação de I/P, a produção total do experimento de 2003 foi 13,9% inferior à do ano de 2001.

As diferenças de produção entre as plantas cultivadas em um ambiente protegido são influenciadas pelo número de sementes dentro do fruto, e, portanto pelas condições climáticas no momento da polinização. Isso se deve, segundo RYLSKI (1973), à correlação alta e positiva entre o número de sementes e o peso do fruto. Então, uma polinização deficiente reduz o número de sementes por fruto e,

conseqüentemente produz frutos menores e menos pesados, sendo que a polinização das flores é muito influenciada pelas condições climáticas, principalmente a umidade relativa do ar e a temperatura do ambiente. Esta inferência na polinização vem a acarretar aumento na variabilidade entre frutos para a variável produção de frutos e número de frutos colhidos por colheita, em função de ocorrer dias “falhados” na polinização das flores e formação dos frutos, fazendo com que a produção possua uma variabilidade inflacionada.

Observando o trabalho de FERNANDES et al. (1997) verifica-se que sementes de mesmo lote apresentaram vigores distintos, o que leva à formação de plântulas desuniformes no momento do transplante. Plantas originárias de plântulas mais desenvolvidas são mais vigorosas, e portanto, mais eficientes no aproveitamento da luz e dos recursos do solo. Seu desenvolvimento será superior, com maior capacidade produtiva, inflacionando cada vez mais as diferenças entre as plantas, principalmente em condições adversas, como baixa radiação solar. O tamanho de semente é um fator que deve ser considerado no momento em que se busca uniformidade de plantas, pois também influencia o vigor inicial das plântulas (MANTOVANI et al, 1980), repercutindo no seu desempenho produtivo.

A taxa de até 36% de fecundação cruzada agrava ainda mais as variações entre plantas, visto que, além das condições ambientais, a genética diferenciada entre as plantas leva a respostas distintas entre si em relação ao ambiente, sendo essas difíceis de serem contornadas.

Ao observar as Figuras 2, 3, 4 e 5 da estação sazonal de verão/outono dos anos de 2001 e 2002, assim como as Figuras 7, 8, 9

e 10 da estação sazonal de inverno/primavera dos anos de 2001 e 2003, verificou-se que a concentração da produção com o aumento do número de colheitas alteraram de posição constantemente, sem que fosse possível identificar um gradiente preferencial. Observou-se também que, os tamanhos de parcelas que mais se adequaram aos experimentos com pimentão foram de 10 e 14 plantas, visto que, na maioria das vezes, aceitaram a hipótese de homogeneidade das variâncias, que consiste num pressuposto do modelo matemático o qual indica que a distribuição da produção entre as parcelas foi uniforme.

A dispersão da produção destas parcelas praticamente não variou dentro da linha de cultivo, o que sugere o emprego do delineamento de blocos ao acaso (DBA). Esse delineamento é seguramente mais eficiente do que o inteiramente casualizado, pois as variações dentro da estufa plástica tendem a acontecerem em maior magnitude entre as linhas de cultivo do que dentro da linha. Isso ocorre porque as variações incidem com maior intensidade entre as linhas, como os tratamentos culturais, que são normalmente realizados nas linhas de cultivo; os efeitos da inclinação do sol, que age de forma diferenciada nas plantas das laterais, quando comparadas às plantas do interior da estufa plástica; as pequenas diferenças no volume de água fornecido às plantas pelo sistema de irrigação; efeito causado por práticas culturais realizadas em dias diferentes. Tais diferenças são retiradas da variância residual ( $Q_{\text{Merro}}$ ) pelo efeito isolado do  $Q_{\text{Mblocos}}$ , a partir da análise da variância ( $SQ_{\text{erro}} = SQ_{\text{total}} - SQ_{\text{tratamento}} - SQ_{\text{blocos}}$ ).

A vantagem do DBA também fica evidenciada pela verificação de diferenças entre as produções totais das linhas (Tabelas 4, 5, 8 e 9) pois, as repetições casualizadas na mesma linha de cultivo podem estar sendo prejudicadas ou favorecidas, o que inflaciona o erro experimental, no entanto, sem ser suficiente para a identificação da linha dentro da estufa plástica que proporcione maior produção.

