

Variação temporal da produção de pimentão influenciada pela posição e características morfológicas das plantas em ambiente protegido

Alessandro Dal'Col Lúcio; Leandro H Lorentz; Alexandra A Boligon; Sidinei José Lopes; Lindolfo Storck; Ricardo Howes Carpes

Universidade Federal de Santa Maria, Dep^o Fitotecnia, Av. Roraima, 97105-900 Santa Maria-RS; E-mail: adlucio@smail.ufsm (autor para correspondência); llorentz@bol.com.br; xandbol@bol.com.br; sjlopes@ccr.ufsm.br; storck@ccr.ufsm.br; rh.carpes@bol.com.br

RESUMO

Determinou-se o efeito da posição da planta dentro da estufa, as características morfológicas e a produção que mais contribuem para o aumento da variabilidade produtiva de frutos de pimentão em estufas plásticas, entre colheitas. Os experimentos foram instalados na UFSM durante as estações sazonais de verão/outono e inverno/primavera dos anos de 2002 e 2003, respectivamente. Realizou-se o estudo dos coeficientes de correlação de Pearson e análise de trilha entre variáveis morfológicas da planta, dimensões do fruto e componentes do rendimento e sua respectiva posição dentro da estufa plástica. Verificou-se que as plantas das extremidades da área cultivada têm sua produção menos prejudicada que aquelas localizadas na parte central da área. A variabilidade da produção entre as colheitas realizadas está diretamente associada ao peso total de frutos colhidos.

Palavras-chave: *Capsicum annuum*, análise de trilha, posicionamento das plantas, estufa plástica, análise de correlação.

ABSTRACT

Temporal variation of the production of peppers affected by plants position and morphologic characteristics of protected crop

We evaluated the effect of plant position inside a plastic greenhouse on the morphologic and production characteristics that most contribute in the increase of variability of fruit production between harvests in plastic greenhouses. The experiments were conducted during the summer/fall and winter/spring seasons, of 2002 and 2003, respectively. Pearson correlation coefficient and path analysis between morphologic characteristics, the dimension of the fruits and its respective location inside plastic greenhouse were analyzed. The farther the plants were located from the extremities of the cultivation area, resulted in less prejudiced production than those located in the central part of the area. The production variability among harvests is directly related to the weight of fruits.

Keywords: *Capsicum annuum*, path analysis, plant position, plastic greenhouse, correlation analysis.

(Recebido para publicação em 4 de novembro de 2004; aceito em 19 de setembro de 2005)

A cultura do pimentão é uma das mais indicadas para ser utilizada em ambiente protegido (Takazaki, 1991). Seus frutos possuem alto teor de vitamina C e são utilizados na fabricação de corantes naturais, condimentos, temperos, conservas e molhos (Casali & Stringheta, 1984; Reifschneider, 2000). Assim, várias pesquisas são realizadas com esta cultura no intuito de entender e avaliar os efeitos de vários fatores sobre a produção de frutos, de forma a recomendar práticas que aumentem a sua produtividade.

Para que os resultados provenientes de experimentos apresentem conclusões consistentes e válidas é necessário que se observe alguns princípios básicos, como a repetição e a casualização, assim como o atendimento das pressuposições do modelo matemático, cujos efeitos devem ser aditivos, com erros conjuntamente independentes, além de apresentarem mesma variância e distribuição normal (Storck *et al.*, 2000). Os mesmos autores citam também que a

qualidade de um experimento pode ser avaliada pela magnitude do erro experimental e via atendimento das pressuposições do modelo matemático.

