

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**VARIABILIDADE ESPACIAL DO PONTO DE  
COLHEITA E DO CRESCIMENTO DE FRUTOS DE  
PIMENTÃO EM ESTUFA PLÁSTICA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Alexandra Augusti Boligon**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2007**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**VARIABILIDADE ESPACIAL DO PONTO DE COLHEITA  
E DO CRESCIMENTO DE FRUTOS DE PIMENTÃO EM  
ESTUFA PLÁSTICA**

**por**

**Alexandra Augusti Boligon**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 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.**

**Orientador: Prof. Sidinei José Lopes**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2007**

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

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por ter estado sempre presente na minha vida.

Aos meus pais Glória Maria e Sérgio, exemplos de vida, por orientarem meu caminho, pelo amor, dedicação e por me ensinarem a ter caráter e a lutar.

Ao meu irmão Alex e sua família, e minhas irmãs Aline e Arione, pela amizade e pelos bons momentos de convivência.

Ao meu noivo Leandro, por estar ao meu lado apesar da distância, me ouvir e me apoiar nos momentos difíceis e compartilhar comigo as vitórias.

Ao meu orientador Sidinei José Lopes, pela amizade e orientação durante o curso.

Aos professores Alessandro Dal'Col Lúcio e Lindolfo Storck, pela ajuda no decorrer do trabalho e pelos ensinamentos durante o curso.

Aos bolsistas do Setor de Experimentação André, Bernardo, Carine, Fernando, Henrique, Daniel, Betânia, Valdecir e Vilson pelo auxílio nos trabalhos de campo.

Ao funcionário do Departamento de Fitotecnia João Colpo, pelo auxílio na realização dos trabalhos de campo.

Aos amigos Cristiano e Augusto, pela amizade verdadeira que sempre esteve presente durante o curso.

A colega e amiga Maria Helena, pela ajuda, amizade e pelo seu bom humor em qualquer situação.

A Universidade Federal de Santa Maria, pela minha formação profissional e por proporcionar a realização de um curso de Mestrado de excelente qualidade.

Ao CNPq pelo auxílio financeiro.

A todas as pessoas que contribuíram de alguma maneira para minha formação, para a realização deste trabalho ou que apenas torceram por isso.

## RESUMO

Dissertação de Mestrado

Programa de Pós-Graduação em Agronomia

Universidade Federal de Santa Maria

### VARIABILIDADE ESPACIAL DO PONTO DE COLHEITA E DO CRESCIMENTO DE FRUTOS DE PIMENTÃO EM ESTUFA PLÁSTICA

AUTOR: ALEXANDRA AUGUSTI BOLIGON

ORIENTADOR: SIDINEI JOSÉ LOPES

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 23 de fevereiro de 2007.

O conhecimento da variabilidade da área espacial é o requisito inicial para a realização de experimentos de qualidade. Com o objetivo de caracterizar a variabilidade espacial do comprimento, do diâmetro e do ponto de colheita de frutos no interior de estufa plástica, foram conduzidos dois experimentos com a cultura do pimentão, nos cultivos de primavera-verão de 2005 e outono-inverno de 2006, na área do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria. A estufa utilizada foi do tipo arco-pampeano, de 19 x 10,5 m, composta por oito linhas de cultivo com 52 plantas cada, sendo dividida em quatro quadrantes e utilizados para o estudo os quadrantes nordeste e sudoeste. Para o ponto de colheita de frutos foram utilizadas todas as plantas de cada quadrante, avaliando-se a percentagem de frutos colhidos em cada linha de cultivo, em cada colheita. Aplicou-se o teste de Cox e Stuart, a fim de verificar a existência de tendências crescentes ou decrescentes entre as linhas de cultivo. Para as avaliações de crescimento de frutos, foram utilizadas 15 plantas de cada uma das linhas laterais dos quadrantes Nordeste e Sudoeste da estufa. Nestas plantas foram marcados, em média, dois frutos por planta, sendo seu comprimento e diâmetro medidos a cada três dias, para o ajuste de equações de crescimento sigmoidais, sendo o modelo logístico o de melhor ajuste. Ao modelo escolhido foi aplicado o teste para verificação da igualdade de parâmetros e da identidade de modelos entre as equações das linhas de cultivo. As tendências foram significativas entre as linhas de cultivo para o ponto de colheita dos frutos, sendo que o quadrante sudoeste apresentou ponto de colheita antecipado quando comparado ao quadrante nordeste. Para a estação sazonal primavera-verão de 2005, as três colheitas realizadas apresentaram tendências significativas. Já para a estação outono-inverno de 2006, apenas a segunda e a terceira colheitas apresentaram tendências significativas. A curva de crescimento dos frutos é do tipo sigmoidal, sendo que o padrão de crescimento em diâmetro e comprimento não diferiu entre as linhas na primavera-verão de 2005 e apresentou diferença entre as linhas no outono-inverno de 2006, para ambas as variáveis.

**Palavras – chave:** *Capsicum annuum*, cultivo protegido, curvas de crescimento.

## ABSTRACT

Master's Dissertation  
Master degree in Agronomy Program  
Federal University of Santa Maria, RS, Brazil

### **SPATIAL VARIABILITY OF THE HARVESTING MATURITY AND SWEET PEPER FRUIT GROWTH IN PLASTIC GREENHOUSE**

AUTHOR: ALEXANDRA AUGUSTI BOLIGON

ADVISER: SIDINEI JOSÉ LOPES

Defense: Santa Maria, february 23, 2007.

To know the variability of experimental area is the initial requirement to lead experiments of quality. Whith the aim to characterize the spatial variability of length, diameter and harvesting maturity of sweet pepper fruit in plastic greenhouse, two experiments was carried out, in the spring/summer of 2005 and autumn/winter of 2006, in the area of Crop Science Department in the Federal University of Santa Maria. The greenhouse was composed for eight lines, whit 52 plants each one, divided in four quadrants and utilized for this study the northeast and southwestern quadrants. For the fruit harvesting maturity, were used all the plants for each quadrant, and evaluated the percentage the harvested fruit in each line, in each harvest. It was applied the Cox & Stuart test, in order to determine the tendencies increasing or decreasing among the culture line. For the fruit growth, where utilized 15 plants in the external and internal lateral line of northeast and southwestern quadrants. It was marked two fruits for plant and measured length and diameter, to each three days, for the adjustment of growth sigmoidal equations, being the sigmoidal logistic model the better adjustment. It was applied the test for parameter equality in nonlinear regression models among the equations of each culture lines. The tendencies between the culture lines for the harvesting maturity were significant and the northeast quadrant showed harvesting maturity anticipated, when compared whit southwestern quadrant. For the spring/summer station of 2005, the three harvests showed tendencies significant. For the autumn/winter of 2006, only the second and third harvests showed tendencies significant. The fruit growth curve is sigmoidal, and the growth standard did not differ between the culture lines in the spring/summer of 2005 and showed differences significant between the lines in the autumn/winter of 2006, for both the variables.

**Key words:** *Capsicum annuum*, protect culture, growth curves.

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Datas de semeadura, transplante e colheitas dos experimentos com pimentão, nas estações primavera/verão de 2005 e outono/inverno de 2006. Santa Maria, RS, 2006. ....	27
TABELA 2 – Coeficientes de determinação ( $R^2$ ) para os quatro modelos de crescimento ajustados em cada linha de cultivo, para o comprimento de frutos de pimentão nas linhas laterais dos quadrantes nordeste e sudoeste, cultivados em estufa plástica nas estações primavera/verão de 2005 e outono/inverno de 2006. Santa Maria, RS, 2006. ....	45
TABELA 3 – Coeficientes de determinação ( $R^2$ ) para os quatro modelos de crescimento ajustados em cada linha de cultivo, para o diâmetro de frutos de pimentão nas linhas laterais dos quadrantes nordeste e sudoeste, cultivados em estufa plástica nas estações primavera/verão de 2005 e outono/inverno de 2006. Santa Maria, RS, 2006. ....	46
TABELA 4 – Estimativas dos parâmetros linearizados do modelo sigmoidal logístico sem restrição ( $\Omega$ ) e com restrições ( $w_1$ a $w_5$ ), e respectivas somas de quadrados residuais, para o comprimento de frutos de pimentão nas linhas laterais dos quadrantes nordeste e sudoeste, cultivados em estufa plástica na estação outono/inverno de 2006. Santa Maria, RS, 2006. ....	56
TABELA 5 – Hipóteses avaliadas, valores da estatística do teste qui-quadrado calculado ( $\chi^2_{\text{calculado}}$ ), número de graus de liberdade e valor do teste qui-quadrado em 5% de probabilidade de erro ( $\chi^2_{\text{tabela}}$ ), para a comparação dos modelos do comprimento de frutos de pimentão nas linhas laterais dos quadrantes nordeste e sudoeste, cultivados em estufa plástica na estação outono/inverno de 2006. Santa Maria, RS, 2006. ....	56
TABELA 6 – Estimativas dos parâmetros linearizados do modelo sigmoidal logístico sem restrição ( $\Omega$ ) e com restrições ( $w_1$ a $w_5$ ), e respectivas somas de quadrados residuais, para a diâmetro de frutos de pimentão nas linhas laterais dos quadrantes nordeste e sudoeste, cultivados em estufa plástica na estação outono/inverno de 2006. Santa Maria, RS, 2006. ....	57
TABELA 7 – Hipóteses avaliadas, valores da estatística do teste qui-quadrado calculado ( $\chi^2_{\text{calculado}}$ ), número de graus de liberdade e valor do teste qui-quadrado em 5% de probabilidade de erro ( $\chi^2_{\text{tabela}}$ ), para a comparação dos modelos do diâmetro	



de frutos de pimentão nas linhas laterais dos quadrantes nordeste e sudoeste, cultivados em estufa plástica na estação outono/inverno de 2006. Santa Maria, RS, 2006. ....	57
TABELA 8 – Estimativas dos parâmetros linearizados do modelo sigmoidal logístico sem restrição ( $\Omega$ ) e com restrições ( $w_1$ a $w_5$ ), e respectivas somas de quadrados residuais, para o comprimento de frutos de pimentão nas linhas laterais dos quadrantes nordeste e sudoeste, cultivados em estufa plástica na estação sazonal primavera/verão de 2005. Santa Maria, RS, 2006. ....	60
TABELA 9 – Hipóteses avaliadas, valores da estatística do teste qui-quadrado calculado ( $\chi^2_{\text{calculado}}$ ) número de graus de liberdade e valor do teste qui-quadrado em 5% de probabilidade de erro ( $\chi^2_{\text{tabela}}$ ), para a comparação dos modelos do comprimento de frutos de pimentão nas linhas laterais dos quadrantes nordeste e sudoeste, cultivados em estufa plástica na estação primavera/verão de 2005. Santa Maria, RS, 2006. ....	60
TABELA 10 – Estimativas dos parâmetros linearizados do modelo sigmoidal logístico sem restrição ( $\Omega$ ) e com restrições ( $w_1$ a $w_5$ ), e respectivas somas de quadrados residuais, para o diâmetro de frutos de pimentão, nas linhas laterais dos quadrantes nordeste e sudoeste, cultivados em estufa plástica na estação primavera/verão de 2005. Santa Maria, RS, 2006. ....	61
TABELA 11 – Hipóteses avaliadas, valores da estatística do teste qui-quadrado calculado ( $\chi^2_{\text{calculado}}$ ), número de graus de liberdade e valor do teste qui-quadrado em 5% de probabilidade de erro ( $\chi^2_{\text{tabela}}$ ), para a comparação dos modelos do diâmetro de frutos de pimentão nas linhas laterais dos quadrantes nordeste e sudoeste, cultivados em estufa plástica na estação primavera/verão de 2005. Santa Maria, RS, 2006. ....	61

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 – Croqui da área da estufa plástica com as plantas amostradas, em destaque, e não amostradas para avaliação do padrão de crescimento de frutos de pimentão. Santa Maria, RS, 2006. ....28
- FIGURA 2 – Percentagem do total da fitomassa fresca de frutos colhidos na primeira (A), segunda (B) e terceira colheitas (C), e fitomassa fresca total de frutos (D), em cada linha de cultivo de cada quadrante, para a cultura do pimentão em estufa plástica, na estação sazonal primavera/verão de 2005. Santa Maria, RS, 2006 (\*Colheitas com tendências decrescentes ou crescentes significativas entre as linhas de cultivo pelo teste de Cox e Stuart, em 5% de probabilidade de erro).....33
- FIGURA 3 – Percentagem do número total de frutos colhidos na primeira (A), segunda (B) e terceira (C) colheitas e número total de frutos colhidos (D) em cada linha de cultivo de cada quadrante, para a cultura do pimentão em estufa plástica, na estação sazonal primavera/verão de 2005. Santa Maria, RS, 2006 (\*Colheitas com tendências decrescentes ou crescentes significativas entre as linhas de cultivo pelo teste de Cox e Stuart, em 5% de probabilidade de erro).....35
- FIGURA 4 – Percentagem do total da fitomassa fresca de frutos colhidos na primeira (A), segunda (B) e terceira (C) colheitas, e fitomassa fresca total de frutos (D) em cada linha de cultivo de cada quadrante, para a cultura do pimentão em estufa plástica, na estação sazonal outono/inverno de 2006. Santa Maria, RS, 2006 (\*Colheitas com tendências decrescentes ou crescentes significativas entre as linhas de cultivo pelo teste de Cox e Stuart, em 5% de probabilidade de erro).....36
- FIGURA 5 – Percentagem do número total de frutos colhidos na primeira (A), segunda (B) e terceira (C) colheitas, e número total de frutos colhidos (D) em cada linha de cultivo de cada quadrante, para a cultura do pimentão em estufa plástica, na estação sazonal outono/inverno de 2006. Santa Maria, RS, 2006 (\*Colheitas com tendências decrescentes ou crescentes significativas entre as linhas de cultivo pelo teste de Cox e Stuart, em 5% de probabilidade de erro).....37
- FIGURA 6 – Comprimento (cm) e diâmetro (cm) de frutos de pimentão, em cada linha de cultivo de cada quadrante, nos cultivos de primavera/verão de 2005 (A e B) e de outono/inverno de 2006 (C e D). Santa Maria, RS, 2006 (\* médias seguidas

pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste t em 5% de probabilidade de erro).	40
FIGURA 7 – Diâmetro e comprimento (cm) de frutos de pimentão, com as respectivas faixas de confiança para a média, cultivados em estufa plástica na estação sazonal primavera/verão de 2005. Santa Maria, RS, 2006.	43
FIGURA 8 – Diâmetro e comprimento (cm) de frutos de pimentão, com as respectivas faixas de confiança para a média, cultivados em estufa plástica na estação sazonal outono/inverno de 2006. Santa Maria, RS, 2006.	43
FIGURA 9 – Curva sigmoidal logística para o comprimento de frutos de pimentão (cm) da linha lateral externa do quadrante nordeste, na estação de cultivo primavera/verão de 2005, em função do número de dias após o transplante (DAT). Santa Maria, RS, 2006.	47
FIGURA 10 – Curva sigmoidal logística para o comprimento de frutos de pimentão (cm) da linha lateral interna do quadrante nordeste, na estação de cultivo primavera/verão de 2005, em função do número de dias após o transplante (DAT). Santa Maria, RS, 2006.	47
FIGURA 11 – Curva sigmoidal logística para o comprimento de frutos de pimentão (cm) da linha lateral interna do quadrante sudoeste, na estação de cultivo primavera/verão de 2005, em função do número de dias após o transplante (DAT). Santa Maria, RS, 2006.	48
FIGURA 12 – Curva sigmoidal logística para o comprimento de frutos de pimentão (cm) da linha lateral externa do quadrante sudoeste, na estação de cultivo primavera/verão de 2005, em função do número de dias após o transplante (DAT). Santa Maria, RS, 2006.	48
FIGURA 13 – Curva sigmoidal logística para o diâmetro de frutos de pimentão (cm) da linha lateral externa do quadrante nordeste, na estação de cultivo primavera/verão de 2005, em função do número de dias após o transplante (DAT). Santa Maria, RS, 2006.	49
FIGURA 14 – Curva sigmoidal logística para o diâmetro de frutos de pimentão (cm) da linha lateral interna do quadrante nordeste, na estação de cultivo primavera/verão de 2005, em função do número de dias após o transplante (DAT). Santa Maria, RS, 2006.	49
FIGURA 15 – Curva sigmoidal logística para o diâmetro de frutos de pimentão (cm) da linha lateral interna do quadrante sudoeste, na estação de cultivo	

primavera/verão de 2005, em função do número de dias após o transplante (DAT). Santa Maria, RS, 2006. ....	50
FIGURA 16 – Curva sigmoidal logística para o diâmetro de frutos de pimentão (cm) da linha lateral externa do quadrante sudoeste, na estação de cultivo primavera/verão de 2005, em função do número de dias após o transplante (DAT). Santa Maria, RS, 2006. ....	50
FIGURA 17 – Curva sigmoidal logística para o comprimento de frutos de pimentão (cm) da linha lateral externa do quadrante nordeste, na estação de cultivo outono/inverno de 2006, em função do número de dias após o transplante (DAT). Santa Maria, RS, 2006. ....	51
FIGURA 18 – Curva sigmoidal logística para o comprimento de frutos de pimentão (cm) da linha lateral interna do quadrante nordeste, na estação de cultivo outono/inverno de 2006, em função do número de dias após o transplante (DAT). Santa Maria, RS, 2006. ....	51
FIGURA 19 – Curva sigmoidal logística para o comprimento de frutos de pimentão (cm) da linha lateral interna do quadrante sudoeste, na estação de cultivo outono/inverno de 2006, em função do número de dias após o transplante (DAT). Santa Maria, RS, 2006. ....	52
FIGURA 20 – Curva sigmoidal logística para o comprimento de frutos de pimentão (cm) da linha lateral externa do quadrante sudoeste, na estação de cultivo outono/inverno de 2006, em função do número de dias após o transplante (DAT). Santa Maria, RS, 2006. ....	52
FIGURA 21 – Curva sigmoidal logística para o diâmetro de frutos de pimentão (cm) da linha lateral externa do quadrante nordeste, na estação de cultivo outono/inverno de 2006, em função do número de dias após o transplante (DAT). Santa Maria, RS, 2006. ....	53
FIGURA 22 – Curva sigmoidal logística para o diâmetro de frutos de pimentão (cm) da linha lateral interna do quadrante nordeste, na estação de cultivo outono/inverno de 2006, em função do número de dias após o transplante (DAT). Santa Maria, RS, 2006. ....	53
FIGURA 23 – Curva sigmoidal logística para o diâmetro de frutos de pimentão (cm) da linha lateral interna do quadrante sudoeste, na estação de cultivo outono/inverno de 2006, em função do número de dias após o transplante (DAT). Santa Maria, RS, 2006. ....	54

FIGURA 24 – Curva sigmoidal logística para o diâmetro de frutos de pimentão (cm) da linha lateral externa do quadrante sudoeste, na estação de cultivo outono/inverno de 2006, em função do número de dias após o transplante (DAT). Santa Maria, RS, 2006. ....54