O fato de unir as produções de plantas individuais com suas vizinhas formando parcelas de maior tamanho, foi eficiente na redução das variações, visto que, para todos os experimentos, os valores dos coeficientes de variação foram decrescentes com o aumento do tamanho das parcelas, conforme se observou na maioria dos trabalhos relacionados a este tema (STORCK, 1979; MARTIN, 2003 e MELLO, 2003). Apesar de a literatura não dispor de tabelas de classificação do coeficiente de variação para experimentos em cultivo protegido, como em LÚCIO (1997) e PIMENTEL GOMES (2000) para cereais, o coeficiente de variação para parcelas constituídas por uma ou duas plantas provavelmente seria classificado como alto ou médio, respectivamente, pois, em todos os casos, apresentaram valores em torno de 30% ou mais. Já parcelas de 35 plantas, na maioria dos casos, ficaram em torno de 17,2%.

Ao final dos resultados obtidos, observou-se que a utilização de parcelas de 10 ou 14 plantas permite planejar experimentos com cinco ou sete tratamentos, sob casualização no esquema de blocos ao acaso, em que os blocos são as próprias linhas de cultivo, com o número de repetições (blocos) possíveis ou necessárias, conforme a largura da estufa, sendo um mínimo de três. Casos em que se deseja trabalhar

com número menor de tratamentos, o tamanho da parcela poderá ser aumentado, o que favorece a precisão experimental.

O uso de parcelas maior, como as compostas de 35 plantas, também ameniza o efeito da má distribuição das produções. No entanto, reduz a flexibilidade no planejamento do experimento, pois limita o número de tratamentos a serem avaliados em apenas dois por linha de cultivo.

Sugere-se ainda que, em situações nas quais a estufa plástica será dividida, como para instalação de outros experimentos na mesma infraestrutura, que a divisão seja feita no sentido longitudinal da estufa.

Para evitar variações introduzidas pelo manejo da estufa, é necessário evitar qualquer objeto que projete sombra sobre a estufa, parcial ou totalmente, em qualquer momento do dia, assim como evitar deposição de poeira ou sujeira sobre a cobertura da estufa, realizar treinamento do pessoal que será responsável pela instalação e condução do experimento – em especial, a padronização do ponto de colheita, que, assim como o clima e a heterogeneidade do solo, é uma das maiores fontes de variabilidade existente na área da olericultura –, realizar o manejo da abertura de portas e janelas de maneira que as temperaturas se mantenham abaixo da máxima tolerada pela espécie cultivada, garantir uniformidade da distribuição da água pelo sistema de irrigação, evitar o ataque de insetos e doenças, que normalmente ocorrem aleatoriamente dentro da estufa, evitar as injúrias causadas pelo tutoramento e quebra de folhas, ter cuidado no manuseio da planta durante a retirada de frutos nas colheitas, homogeneizar o solo

da estufa plástica no momento de seu preparo evitando pontos de acúmulo ou escassez de adubo, assim como locais de maior compactação de solo, e produzir mudas reservas para eventual reposição de plântulas, a fim de manter o estande o mais próximo possível do planejado.

### **4.3 Correlações entre as variáveis**

Na Tabela 10 estão relacionados os coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis estudadas para as estações sazonais verão/outono e inverno/primavera dos anos de 2002 e 2003, respectivamente. Observou-se correlações significativas entre praticamente todas as variáveis, com exceção das relacionadas à posição da planta dentro da estufa (Linha e Planta). Foi constatada uma concordância entre os coeficientes de correlação, tanto em magnitude como sinal, para ambas as estações sazonais, o que permite fazer considerações em conjunto. Para as duas estações sazonais estudadas, verificou-se correlação positiva e significativa entre a produção total (Total), e o número de frutos colhidos (NFT), o peso médio de frutos por colheita (PMC), o peso médio de frutos (PMF), o número de vezes em que determinada planta foi colhida (NC) e o desvio padrão (DESVIO) entre as “*n*” vezes em que determinada planta foi colhida. A alta correlação se estendeu às variáveis morfológicas da planta e dimensões dos frutos, como seu comprimento médio (CM) e largura média (LM), relação entre comprimento e largura (C/L), diâmetro de caule na altura do colo (DC1), diâmetro de caule na altura da primeira bifurcação (DC2), altura da primeira bifurcação (AltB) e altura da planta (AltP).

TABELA 10 – Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre os 15 caracteres avaliados, onde valores acima da diagonal principal são referentes à estação sazonal verão/outono de 2002 e valores abaixo da diagonal se referem à estação de inverno/primavera do ano de 2003. Santa Maria – RS, 2004.