A literatura descreve várias formas de controle do erro, no entanto, sua maioria é voltada a grandes culturas, com poucos trabalhos relacionados a técnicas experimentais em cultivo protegido. Nos trabalhos de Souza *et al.* (2002) e Lúcio *et al.* (2003) foi definido o tamanho de amostra por linha de cultivo para as culturas da abobrinha italiana e do pimentão, respectivamente, com objetivo de estimar a produção de frutos em cada colheita realizada. Observaram a necessidade de um grande número de amostras por colheita, devido à elevada variabilidade de produção entre as plantas, independente da cultura estudada. Estas variações foram atribuídas às elevadas temperaturas dentro da estufa plástica, que, segundo Pádua *et al.* (1984), deve ser de até 27°C durante o período de florescimento, bem como à umidade relativa do ar (UR) ina-

dequada. A faixa ideal da UR é de 50 a 70%, e valores abaixo de 50% induzem à redução do nível de polinização das flores por desidratação do pólen, enquanto que a UR próxima à saturação ocasiona o rompimento do mesmo devido à absorção excessiva de água (Tivelli, 1998).

Os cultivos em estufas plásticas em que normalmente são avaliadas plantas individuais, estão constantemente sujeitos a variações, mesmo antes da implantação do experimento. Fernandes *et al.* (1997) observaram diferenças de vigor entre sementes de pimentão encontradas no mesmo lote. Cochran (1974) verificou que sementes de pimentão com tamanhos diferentes geraram plantas adultas com variados portes, fazendo com que plantas mais altas sejam mais eficientes na captação da luz em relação às menores, aumentando as diferenças entre essas. Mantovani *et al.* (1980) constataram que as sementes de pimentão retiradas de frutos em diferentes estádios de desenvolvimento apresenta-

ram vigor distinto, refletindo este comportamento quando forem adultas.

Relacionado ao tamanho e à forma das parcelas experimentais, Lopes *et al.* (1998) determinaram que a parcela a ser usada em experimentos com a cultura do tomate deve ser de 18 plantas, enquanto, Mello (2003) cita que na cultura do pimentão, devem ser utilizadas parcelas 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. Quanto ao delineamento experimental, Lopes *et al.* (1998) recomendam a utilização do delineamento inteiramente ao acaso para cultivos de tomateiro em estufa plástica, enquanto Marodin *et al.* (2000) citam o delineamento blocos ao acaso, disposto perpendicularmente à declividade dos canais de produção, para cultivo de alface hidropônica.

O estudo das correlações entre caracteres tem aplicações em praticamente todos os campos de pesquisa. A correlação simples permite 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 dos efeitos de diversas variáveis independentes sobre uma variável básica, cujas estimativas são obtidas por meio de equações de regressão em que as variáveis são primeiramente padronizadas, de acordo com Vencovsky & Barriga (1992) e Cruz (2001).

O estudo do coeficiente de trilha foi realizado anteriormente com a cultura do 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 de correlação para fins de melhoramento. 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, mostrando o tipo e o grau de relação entre variáveis e fornecendo condições de melhor planejamento e condução do

experimento, como apresentado por Lúcio (1999) na identificação dos efeitos das variáveis observadas em experimentos com milho sobre o erro experimental da variável rendimento de grãos.

As plantas cultivadas em estufa plástica, possivelmente estão sujeitas a uma variabilidade espacial em função da temperatura do ar diferenciada entre as plantas próximas às aberturas (portas de entrada, cortinas laterais) e aquelas situadas no centro da estufa. Estes aspectos, entre outros, são inerentes à estrutura da estufa plástica e possivelmente contribuem para a variabilidade da produção de frutos, assim como em seus componentes primários de produção e interferem nas características morfológicas da planta. Além disso, as injúrias que naturalmente são submetidas às plantas durante os tratamentos culturais, colheita dos frutos, assim como outras variações ambientais, fazem com que a produção individual das plantas seja afetada ao longo das colheitas.

O objetivo deste trabalho foi determinar o efeito da posição da planta dentro da estufa, das características morfológicas e da produção que mais contribuem para a inflação da variabilidade produtiva de frutos de pimentão em estufas plásticas, entre colheitas.