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 – Número total de plantas colhidas, média, máximo, mínimo e desvio padrão do número de frutos de pimentão colhidos por planta, em cada colheita e no total, na estação primavera/verão de 2005. Santa Maria, RS, 2006. ....	69
ANEXO 2 – Número total de plantas colhidas, média, máximo, mínimo e desvio padrão do número de frutos de pimentão colhidos por planta, em cada colheita e no total, na estação outono/inverno de 2006. Santa Maria, RS, 2006. ....	70
ANEXO 3 – Número total de plantas colhidas, média, máximo, mínimo e desvio padrão da fitomassa fresca de frutos de pimentão (g) colhidos por planta, em cada colheita e no total, na estação primavera/verão de 2005. Santa Maria, RS, 2006. ....	71
ANEXO 4 – Número total de plantas colhidas, média, máximo, mínimo e desvio padrão da fitomassa fresca de frutos de pimentão (g) colhidos por planta, em cada colheita e no total, na estação outono/inverno de 2006. Santa Maria, RS, 2006. ....	72
ANEXO 5 – Temperatura média do ar, por decêndio, para o período de 23/09/2005 a 04/01/2006 (primavera/verão de 2005) e de 22/04/2006 a 19/09/2006 (outono/inverno de 2006) para a região de Santa Maria, RS, 2006. ....	73
ANEXO 6 – Média, máximo, mínimo e desvio padrão do comprimento e diâmetro de frutos de pimentão (cm), em cada colheita e no total, na estação primavera/verão de 2005. Santa Maria, RS, 2006. ....	74
ANEXO 7 – Média, máximo, mínimo e desvio padrão do comprimento e diâmetro de frutos de pimentão (cm), em cada colheita e no total, na estação outono/inverno de 2006. Santa Maria, RS, 2006. ....	75
ANEXO 7 – Temperatura média do ar, por decêndio, para o período de 23/09/2005 a 04/01/2006 (primavera/verão de 2005) e de 22/04/2006 a 19/09/2006 (outono/inverno de 2006) para a região de Santa Maria, RS, 2006.	<b>Erro! Indicador não definido.</b>

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	15
3	MATERIAL E MÉTODOS .....	26
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	33
4.1	Ponto de colheita de frutos.....	33
4.2	Crescimento de frutos .....	42
5	CONCLUSÕES .....	62
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	63
7	ANEXOS .....	68

## 1 INTRODUÇÃO

O sucesso da atividade agrícola depende da eficiência em que os recursos disponíveis são utilizados, principalmente os recursos do ambiente. Para obtenção de maior produtividade é necessário maximizar, além dos insumos químicos, o uso de fatores, tais como: radiação solar, água e temperatura do ar. Os insumos químicos devem ser fornecidos às plantas em quantidades não muito baixas que limitem a produção das culturas, nem excessivamente altas, que onerem demais os custos. Fatores do ambiente devem ter seu uso otimizado a fim de permitirem que certas culturas possam se desenvolver em regiões inicialmente não recomendadas. Para isso, devem ser desenvolvidas técnicas de manejo que permitam esse cultivo.

No Brasil, existem poucos dados sobre a produção de pimentão, porém estima-se que a área anual cultivada com pimenta e pimentões no Brasil é de cerca de 2.000 ha, sendo que os principais Estados produtores são: Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Ceará e Rio Grande do Sul. A crescente demanda do mercado tem impulsionado o aumento da área cultivada e o estabelecimento de agroindústrias, tornando o agronegócio de pimentas um dos mais importantes do país. Além do mercado interno, parte da produção brasileira de pimentas, incluindo o pimentão, é exportada em diferentes formas, tais como: páprica, pasta, desidratada e conservas ornamentais (Reifschneider & Ribeiro, 2004).

Entre as frutas e olerícolas com maior crescimento em importação e exportação nas principais regiões consumidoras do mundo entre 2000 e 2004, o pimentão e as pimentas estão em 2º lugar nos EUA, 10º na União Européia, 5º no Canadá e 6º no Japão (Rodrigues, 2006).

A utilização de estufas é uma maneira de maximizar o uso da radiação solar através do acúmulo de energia durante o dia para o aquecimento do ambiente no período noturno. Com isso, é possível o cultivo de determinadas culturas, como o pimentão, as quais não poderiam ser cultivadas em campo em regiões que ocorram temperaturas amenas. No sul do Brasil, especialmente no Rio Grande do Sul, não é possível o cultivo de diversas olerícolas no inverno devido à ocorrência de temperaturas do ar abaixo da mínima exigida para estas espécies. Por isso, a grande importância do cultivo protegido no RS, principalmente no ramo da horticultura e floricultura.



Com a expansão dessa técnica, várias pesquisas foram e estão sendo desenvolvidas com objetivo de atingir o potencial máximo de produção das culturas. Para que estas pesquisas obtenham resultados confiáveis é necessário que técnicas experimentais adequadas a estes ambientes sejam desenvolvidas, visando a orientação dos pesquisadores no momento da execução de seus trabalhos.

Muitas vezes o ambiente protegido é considerado ambiente homogêneo, condição na qual é recomendado o uso do delineamento inteiramente casualizado. Porém, vários estudos já demonstraram a heterogeneidade existente no interior de estufas e túneis plásticos no que diz respeito à fertilidade e umidade do solo, radiação solar e temperatura do ar, entre outras, que influenciam diretamente nos resultados obtidos nos experimentos e, conseqüentemente, nas conclusões e recomendações.

Na região sul do Brasil, as variações climáticas entre o verão e o inverno afetam a variabilidade espacial em cultivo protegido devido, principalmente, à menor radiação solar incidente no inverno e, conseqüentemente, menor temperatura do ar nesta estação. De maneira geral, cultivos realizados no inverno têm apresentado maior variabilidade espacial do que cultivos de verão.

O primeiro passo para a recomendação de técnicas experimentais adequadas é o conhecimento da variabilidade existente no ambiente, sendo que os experimentos em branco são uma das maneiras de se conhecer essa variabilidade. Nesses experimentos, não há a aplicação de tratamentos e toda a área recebe os mesmos tratos culturais, admitindo-se assim, que as diferenças obtidas sejam inerentes ao próprio ambiente, além do erro experimental, considerado aleatório.

A modelagem é uma ferramenta que vem sendo muito estudada nos últimos anos e permite que processos de interesse possam ser simulados através de modelos matemáticos. Através da modelagem do crescimento dos frutos, por exemplo, é possível obter estimativas da produção das plantas e assim, planejar sua comercialização.

O objetivo do trabalho foi determinar a variabilidade espacial existente para as curvas de crescimento em comprimento e diâmetro e para o ponto de colheita dos frutos de pimentão cultivados no interior de estufa plástica, bem como, caracterizar seu padrão de crescimento.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) pertence à família Solanaceae, sendo uma das dez hortaliças mais importantes do Brasil, cuja área cultivada vem apresentando expressivo crescimento (Fernandes et al., 1997).

Dentre as espécies do gênero *Capsicum*, cinco são domesticadas e largamente cultivadas e utilizadas pelo homem: *Capsicum annuum*; *C. baccatum*; *C. chinense*; *C. frutescens* e *C. pubescens*. Destas, apenas *C. pubescens* não é cultivada no Brasil. O centro de origem das pimentas do gênero *Capsicum* é o continente americano. O centro de diversidade da espécie *C. annuum* var. *annuum*, a forma mais variável e cultivada, inclui o México e América Central; da *C. frutescens*, inclui as terras baixas do sudeste brasileiro até a América Central e as Antilhas (Índias Ocidentais), no Caribe; da *C. baccatum* var. *pendulum*, a Bolívia (maior diversidade) e o sudeste brasileiro; e, da *C. chinense*, a mais brasileira das espécies domesticadas, é a Bacia Amazônica (Reifschneider, 2000; Carvalho & Bianchetti, 2004).

O pimentão é uma planta preferencialmente autógama, embora Rodrigues (1990) lhe atribua distintas formas de fecundação, podendo ser autógama, autoalógama ou parcialmente alógama. A polinização cruzada pode variar em taxas de dois a 90%.

O sistema de ramificação do gênero *Capsicum* segue um único modelo de dicotomia e, inicia-se quando a plântula atinge 15 a 20 cm de altura. Um ramo jovem sempre termina por uma ou várias flores. Quando isso acontece, dois novos ramos vegetativos (geralmente um mais desenvolvido que o outro) emergem das axilas das folhas e continuarão crescendo até a formação de novas flores. Esse processo vegetativo se repete ao longo do período de crescimento, sempre condicionado pela dominância apical e dependência hormonal. As flores típicas são hermafroditas, ou seja, a mesma flor produz gametas masculinos e femininos, possuem cálice com cinco sépalas (em alguns casos seis a oito) e a corola com cinco pétalas (em alguns casos seis a oito) (Carvalho & Bianchetti, 2004).

O fruto define-se como uma baga, de estrutura oca e forma semelhante a uma cápsula. Os pimentões (*Capsicum annuum* var. *annuum*) apresentam frutos grandes e lat

consumidos na forma de saladas, cozidos ou recheados (Carvalho & Bianchetti, 2004).

Os frutos do gênero *Capsicum* são fontes de três antioxidantes naturais: a vitamina C, os carotenóides e a vitamina E. Um fruto de pimentão vermelho possui quantidade de vitamina C (180 miligramas por 100 gramas) para suprir as necessidades diárias de até seis pessoas. Algumas variedades podem apresentar de três a dez miligramas de vitamina E por 100 gramas de parte comestível (as necessidades diárias de uma pessoa adulta são de dez miligramas). São também, fontes de vitaminas do complexo B (tiamina, riboflavina, niacina, B-6 e ácido fólico) e de vitamina A. Os frutos maduros concentram altas quantidades de carotenóides, por isso as pimentas doces são amplamente utilizadas como corantes naturais, na forma de extratos concentrados (oleorresinas) e de pó (colorau ou páprica) (Reifschneider, 2000).

Os carboidratos são os principais componentes dos frutos, sendo a frutose o principal que, juntamente com a glicose, perfazem 70% dos açúcares redutores. Todas as variedades possuem baixa quantidade de calorias, entre 15 e 40 Kcal por 100 gramas de parte comestível. O conteúdo de cinzas totais dos frutos é o mesmo normalmente encontrado para outros frutos, sendo que a maior parte é solúvel em água, indicando ser fonte de minerais, principalmente: potássio, fósforo, magnésio e cálcio. Dentre os ácidos graxos que compõem o óleo extraído do pericarpo, os ácidos insaturados, linoléico e linolênico são os mais representativos (Reifschneider, 2000).

A distribuição geográfica desta cultura no Brasil tem como condição limitante a temperatura do ar, que exerce decisiva influência em todas as fases de seu desenvolvimento. As exigências a este fator climático variam entre cultivares, mas de um modo geral, o pimentão é sensível às baixas temperaturas e intolerante à geada (Fernandes et al., 1997). Assim, seu cultivo só é viável no verão em clima ameno ou o ano todo em regiões de clima quente (Schmolzer et al., 2003).

O cultivo protegido torna possível seu cultivo durante todo o ano em regiões de clima mais ameno, como é o caso do Rio Grande do Sul. Na região de Santa Maria, RS, durante o inverno ocorrem temperaturas mínimas prejudiciais ao crescimento e desenvolvimento de um grande número de espécies olerícolas, incluindo o pimentão (Buriol, 1976).

Em estudo desenvolvido no estado de São Paulo, Melo (1997) cita que, entre as culturas de importância econômica, o pimentão é a olerícola mais cultivada, pois é a que melhor tem se adaptado ao ambiente protegido no estado. Esta melhor adaptação leva em consideração sua maior produtividade neste ambiente quando comparado ao cultivo em campo.

Pesquisas em ambiente protegido são conduzidas no mundo inteiro desde a década de 1950, visando melhorar a viabilidade comercial das culturas nessas condições. Porém, foi na década de 1970 que aumentou o interesse nessas pesquisas devido a um aumento no preço do óleo, o que aumentou muito os custos com manutenção da temperatura do ar para as culturas. Por isso, os estudos iniciais se limitaram a investigar se o rendimento das culturas poderia ser otimizado pela mudança da forma ou cobertura, e da construção da estufa em geral. Durante a década de 1980, foram desenvolvidas pesquisas principalmente com relação à radiação e temperatura do ar em ambiente protegido. Esses estudos mostraram que durante o inverno, em altas latitudes, a radiação é insuficiente para as culturas, sendo necessárias fontes adicionais de temperatura mesmo durante o dia (Critten & Bailey, 2002).

A radiação solar é a fonte de energia para as culturas, sendo necessária para vários processos biológicos nas plantas, desde a assimilação de gás carbônico até a fotossíntese. Porém, este é o fator mais alterado quando se utiliza uma barreira entre o dossel da cultura e a atmosfera, acarretando mudanças nas variáveis dependentes desta, como por exemplo, a temperatura do ar. Comparando cultivos de pimentão em estufa e em campo, Cunha et al. (2002) observaram que o uso da cobertura plástica reduziu em 30,4% a radiação líquida disponível no cultivo em estufa quando comparado ao campo. Essa redução é devido ao fracionamento desta radiação quando atinge a cobertura plástica.

O polietileno de baixa densidade apresenta transmissividade à radiação de ondas curtas entre 70 e 90%, e em torno de 80% para a radiação de onda longa (Tapia, 1981). Porém, esses valores diminuem com a idade do material, com a presença de impurezas e, principalmente, com a condensação do vapor d'água na superfície interna do filme de cobertura, que pode reduzir para 50% a transmissividade do material quando com uma camada espessa de condensação (Andriolo, 1999).

A cobertura atua como meio dispersante da radiação solar e aumenta a fração solar difusa, sendo esse efeito bastante desejável, já que esta é mais efetiva para a fotossíntese, pois é multidirecional e penetra melhor entre as plantas (Farias et al., 1993). A modificação dos elementos meteorológicos provocada pela cobertura de polietileno depende do tipo de estrutura e de cobertura do teto e de suas laterais (Cunha & Escobedo, 2003). Estruturas metálicas e de pequeno diâmetro, por exemplo, são preferíveis aos moirões e vigas de madeira. Além disso, todos os materiais utilizados internamente devem ser pintados com tintas refletoras, preferencialmente de cor branca ou metálica. O solo também deve ser revestido com filme de polietileno com propriedades refletoras, reduzindo perdas de energia e evaporação, já que a evaporação favorece a camada de condensação na superfície da cobertura. Esses cuidados são de grande importância nas épocas do ano em que a disponibilidade de radiação é baixa, favorecendo assim, a fotossíntese e o crescimento das culturas (Andriolo, 1999).

Para hortaliças de verão, como o pimentão, considera-se o nível de radiação de aproximadamente  $8,4 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$  como o limite trófico da cultura (FAO, 1990), o qual abaixo a planta não sobrevive e acima deste, o acúmulo de matéria seca se torna possível. Na região de Santa Maria, RS, com dados médios de 14 anos, observou-se que nos meses de junho e julho a radiação solar disponível é limitante ao crescimento de culturas de verão (Andriolo, 1999).

As maiores perdas de energia, reduzindo a temperatura do ar no interior das estufas são a convecção e a radiação. As perdas por convecção dependem principalmente da taxa de renovação do ar da estufa, sendo maiores quanto mais rapidamente a massa de ar retida na estufa for substituída por outra massa de ar exterior com menor temperatura. Essa substituição é tanto mais rápida quanto maior for a diferença de temperatura entre o interior e o exterior da estufa, e quanto maior for a velocidade do vento. Para redução destas perdas deve-se dar atenção especial à vedação da estufa. A perda por radiação é devida à energia irradiada da cultura e do solo para a atmosfera (Andriolo, 1999).

Plantas de pimentão cultivadas em estufa plástica apresentaram maior altura, maior quantidade de fitomassa seca total e, conseqüentemente, maior índice de área foliar, durante todo o ciclo, quando comparadas às plantas cultivadas no ambiente externo. Mesmo com menor radiação líquida disponível ao longo do ciclo da cultura no interior da estufa ( $1.441 \text{ MJ m}^{-2}$ ), a produtividade foi de  $9,29 \text{ kg m}^{-2}$ ,

superior ao encontrado no ambiente externo, com produtividade de  $6,66 \text{ kg m}^{-2}$  ( $1.879 \text{ MJ m}^{-2}$ ). O cultivo protegido foi mais eficiente por kg de fruto produzido por  $\text{m}^2$  em relação à radiação líquida disponível. Para a fitomassa seca total ao longo do ciclo, a produção acumulada foi de  $3.074 \text{ g m}^{-2}$  e  $1.773 \text{ g m}^{-2}$  no cultivo protegido e no ambiente externo, respectivamente. Estes resultados foram atribuídos as menores perdas de energia, na forma de evaporação d'água, e no aquecimento do ar próximo à superfície, com conseqüente economia de água e condições mais favoráveis para o crescimento e desenvolvimento do pimentão (Cunha et al., 2002).

Em estudo comparando a temperatura do ar no interior de estufas plásticas e no ambiente externo, durante o período de inverno na região central do RS, Buriol et al. (1993) mostraram que, em média, as diferenças entre as temperaturas mínimas oscilam de  $0,8^\circ$  a  $2,3^\circ\text{C}$  entre os dois ambientes, sendo que os valores de temperaturas mínimas diárias do ar foram mais elevados no interior das estufas. Os maiores valores de diferença de temperaturas entre o ambiente externo e interno geralmente ocorreram em dias calmos e sem nebulosidade, alcançando o valor máximo de  $6,4^\circ\text{C}$ .

Quanto às temperaturas do ar elevadas, o manejo é realizado principalmente pela ventilação, através da abertura das cortinas laterais da estufa, dependendo basicamente das diferenças de pressão entre o ar localizado no interior e no exterior da estufa (Andriolo, 1999).

O gradiente vertical médio das temperaturas mínimas do ar no interior da estufa é menor do que no ambiente externo, provavelmente devido ao pequeno volume de ar e ambiente fechado à noite, o que possibilita que a temperatura seja mais uniforme na estufa (Buriol et al., 1993).

Comparando estufas com a cultura da alface nas orientações norte-sul (N-S) e leste-oeste (L-O), Galvani et al. (1998) observaram que a orientação L-O apresentou temperaturas internas ligeiramente superiores à condição N-S, enquanto a umidade relativa do ar, em ambas as estufas, permaneceu praticamente igual durante todo o ciclo da cultura.

Na região sul do Brasil, deve-se se dar preferência à orientação N-S no sentido do maior comprimento da estufa devido à maior intensidade luminosa incidente nesta localização, já que esta pode ser 20% menor no sentido L-O (Bliska Júnior & Honório, 1999).

Ocorre também modificação na umidade relativa do ar pelo uso e manejo de estufas plásticas, sendo que, normalmente, a umidade relativa no interior das estufas é superior ao ambiente externo. Conforme relatam Buriol et al. (2000), a umidade relativa do ar no interior das estufas durante o dia diminui nas horas em que a temperatura do ar encontra-se em elevação, atingindo valores inferiores aos verificados no exterior. Durante a noite, em função da queda de temperatura do ar, os valores de umidade relativa do ar alcançam, freqüentemente, valores próximos a 100%. A umidade relativa depende principalmente da temperatura do ar e da ventilação, sendo que a temperatura do ar varia principalmente em função da densidade do fluxo de radiação solar incidente e da própria ventilação, a qual depende: da área, da localização e manejo das aberturas e da velocidade de troca do ar do interior com o exterior.