	Desvio	Linha	Planta	Total	NFT	NC	PMC	PMF	CM	LM	C/L	DC1	DC2	AltB	AltP
Desvio	-	0,043ns	0,058ns	0,524*	0,484*	0,260*	0,333*	0,140*	0,133*	0,188*	0,135*	0,171*	0,179*	0,179*	0,198*
Linha	-0,05ns	-	0,000ns	0,092*	0,030ns	0,022ns	0,139*	0,167*	0,078*	0,133*	0,053ns	0,112*	0,105*	0,080*	0,184*
Planta	0,070ns	0,000ns	-	-0,004ns	-0,005ns	-0,033ns	-0,016ns	-0,003ns	0,007ns	-0,001ns	0,026ns	-0,081*	0,016ns	-0,041ns	-0,007ns
Total	0,570*	-0,063ns	0,123*	-	0,911*	0,790*	0,403*	0,313*	0,309*	0,324*	0,264*	0,281*	0,255*	0,272*	0,291*
NFT	0,528*	-0,117*	0,008ns	0,906*	-	0,788*	0,318*	0,014ns	0,180*	0,228*	0,226*	0,297*	0,248*	0,271*	0,278*
NC	0,355*	0,007ns	0,002ns	0,693*	0,704*	-	-0,099*	0,177*	0,246*	0,271*	0,236*	0,301*	0,234*	0,279*	0,260*
PMC	0,413*	-0,099*	0,050ns	0,691*	0,595*	0,111*	-	0,422*	0,387*	0,403*	0,332*	0,262*	0,293*	0,331*	0,344*
PMF	0,318*	0,054ns	0,079*	0,558*	0,297*	0,449*	0,555*	-	0,736*	0,685*	0,523*	0,331*	0,335*	0,414*	0,405*
CM	0,255*	0,079*	-0,084*	0,486*	0,400*	0,504*	0,505*	0,806*	-	0,779*	0,888*	0,455*	0,392*	0,526*	0,477*
LM	0,220*	0,019ns	-0,064ns	0,447*	0,367*	0,476*	0,498*	0,807*	0,871*	-	0,660*	0,490*	0,443*	0,553*	0,489*
C/L	0,257*	0,042ns	-0,183*	0,406*	0,422*	0,492*	0,410*	0,607*	0,913*	0,674*	-	0,442*	0,370*	0,516*	0,427*
DC1	0,398*	-0,016ns	-0,097*	0,573*	0,548*	0,531*	0,505*	0,604*	0,658*	0,675*	0,605*	-	0,770*	0,685*	0,705*
DC2	0,427*	-0,008ns	-0,066ns	0,621*	0,591*	0,578*	0,590*	0,608*	0,662*	0,674*	0,591*	0,895*	-	0,627*	0,653*
AltB	0,277*	-0,004ns	-0,152*	0,423*	0,434*	0,478*	0,399*	0,538*	0,633*	0,659*	0,591*	0,768*	0,742*	-	0,660*
AltPI	0,292*	0,152*	-0,104*	0,440*	0,384*	0,423*	0,442*	0,605*	0,651*	0,654*	0,559*	0,767*	0,779*	0,788*	-

\* = significativo pelo teste t em nível de 5% de probabilidade de erro; ns= não significativo

Desvio = desvio padrão entre a produção de frutos de cada planta entre as “h” colheitas; NFT = número de frutos total; NC = número em que a mesma planta foi colhida; PMC = peso médio dos frutos por colheita (peso total/NC); PMF = peso médio dos frutos (peso total/NFT); CM = comprimento médio dos frutos por planta; LM = largura média dos frutos por planta; C/L = relação entre comprimento e largura; DC1 = diâmetro do caule à altura do solo; DC2 = diâmetro do caule na primeira bifurcação; AltB = altura da primeira bifurcação; AltP = altura da planta.

A intercorrelação entre essas variáveis levou à detecção de multicolinearidade severa ( $NC > 1000$ ) entre os caracteres, tornando difícil avaliar a influência das variáveis explicativas sobre a variável resposta via análise de trilha. Segundo CRUZ (2001), ignorar seus efeitos pode gerar resultados prejudiciais às conclusões, ou mesmo absurdos. Por isso foram retiradas da análise as variáveis que estavam altamente correlacionadas, mantendo-se apenas as variáveis de interesse no estudo e que apresentaram menor correlação entre si. A diagnose entre a posição da planta dentro da estufa plástica (Linha e Planta) e as variáveis: Total, NC, PMF, C/L, DC1 e AltP, mantidas na análise, resultou em multicolinearidade fraca ( $< 100$ ), o que permitiu que fosse realizada a análise de trilha apenas com estas variáveis sem problemas estatísticos.