MATERIAL E MÉTODOS

Realizaram-se dois experimentos com a cultura do pimentão sob estufa plástica, no Dep^o de Fitotecnia da UFSM (29°43'23"S e 53°43'15"W a 95 m de altitude), cujo clima é classificado como Cfa subtropical úmido sem estação seca e com verões quentes, conforme a classificação de Köppen. As sementes do híbrido Vidi foram semeadas em bandejas de 128 alvéolos, preenchidos com substrato comercial de turfa. A semeadura foi procedida em 04/01/2002 e 24/08/2003, sendo o transplante das mudas em 14/02/2002 e 02/10/03, nas estações sazonais de verão-outono (V-O) e inverno-primavera (I-P), respectivamente, quando as mudas apresentavam de seis a oito folhas definitivas ou aproximadamente 15 cm de altura. A adubação, tratamentos fitossanitários e manejo seguiram as recomendações da cultura propostas por Filgueira (2000). As

linhas de cultivo foram compostas por 70 plantas, com espaçamento de 1,00 x 0,30 m, onde as linhas foram cobertas por plástico opaco preto, sob o qual realizou-se a irrigação por gotejamento.

A estufa plástica utilizada apresentava dimensões de 24 x 10 m, com alinhamento Norte-Sul, pé direito de 2,0 m e altura central de 3,5 m, com estrutura de madeira na forma de arco pampeano, coberta com filme de PeBD 100 micras, mesmo material utilizado nas portas e cortinas laterais. Os experimentos apresentaram dez linhas com direção N-S, no entanto, desprezou-se as linhas das bordas, pois foram cultivadas com variedade diferenciada, totalizando oito linhas efetivas.

Identificou-se a posição de cada planta dentro da estufa pelo número da linha de cultivo (Linha), sendo numeradas do centro para as laterais extremidades de 1 a 4 para o lado leste e mesma numeração para o lado oeste. As plantas dentro de cada linha foram numeradas de 1 a 35, partindo do centro para as extremidades norte e sul, totalizando 70 plantas por linha.

O ponto de colheita foi caracterizado pela mudança da coloração dos frutos de verde para verde azulado. No total, foram realizadas oito colheitas na estação sazonal de V-O de 2002 (NC1) e quatro na estação I-P de 2003 (NC2), com as avaliações do peso total de frutos por planta (Total), do número total de frutos produzidos por planta (NFT), do comprimento médio dos frutos (CM), da largura média dos frutos (LM), do diâmetro de caule (DC1) logo acima do colo da planta (medidos com paquímetro digital, precisão 1,0 mm), do diâmetro do caule logo abaixo da primeira bifurcação (DC2), da altura da primeira bifurcação (ALTB), da distância do colo à primeira bifurcação e da altura da planta (ALTP), medida do colo à extremidade da ramificação da maior haste.

A partir destas variáveis, calculou-se o peso médio de frutos por colheita (PMC), calculada 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 por planta, relação entre o comprimento e a

Tabela 1. Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre as variáveis desvio padrão da produção de frutos de cada planta nas “NC” colheitas (DP), número de frutos total (NFT); peso médio dos frutos por colheita (peso total/número de vezes que a planta foi colhida = PMC), peso médio dos frutos (peso total/NTF= PMF), comprimento médio dos frutos por planta (CM), largura média dos frutos por planta (LM), relação entre comprimento e largura (C/L), diâmetro do caule à altura do solo (DC1), diâmetro do caule na primeira bifurcação (DC2), altura da primeira bifurcação (ALTB), altura da planta (ALTP), onde valores acima da diagonal são referentes à estação sazonal verão/outono de 2002, e valores abaixo, se referem à estação de inverno/primavera do ano de 2003. NC1=8 e NC2=4. Santa Maria, UFSM, 2004.