Valores inferiores de umidade relativa do ar no interior de estufas plásticas em relação ao exterior, durante a manhã na região de Santa Maria, foram atribuídos à maior elevação da temperatura do ar no interior das estufas. À tarde os valores são mais elevados devido ao maior decréscimo da temperatura do ar (Buriol et al., 2000). Ao abrir as cortinas da estufa pela manhã, ocorre a substituição do ar úmido interno pelo ar externo, sendo lenta em dias de vento calmo, e rápida quanto maior for a velocidade do vento e a área das aberturas. Assim, pela manhã, a umidade tende a diminuir no interior das estufas e, no momento de seu fechamento, a umidade aumenta rapidamente devido ao vapor d'água da transpiração das plantas e da evaporação do solo que fica retido no ambiente.

Nos meses de junho e julho, a média da umidade relativa do ar no interior da estufa permaneceu mais elevada do que no exterior durante todo o dia, enquanto que nos meses de maio e agosto a umidade relativa no interior foi menor. Esses resultados foram atribuídos ao fato de que os meses de junho e julho são meses com temperaturas do ar mais baixas e dias curtos, além de maior número de dias encobertos e com chuva. Já nos meses de maio e agosto, ocorrem temperaturas do ar mais elevadas e dias mais longos (Buriol et al., 2000).

Além da temperatura e umidade relativa do ar, a utilização de estufas plásticas modifica também a evapotranspiração dos cultivos, sendo, normalmente, menor no interior da estufa do que no ambiente externo. Farias et al. (1994) atribuem essa diferença à parcial opacidade da cobertura à radiação solar e à redução da ação dos ventos, que são os principais fatores da demanda evaporativa da

atmosfera. Em geral, a evapotranspiração no interior das estufas fica em torno de 60 a 80% da verificada no ambiente externo (Monteiro et al., 1985)

A temperatura do ar é o principal fator do ambiente que influencia no crescimento e maturação dos frutos. A velocidade das reações metabólicas é diretamente proporcional à temperatura, dentro da faixa em que a fisiologia do fruto opera normalmente. Para a maioria dos frutos a atividade enzimática declina a temperaturas superiores à 30° C, e a maioria das enzimas é inativada a 40°C. A exposição de frutos a temperaturas altas resulta em maturação anormal, como a manutenção da cor verde na casca de frutos de algumas cultivares de banana e na ausência de formação do pigmento vermelho (licopeno) em tomate (Awad, 1993).

A temperatura ótima para o crescimento vegetativo do pimentão é de 21 a 23°C e, aproximadamente, 21°C para a produção de frutos (Bakker, 1989). O mesmo autor, estudando vários regimes de temperaturas diurnas e noturnas, observou que o florescimento foi significativamente atrasado em baixas temperaturas diurnas e noturnas. O autor relata ainda que a amplitude de temperatura entre o dia e a noite é importante para o crescimento vegetativo da cultura, porém é de menor importância, quando comparada ao efeito da temperatura média diária, para a fixação e desenvolvimento dos frutos e para a duração do período de crescimento de frutos.

O pimentão possui alta taxa de aborto de flores e frutos no início de seu desenvolvimento. Marcelis et al. (2004), avaliando a percentagem de aborto de flores e frutos jovens, verificaram que 69 a 86% das flores e dos frutos jovens de pimentão foram abortados nas densidades de 1,6 e 4,6 plantas m<sup>-2</sup>, respectivamente. Os autores ainda destacam que altas temperaturas e baixa radiação solar resultam em maiores percentagens de aborto de flores e frutos jovens.

Marcelis & Hofman-Eijer (1995) citam que em frutos de pimentão, após um período inicial de crescimento apenas vegetativo, flores e frutos são continuamente formados e colhidos durante um extenso período, enquanto o crescimento da parte vegetativa também continua. O número de frutos crescendo simultaneamente na planta pode mudar ciclicamente, fazendo com que a produção de frutos varie muito. De acordo com Bakker (1989), as causas mais importantes do aborto de flores e frutos jovens em pimentão são fatores ambientais como altas temperaturas do ar, baixa radiação solar, falta d'água, doenças e insetos. O efeito da radiação solar baixa, até certos limites, pode alterar a relação fonte/dreno da planta. Além disso, o



aumento do número de frutos crescendo em uma planta pode resultar no aborto de flores e frutos jovens, conseqüentemente, ocorrendo variações cíclicas no aborto e na produção de frutos (Marcelis & Hofman-Eijer, 1995).

Após o aumento da carga de frutos nas plantas, foi observado que rapidamente há uma diminuição no florescimento e na percentagem de frutos fixados. Após o início da colheita, ao mesmo tempo em que a carga de frutos diminui, o florescimento e a percentagem de frutos fixados aumenta. O período total de crescimento de um fruto individual foi menor quando a temperatura média diária aumentou (entre 18 e 24°C). Uma relação linear da temperatura do ar e do período de crescimento do fruto apresentou melhores resultados quando comparada a uma função hiperbólica (Bakker, 1989).

Análises quantitativas de curvas de crescimento de frutos são essenciais para estudos da demanda destes órgãos por assimilados e de competição por assimilados entre drenos no aborto de frutos jovens. Para avaliar os efeitos do fornecimento e demanda de assimilados no tamanho do fruto, a quantidade de assimilados necessária para o crescimento de um fruto deve ser quantificada ao longo de todo o desenvolvimento deste (Marcelis & Hofman-Eijer, 1995).

Alguns trabalhos vêm sendo desenvolvidos visando a avaliação do padrão de crescimento de alguns frutos, porém esses dados são inexistentes para pimentão nas condições brasileiras. Conforme Awad (1993), a curva de crescimento, que relaciona o aumento de seu volume, diâmetro, peso ou comprimento com o tempo, pode ser de dois tipos: sigmoidal simples e sigmoidal dupla. A sigmoidal simples apresenta um crescimento inicial rápido, seguido de um crescimento lento e caracteriza frutos, tais como: a maçã, o morango, a banana, a manga, o tomate, as frutas cítricas, entre outros. Já a curva sigmoidal dupla caracteriza-se por um crescimento inicial rápido do fruto, seguido de uma fase de crescimento lento e novamente uma fase de crescimento final rápido, caracterizando frutos, tais como: a azeitona, o pêssego, a uva e o figo.

Fenômenos produzindo curvas sigmoidais são freqüentemente encontrados na agricultura, biologia, ecologia, entre outros. Estas curvas começam em algum ponto fixo e crescem monotonicamente até um ponto de inflexão, a partir daí a taxa de crescimento começa a diminuir até a curva se aproximar de um valor final, chamado de assíntota (Regazzi, 2003).

A modelagem é uma importante ferramenta para a previsão de processos de interesse, como a produção das culturas, com as funções: Normal, Gama, Gompertz, Weibull, Sb Jonhson e Richards. As principais vantagens de utilização dessas funções devem-se às características de descreverem curvas de distribuição nas formas derivadas e curvas sigmoidais nas formas integrais. Entre essas, a função Weibull tem se destacado, graças às características de simplicidade e flexibilidade (Guimarães, 2000).

Por meio do teste da razão de verossimilhança, Regazzi (2003) desenvolveu metodologia para verificar a igualdade de parâmetros e identidade de modelos não-lineares testando as seguintes hipóteses: a)  $H_0$ : as equações testadas são idênticas, isto é, uma equação comum pode ser usada como uma estimativa das equações envolvidas; b)  $H_0$ : um determinado subconjunto de parâmetros é igual nas equações testadas. O autor ainda cita que a identidade de modelos de regressão não-lineares e a igualdade de qualquer subconjunto de parâmetros podem ser verificadas por meio de teste da razão de verossimilhança e que a metodologia é geral e pode ser usada em qualquer modelo de regressão não-linear.

A pesquisa científica tem como objetivo desenvolver experimentos com

alcançado diminuindo as principais fontes de erro, pelo uso de técnicas experimentais adequadas (Storck, 1979). De acordo com Steel et al. (1997), essas técnicas são: o uso de observações concomitantes, delineamento experimental adequado ao local e escolha do tamanho e forma da unidade experimental.

O erro experimental pode ser avaliado pelo coeficiente de variação (CV%) e pela diferença mínima significativa em percentagem da média (DMS%), dando uma indicação da qualidade experimental. Quanto menor será o valor do CV% e da DMS% de um experimento, menor será o erro, e conseqüentemente, melhor será a qualidade dos resultados obtidos (Storck et al., 2006).

O CV% não possui unidade de medida, podendo ser usado para comparar a precisão experimental de diferentes experimentos. Porém, a precisão pode ser considerada alta, média ou baixa somente em relação a um grupo de experimentos semelhantes (mesmas variáveis, tratamentos, delineamento, número de repetições, manejo, entre outras). Experimentos com CV% alto rejeitam a hipótese de igualdade de tratamentos  $H_0$  com maior dificuldade, mesmo que existam diferenças entre os tratamentos (Storck et al., 2006).

Para experimentos em campo, a heterogeneidade do solo é o principal fator responsável pela variabilidade do ambiente (Miranda Filho, 1987), em cultivo protegido existem outras fontes de variabilidade tão ou mais importantes que esta. Podemos citar a localização das plantas dentro da estufa, ou seja, sua proximidade das laterais, como sendo uma fonte de variabilidade neste tipo de ambiente. Fatores do ambiente, como a radiação solar global e, conseqüentemente, a temperatura do ar, podem atuar de maneira distinta nos diferentes locais dentro da estufa (Lorentz, 2004).

Vários trabalhos já foram realizados em estufa plástica visando a determinação da variabilidade espacial existente, sempre considerando variáveis produtivas, como fitomassa fresca e número de frutos por planta e por linha de cultivo. Souza (2001) observou a necessidade de elevado número de plantas de pimentão a serem amostradas, para a variável fitomassa fresca de frutos, em experimentos em estufa plástica. Para a estação sazonal verão-outono, o tamanho de amostra foi de 50 e 28 plantas por linha de cultivo em cada colheita, para uma semi-amplitude do intervalo de confiança (D%) de 10 e 20%, respectivamente. Já para a estação inverno-primavera, o tamanho de amostra foi de 56 e 36 plantas em cada fila para D% de 10 e 20%, respectivamente.

Estimando o índice de heterogeneidade do solo “b” para a variável fitomassa de frutos da abóbora italiana e do pimentão em cultivo protegido nas estações verão-outono e inverno-primavera, Mello (2003) encontrou valores próximos a um para ambas culturas e estações de cultivo. Esses resultados mostram a existência de alta variabilidade espacial para estas variáveis, independente da estação de cultivo. Quanto ao tamanho e forma de parcelas para a cultura do pimentão em estufa plástica, cita que o tamanho ótimo de parcela pelo método da máxima curvatura é de dez plantas, sendo duas no comprimento e cinco na largura, para ambas as estações de cultivo.

Para a cultura do pimentão em estufa plástica, Lorentz (2004) verificou a existência de heterogeneidade na produção de frutos entre parcelas experimentais, independente da estação sazonal de cultivo. Determinou que parcelas de 14 plantas na linha amenizam a heterogeneidade da variância entre as linhas de cultivo, aumentando a precisão das inferências. O autor ainda recomenda o uso do delineamento blocos ao acaso na direção da linha, visto que a maior variabilidade foi verificada entre as linhas de cultivo.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos com a cultura do pimentão, híbrido P-36, em estufa plástica durante a estação primavera/verão de 2005 e outono/inverno de 2006, no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, com coordenadas 29° 43' 23" S e 53° 43' 15" W e altitude de 95 m. O clima da região é classificado como Cfa subtropical úmido, sem estação seca e com verões quentes, conforme a classificação de KÖPPEN (Moreno, 1961).

A estufa plástica utilizada possui 19,5 m de comprimento e dez metros de largura, com orientação Norte-Sul, com estrutura de metal na forma arco pampeano, coberta com filme de polietileno de baixa densidade (PeBD) de 100 micras. A ventilação da estufa foi realizada através da abertura das cortinas laterais e portas, de acordo com as condições meteorológicas do dia. Em dias de maior temperatura do ar, a abertura foi realizada por volta de oito horas da manhã e o fechamento por volta das 18 horas. Em dias com temperaturas mais baixas, a estufa foi aberta por volta das oito horas da manhã e fechada por volta das 17 horas. Em dias de chuva ou em dias encobertos com nevoeiros, a estufa foi mantida fechada ou aberta parcialmente.

As datas da realização das atividades de semeadura, transplante e colheitas são apresentadas na tabela 1. Para a estação primavera/verão de 2005, as sementes do híbrido P-36 foram adquiridas no comércio local, sendo a semeadura realizada em bandejas de 128 alvéolos em substrato Plantmax<sup>®</sup>. Para a estação outono/inverno de 2006, não foi realizada a etapa de produção de mudas, sendo adquiridas no comércio local mudas do mesmo híbrido. O transplante das mudas foi realizado quando estas apresentavam de seis a oito folhas definitivas ou aproximadamente 15 cm de altura, com o solo da estufa úmido e em dias encobertos.

O preparo do solo foi realizado com enxada rotativa, revolvendo-o antes e depois da distribuição dos fertilizantes. A correção da acidez, bem como a aplicação de fertilizantes, foi realizada de acordo com a análise de solo e recomendações para a cultura (Tedesco et al., 2004).

As oito linhas de cultivo foram compostas por 52 plantas/linha, espaçadas 30 cm entre plantas e um metro entre filas. Os camalhões, de aproximadamente 0,1 m de altura, foram cobertos com mulching opaco preto de PeBD 35 micras, a fim de

reduzir perdas d'água e evitar o surgimento de plantas invasoras nas linhas de cultivo. A irrigação utilizada foi por gotejamento, utilizando-se mangas sob o mulching, com gotejadores espaçados 30 cm entre si. As linhas de cultivo foram orientadas na direção norte-sul, sendo as linhas de um a quatro localizadas no lado leste, e as linhas de cinco a oito no lado oeste da estufa (Figura 1).

TABELA 1 – Datas de semeadura, transplante e colheitas dos experimentos com pimentão, nas estações primavera/verão de 2005 e outono/inverno de 2006. Santa Maria, RS, 2006.

Atividade	Estação sazonal de cultivo	
	Primavera/verão 2005	Outono/inverno 2006
Semeadura	09/08/05	10/03/06
Transplante	23/09/05	22/04/06
1ª Colheita	09/12/05 (80 DAT*)	25/08/06 (125 DAT)
2ª Colheita	20/12/05	09/09/06
3ª Colheita	04/01/06	18/09/06

\* Dias após o transplante.

Em torno de 30 dias após o transplante, foi realizado o tutoramento das plantas com uso de fios de ráfia. A desbrota dos ramos provenientes das axilas das folhas foi realizada sempre que necessário. Todas as plantas foram numeradas, identificando-se a linha de cultivo e sua localização dentro da linha.

Para a avaliação da variabilidade espacial do ponto de colheita dos frutos no interior da estufa plástica, foram consideradas todas as plantas de cada linha de cultivo em ambos os quadrantes, ou seja, 104 plantas em cada quadrante. Para tal, a produção de cada planta, em cada colheita, foi anotada e utilizada para o cálculo da percentagem de frutos colhidos em cada colheita. O ponto de colheita foi atingido com o aparecimento da cor arroxeadada nos frutos.

Após, foi calculada a percentagem do número e da fitomassa fresca de frutos no ponto de colheita, em cada colheita, considerando o total colhido por linha em todas as colheitas, da seguinte forma:

$$\% \text{maturação} = \frac{X_{\text{colheita}}}{X_{\text{total}}}$$

onde:  $X_{\text{colheita}}$  é a fitomassa fresca ou número de frutos colhidos na colheita

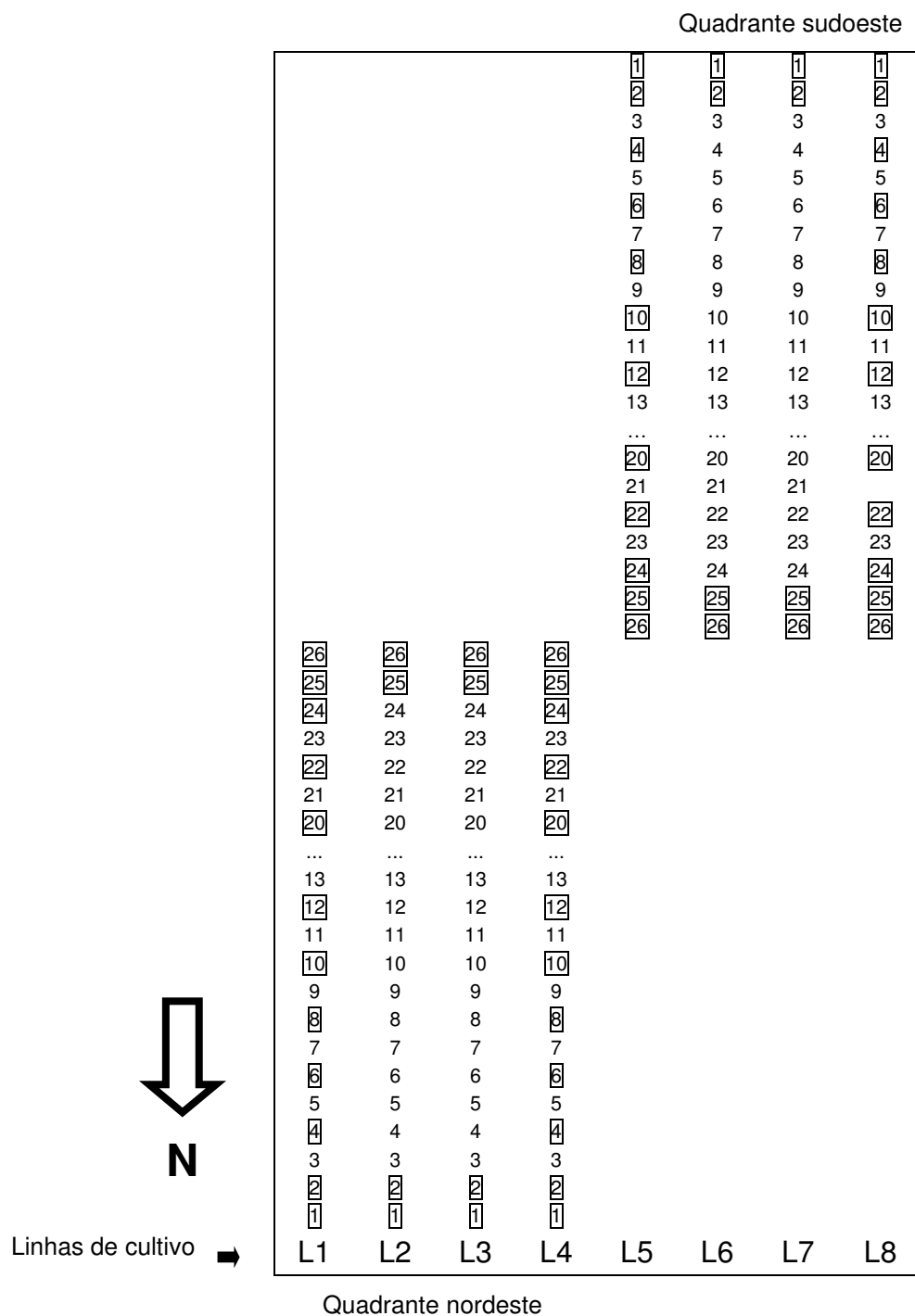


FIGURA 1 – Croqui da área da estufa plástica com as plantas amostradas, em destaque, e não amostradas para avaliação do padrão de crescimento de frutos de pimentão. Santa Maria, RS, 2006.

considerada; e,  $X_{total}$  é a soma da fitomassa fresca ou número de frutos de todas as colheitas, para cada linha de cultivo.