Em seguida, os coeficientes de correlação de Pearson foram desdobrados em efeitos direto e indiretos, mostrando algumas relações de interesse, levando-se em conta alguns pontos essenciais da relação entre o coeficiente de correlação de Pearson, do fator causal e seu efeito direto. Quando estes forem iguais ou semelhantes, em magnitude e sinal, a correlação direta explica a verdadeira associação existente. Se o coeficiente de correlação de Pearson for positivo, mas o efeito direto for negativo ou desprezível, a correlação será causada pelos efeitos indiretos, sendo estes considerados na análise. Com o coeficiente de correlação de Pearson desprezível e o efeito direto apresentando-se positivo e alto, os efeitos indiretos é que são responsáveis pela falta de correlação, merecendo a mesma atenção na análise. Finalmente, com a correlação de Pearson negativa e efeito

direto positivo e alto, deve-se eliminar os efeitos indiretos da análise e aproveitar somente os diretos (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992).

Na Tabela 11, estão expressos os coeficientes parciais e de Pearson para as estações sazonais de verão/outono de 2002 e inverno/primavera de 2003, na qual verificou-se que também houve semelhança, tanto em sinal como em magnitude, entre os coeficientes dos efeitos diretos e indiretos sobre o desvio padrão entre as “h” colheitas realizadas em cada planta, para ambas as estações sazonais, de forma que as considerações discutidas em uma estação são válidas para a outra.

Verificou-se que as variáveis PMF, C/L, DC1 e AltP apresentaram efeito direto desprezível em relação ao desvio. No entanto, seus respectivos coeficientes de correlação são positivos e significativos, indicando que existe um efeito indireto atuando para o aumento desta associação. Esse efeito indireto foi, para todos os casos, positivo e via produção total da planta. Essa afirmação se comprovou quando o efeito direto da produção total sobre o desvio foi alto, positivo e significativo, assim como o coeficiente de correlação de Pearson. Estabeleceu-se também uma correlação positiva e significativa entre NC e o desvio. No entanto, seu efeito direto foi negativo, por isso, a associação entre tais variáveis ocorreu indiretamente, também via produção total.

TABELA 11 – Coeficientes de correlação parcial e de Pearson, devido aos efeitos das variáveis estudadas sobre o desvio padrão da produção de frutos entre as ‘h’ colheitas em cada planta, para cultura do pimentão sob estufa plástica para as estações sazonais de verão/outono e inverno/primavera dos anos de 2002 e 2003, respectivamente. Santa Maria – RS, 2004.

		Variáveis							
		-----Estação sazonal V/O – 2002-----							
Efeitos		Linha	Planta	Total	Xcoh	PMF	C/L	DC1	AltP
Direto		-0,029	0,050	0,873	-0,445	-0,099	0,012	0,046	0,067
Ind. via	Linha	-	0,000	-0,002	0,000	-0,004	-0,001	-0,003	-0,005
Ind. via	Planta	0,000	-	0,000	-0,001	0,000	0,001	-0,004	0,000
Ind. via	Total	0,08	-0,003	-	0,690	0,233	0,230	0,245	0,254
Ind. via	NC	-0,009	0,014	-0,351	-	-0,079	-0,105	-0,134	-0,115
Ind. via	PMF	-0,016	0,000	-0,031	-0,017	-	-0,051	-0,032	-0,040
Ind. via	C/L	0,000	0,000	0,003	0,003	0,006	-	0,005	0,005
Ind. via	DC1	0,005	-0,003	0,013	0,014	0,015	0,020	-	0,032
Ind. via	AltP	0,012	0,000	0,019	0,017	0,027	0,029	0,047	-
Pearson		0,043ns	0,058ns	0,524*	0,260*	0,140*	0,135*	0,171*	0,198*
Coeficiente de determinação = 0,353									
		-----Estação sazonal I/P – 2003-----							
Direto		-0,006	0,023	0,587	-0,116	-0,067	0,037	0,150	-0,008
Ind. via	Linha	-	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ind. via	Planta	0,000	-	0,002	0,000	0,001	0,004	-0,020	0,002
Ind. via	Total	-0,037	0,072	-	0,407	0,328	0,238	0,336	0,258
Ind. via	NC	0,000	0,000	-0,080	-	-0,052	-0,057	-0,062	-0,049
Ind. via	PMF	-0,003	-0,050	-0,037	-0,030	-	-0,041	-0,040	-0,040
Ind. via	C/L	0,001	-0,007	0,015	0,018	0,022	-	0,022	0,020
Ind. via	DC1	-0,002	-0,014	0,086	0,079	0,090	0,091	-	0,115
Ind. via	AltP	-0,001	0,000	0,003	-0,003	-0,005	-0,040	-0,006	-
Pearson		-0,050ns	0,070ns	0,570*	0,355*	0,318*	0,257*	0,398*	0,292*
Coeficiente de determinação = 0,341									

ns = não significativo

\* = significativo pelo teste t em nível de 5% de probabilidade de erro;