	Linha	Plan	Total	NFT	NC1	PFP	NFP	DPP	PMFP	PMC	PMF	DP	CM	LM	CL	DC1	DC2	ALTB	ALTP
Linha	-	0,000 ^{ns}	-0,048 ^{ns}	-0,060 ^{ns}	-0,073 ^{ns}	-0,205*	-0,212*	-0,168*	-0,106*	0,013	-0,009 ^{ns}	-0,026 ^{ns}	-0,059 ^{ns}	-0,033 ^{ns}	-0,080 ^{ns}	0,096 ^{ns}	0,247*	-0,027 ^{ns}	0,047 ^{ns}
Plan	0,000 ^{ns}	-	0,036 ^{ns}	-0,002 ^{ns}	-0,025 ^{ns}	-0,013 ^{ns}	-0,031 ^{ns}	-0,001 ^{ns}	0,042 ^{ns}	0,095 ^{ns}	0,095 ^{ns}	0,056 ^{ns}	0,028 ^{ns}	0,008 ^{ns}	-0,013 ^{ns}	0,021 ^{ns}	0,037 ^{ns}	-0,052 ^{ns}	0,117*
Total	-0,175*	-0,112*	-	0,911*	0,790*	0,637*	0,489*	0,479*	0,387*	0,403*	0,313*	0,731*	0,309*	0,324*	0,264*	0,281*	0,255*	0,272*	0,291*
NFT	-0,149*	-0,106*	0,906*	-	0,788*	0,545*	0,531*	0,390*	0,200*	0,318*	0,014 ^{ns}	0,636*	0,180*	0,228*	0,226*	0,297*	0,248*	0,271*	0,278*
NC2	-0,081 ^{ns}	-0,148*	0,693*	0,704*	-	0,536*	0,480*	0,230*	0,364*	-0,100*	0,259*	0,260*	0,246*	0,271*	0,236*	0,301*	0,235*	0,279*	0,260*
PFP	-0,105*	-0,017 ^{ns}	0,750*	0,633*	0,505*	-	0,843*	0,800*	0,609*	0,245*	0,292*	0,459*	0,315*	0,265*	0,268*	0,114*	0,117*	0,181*	0,121*
NFP	-0,095 ^{ns}	0,008 ^{ns}	0,633*	0,660*	0,447*	0,915*	-	0,683*	0,331*	0,141*	0,046 ^{ns}	0,329*	0,178*	0,059 ^{ns}	0,113 ^{ns}	0,100*	0,088 ^{ns}	0,168*	0,089 ^{ns}
DPP	-0,105*	-0,057 ^{ns}	0,240*	0,217*	-0,057*	0,346*	0,336*	-	0,607*	0,440*	0,301 ^{ns}	0,582*	0,309*	0,270*	0,259 ^{ns}	0,138*	0,137*	0,194*	0,173 ^{ns}
PMFP	-0,094 ^{ns}	-0,148*	0,549*	0,341*	0,537*	0,545*	0,318*	0,281*	-	0,139*	0,568*	0,138*	0,479*	0,426*	0,363*	0,200*	0,167*	0,211*	0,229*
PMC	-0,169*	-0,131*	0,691*	0,595*	0,111*	0,533*	0,469*	0,506*	0,385*	-	0,422*	0,333*	0,387*	0,403*	0,332*	0,262*	0,293*	0,331*	0,344*
PMF	-0,116*	-0,198*	0,558*	0,287*	0,449*	0,509*	0,285*	0,254*	0,808*	0,556*	-	0,140*	0,736*	0,685*	0,523*	0,331*	0,335*	0,414*	0,405*
DP	-0,140*	0,116*	0,659*	0,574*	0,130*	0,529*	0,464*	0,618*	0,276*	0,413*	0,318*	-	0,133*	0,188*	0,135*	0,171*	0,179*	0,179*	0,198*
CM	-0,070 ^{ns}	-0,195*	0,486*	0,400*	0,504*	0,387*	0,310*	0,218*	0,662*	0,505*	0,806*	0,438*	-	0,780*	0,888*	0,455	0,392*	0,526*	0,477*
LM	-0,098 ^{ns}	-0,249*	0,447*	0,367*	0,476*	0,395*	0,318*	0,116*	0,675*	0,498*	0,807*	0,423*	0,871*	-	0,660*	0,490*	0,443*	0,553*	0,489*
CL	-0,035 ^{ns}	-0,153*	0,406*	0,422*	0,492*	0,292*	0,306*	0,205*	0,472*	0,410*	0,607*	0,378*	0,913*	0,674*	-	0,442*	0,370*	0,516*	0,427*
DC1	-0,159*	-0,152*	0,573*	0,548*	0,531*	0,493*	0,462*	0,267*	0,540*	0,505*	0,604*	0,496*	0,659*	0,675*	0,605*	-	0,770*	0,685*	0,705*
DC2	-0,137*	-0,167*	0,621*	0,591*	0,578*	0,500*	0,454*	0,262*	0,563*	0,509*	0,608*	0,513*	0,662*	0,674*	0,591*	0,895*	-	0,627*	0,653*
ALTB	-0,014 ^{ns}	-0,268*	0,423*	0,434*	0,478*	0,339*	0,346*	0,225*	0,494*	0,399*	0,538*	0,375*	0,633*	0,659*	0,591*	0,768*	0,792*	-	0,660*
ALTP	-0,143*	-0,204*	0,445*	0,386*	0,436*	0,318*	0,260*	0,184*	0,551*	0,439*	0,618*	0,416*	0,662*	0,664*	0,570*	0,782*	0,794*	0,801*	-