A fim de verificar a existência de tendências crescentes ou decrescentes para a percentagem da fitomassa fresca e do número de frutos colhidos entre as linhas de cultivo, em cada colheita realizada, foi aplicado o teste não-paramétrico de Cox & Stuart para tendências (Cargnelutti Filho et al., 2001). O teste foi aplicado entre as linhas de cultivo em cada colheita, à percentagem de frutos no ponto de colheita de oito linhas de cultivo, sendo quatro no quadrante nordeste e quatro no quadrante sudoeste. A aplicação do teste foi sempre da linha lateral externa do quadrante nordeste em direção a linha lateral externa do quadrante sudoeste.

Aos valores de comprimento médio final e diâmetro médio final de frutos por linha foi aplicado entre o teste t em 5% de probabilidade de erro, a fim de verificar diferenças significativas entre as linhas de cultivo amostradas na estufa.

Para a avaliação do padrão de crescimento dos frutos foram amostradas as duas primeiras e as duas últimas plantas, além das plantas pares, nas linhas laterais dos dois quadrantes. Assim, duas linhas de cultivo de cada quadrante foram utilizadas, sendo avaliadas 15 plantas em cada uma das linhas. As plantas amostradas estão destacadas na figura 1, na qual L1 a L8 são as respectivas linhas de cultivo. A L1 foi denominada lateral externa do quadrante nordeste; a L4, linha lateral interna do quadrante sudoeste; a L5, linha lateral interna do quadrante sudoeste; e, a L8 foi denominada linha lateral externa do quadrante sudoeste.

A utilização de amostragem de plantas dos quadrantes nordeste e sudoeste para as avaliações, objetivou representar todas as condições dentro da estufa, principalmente no que se refere à radiação solar incidente e, conseqüentemente, temperatura do ar.

Para esta avaliação, foram marcados, em média, dois frutos em cada uma das plantas amostradas. A marcação dos frutos foi realizada 15 dias após a antese, visando evitar a perda de frutos marcados pelo aborto inicial de flores e frutos que ocorre na cultura.

Nos frutos marcados foram medidos o comprimento e o diâmetro (cm), em intervalos de três dias, com auxílio de régua. Apenas os frutos que foram avaliados durante todo o período de crescimento, desde a marcação até o aparecimento da cor arroxeadada, foram utilizados para a confecção das curvas de crescimento de frutos nas quatro linhas de cultivo consideradas.



Na parte central da estufa plástica foi fixado um termômetro, aproximadamente 1,8 m do solo, onde foram coletadas as temperaturas mínimas e máximas diariamente no momento da abertura da estufa. A temperatura média diária foi determinada por:

$$T_m = \frac{T_{\text{máx}} + T_{\text{mín}}}{2}$$

onde:  $T_m$  é a temperatura média diária no interior da estufa;  $T_{\text{máx}}$  é a temperatura máxima diária (°C); e,  $T_{\text{mín}}$  é a temperatura mínima diária (°C) no interior da estufa. Após, foi calculada a média por decêndio durante todo o período de realização dos experimentos.

Para a determinação do padrão de crescimento de frutos foi ajustada a curva de crescimento para comprimento e diâmetro de frutos para cada linha de cultivo amostrada na estufa, ou seja, linhas laterais e centrais dos quadrantes nordeste e sudoeste. Para isso foram usados, em média, 15 frutos por linha de cultivo. Para o ajuste da curva não-linear do tipo sigmoidal foi utilizado o software Table Curve 2D (Jandel Cientific Corporation). De acordo com a avaliação visual do padrão de crescimento dos frutos, através da plotagem dos dados no gráfico, e também considerando os modelos mais utilizados em estudos com crescimento vegetal (Guimarães, 2000), foram ajustadas as equações não-lineares do tipo sigmoidal simples a seguir:

- a)  $Y_{ij} = \alpha \exp\{-\exp(\beta - \gamma x)\}$  (Gompertz)
- b)  $Y_{ij} = \alpha / \{1 + \exp(\beta - \gamma x)\}$  (Logístico)
- c)  $Y_{ij} = \alpha / \{[1 + \exp(\beta - \gamma x)]^{1/\delta}\}$  (Richards)
- d)  $Y_{ij} = \alpha - \beta \exp(-\gamma x^\delta)$  (Weibull)

onde:  $\alpha$  é o valor máximo esperado para a resposta, ou assíntota;  $\beta$  está relacionado com o intercepto, ou seja, com o valor de  $E(y)$  correspondente a  $x=0$ , e  $\gamma$  aparece em alguns modelos, e representa a taxa média de crescimento relativo.

Assim, foram ajustadas equações para quatro conjuntos de dados de comprimento (quatro linhas de cultivo) e quatro conjuntos de dados de diâmetro para cada estação, totalizando 16 equações.

A escolha do tipo de equação a ser utilizada foi realizada considerando o coeficiente de determinação entre os valores observados e preditos pela equação, e também de acordo com a dispersão dos dados no gráfico.

Para verificar a existência de variabilidade espacial para o padrão de crescimento dos frutos entre as quatro linhas de cultivo amostradas, foi aplicado o teste para verificação da igualdade de parâmetros e da identidade dos modelos, seguindo a metodologia desenvolvida por Regazzi (2003), entre as curvas de crescimento desenvolvidas para cada linha de cultivo, para cada uma das variáveis em cada estação. As análises foram desenvolvidas com auxílio do software SAS (SAS Institute Inc., 1992). Foram realizados testes para quatro situações: dois para comprimento de frutos (um para cada estação de cultivo) e dois para o diâmetro de frutos (um para cada estação de cultivo). As hipóteses testadas para cada uma das situações citadas foram as seguintes:

$H_0^{(1)}$ :  $a_1=a_2=a_3=a_4=a$  vs  $H_1^{(1)}$ : nem todos  $a_i$  são iguais;

$H_0^{(2)}$ :  $b_1=b_2=b_3=b_4=b$  vs  $H_1^{(2)}$ : nem todos  $b_i$  são iguais;

$H_0^{(3)}$ :  $c_1=c_2=c_3=c_4=c$  vs  $H_1^{(3)}$ : nem todos  $c_i$  são iguais;

$H_0^{(4)}$ :  $a_1=a_2=a_3=a_4=a$  e  $c_1=c_2=c_3=c_4=c$  vs  $H_1^{(4)}$ : pelo menos um é diferente;

$H_0^{(5)}$ :  $a_1=a_2=a_3=a_4=a$ ,  $b_1=b_2=b_3=b_4=b$  e  $c_1=c_2=c_3=c_4=c$  vs  $H_1^{(5)}$ : pelo menos um é diferente.

A estimativa do coeficiente  $a$  é obtido através da equação:

$$\hat{a} = Y_B(Y_A Y_B + Y_B Y_C - 2Y_A Y_C) / (Y_B^2 - Y_A Y_C)$$

onde:  $Y_A$ ,  $Y_B$  e  $Y_C$  são valores equidistantes de  $Y$  (resposta), ou seja,  $Y_A$  é a resposta observada no primeiro valor de  $X$ ,  $Y_B$  é um valor intermediário e  $Y_C$  é a resposta correspondente ao último valor de  $X$ . Os coeficientes  $b$  e  $c$  são obtidos pela linearização da função resposta.

A estimativa da máxima verossimilhança de  $\sigma^2$ , sem nenhuma restrição, foi dada por:

$$\hat{\sigma}^2_{\Omega} = \frac{SQR_{\Omega}}{n}$$

Quando foram impostas restrições lineares em  $H_0$ , foi dada por:

$$\hat{\sigma}_w^2 = \frac{SQR_w}{n}$$

Onde:  $SQR_\Omega$  e  $SQR_w$  são a soma de quadrados residuais para o modelo completo ( $\Omega$ ) e para o modelo reduzido  $w$ ; e,  $n$  é o número de frutos medidos (Anexos 6 e 7).

A estatística do teste foi dada por:

$$\chi_{\text{calculado}} = -n \ln \left( \frac{\sigma_\Omega^2}{\sigma_w^2} \right)$$

Como regra de decisão, se  $\chi^2_{\text{calculado}} \geq \chi^2_{\text{tabelado}}$ , rejeita-se  $H_0$ . O valor tabelado é função do nível de significância,  $\alpha = 5\%$ , e do número de graus de liberdade  $v = p_\Omega - p_w$ , onde:  $p_\Omega$  é o número de parâmetros estimados em  $\Omega$ ; e,  $p_w$  é o número de parâmetros estimados em  $w$ .

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Ponto de colheita de frutos

Na figura 2 estão apresentados os resultados para o ponto de colheita da variável fitomassa fresca de frutos de pimentão em estufa plástica na estação sazonal primavera/verão de 2005. Observa-se que para todas as colheitas houve significância para tendências crescentes ou decrescentes pelo teste de Cox e Stuart para tendências (Cargnelutti Filho et al., 2001), sendo que as linhas de cultivo localizadas no quadrante nordeste tiveram o ponto de colheita atrasado quando comparadas com as linhas do quadrante sudoeste.

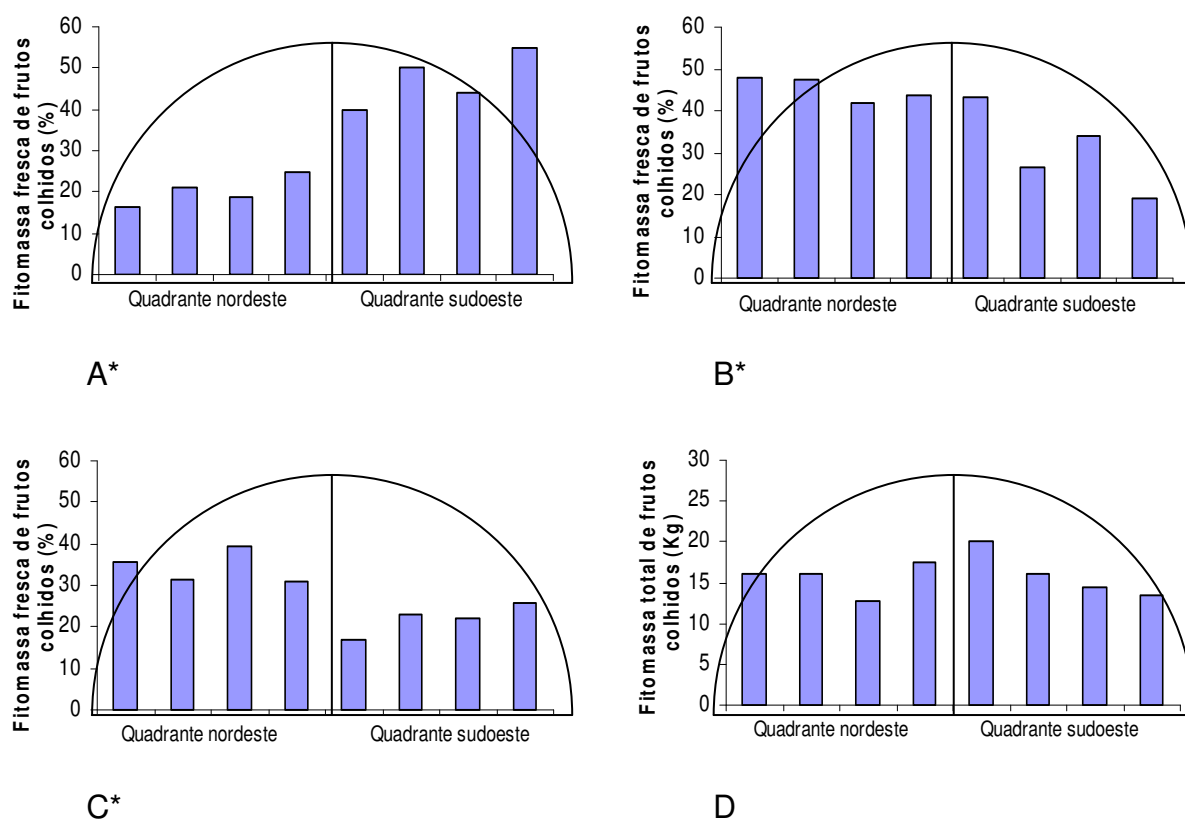


FIGURA 2 – Percentagem do total da fitomassa fresca de frutos colhidos na primeira (A), segunda (B) e terceira colheitas (C), e fitomassa fresca total de frutos (D), em cada linha de cultivo de cada quadrante, para a cultura do pimentão em estufa plástica, na estação sazonal primavera/verão de 2005. Santa Maria, RS, 2006 (\*Colheitas com tendências decrescentes ou crescentes significativas entre as linhas de cultivo pelo teste de Cox e Stuart, em 5% de probabilidade de erro).

A linha L1 apresentou a menor percentagem da fitomassa fresca de frutos colhida na primeira colheita (16,44%) (Figura 2), sendo que essa percentagem aumentou significativamente em direção a linha lateral do quadrante sudoeste, a qual teve 54,84% da fitomassa fresca de frutos colhidos nesta colheita. Na segunda colheita (Figura 2), a linha L1 apresentou a maior percentagem da fitomassa fresca de frutos colhidos, sendo que 47,75% destes apresentaram-se no ponto de colheita. Ao contrário da primeira colheita, houve decréscimo da percentagem de massa fresca de frutos colhidos em direção às linhas do quadrante sudoeste, atingindo a menor percentagem na linha L8 (19,19%).

Para o número de frutos no ponto de colheita (Figura 3) houve a mesma tendência descrita acima, fato que já era esperado já que as duas variáveis são altamente correlacionadas. Pela análise de trilha, Lorentz (2004) identificou correlações entre a massa fresca total produzida e o número total de frutos de 0,960 e 0,911 para duas estações sazonais consideradas.

A linha de cultivo L1 apresentou a menor percentagem do número de frutos colhidos na primeira colheita (13,90%) (Figura 3), sendo esta percentagem crescente em direção a L8 (44,27%). Para a segunda colheita, 45,10% dos frutos da linha L1 foram colhidos e, apenas 22,90% dos frutos da linha L8 apresentaram-se no ponto de colheita.

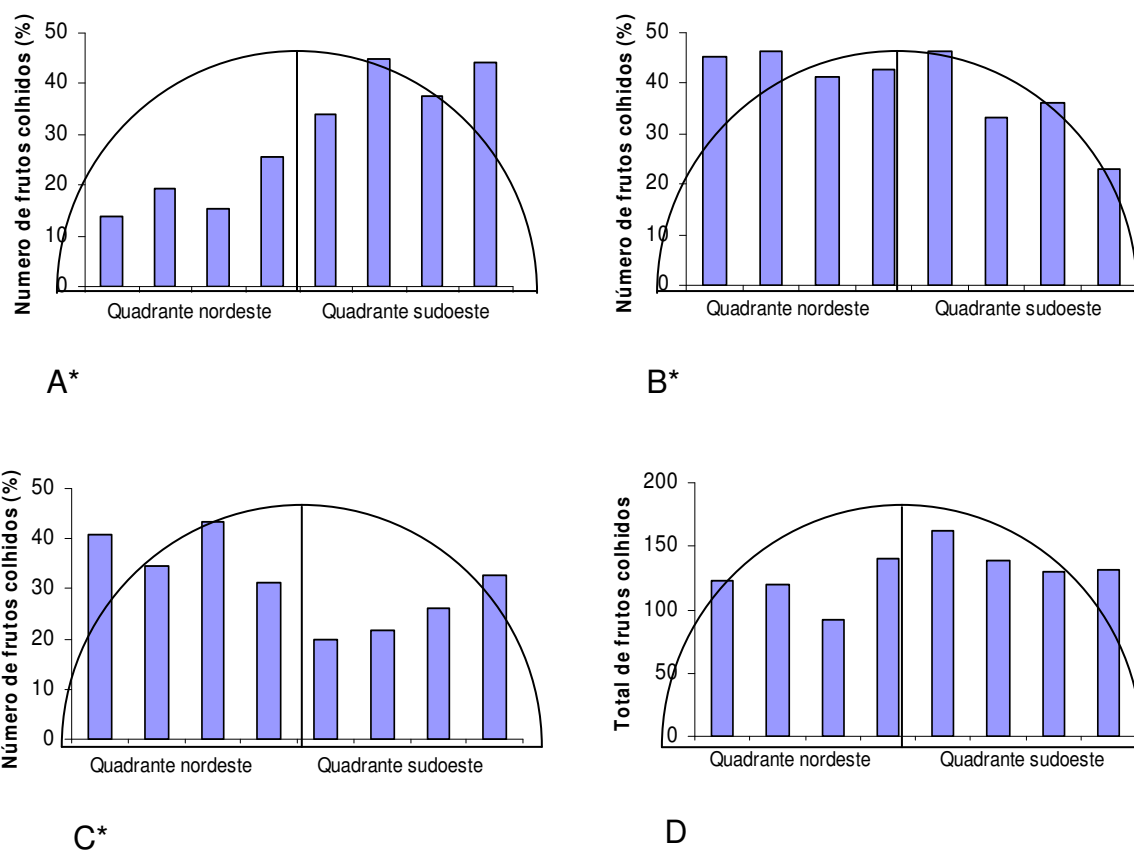


FIGURA 3 – Percentagem do número total de frutos colhidos na primeira (A), segunda (B) e terceira (C) colheitas e número total de frutos colhidos (D) em cada linha de cultivo de cada quadrante, para a cultura do pimentão em estufa plástica, na estação sazonal primavera/verão de 2005. Santa Maria, RS, 2006 (\*Colheitas com tendências decrescentes ou crescentes significativas entre as linhas de cultivo pelo teste de Cox e Stuart, em 5% de probabilidade de erro).

Na figura 4 são apresentados os resultados para a percentagem da fitomassa fresca de frutos e na figura 5 para percentagem do número de frutos colhidos na estação sazonal outono/inverno de 2006. Observa-se que apenas a segunda e a terceira colheitas tiveram tendências significativas para a percentagem da fitomassa fresca de frutos (Figuras 4) e do número de frutos (Figuras 5) colhidos entre as linhas de cultivo consideradas.