NFT = número de frutos total

NC = número em que a mesma planta foi colhida com o passar das colheitas

PMF = peso médio dos frutos (peso total/NFT)

C/L = relação entre comprimento e largura

DC1 = diâmetro do caule à altura do solo

AltB = altura da primeira bifurcação

AltP = altura da planta.

Pode-se verificar também que, ao se colher menos vezes, há uma diminuição no número de dias para o término das colheitas, reduzindo assim o ciclo da planta, fazendo com que esta tenha reduzido sua altura final e seu diâmetro do caule na base da planta. Esse comportamento também irá proporcionar uma redução no desvio da produção, para as estações sazonais de verão/outono ( $r=0,198$  e  $r=0,171$ ) e inverno/primavera ( $r=0,292$  e  $0,398$ ), para as variáveis acima e, ainda, comprovando a interferência total produzida nas variáveis. Com isso, observa-se que, reduzindo a altura e o diâmetro, diminui o total produzido que, por consequência, reduz o desvio da produção (Tabela 10).

Estas relações observadas vieram a revelar as principais variáveis, entre as estudadas, que realmente interferem no desvio da produção, ou seja, na variabilidade existente para a variável produção total de frutos produzida durante o ciclo da cultura, e o número de vezes em que se colhe os frutos e a produção total. Isso indica que se o objetivo do trabalho é obter produções mais homogêneas entre as plantas, deve-se optar por trabalhar forma a realizar um baixo número de colheitas, definir bem o ponto adequado desta, em detrimento do total produzido no ciclo da cultura, podendo, assim, realizar experimentos mais rápidos, com menor variabilidade e mão-de-obra dependidos. As variáveis de posição da planta dentro da estufa (Linha e Planta), tanto em seus efeitos diretos como indiretos sobre o desvio, foram desprezíveis, o que indica que tais variáveis devem ser desconsideradas no planejamento de um experimento, com o objetivo de reduzir a variância entre as colheitas.

## **5 CONCLUSÕES**

- a) Existe heterogeneidade da produção de frutos entre as parcelas experimentais em cultivo de pimentão em estufa plástica, independente da estação sazonal de cultivo.
- b) Parcelas de 14 plantas na linha de cultivo, amenizam a heterogeneidade da variância entre as linhas de cultivo, aumentando a precisão das inferências, independente da estação sazonal de cultivo.
- c) O delineamento blocos ao acaso no sentido da linha deve ser usado para amenizar as diferenças significativas de produção entre as linhas.
- d) A posição da planta dentro da linha de cultivo, bem como a posição da linha dentro da estufa plástica, não interferiram no desvio padrão da produção de frutos de pimentão, obtido entre as “h” colheitas realizadas em cada planta.
- e) O aumento da produção total induz ao aumento da variância entre colheitas. Já plantas colhidas menos vezes levam à redução da produção total e do desvio padrão da produção entre colheitas.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALPI, A. & TOGNONI, F. **Cultura em estufas**. Lisboa: Editorial Presença, 1978. 196p.

ANDRIOLO, J. L. ; BURIOL, G. A. ; STRECK, N. A. et al. Influência da proteção ambiental com estufa de polietileno transparente sobre o crescimento e desenvolvimento do pimentão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 21, n.2, p. 191-204, 1991.

ANDRIOLO, J. L. Fisiologia da produção de hortaliças em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, 26-33, 2000. Suplemento.

ANDRIOLO, J. L. **Fisiologia das plantas protegidas**. Santa Maria: Ed. UFSM, 1999. 142p.

ANDRIOLO, J. L. **Olericultura geral: princípios e técnicas**. Santa Maria: Ed. UFSM, 2002. 158p.

BARBIN, D. **Planejamento e análise estatística de experimentos agrônômicos**. Arapongas: Editora Midas, 2003. 208p.