ns: não significativo; *: significativo pelo teste t em nível de 1% de probabilidade de erro

largura dos frutos (CL) e desvio padrão do peso total de frutos (DP) nas quatro ou oito colheitas realizadas em cada estação sazonal, sendo que as plantas não colhidas durante determinada colheita receberam valor zero. Além disso, nas quatro primeiras colheitas realizadas no ano de 2002 e nas duas primeiras do ano de 2003 observaram-se algumas outras variáveis definidas como produção precoce de frutos (PFP), número precoce de frutos (NFP), desvio padrão precoce, obtido entre a produção precoce de frutos de pimentão (DPP) e peso médio precoce de frutos (PMFP). De posse destas 19 variáveis, realizou-se, a estimativa dos coeficientes de correlação de Pearson.

Anteriormente à análise de trilha, fez-se necessária a realização da diagnose da multicolinearidade entre as variáveis independentes (Cruz, 2001), representada pelo número de condição (NC), calculado pela razão entre o maior e o menor autovalor. Se constatada multicolinearidade com intensidade severa (NC>1000), nos casos em que existe correlação alta ou perfeita entre as variáveis, ou moderada (1000>NC>100), torna-se difícil a ava-

liação da influência das mesmas sobre a variável resposta, pois a estimativa do coeficiente de trilha fica prejudicada levando a resultados incoerentes ou absurdos. O mesmo autor cita duas alternativas para dar continuidade à análise: realizar a análise considerando a multicolinearidade, ou eliminar as variáveis altamente correlacionadas e de menor interesse no estudo. Quando apresentar número de condição inferior a 100 indica que não ocorrerá comprometimento das inferências realizadas através da análise de trilha.

Após o diagnóstico, desdobrou-se o coeficiente de correlação de Pearson de cada variável independente, em seus efeitos diretos e indiretos sobre a variável dependente desvio padrão do peso total de frutos (DP). Levando-se em conta alguns pontos essenciais da relação entre o coeficiente de correlação de Pearson do fator causal e seu efeito direto pode-se observar algumas relações de interesse, pois quando 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 desprezi-

vel, 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).

Para a estimativa dos coeficientes de correlação de Pearson e de trilha, utilizou-se o programa SAEG versão 8.1, com 1% de probabilidade de erro, enquanto para a diagnose de multicolinearidade utilizou-se o programa GENES.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observaram-se correlações significativas entre praticamente todas as variáveis (Tabela 1) e foi constatada uma concordância entre os coeficientes de correlação, tanto em magnitude como sinal, para ambas as estações sazonais verão/outono (V/O) e inverno/primave-

Tabela 2. Efeitos diretos, indiretos e coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis: produção total de frutos de pimentão (Total), número de colheitas realizadas (NC1=8 e NC2=4), produção precoce de frutos (PFP), peso médio dos frutos (PMF), comprimento médio dos frutos (CM), largura média dos frutos (LM), diâmetro do caule à altura do solo (DC1), altura da planta (ALTP) sobre a variável desvio padrão do peso total de frutos entre as “NC” colheitas realizadas (DP), para as estações sazonais de verão/outono e inverno/primavera dos anos de 2002 e 2003, respectivamente. Santa Maria, UFSM, 2004.