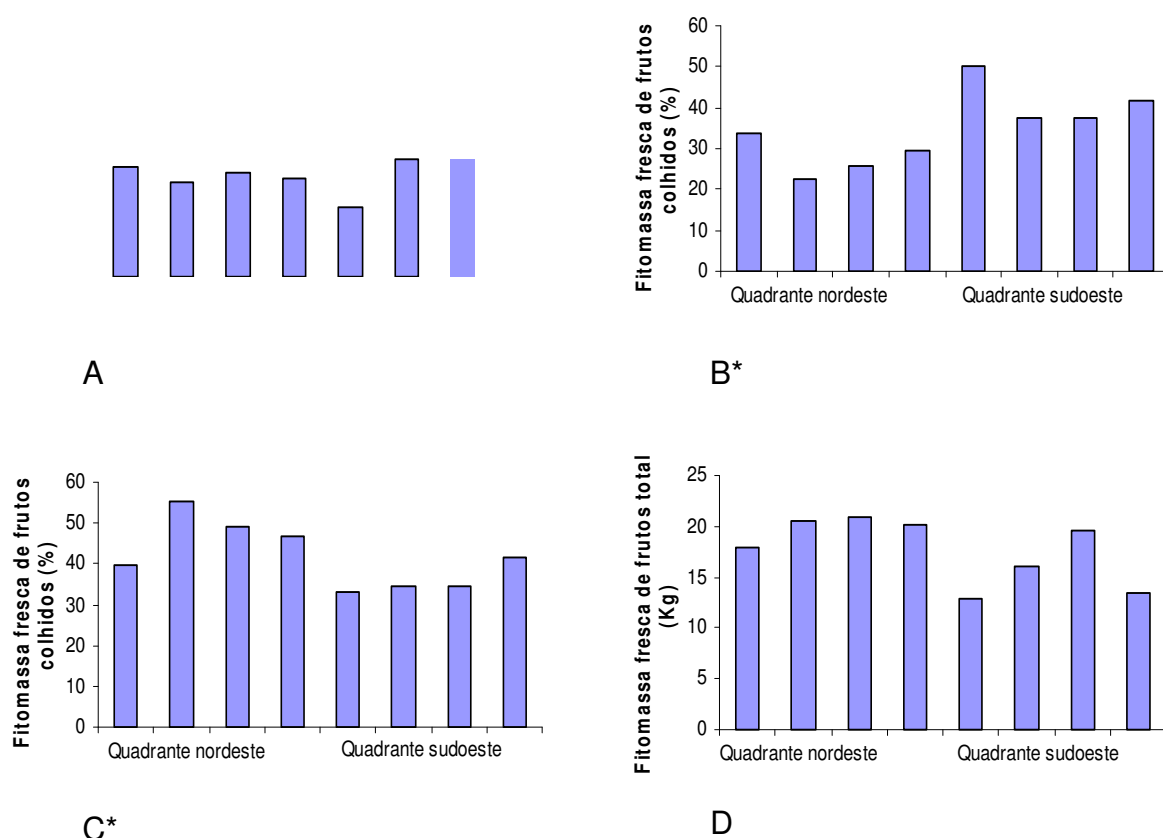


FIGURA 4 – Percentagem do total da fitomassa fresca de frutos colhidos na primeira (A), segunda (B) e terceira (C) colheitas, e fitomassa fresca total de frutos (D) em cada linha de cultivo de cada quadrante, para a cultura do pimentão em estufa plástica, na estação sazonal outono/inverno de 2006. Santa Maria, RS, 2006 (\*Colheitas com tendências decrescentes ou crescentes significativas entre as linhas de cultivo pelo teste de Cox e Stuart, em 5% de probabilidade de erro).

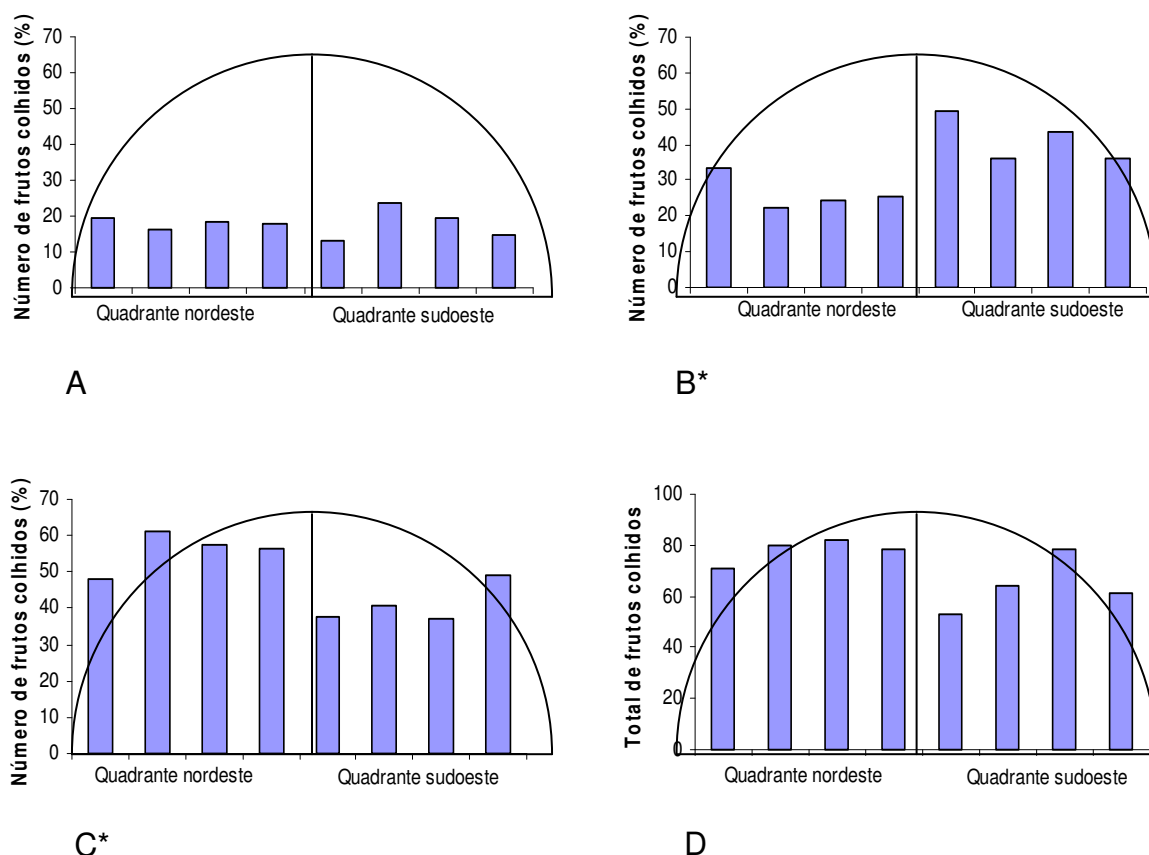


FIGURA 5 – Percentagem do número total de frutos colhidos na primeira (A), segunda (B) e terceira (C) colheitas, e número total de frutos colhidos (D) em cada linha de cultivo de cada quadrante, para a cultura do pimentão em estufa plástica, na estação sazonal outono/inverno de 2006. Santa Maria, RS, 2006 (\*Colheitas com tendências decrescentes ou crescentes significativas entre as linhas de cultivo pelo teste de Cox e Stuart, em 5% de probabilidade de erro).

Na segunda colheita (Figura 4) a percentagem da fitomassa fresca de frutos colhidos variou de 22,32 a 33,84% no quadrante nordeste e de 37,49 a 49,98% no quadrante sudoeste. Para a percentagem do número de frutos (Figura 5) houve a mesma tendência, sendo que os valores variaram de 22,5 a 33,29% e 35,94 a 49,06% para os quadrantes nordeste e sudoeste, respectivamente.

Para a terceira colheita (Figura 4) os valores para a fitomassa fresca de frutos estiveram entre 39,79 e 55,22% para o quadrante nordeste e entre 33,23 e 41,73% para o quadrante sudoeste. Já o número de frutos (Figura 5), entre 47,88 e 61,25% e entre 37,18 e 49,18% para os quadrantes nordeste e sudoeste, respectivamente.



Observa-se também que ao contrário da estação primavera/verão de 2005, onde a tendência crescente ou decrescente de maturação se deu entre todas as linhas de cultivo da estufa, para a estação outono/inverno de 2006 a maior diferença foi entre os quadrantes. Porém, de maneira geral, a percentagem do ponto de colheita para as duas variáveis apresentou o mesmo padrão nas duas estações de cultivo, ou seja, o quadrante sudoeste apresentou ponto de colheita antecipado quando comparado ao quadrante nordeste.

Para o número de plantas colhidas em cada linha, observa-se que as linhas do quadrante sudoeste apresentaram maior número de plantas com frutos colhidos na primeira colheita, na estação primavera/verão de 2005 (Anexos 1 e 2). Para a estação outono/inverno de 2006, o maior número de plantas colhidas na terceira colheita, observado no quadrante nordeste (Anexos 3 e 4), mostra que este quadrante apresentou ponto de colheita atrasado quando comparado com o quadrante nordeste.

De maneira geral, o crescimento e a maturação de frutos dependem basicamente da temperatura do ar, sendo que o crescimento diário de um fruto não é constante durante seu desenvolvimento. Ele aumenta progressivamente para atingir o valor máximo entre 25 e 35 dias após a floração e diminui em seguida (Andriolo, 1999). A temperatura do ar por sua vez, depende basicamente da radiação solar incidente.

O quadrante sudoeste, na região de Santa Maria, recebe maior incidência de radiação durante a tarde devido à inclinação dos raios solares. Normalmente, isso resulta em maiores temperaturas médias diárias neste local da estufa. A diferença observada entre as duas estações de cultivo pode ser explicada pela diferença de radiação solar incidente entre as duas épocas do ano na região. A maior radiação na estação primavera/verão permite que as diferenças entre linhas sejam melhor discriminadas, já que em nenhuma parte da estufa há déficit para esta variável. Já para a estação outono/inverno, a radiação solar incidente muitas vezes é limitante para o crescimento e desenvolvimento do pimentão, assim, a pigmentação dos frutos em locais onde há menor incidência é prejudicada, ou seja, há um aumento no período de crescimento de frutos. A maior incidência de radiação solar na estação primavera/verão no lado sudoeste foi comprovada por vários frutos que, nestas condições, apresentaram danos pelo sol (queimaduras). Na estação outono/inverno,

com menor fluxo de radiação solar, nenhuma linha de cultivo apresentou frutos com queimaduras pela ação do sol.

O efeito da temperatura na duração do período de crescimento de frutos já é conhecido. Conforme De Koning (1994), a duração do período entre a fecundação e a colheita varia de 42 dias, a 26°C, até 73 dias, a 17°C.

Na figura 6 estão os valores de comprimento e diâmetro final dos frutos no momento da colheita, para as duas estações sazonais de cultivo. Para a estação primavera/verão de 2005, a lateral externa do quadrante nordeste, ao mesmo tempo em que apresentou maior período de crescimento para a maioria dos frutos, apresentou comprimento de frutos significativamente superior às demais linhas de cultivo (6). A temperatura do ar no interior da estufa foi medida em apenas um ponto, porém os dados de comprimento de frutos podem ser um indicativo que houve diferença de temperatura no interior desta, já que o principal fator que determina o comprimento de frutos de pimentão, para mesmas condições de manejo, é a temperatura do ar. Nos locais onde a temperatura do ar foi maior, como o quadrante sudoeste, por exemplo, a pigmentação dos frutos ocorre de maneira antecipada resultando em frutos no ponto de colheita com comprimento menor.

Em estudo testando doze relações de temperaturas do ar entre o dia e a noite para a cultura do pimentão (variando de 18 a 24°C nas duas situações), Bakker (1989) observou que o comprimento dos frutos diferiu significativamente entre vários regimes de temperaturas, sendo que tratamentos com maior temperatura média diária apresentaram menor comprimento de frutos e esta variável sempre esteve correlacionada com a temperatura do ar. Concluiu também que a amplitude de temperatura diária/noturna é de menor importância, comparada com a temperatura média diária, na fixação, desenvolvimento de frutos e no período de crescimento de frutos de pimentão. Além disso, o período total de crescimento de um fruto individual foi menor quando a média diária de temperatura aumentou (entre 18 e 24°C).

Assim, há indícios de que no quadrante nordeste a temperatura foi inferior à do quadrante sudoeste, já que no primeiro os frutos apresentaram maior comprimento (10,69 cm) (Figura 6) e apenas 16,44% dos frutos foram colhidos na primeira colheita realizada (Figura 2). O menor comprimento de frutos observado na linha L8 (9,71 cm) (Figura 6), o qual não diferiu das linhas centrais, associado à alta percentagem de frutos colhidos na primeira colheita (54,84%) (Figura 2) indicam a ocorrência de maiores temperaturas do ar neste local da estufa.

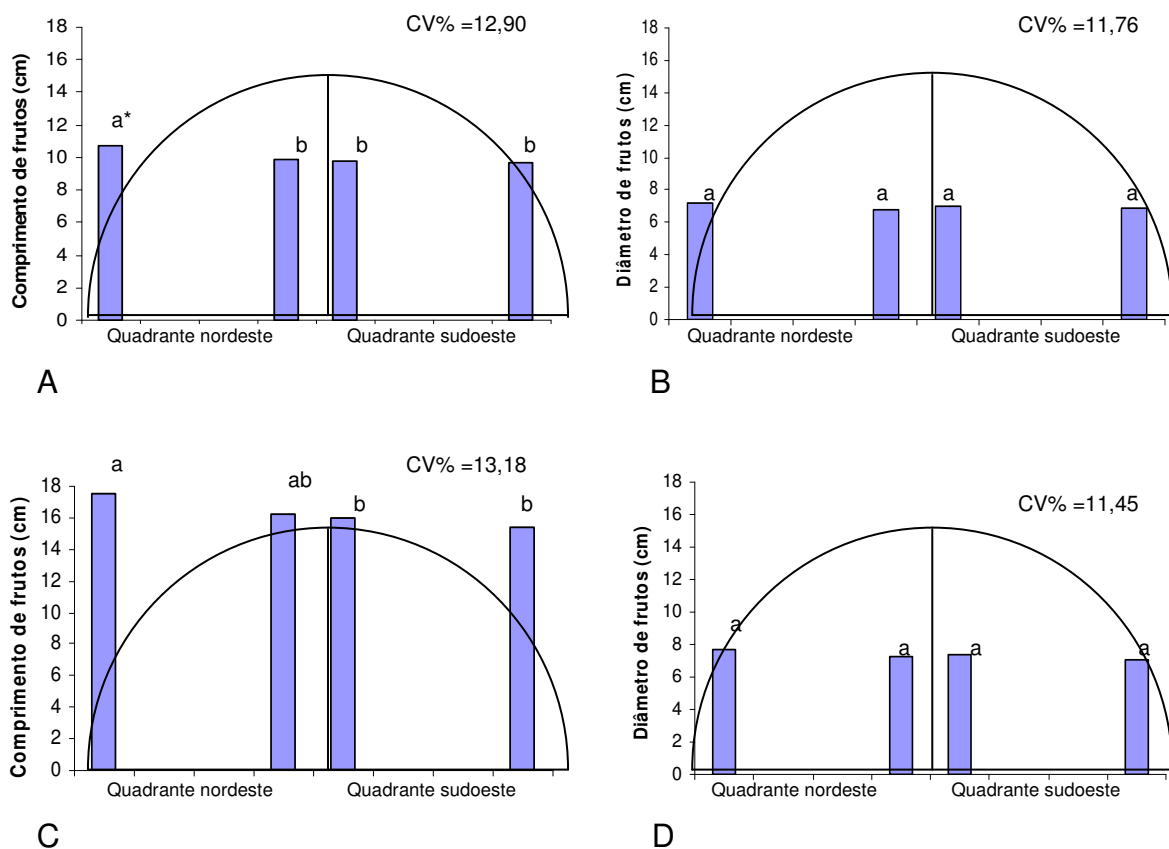


FIGURA 6 – Comprimento (cm) e diâmetro (cm) de frutos de pimentão, em cada linha de cultivo de cada quadrante, nos cultivos de primavera/verão de 2005 (A e B) e de outono/inverno de 2006 (C e D). Santa Maria, RS, 2006 (\* médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste t em 5% de probabilidade de erro).

Para a estação outono/inverno de 2006, o maior comprimento de frutos também foi observado no quadrante nordeste, porém as duas linhas deste quadrante não diferiram entre si (Figura 6). O quadrante sudoeste apresentou menor comprimento de frutos, sendo que as linhas deste não diferiram entre si e da linha central do quadrante nordeste. Nesta estação, a atuação da temperatura do ar nos diferentes locais da estufa se deu da mesma maneira que descrito para a estação primavera/verão, porém as médias diárias para temperatura foram inferiores. Esta diferença na temperatura do ar entre as estações de cultivo determinou também, menor comprimento de frutos na estação primavera/verão (10,01 cm) e maior comprimento na estação outono/inverno (16,28 cm). O diâmetro de frutos foi afetado em menor intensidade, tanto pela posição das linhas de cultivo no interior da estufa nas duas estações, quanto pelas épocas de cultivo. Mesmo assim, o diâmetro de frutos foi menor na estação primavera/verão de 2005 (6,95 cm) quando comparado com a estação outono/inverno de 2006 (7,36 cm) (Figuras 6 e 6).



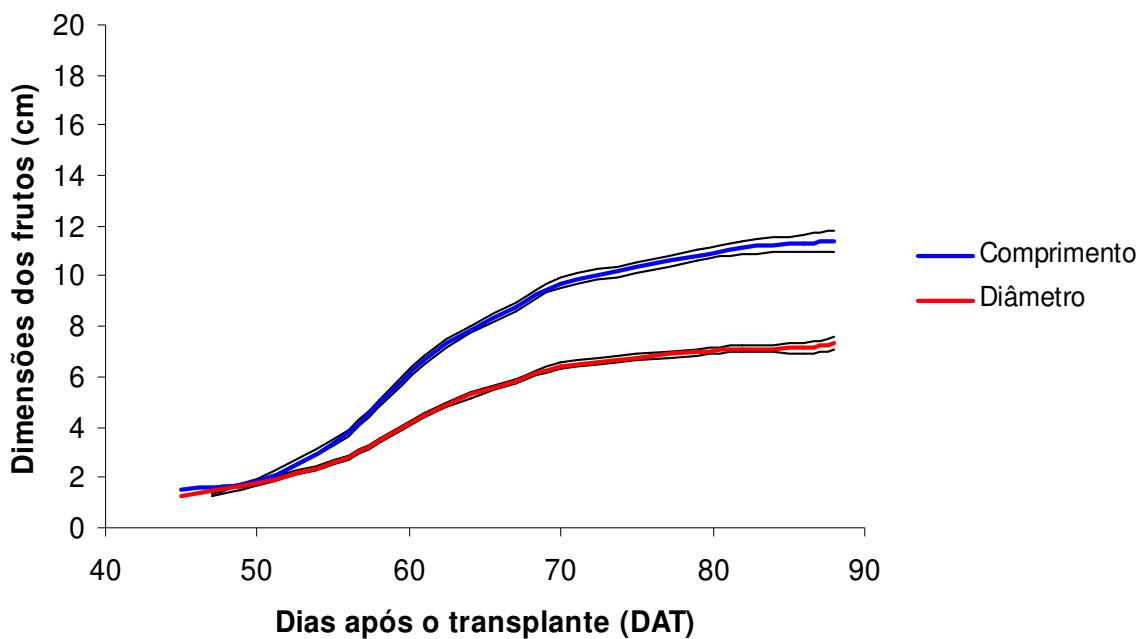


FIGURA 7 – Diâmetro e comprimento (cm) de frutos de pimentão, com as respectivas faixas de confiança para a média, cultivados em estufa plástica na estação sazonal primavera/verão de 2005. Santa Maria, RS, 2006.