BLISKA JÚNIOR, A. & HONÓRIO, S. L. Local de instalação e construção de estufas para cultivo de hortaliças. **Informe agropecuário**, EPAMIG, v. 20, n.200/201, p. 11-14, 1999.

BURIOL, G. A. ; RIGHI, E. Z. ; SCHNEIDER, F. M. et al. Modificação na umidade relativa do ar pelo uso do manejo de estufa plástica. **Revista brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n.1, p. 11-18, 2000.

BURIOL, G. A. ; STRECK, N. A. ; PETRI, C. et al. Transmissividade da radiação solar do polietileno de baixa densidade utilizado em estufas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, n.1, p. 1-4, 1995.

CAMPOS, H. **Estatística experimental não paramétrica**. 4ª Ed. Piracicaba: Departamento de Matemática e Estatística – ESALQ, 1983. 349p.

- CARON, B. O. & HELDWEIM, A. B. Consumo d' água e eficiência de cultura para meloeiro cultivado em estufa plástica na primavera. **Revista brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n.1, p. 19-25, 2000.
- CARVALHO, C. G. P. ; OLIVEIRA, V. R. ; CRUZ, C. D. et al. Análise de trilha sob multicolinearidade em pimentão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 34, n.4, p. 603-613, 1999.
- CASALI, V. W. D. & STRINGHETA, P. C. Melhoramento do pimentão e pimenta para fins industriais. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n.113, p. 23-25, 1984.
- CASALI, V. W. D. ; PÁDUA, J. G. ; BRAZ, L. T. Melhoramento do pimentão. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n.113, p. 19-22, 1984.
- COCHRAN, H. L. Effect of seed size on uniformity of pimento (*Capsicum annuum*) transplants at harvest time. **Journal of American Society Horticulture Science**, v. 99, n.3, p. 234-235, 1974.
- COIMBRA, J L. M. ; GUIDOLIN, A F. ; CARVALHO, F I. F. de. et al. Análise de trilha I – análise do rendimento de grãos e seus componentes. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 29, n.2, p. 213-218, 1999.
- CONAGIN, A. ; NAGAI, V. ; IGUE, T. et al. Efeito da falta de normalidade em testes de homogeneidade das variâncias. **Bragantia**, Campinas, v. 57, n.2, p. 203-214, 1993.
- CRUZ, C. D. & REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV- Imprensa universitária, 1994. 390p.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes**: versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001. 648p.
- CUNHA, A. R. & ESCOBEDO, J. F. Alterações micrometeorológicas causadas pela estufa plástica e seus efeitos no crescimento e produção da cultura do pimentão. **Revista brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n.1, p. 15-26, 2003.

CUNHA, A. R. ; ESCOBEDO, J. F. ; KLOSOWSKI, E. S. Estimativa do fluxo de calor latente pelo balanço de energia em cultivo protegido de pimentão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 37, n.6, p. 735-743, 2002.

DALMAGO, G. A. ; HELDWEIN, A. B. ; BURIOL, G. A. et al. Evapotranspiração máxima e coeficiente de cultura do pimentão em estufa plástica. **Revista brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n.1, p. 33-41, 2003.

DALSSASO, 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.

DE LA LOMA, J. L. **Experimentación Agrícola**. México: Hispano Americana, 1955. 500p.

DEPESTRE, T. ; GÓMEZ, O. ; ESPINOSA, J. Path coefficient in sweet pepper. **Capsicum Newsletter**, v. 7, p. 38-39, 1988.

EVANGELISTA, A. W. P. & PEREIRA, G. M. ; Efeito da cobertura plástica de casa de vegetação sobre os elementos meteorológicos em Lavras/MG. **Ciência e Agrotécnica**, Lavras, v. 25, n.4, p. 952-957, 2001.

FARIAS, J. R. B. ; BERGAMASCHI, H. ; MARTINS, S. R. et al. Efeito da cobertura plástica de estufa sobre a radiação solar. **Revista brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 1, n.1, p. 31-36, 1993a.

FARIAS, J. R. B. de; BERGAMASCHI, H. ;MARTINS; S. R. et al. Alterações na temperatura e umidade relativa do ar provocado pelo uso de estufa plástica. **Revista brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 1, n.1, p. 51-62, 1993b.

FARIAS, J. R. B; BERGAMASCHI, H. ; MARTINS, S. R. Evaporação no interior de estufas plásticas. **Revista brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 1, n.2, p. 17-22, 1994.