Estação sazonal de verão/outono de 2002											
Efeito		Linha	Planta	Total	NC1	PFP	PMF	CM	LM	DC1	ALTP
Direto		-0,025	-0,022	1,323	-0,882	0,028	-0,025	0,028	0,135	0,036	0,110
Ind Via	Linha	-	0,000	0,001	0,004	0,005	0,000	0,001	0,000	-0,002	0,000
Ind Via	Planta	0,000	-	0,000	0,000	0,000	-0,002	0,000	0,000	0,000	-0,002
Ind Via	Total	-0,063	0,047	-	1,046	0,843	0,414	0,409	0,428	0,372	0,384
Ind Via	NC	0,064	0,021	-0,697	-	-0,472	-0,156	-0,217	-0,239	-0,266	-0,229
Ind Via	PFP	-0,005	0,000	0,018	0,015	-	0,008	0,009	-0,007	0,003	0,003
Ind Via	PMF	0,000	-0,002	-0,008	-0,004	-0,007	-	-0,019	-0,017	-0,008	-0,010
Ind Via	CM	-0,001	0,000	0,008	0,007	-0,009	0,020	-	0,022	0,012	0,013
Ind Via	LM	-0,004	0,001	0,043	0,036	0,036	0,092	0,105	-	0,066	0,066
Ind Via	DC1	0,003	0,000	0,010	0,010	0,004	0,012	0,016	0,017	-	0,025
Ind Via	ALTP	0,005	0,012	0,032	0,028	0,013	0,044	0,052	0,053	0,077	-
Pearson		-0,026	0,057	0,730	0,260	0,441	0,407	0,384	0,392	0,290	0,360
Coeficiente de determinação = 0,857											
Estação sazonal de inverno/primavera de 2003											
Efeito		Linha	Planta	Total	NC2	PFP	PMF	CM	LM	DC1	ALTP
Direto		0,016	-0,040	0,962	-0,761	0,021	-0,032	0,135	0,112	0,156	0,043
Ind Via	Linha	-	0,000	-0,003	-0,001	-0,001	-0,002	-0,001	-0,002	-0,002	-0,002
Ind Via	Planta	0,000	-	0,003	0,006	0,000	0,008	0,008	0,010	0,006	0,008
Ind Via	Total	-0,168	-0,107	-	0,666	0,721	0,537	0,467	0,430	0,551	0,427
Ind Via	NC	0,061	0,112	-0,527	-	-0,384	-0,341	-0,383	-0,362	-0,404	-0,333
Ind Via	PFP	-0,002	0,000	0,016	0,010	-	0,010	0,008	0,008	0,010	0,007
Ind Via	PMF	0,003	0,006	-0,179	-0,014	-0,016	-	-0,026	-0,026	-0,019	-0,020
Ind Via	CM	-0,009	-0,026	0,065	0,068	0,052	0,109	-	0,117	0,088	0,089
Ind Via	LM	-0,011	-0,028	0,050	0,053	0,044	0,090	0,098	-	0,075	0,074
Ind Via	DC1	-0,024	-0,024	0,089	0,083	0,077	0,094	0,103	0,105	-	0,122
Ind Via	ALTP	-0,006	-0,008	0,019	0,018	0,013	0,026	0,028	0,028	0,033	-
Pearson		-0,140	-0,115	0,495	0,128	0,527	0,499	0,437	0,420	0,494	0,415
Coeficiente de determinação = 0,734											

ra (I/P), o que permite fazer considerações em conjunto.