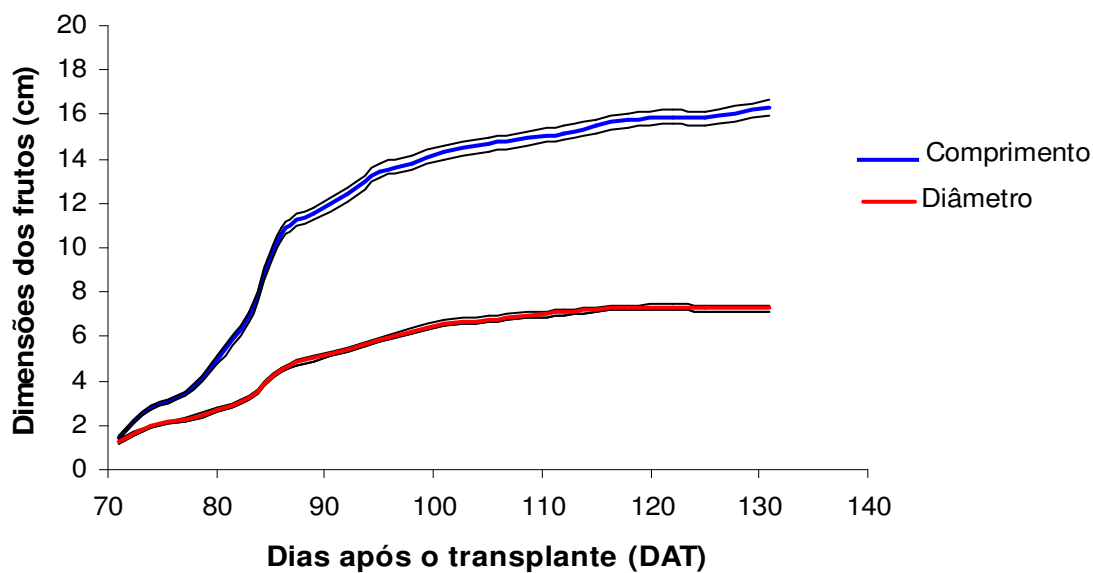


FIGURA 8 – Diâmetro e comprimento (cm) de frutos de pimentão, com as respectivas faixas de confiança para a média, cultivados em estufa plástica na estação sazonal outono/inverno de 2006. Santa Maria, RS, 2006.

No presente trabalho, as temperaturas do ar observadas na estação primavera/verão de 2005 foram superiores às observadas na estação outono/inverno de 2006 (Anexo 5). Além disso, o número de dias nublados ou chuvosos foi maior na estação outono/inverno (85 dias) do que na estação primavera/verão de 2005 (52 dias).

O comprimento médio final dos frutos foi de 16,3 e 11,4 cm, para as estações outono/inverno e primavera/verão, respectivamente (Anexos 6 e 7). Para o diâmetro não houve variação entre as épocas. O maior comprimento dos frutos na estação outono/inverno pode ter sido devido ao maior ciclo observado nesta época. Além disso, há menor incidência de radiação solar e, conseqüentemente, menor temperatura do ar nesta época do ano em Santa Maria, o que faz com que a maturação de frutos seja prejudicada, visto que o desencadeamento e duração deste processo dependem principalmente da temperatura do ar.

Observa-se ainda que a faixa de confiança para a média foi maior para o

comprimento dos frutos do que para o diâmetro para as duas

pr.23.317(294974(t)-2.16558(e)5.67535( )-2.16558(p)-4.33117(r)2.805617( )-12.139(18)-472d61(e)-4.33117(

As tabelas 2 e 3 mostram os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) para as equações testadas em cada linha de cultivo, para as variáveis comprimento e diâmetro de frutos, respectivamente.

Baseado no comportamento das curvas e de um aceitável ajuste pelo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) em todos os conjuntos de dados testados, a equação escolhida foi a sigmoideal logística:

$$Y_{ij} = \alpha / \{1 + \exp(\beta - yx)\}$$

Os gráficos com as funções estimadas para o modelo sigmoideal logístico, para as duas variáveis em cada linha de cultivo de cada quadrante, estão apresentados nas figuras 9 a 24.

TABELA 2 – Coeficientes de determinação ( $R^2$ ) para os quatro modelos de crescimento ajustados em cada linha de cultivo, para o comprimento de frutos de pimentão nas linhas laterais dos quadrantes nordeste e sudoeste, cultivados em estufa plástica nas estações primavera/verão de 2005 e outono/inverno de 2006. Santa Maria, RS, 2006.

	Gompertz	Logístico	Richards	Weibull
Primavera/verão de 2005				
Lateral externa nordeste	0,89	0,91	0,90	0,91
Lateral interna nordeste	0,91	0,92	0,93	0,89
Lateral interna sudoeste	0,88	0,92	0,92	0,92
Lateral externa sudoeste	0,92	0,94	0,89	0,91
Outono/inverno de 2006				
Lateral externa nordeste	0,91	0,92	0,92	0,91
Lateral interna nordeste	0,90	0,91	0,90	0,92
Lateral interna sudoeste	0,89	0,820	0,91	0,92
Lateral externa sudoeste	0,90	0,89	0,92	0,90



TABELA 3 – Coeficientes de determinação ( $R^2$ ) para os quatro modelos de crescimento ajustados em cada linha de cultivo, para o diâmetro de frutos de pimentão nas linhas laterais dos quadrantes nordeste e sudoeste, cultivados em estufa plástica nas estações primavera/verão de 2005 e outono/inverno de 2006. Santa Maria, RS, 2006.

	Gompertz	Logístico	Richards	Weibull
Primavera/verão de 2005				
Lateral externa nordeste	0,88	0,89	0,88	0,88
Lateral interna nordeste	0,90	0,90	0,89	0,89
Lateral interna sudoeste	0,88	0,92	0,90	0,87
Lateral externa sudoeste	0,89	0,90	0,88	0,90
Outono/inverno de 2006				
Lateral externa nordeste	0,89	0,94	0,90	0,88
Lateral interna nordeste	0,90	0,92	0,88	0,92
Lateral interna sudoeste	0,87	0,86	0,90	0,87
Lateral externa sudoeste	0,88	0,93	0,89	0,89

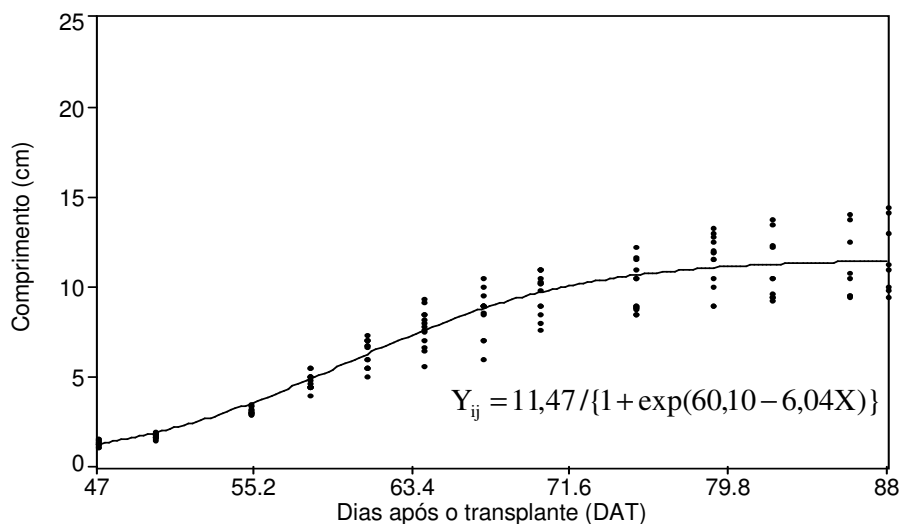


FIGURA 9 – Curva sigmoidal logística para o comprimento de frutos de pimentão (cm) da linha lateral externa do quadrante nordeste, na estação de cultivo primavera/verão de 2005, em função do número de dias após o transplante (DAT). Santa Maria, RS, 2006.

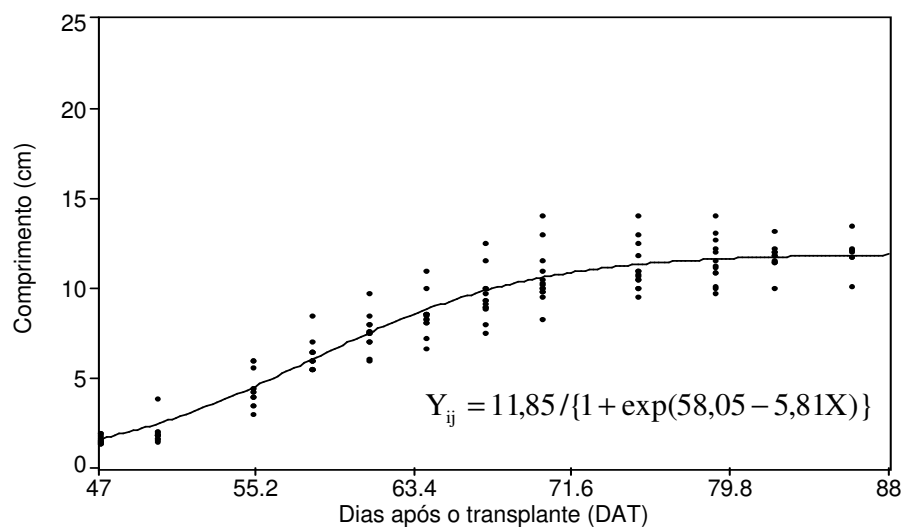


FIGURA 10 – Curva sigmoidal logística para o comprimento de frutos de pimentão (cm) da linha lateral interna do quadrante nordeste, na estação de cultivo primavera/verão de 2005, em função do número de dias após o transplante (DAT). Santa Maria, RS, 2006.

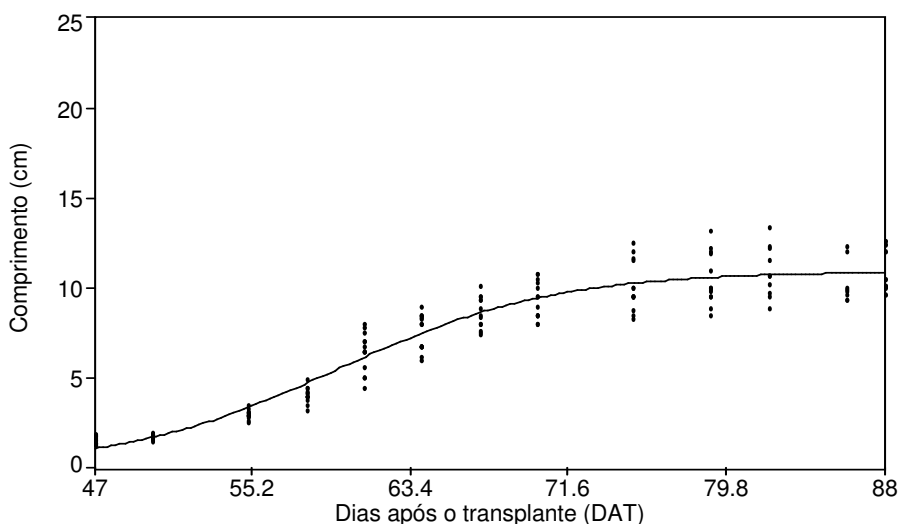


FIGURA 11 – Curva sigmoidal logística para o comprimento de frutos de pimentão (cm) da linha lateral interna do quadrante sudoeste, na estação de cultivo primavera/verão de 2005, em função do número de dias após o transplante (DAT). Santa Maria, RS, 2006.

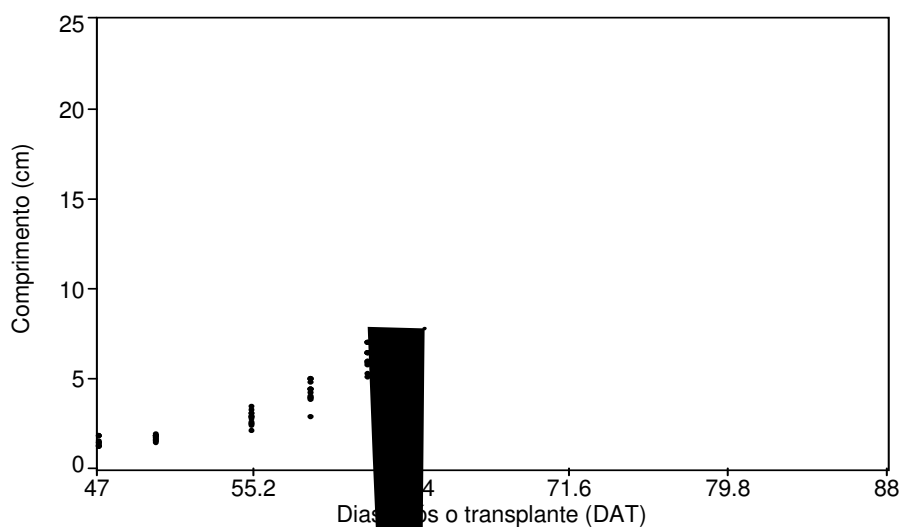


FIGURA 12 – Curva sigmoidal logística para o comprimento de frutos de pimentão (cm) da linha lateral externa do quadrante sudoeste, na estação de cultivo primavera/verão de 2005, em função do número de dias após o transplante (DAT). Santa Maria, RS, 2006.

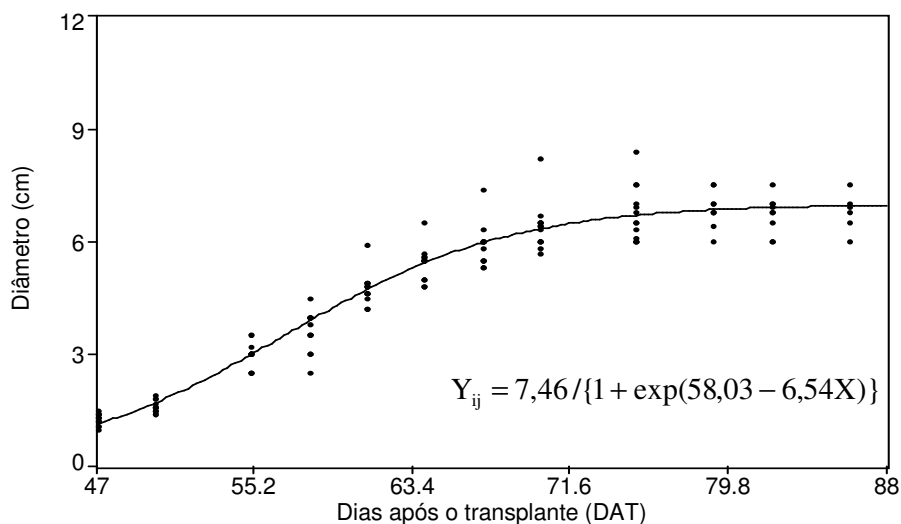


FIGURA 13 – Curva sigmoidal logística para o diâmetro de frutos de pimentão (cm) da linha lateral externa do quadrante nordeste, na estação de cultivo primavera/verão de 2005, em função do número de dias após o transplante (DAT). Santa Maria, RS, 2006.

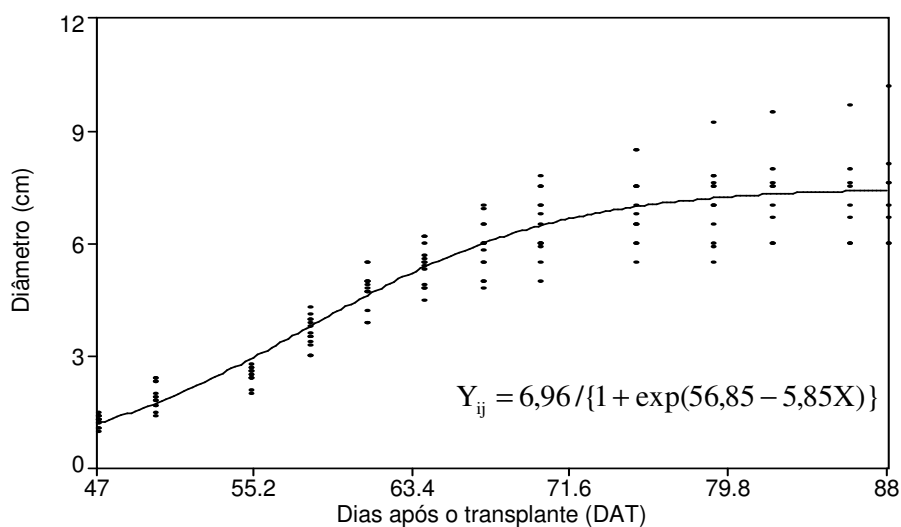


FIGURA 14 – Curva sigmoidal logística para o diâmetro de frutos de pimentão (cm) da linha lateral interna do quadrante nordeste, na estação de cultivo primavera/verão de 2005, em função do número de dias após o transplante (DAT). Santa Maria, RS, 2006.

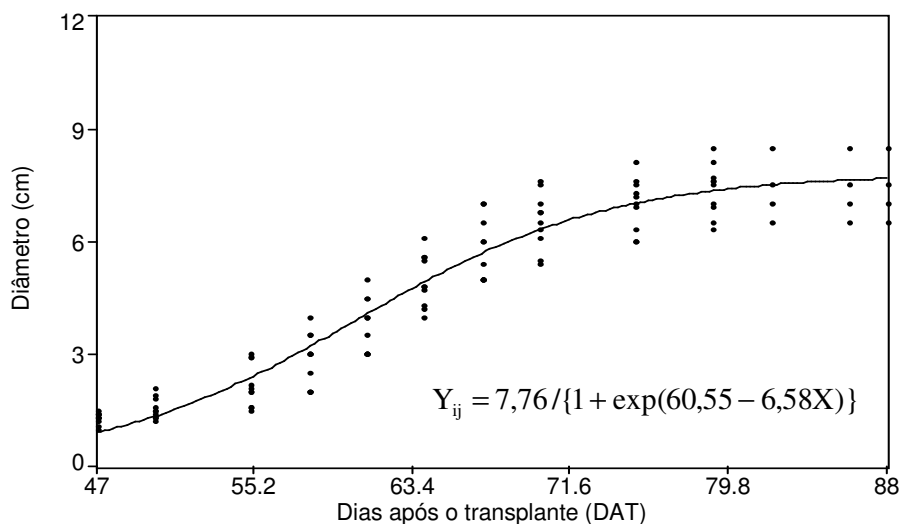


FIGURA 15 – Curva sigmoidal logística para o diâmetro de frutos de pimentão (cm) da linha lateral interna do quadrante sudoeste, na estação de cultivo primavera/verão de 2005, em função do número de dias após o transplante (DAT). Santa Maria, RS, 2006.