FEDERER, W. T. **Experimental design: theory and application**. New York: MacMillan Publishing Company, 1977. 544p.

FERNANDES, H. S. ; NEDEL, J. L. ; SILMAR, T. et al . Variação intracultivar de vigor em pimentão (*Capsicum annuum* L). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 3, n.2, 95-98, 1997.

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. Maceió: EDUFAL, 2000. 422p.

FONTES, P. C. R. ; DIAS, E. N. ; ZANIN, S. R. et al. Produção de cultivares de tomate em estufa coberta com plástico. **Revista Ceres**, v. 44, n.252, p. 152-160, 1997.

FURLAN, R. A. ; REZENDE, F. C. ; ALVES, D. R. B. et al. Lâmina de irrigação e aplicação de CO<sub>2</sub> na produção de pimentão cv Mayata, em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n.4, p. 547-550, 2002.

FURTADO, M. F. ; CRUZ, C. D. ; CARDOSO, A. A. et al. Análise de trilha do rendimento do feijoeiro e seus componentes primários em monocultivo e em consórcio com a cultura do milho. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 32, n.2, p. 217-220, 2002.

GALVANI, E. ; DANTAS, R. T. ; ESCOBEDO, J. F. et al. Parâmetros meteorológicos em cultura de alface cultivada em casa de vegetação com orientações leste-oeste, norte-sul e condições externas. **Revista brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n.2, p. 157-163, 1998.

GRAVOIS, K. A. & HELMS, R. S. Path analysis of rice yield and yield components as affected by seeding rate. **Agronomy Journal**, Madison, v. 84, n.1, p. 1-4. 1992.

IGUE, T. ; CONAGIN, A. ; NAGAI, V. et al. Erro adequado para comparação de médias em caso de heterogeneidade das variâncias. **Bragantia**, Campinas, v. 57, n.2, p. 181-186. 1993.

KELLER, K.R. Uniformity trials on hops (*Humulus lupulus*) for increasing the precision of field experiments. **Agronomy Journal**, Madison, v.41, p.389-392, 1949.

LOPES, S J. ; STORCK, L; HELDWEIN, A B. et al. Técnicas Experimentais para tomateiro tipo salada sob estufas plásticas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 28, n.2, p. 193-197, 1998.

LORENTZ, L. H.; LÚCIO, A. D.; STORCK, L. et al. Variação temporal do tamanho de amostra para experimentos em estufa plástica. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 34, n.5, 2004. No prelo.

LÚCIO, A. D. ; SOUZA, M. F.; HELDWEIN, A. B. et al. Tamanho da amostra e método de amostragem para avaliação de características do pimentão em estufa plástica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n.2, p. 180-184, 2003.

LÚCIO, A. D. **Parâmetros da precisão experimental das principais culturas anuais do Estado do Rio Grande do Sul**. Santa Maria: UFSM, 1997. 64 f. Dissertação (Mestre em Agronomia) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, 1997.

LÚCIO, A. D. **Erro experimental relacionado às características dos ensaios nacionais de competição de cultivares**. Jaboticabal: UNESP, 1999. 73 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Campus de Jaboticabal, 1999.

MANTOVANI, E. C. ; SILVA, R. F. ; CASALI, v. et al. Desenvolvimento e maturação fisiológica de sementes de pimentão. **Ceres**, v. 27, p. 356-368, 1980.

MARKUS, R. **Elementos da estatística aplicada**. UFRGS – Faculdade de Agronomia: Porto Alegre, 1974. 329p.

MARODIM, V. S. ; STORCK, L; LOPES, S. J. et al. Delineamento experimental e tamanho de amostra para alface cultivada em hidroponia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n.5, p. 779-781, 2000.

MARTIN, T. N. **Contribuição das bases genéticas de milho para o plano experimental**. 2003. 89 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

MARTINS, S. R. ; FERNANDES, H. S. ; ASSIS, F. N. et al. Características climáticas e manejo de ambientes protegidos. **Informe agropecuário**, EPAMIG, v. 20, n.200/201, p. 15-23, 1999.

MELLO, R. M. **Tamanho e forma ótimo de parcela para as culturas da abóbora italiana e do pimentão, conduzida em estufas plástica**. 2003. 75f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. 2003.

MIRANDA FILHO, J. B. Princípios de experimentação e análise estatística. In: **Melhoramento e produção de milho**, v. 2. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 795p.