Para as duas estações sazonais estudadas, verificou-se correlação positiva e significativa entre a produção total e as variáveis número de frutos colhidos, peso médio de frutos por colheita, peso médio de frutos e desvio padrão entre o número de colheitas realizadas. A alta correlação se estendeu entre as variáveis morfológicas da planta e das dimensões dos frutos, como comprimento e largura média, relação entre comprimento e largura, diâmetro de caule na altura do colo, diâmetro de caule na altura da primeira bifurcação, altura da primeira bifurcação e altura da planta.

No experimento de 2003, observou-se correlação negativa e significativa entre as variáveis de posição (Linha e

Planta) e Total, NFT, PMC, PMF, DP, DC1 e ALTP, indicando que à medida que o posicionamento das plantas se afasta do centro da estufa plástica, em direção às extremidades, ocorre redução nestas variáveis, ou seja, a região central favorece a produção, o número de frutos e seu peso médio, o que leva indiretamente ao incremento do desvio padrão da produção, assim como indica que a posição interfere nas variáveis de produção.

A correlação entre as variáveis levou à detecção de multicolinearidade severa (NC>1000) entre os caracteres, tornando difícil a avaliação da influência das variáveis explicativas sobre a variável resposta via análise de trilha. Foram retiradas da análise as variáveis que estavam altamente correlacionadas,

mantendo-se apenas as de interesse no estudo e que apresentaram menor correlação entre si. A diagnose entre as variáveis: Linha, Planta, Total, PFP, PMF, CM, LM, DC1 e ALTP, mantidas na análise, resultou em multicolinearidade fraca (número de condição <100), o que permitiu que fosse realizada a análise de trilha sem problemas estatísticos. Em seguida, os coeficientes de correlação de Pearson foram desdobrados em efeitos direto e indireto (Tabela 2). 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 colheitas realizadas, para ambas as estações sazonais, de forma que as considerações discutidas em uma estação são válidas para a outra.

As variáveis PFP, PMF, CM, LM, DC1 e ALTP ou apresentaram efeito direto desprezível ou muito baixo em relação ao DP. 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 DP foi alto, positivo e significativo (1,323 e 0,961 para V/O e I/P, respectivamente), assim como o coeficiente de correlação de Pearson. Estabeleceu-se também uma correlação positiva e significativa entre NC1 e NC2 e o DP. No entanto, seu efeito direto foi negativo, por isso, a associação entre tais variáveis ocorreu indiretamente, também via produção total. Cabe salientar que os efeitos indiretos via NC foram, em todas as situações, altos e negativos fazendo com que os coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis explicativas fossem reduzidos.

Pode-se verificar também que ao realizar um número menor de colheitas por estação, há uma redução no número de dias para o término das colheitas, diminuindo assim o ciclo da planta, fazendo com que esta tenha um porte mais reduzido. Isso implica em valores menores da sua altura final e seu diâmetro do caule na base da planta, que se correlacionaram com o total, com coeficientes de 0,281 e 0,290 para 2002 e 0,572 e 0,441 em 2003. Esse comportamento também irá proporcionar uma redução no desvio padrão da produção em ambas as estações sazonais, com isso, observa-se que, reduzindo a altura e o diâmetro, reduz-se o total produzido que, por consequência, minimiza o desvio padrão da produção (Tabela 1).

Estas relações observadas vieram a revelar as principais variáveis, entre as estudadas, que realmente interferem no desvio padrão da produção entre as colheitas, 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 experimen-

to for obter produções mais homogêneas entre as plantas, deve-se optar por realizar um baixo número de colheitas e 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 menor dispêndio de mão-de-obra.