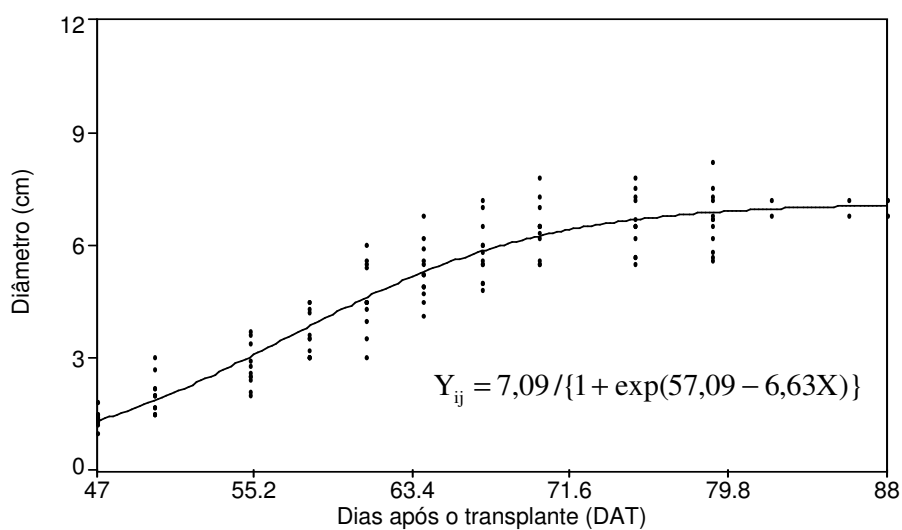


FIGURA 16 – Curva sigmoidal logística para o diâmetro de frutos de pimentão (cm) da linha lateral externa do quadrante sudoeste, na estação de cultivo primavera/verão de 2005, em função do número de dias após o transplante (DAT). Santa Maria, RS, 2006.

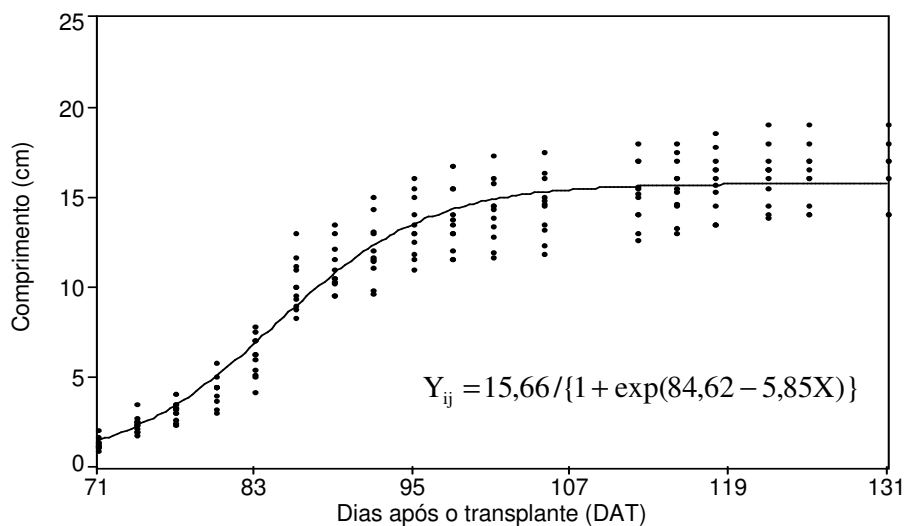


FIGURA 17 – Curva sigmoidal logística para o comprimento de frutos de pimentão (cm) da linha lateral externa do quadrante nordeste, na estação de cultivo outono/inverno de 2006, em função do número de dias após o transplante (DAT). Santa Maria, RS, 2006.

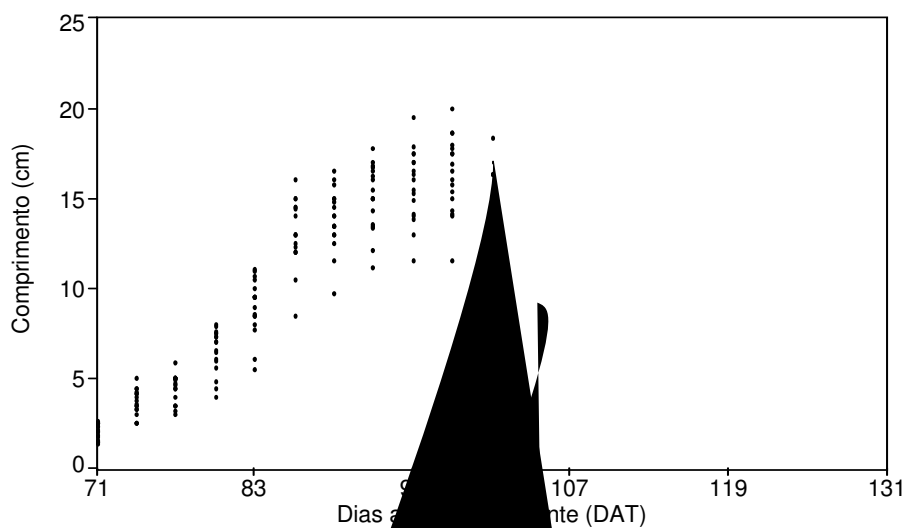


FIGURA 18 – Curva sigmoidal logística para o comprimento de frutos de pimentão (cm) da linha lateral externa do quadrante nordeste, na estação de cultivo outono/inverno de 2006, em função do número de dias após o transplante (DAT). Santa Maria, RS, 2006.

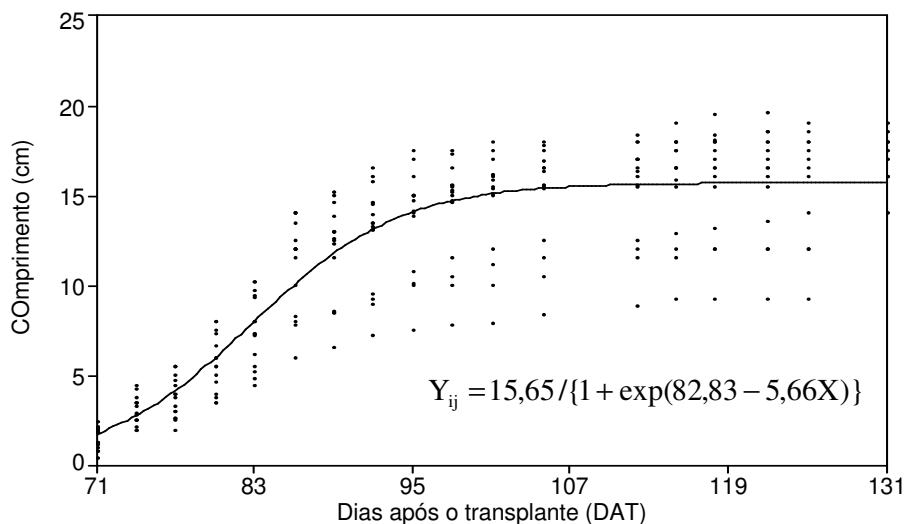


FIGURA 19 – Curva sigmoidal logística para o comprimento de frutos de pimentão (cm) da linha lateral interna do quadrante sudoeste, na estação de cultivo outono/inverno de 2006, em função do número de dias após o transplante (DAT). Santa Maria, RS, 2006.

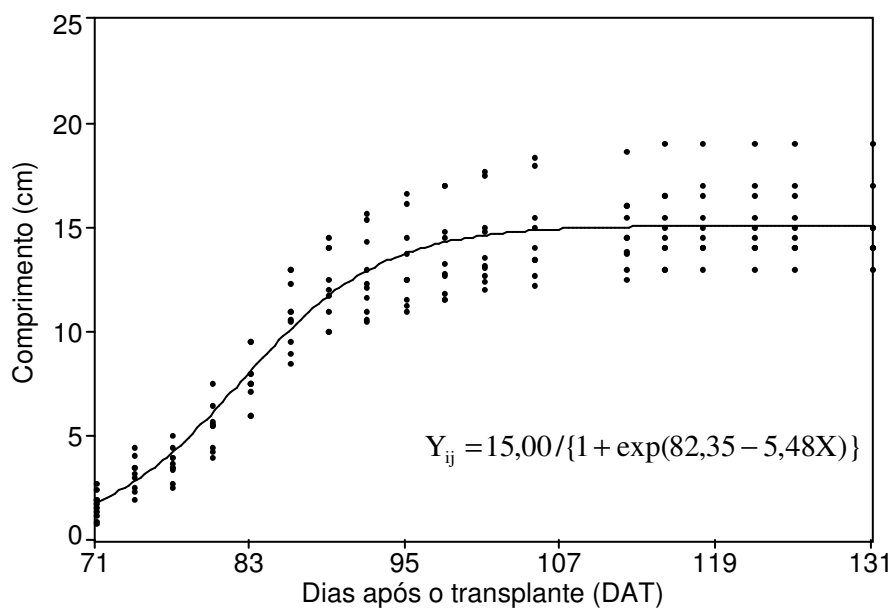


FIGURA 20 – Curva sigmoidal logística para o comprimento de frutos de pimentão (cm) da linha lateral externa do quadrante sudoeste, na estação de cultivo outono/inverno de 2006, em função do número de dias após o transplante (DAT). Santa Maria, RS, 2006.

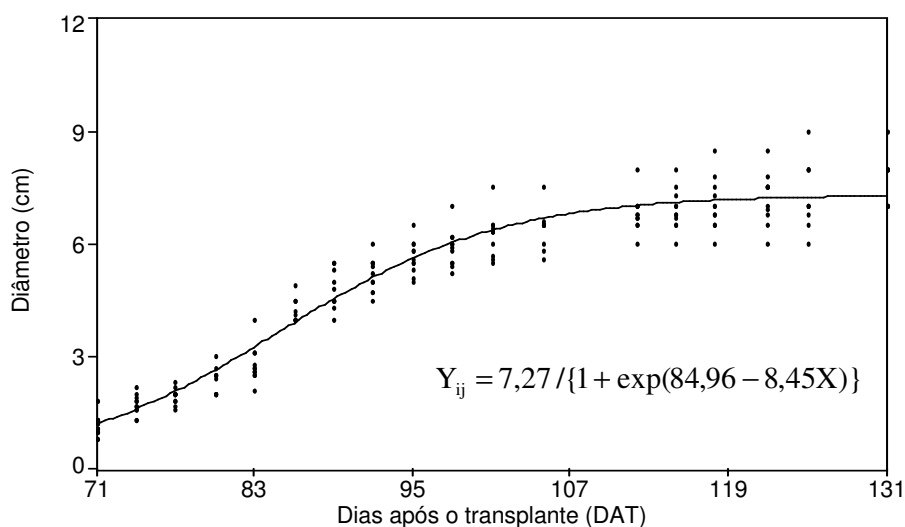


FIGURA 21 – Curva sigmoidal logística para o diâmetro de frutos de pimentão (cm) da linha lateral externa do quadrante nordeste, na estação de cultivo outono/inverno de 2006, em função do número de dias após o transplante (DAT). Santa Maria, RS, 2006.

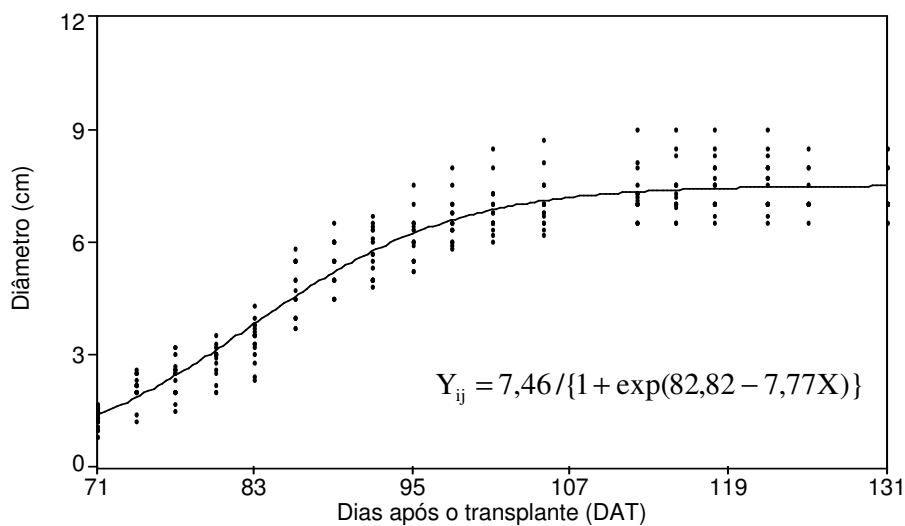


FIGURA 22 – Curva sigmoidal logística para o diâmetro de frutos de pimentão (cm) da linha lateral interna do quadrante nordeste, na estação de cultivo outono/inverno de 2006, em função do número de dias após o transplante (DAT). Santa Maria, RS, 2006.



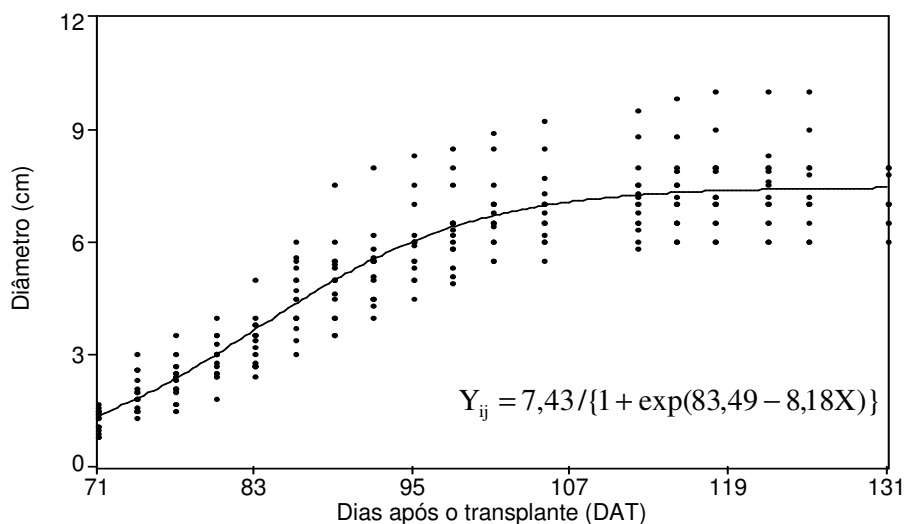


FIGURA 23 – Curva sigmoidal logística para o diâmetro de frutos de pimentão (cm) da linha lateral interna do quadrante sudoeste, na estação de cultivo outono/inverno de 2006, em função do número de dias após o transplante (DAT). Santa Maria, RS, 2006.

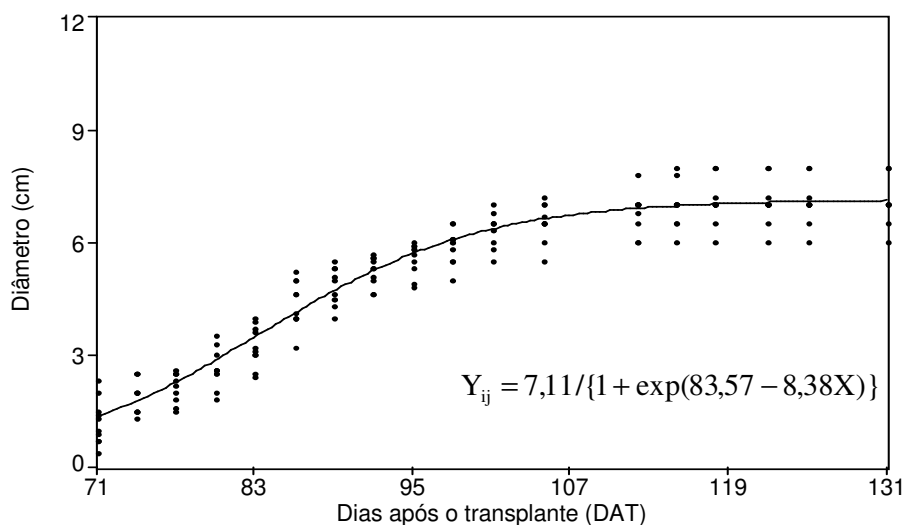


FIGURA 24 – Curva sigmoidal logística para o diâmetro de frutos de pimentão (cm) da linha lateral externa do quadrante sudoeste, na estação de cultivo outono/inverno de 2006, em função do número de dias após o transplante (DAT). Santa Maria, RS, 2006.

Nas tabelas 4 e 6 estão apresentadas as estimativas dos parâmetros do modelo sem restrição no espaço paramétrico ( $\Omega$ ) e com várias restrições especificadas por  $w_1$  a  $w_5$ , para as variáveis comprimento e diâmetro de frutos, respectivamente, na estação sazonal outono/inverno de 2006. Nas tabelas 5 e 7 são apresentados os resultados de teste qui-quadrado para as cinco hipóteses formuladas, para as curvas de crescimento do comprimento e diâmetro de frutos, respectivamente, para a estação sazonal outono/inverno de 2006.

Pode-se observar que as hipóteses  $H_0^{(2)}$  e  $H_0^{(3)}$  não foram significativas pelo teste qui-quadrado para a curva sigmoidal logística para o comprimento dos frutos, ou seja, os parâmetros “b” e “c” das equações testadas não diferem entre si. Assim, estes parâmetros comuns podem ser utilizados ( $w_2$  e  $w_3$ ). A hipótese  $H_0^{(5)}$  foi significativa para a curva que descreve o crescimento em diâmetro dos frutos. Para a curva de comprimento de frutos houve diferença pelo teste para as hipóteses  $H_0^{(1)}$ ,  $H_0^{(4)}$  e  $H_0^{(5)}$ , assim, as curvas de crescimento para o comprimento e diâmetro de frutos de pimentão foram diferentes entre si, ou seja, não pode ser obtida apenas uma curva de crescimento para as quatro situações consideradas (L1, L4, L5 e L8), para ambas variáveis.

TABELA 4 – Estimativas dos parâmetros linearizados do modelo sigmoidal logístico sem restrição ( $\Omega$ ) e com restrições ( $w_1$  a  $w_5$ ), e respectivas somas de quadrados residuais, para o comprimento de frutos de pimentão nas linhas laterais dos quadrantes nordeste e sudoeste, cultivados em estufa plástica na estação outono/inverno de 2006. Santa Maria, RS, 2006.