MIRANDA, J. E. C. ; COSTA, C. P. da; CRUZ, C. D. ; Correlações genotípicas, fenotípicas e de ambiente entre caracteres de fruto e planta de pimentão *Capsicum annuum* (L.). **Revista Brasileira de Genética**, v. 11, n.2, p. 457-468, 1988.

MORENO, J.A. **Clima no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 41p.

ORTIZ, R. Plot techniques for assessment of bunch weight in banana trials under two systems of crop management. **Agronomy Journal**, Madison, v. 87, 63-69, 1995.

PÁDUA, J. G. ; CASALI, V. W. D. ; PINTO, C. M. F. Efeitos climáticos sobre pimentão e pimenta. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, 1984.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14<sup>a</sup> Ed. Piracicaba: Editora Nobel, 2000. 477p.

RAMALHO, M. A. P. ; FERREIRA, D. F. ; OLIVEIRA, A. C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA. 2000. 326p.

REISSER JÚNIOR, C. ; BERGAMASCHI, H. ; RADIN, B. et al. Alterações morfológicas do tomateiro em resposta à redução de radiação solar em ambientes de estufa plástica. **Revista brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n.1, p. 7-14, 2003.

REIFSCHNEIDER, F. J. B. Organizador. **Capsicum: pimentas e pimentões no Brasil**. EMBRAPA, Brasília, 2000. 113p.

RIGHI, E.Z.; ANGELOCCI, L.R.; BURIOL, G.A. HELDWEIN, A.B. Transpiração do tomateiro cultivado em estufa plástica e suas relações

com a radiação solar e déficit de saturação do ar. **Revista brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria, v. 10, n.1, p. 9-18, 2002.

RYLSKI, I. Effect of night temperature on shape and size of sweet pepper. **Journal of American Society Science**, v. 98;n.2, p. 149-152, 1973.

SANTOS, C. A. F. ; MENEZES E. A. ; PAINI, José N. ; CRUZ, C. D. Coeficiente de trilha no estudo dos componentes primários e secundários na produção de grãos de guandu (*Cajanus cajan* (L. ) MILLSP). **Revista Ceres**. v. 41, n.235, 299-305, 1994.

SANTOS, R. C. dos; CARVALHO, L. P. de; SANTOS, V. F. dos. Análise de coeficiente de trilha para componentes de produção em amendoim. **Ciência e Agrotécnica**. Lavras, v. 24, n.1, p. 13-16, 2000.

SERRANO CERMEÑO, Z. Controle da atmosfera da estufa. In: ESTUFAS: instalações e manejo. Lisboa: Litexa, p. 238-301, 1990.

SMITH, H. F. An empirical law describing heterogeneity in yields of agricultural crops. **Journal Agricultural Science**, Camberra, v. 28, p. 1-23, 1938.

SOUZA, M. F. ; LÚCIO, A. D. ; STORCK, L. et al. Tamanho da amostra para peso de massa de frutos, na cultura da abóbora italiana em estufa plástica. **Revista brasileira de Agrocência**, v. 8, n.2, p. 123-128, 2002.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H.; DICKEY, D. A. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. New York: McGraw-Hill, 1997. 666p.

STORCK, L. ; GARCIA, D. C. ; LOPES, S. J. et al. **Experimentação Vegetal**. Santa Maria: Ed. UFSM, 2000. 198p.

STORCK, L. **Estimativa para tamanho e forma de parcela e número de repetições para experimentos com milho (*Zea mays*)**. Porto Alegre: UFRGS, 1979. 98 f. Tese (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 1979.

TAKAZAKI, P. E. Produção de sementes adaptadas ao ambiente protegido. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE PLASTICULTURA, 1, 1989, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1991. p. 63-70.

TIVELLI, S. W. A cultura do pimentão. In: GOTO, R., TIVELLI, S. W. (Org.). **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais.** São Paulo: FUNEP, 1998a. 319p.

TIVELLI, S. W. Manejo do ambiente em cultivo protegido. In: GOTO, R., TIVELLI, S. W. (Org.). **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais.** São Paulo: FUNEP, 1998b. 319p.

TRIOLA, M. F. **Introdução à Estatística.** 7<sup>a</sup> Ed. LTC Editora S. A. Tradução, 1999. 410p.

VENCOVSKY, R. & BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento.** São Paulo: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 466p.

ZIMMERMANN, F. J. P. Efeito da heterogeneidade de variância e distribuição de probabilidades dos dados sobre o poder e tamanho do teste F. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 22, n.11/12, p. 1209-1213, 1987.