As variáveis de posição da planta dentro da estufa (Linha e Planta), tanto em seus efeitos diretos como indiretos sobre o desvio padrão do peso total de frutos (DP) foram desprezíveis, o que indica que devem ser desconsideradas no planejamento de um experimento, com o objetivo de reduzir a variância entre as colheitas, mas interferiram na produção total, no número e peso de frutos por planta, na produção das colheitas iniciais, na variação da produção de frutos entre as colheitas e na altura das plantas. O aumento da produção total, pelo maior número de colheitas, induz ao aumento do desvio padrão entre colheitas, enquanto um menor número de colheitas leva à redução da produção total e do desvio padrão da produção entre colheitas, além da redução do tempo de manutenção do experimento no campo. Assim para manter a produção homogênea durante o ciclo produtivo de pimentão em ambiente protegido deve-se estimar o número ideal de colheitas a serem realizadas e estas deverão ser planejadas e executadas individualmente em cada linha de cultivo, considerando assim cada linha como um bloco, ou seja, uma repetição para fins de experimentação.

LITERATURA CITADA

CARVALHO CGP; OLIVEIRA VR; CRUZ CD; CASALI VWD. 1999. Análise de trilha sob multicolinearidade em pimentão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34: 603-613.

CASALI VWD; STRINGHETA PC. 1984. Melhoramento do pimentão e pimenta para fins industriais. *Informe agropecuário*, 10: 23-25.

COCHRAN HL. 1974. Effect of seed size on uniformity of pimento (*Capsicum annuum*) transplants at harvest time. *Journal of American Society Horticulture Science*, 99: 234-235.

CRUZ CD. 2001. *Programa Genes*: versão Windows: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 648 p.

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

FERNANDES HS; NEDEL JL; PESKE ST; GALLI J. 1997. Variação intracultivar de vigor em pimentão (*Capsicum annuum* L.). *Revista Brasileira de Agrociência*, 3: 95-98.

FILGUEIRA FAR. 2000. *Novo manual de Olericultura: tecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa: UFV, 402 p.

LOPES SJ; STORCK L; HELDWEIN AB; FEIJÓ S; ROS CA. 1998. Técnicas Experimentais para tomateiro tipo salada sob estufas plásticas. *Ciência Rural*, 28: 193-197.

LÚCIO AD; SOUZA MF; HELDWEIN AB; LIEBERKNECHT D; CARPES RH; CAVALHO MP. 2003. Tamanho da amostra e método de amostragem para avaliação de características do pimentão em estufa plástica. *Horticultura Brasileira*, 21: 180-184.

LÚCIO AD. 1999. *Erro experimental relacionado às características dos ensaios nacionais de competição de cultivares*. 73 f. Tese, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Campus de Jaboticabal, Jaboticabal.

MANTOVANI EC; SILVA RF; CASALI VWD; CONDÉ AR. 1980. Desenvolvimento e maturação fisiológica de sementes de pimentão. *Ceres*, 27: 356-368.

MARODIN VS; STORCK L; LOPES SJ; SANTOS OS; SCHIMDT D. 2000. Delineamento experimental e tamanho de amostra para alface cultivada em hidroponia. *Ciência Rural*, 30: 779-781.

MELLO RM. 2003. *Tamanho e forma ótima de parcela para as culturas da abóbora italiana e do pimentão, conduzida em estufas plásticas*. 75 f. Dissertação, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

MIRANDA JEC; COSTA CP; CRUZ CD. 1988. Correlações genotípicas, fenotípicas e de ambiente entre caracteres de fruto e planta de pimentão *Capsicum annuum* (L.). *Revista Brasileira de Genética*, 11: 457-468.

PÁDUA JG; CASALI VWD; PINTO CMF. 1984. Efeitos climáticos sobre pimentão e pimenta. *Informe agropecuário*, 10.

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

SOUZA MF; LÚCIO AD; STORCK L; CARPES RH; SANTOS PM; SIQUEIRA LFF. 2002. Tamanho da amostra para peso de massa de frutos, na cultura da abóbora italiana em estufa plástica. *Revista brasileira de Agrociência*, 8: 123-128.

STORCK L; GARCIA DC; LOPES SJ; ESTEFANEL V. 2000. *Experimentação Vegetal*. Santa Maria: Ed. UFSM, 198 p.

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

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

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