Parâmetros	Estimativa dos parâmetros dos modelos					
	$\Omega$	W1	w2	w3	w4	w5
a1	15,72	-----	15,6700	15,6342	-----	-----
b1	362919	216244	-----	715462	707381	-----
c1	0,1692	0,1617	0,1747	-----	-----	-----
a2	16,5196	-----	16,5471	16,5605	-----	-----
b2	703717	2557543	-----	498561	417960	-----
c2	0,1831	0,2021	0,1797	-----	-----	-----
a3	16,5872	-----	16,5778	16,5804	-----	-----
b3	506791	1937740	-----	535494	446912	-----
c3	0,1776	0,1973	0,1787	-----	-----	-----
a4	14,8686	-----	14,8974	14,9146	-----	-----
b4	754708	59777,8	-----	473172	540203	-----
c4	0,1848	0,1477	0,1805	-----	-----	-----
a	-----	15,9795	-----	-----	15,9435	15,9223
b	-----	-----	549443	-----	-----	508771
c	-----	-----	-----	0,1784	0,1774	0,1774
$n\hat{\sigma}^2$	1733,42	2656,68	1741,39	1752,22	3023,56	3967,60

TABELA 5 – Hipóteses avaliadas, valores da estatística do teste qui-quadrado calculado ( $\chi^2_{\text{calculado}}$ ), número de graus de liberdade e valor do teste qui-quadrado em 5% de probabilidade de erro ( $\chi^2_{\text{tabela}}$ ), para a comparação dos modelos do comprimento de frutos de pimentão nas linhas laterais dos quadrantes nordeste e sudoeste, cultivados em estufa plástica na estação outono/inverno de 2006. Santa Maria, RS, 2006.

Hipóteses	$\chi^2_{\text{calculado}}$	Graus de liberdade	$\chi^2_{\text{tabela}}$
$H_0^{(1)*}$	30,742	3	7,815
$H_0^{(2)}$	0,330	3	7,815
$H_0^{(3)}$	0,776	3	7,815
$H_0^{(4)}$	40,056	6	12,592
$H_0^{(5)}$	59,620	9	16,919

\*  $H_0^{(1)}$ :  $a_1=a_2=a_3=a_4=a$  vs  $H_1^{(1)}$ : nem todos  $a_i$  são iguais;  $H_0^{(2)}$ :  $b_1=b_2=b_3=b_4=b$  vs  $H_1^{(2)}$ : nem todos  $b_i$  são iguais;  $H_0^{(3)}$ :  $c_1=c_2=c_3=c_4=c$  vs  $H_1^{(3)}$ : nem todos  $c_i$  são iguais;  $H_0^{(4)}$ :  $a_1=a_2=a_3=a_4=a$  e  $c_1=c_2=c_3=c_4=c$  vs  $H_1^{(4)}$ : pelo menos um é diferente;  $H_0^{(5)}$ :  $a_1=a_2=a_3=a_4=a$ ,  $b_1=b_2=b_3=b_4=b$  e  $c_1=c_2=c_3=c_4=c$  vs  $H_1^{(5)}$ : pelo menos um é diferente.

TABELA 6 – Estimativas dos parâmetros linearizados do modelo sigmoidal logístico sem restrição ( $\Omega$ ) e com restrições ( $w_1$  a  $w_5$ ), e respectivas somas de quadrados residuais, para a diâmetro de frutos de pimentão nas linhas laterais dos quadrantes nordeste e sudoeste, cultivados em estufa plástica na estação outono/inverno de 2006. Santa Maria, RS, 2006.

Parâmetros	Estimativa dos parâmetros dos modelos $\Omega$ , $w_1$ , $w_2$ , $w_3$ , $w_4$ e $w_5$					
	$\Omega$	$w_1$	$w_2$	$w_3$	$w_4$	$w_5$
$a_1$	7,1194	-----	7,1822	7,1756	-----	-----
$b_1$	10952,2	12984,6	-----	6819,4	6516,8	-----
$c_1$	0,1232	0,1257	0,1154	-----	-----	-----
$a_2$	7,1644	-----	7,1083	7,0945	-----	-----
$b_2$	3918,3	5132,5	-----	6569,7	6480,4	-----
$c_2$	0,1095	0,1136	0,1157	-----	-----	-----
$a_3$	7,0316	-----	6,9987	7,0098	-----	-----
$b_3$	4602,8	4182,7	-----	5479,2	5600,4	-----
$c_3$	0,1142	0,1128	0,1183	-----	-----	-----
$a_4$	6,9371	-----	6,9564	6,9662	-----	-----
$b_4$	7413,0	4998,2	-----	5759,2	5993,3	-----
$c_4$	0,1202	0,1143	0,1176	-----	-----	-----
$a$	-----	7,0634	-----	-----	7,0602	7,0642
$b$	-----	-----	6158,0	-----	-----	5945,8
$c$	-----	-----	-----	0,1167	0,1167	0,1162
$n\hat{\sigma}^2$	161,49	170,48	169,08	168,41	181,14	205,45

TABELA 7 – Hipóteses avaliadas, valores da estatística do teste qui-quadrado calculado ( $\chi^2_{\text{calculado}}$ ), número de graus de liberdade e valor do teste qui-quadrado em 5% de probabilidade de erro ( $\chi^2_{\text{tabela}}$ ), para a comparação dos modelos do diâmetro de frutos de pimentão nas linhas laterais dos quadrantes nordeste e sudoeste, cultivados em estufa plástica na estação outono/inverno de 2006. Santa Maria, RS, 2006.

Hipóteses	$\chi^2_{\text{calculado}}$	Graus de liberdade	$\chi^2_{\text{tabela}}$
$H_0^{(1)*}$	3,898	3	7,815
$H_0^{(2)}$	3,306	3	7,815
$H_0^{(3)}$	3,020	3	7,815
$H_0^{(4)}$	8,266	6	12,592
$H_0^{(5)}$	17,335	9	16,919

\*  $H_0^{(1)}$ :  $a_1=a_2=a_3=a_4=a$  vs  $H_1^{(1)}$ : nem todos  $a_i$  são iguais;  $H_0^{(2)}$ :  $b_1=b_2=b_3=b_4=b$  vs  $H_1^{(2)}$ : nem todos  $b_i$  são iguais;  $H_0^{(3)}$ :  $c_1=c_2=c_3=c_4=c$  vs  $H_1^{(3)}$ : nem todos  $c_i$  são iguais;  $H_0^{(4)}$ :  $a_1=a_2=a_3=a_4=a$  e  $c_1=c_2=c_3=c_4=c$  vs  $H_1^{(4)}$ : pelo menos um é diferente;  $H_0^{(5)}$ :  $a_1=a_2=a_3=a_4=a$ ,  $b_1=b_2=b_3=b_4=b$  e  $c_1=c_2=c_3=c_4=c$  vs  $H_1^{(5)}$ : pelo menos um é diferente.

Nas tabelas 8 e 10 estão apresentadas as estimativas dos parâmetros do modelo sem restrição no espaço paramétrico ( $\Omega$ ) e com várias restrições especificadas por  $w_1$  a  $w_5$ , para as variáveis comprimento e diâmetro de frutos, respectivamente, na estação primavera/verão de 2005. Nas tabelas 9 e 11 são apresentados os resultados do teste qui-quadrado para as cinco hipóteses formuladas, para as curvas de crescimento do comprimento e diâmetro de frutos, respectivamente.

Para ambas variáveis nessa estação de cultivo as curvas de crescimento não diferem estatisticamente entre si (Tabelas 9 e 11), já que o valor do qui-quadrado calculado foi menor que o valor tabelado para todas as hipóteses consideradas. Assim, a equação comum pode ser usada como uma estimativa das quatro equações envolvidas, obtendo-se uma única curva de crescimento para as linhas de cultivo L1, L4, L5 e L8. As estimativas para a equação comum são apresentadas nas tabelas 8 e 10, modelo  $w_5$ , para comprimento e diâmetro de frutos, respectivamente.

O maior período de crescimento de frutos observado na estação outono/inverno de 2006 pode ter resultado em diferenças entre as curvas de crescimento de cada linha de cultivo. Da mesma maneira, as curvas de crescimento dos frutos da estação primavera/verão de 2005, que não diferiram entre si, apresentaram período reduzido de observações. Um menor período de crescimento de frutos sugere que as variações ambientais sejam menores quando comparadas a um grande período de observações, onde as diferenças do ambiente podem ter maior influência sobre estas variáveis.

Os resultados sugerem que amostragens realizadas na estação sazonal primavera/verão podem ser realizadas entre as linhas de cultivo. Para a estação outono/inverno, a amostragem deve ser realizada dentro de cada linha, já que estas diferiram entre si. Da mesma maneira, o delineamento experimental utilizado para estudos de crescimento de frutos de pimentão pode ser o inteiramente casualizado na estação primavera/verão. Para a estação outono/inverno, há a necessidade do uso do delineamento blocos ao acaso, sendo que os blocos devem ser alocados na direção da linha de cultivo, concordando com resultados de Lorentz (2004).

Alguns trabalhos já encontraram maior variabilidade espacial em cultivo protegido durante meses de inverno. Souza (2001) mostrou a necessidade de maior tamanho de amostra para cultivos na estação inverno/primavera quando comparado com cultivos de verão/outono. Lorentz (2004) verificou maiores variâncias médias



TABELA 8 – Estimativas dos parâmetros linearizados do modelo sigmoidal logístico sem restrição ( $\Omega$ ) e com restrições ( $w_1$  a  $w_5$ ), e respectivas somas de quadrados residuais, para o comprimento de frutos de pimentão nas linhas laterais dos quadrantes nordeste e sudoeste, cultivados em estufa plástica na estação sazonal primavera/verão de 2005. Santa Maria, RS, 2006.

Parâmetros	Estimativa dos parâmetros dos modelos					
	$\Omega$	$w_1$	$w_2$	$w_3$	$w_4$	$w_5$
$a_1$	11,5143	-----	11,5690	11,5827	-----	-----
$b_1$	12976,3	9792,6	-----	9703,9	9862,4	-----
$c_1$	0,1569	0,1516	0,1525	-----	-----	-----
$a_2$	12,0040	-----	11,8856	11,8696	-----	-----
$b_2$	6370,8	11049,1	-----	10318,7	9767,4	-----
$c_2$	0,1435	0,1538	0,1513	-----	-----	-----
$a_3$	11,6672	-----	11,6740	11,6695	-----	-----
$b_3$	10354,0	10365,3	-----	10260,7	10205,0	-----
$c_3$	0,1520	0,1520	0,1515	-----	-----	-----
$a_4$	11,4781	-----	11,5278	11,5335	-----	-----
$b_4$	12570,3	8816,6	-----	9990,3	10278,3	-----
$c_4$	0,1558	0,1492	0,1520	-----	-----	-----
$a$	-----	11,6667	-----	-----	11,6645	11,6631
$b$	-----	-----	10062,0	-----	-----	10072,1
$c$	-----	-----	-----	0,1518	0,1518	0,1518
$n\hat{\sigma}^2$	252,95	270,84	257,63	258,34	271,76	276,08

TABELA 9 – Hipóteses avaliadas, valores da estatística do teste qui-quadrado calculado ( $\chi^2_{\text{calculado}}$ ) número de graus de liberdade e valor do teste qui-quadrado em 5% de probabilidade de erro ( $\chi^2_{\text{tabela}}$ ), para a comparação dos modelos do comprimento de frutos de pimentão nas linhas laterais dos quadrantes nordeste e sudoeste, cultivados em estufa plástica na estação primavera/verão de 2005. Santa Maria, RS, 2006.

Hipóteses	$\chi^2_{\text{calculado}}$	Graus de liberdade	$\chi^2_{\text{tabela}}$
$H_0^{(1)*}$	3,552	3	7,815
$H_0^{(2)}$	0,952	3	7,815
$H_0^{(3)}$	1,094	3	7,815
$H_0^{(4)}$	3,729	6	12,592
$H_0^{(5)}$	4,548	9	16,919

\*  $H_0^{(1)}$ :  $a_1=a_2=a_3=a_4=a$  vs  $H_1^{(1)}$ : nem todos  $a_i$  são iguais;  $H_0^{(2)}$ :  $b_1=b_2=b_3=b_4=b$  vs  $H_1^{(2)}$ : nem todos  $b_i$  são iguais;  $H_0^{(3)}$ :  $c_1=c_2=c_3=c_4=c$  vs  $H_1^{(3)}$ : nem todos  $c_i$  são iguais;  $H_0^{(4)}$ :  $a_1=a_2=a_3=a_4=a$  e  $c_1=c_2=c_3=c_4=c$  vs  $H_1^{(4)}$ : pelo menos um é diferente;  $H_0^{(5)}$ :  $a_1=a_2=a_3=a_4=a$ ,  $b_1=b_2=b_3=b_4=b$  e  $c_1=c_2=c_3=c_4=c$  vs  $H_1^{(5)}$ : pelo menos um é diferente.

TABELA 10 – Estimativas dos parâmetros linearizados do modelo sigmoidal logístico sem restrição ( $\Omega$ ) e com restrições ( $w_1$  a  $w_5$ ), e respectivas somas de quadrados residuais, para o diâmetro de frutos de pimentão, nas linhas laterais dos quadrantes nordeste e sudoeste, cultivados em estufa plástica na estação primavera/verão de 2005. Santa Maria, RS, 2006.

Parâmetros	Estimativa dos parâmetros dos modelos					
	$\Omega$	$w_1$	$w_2$	$w_3$	$w_4$	$w_5$
$a_1$	7,5186	-----	7,4755	7,4678	-----	-----
$b_1$	3662,5	5095,4	-----	5055,5	4882,0	-----
$c_1$	0,1412	0,1476	0,1465	-----	-----	-----
$a_2$	7,3186	-----	7,3219	7,3310	-----	-----
$b_2$	5074,8	4226,1	-----	4648,6	4751,5	-----
$c_2$	0,1485	0,1449	0,1780	-----	-----	-----
$a_3$	7,3889	-----	7,4486	7,4432	-----	-----
$b_3$	7930,1	7989,8	-----	5351,9	5224,2	-----
$c_3$	0,1539	0,1540	0,1456	-----	-----	-----
$a_4$	7,3173	-----	7,2947	7,2980	-----	-----
$b_4$	4155,4	3477,0	-----	4751,5	4925,1	-----
$c_4$	0,1445	0,1410	0,1476	-----	-----	-----
$a$	-----	7,3862	-----	-----	7,3845	7,3861
$b$	-----	-----	4946,2	-----	-----	4895,8
$c$	-----	-----	-----	0,1469	0,1469	0,1467
$n\hat{\sigma}^2$	60,94	64,43	63,20	62,84	67,62	71,95

TABELA 11 – Hipóteses avaliadas, valores da estatística do teste qui-quadrado calculado ( $\chi^2_{\text{calculado}}$ ), número de graus de liberdade e valor do teste qui-quadrado em 5% de probabilidade de erro ( $\chi^2_{\text{tabela}}$ ), para a comparação dos modelos do diâmetro de frutos de pimentão nas linhas laterais dos quadrantes nordeste e sudoeste, cultivados em estufa plástica na estação primavera/verão de 2005. Santa Maria, RS, 2006.

Hipóteses	$\chi^2_{\text{calculado}}$	Graus de liberdade	$\chi^2_{\text{tabela}}$
$H_0^{(1)*}$	2,895	3	7,815
$H_0^{(2)}$	1,895	3	7,815
$H_0^{(3)}$	1,599	3	7,815
$H_0^{(4)}$	5,409	6	12,592
$H_0^{(5)}$	8,638	9	16,919

\*  $H_0^{(1)}$ :  $a_1=a_2=a_3=a_4=a$  vs  $H_1^{(1)}$ : nem todos  $a_i$  são iguais;  $H_0^{(2)}$ :  $b_1=b_2=b_3=b_4=b$  vs  $H_1^{(2)}$ : nem todos  $b_i$  são iguais;  $H_0^{(3)}$ :  $c_1=c_2=c_3=c_4=c$  vs  $H_1^{(3)}$ : nem todos  $c_i$  são iguais;  $H_0^{(4)}$ :  $a_1=a_2=a_3=a_4=a$  e  $c_1=c_2=c_3=c_4=c$  vs  $H_1^{(4)}$ : pelo menos um é diferente;  $H_0^{(5)}$ :  $a_1=a_2=a_3=a_4=a$ ,  $b_1=b_2=b_3=b_4=b$  e  $c_1=c_2=c_3=c_4=c$  vs  $H_1^{(5)}$ : pelo menos um é diferente.



## **5 CONCLUSÕES**

Existe variabilidade entre as linhas de cultivo para o ponto de colheita de frutos de pimentão em estufa plástica.

Existe diferença entre as linhas de cultivo no crescimento de frutos de pimentão, em comprimento e diâmetro, na estação sazonal outono/inverno de 2006. Entretanto, não houve diferença entre as curvas de

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIOLO, J.L. et al. Influência da proteção ambiental com estufa de polietileno transparente sobre o crescimento e desenvolvimento de pimentão. **Ciência Rural**, v.21, n.2, p.191-204, 1991.

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

ANDRIOLO, J.L.; HELDWEIN, A.B. Influência da época de semeadura sobre o rendimento e qualidade fisiológica de sementes de pepino. **Ciência Rural**, v.21, n.1. p. 43 – 50, 1991.

AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114p.

BAKKER, J.C. The effects of temperature on flowering, fruit set and fruit development of glasshouse sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). **Journal of Horticultural Science**

CASTRO NETO, M.T.; REINHARDT, D.H. Relações entre parâmetros de crescimento do fruto da manga cv. Haden. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.1, p. 36-38, 2003.

CRITTEN, D.L.; BAILEY, B.J. A review of greenhouse engineering developments during de 1990s. **Agricultural and forest meteorology**, v. 112, p. 1 – 22, 2002.

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**, v. 37, n. 6, p. 735 – 743, 2002.

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**, v. 11, n. 1, p. 15 – 27, 2003.

DE KONING, A.N.M. **Development and dry matter distribution in tomato: a quantitative approach**. 1994. 240 f. Dissertation Agricultural University Wageningen, 1994.

FAO. **Protected cultivation in the mediterranean climate**. Rome, 1990. 313 p. (FAO Plant Production and Protection Paper, 90).

FARIAS, J.R.B. et al. Efeito da cobertura plástica de estufa sobre a radiação solar. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.1, n.1, p. 31-36, 1993.

FARIAS, J.R.B.; BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S.R. Evapotranspiração no interior de estufas plásticas. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.2, p. 17-22, 1994.

FEDERER, W.T. **Experimental design**. 3 ed. New York: Oxford & IBH Press, 1977. 591p.

FERNANDES, H.S. et al. Variação intracultivar de vigor em pimentão. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 3, n. 2, p. 95-98, 1997.

GALVANI, E. et al. Parâmetros meteorológicos em cultura de alface (*Lactuca sativa* L.) cultivada em casas de vegetação com orientações leste-oeste, norte-sul e condições externas. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.6, n.2, p. 157-163, 1998.

GUIMARÃES, D.P. Um modelo de passo invariante baseado na função de Gompertz para prognose do crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n.1, p. 75-81, 2000.

LOMBARDI, S.R.B.; MORAES, D.M.; CAMELATTO, D. Avaliação do crescimento e da maturação pós-colheita de pêras da cultivar Shinsseiki. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n.12, p. 2399-2405, 2000.

LORENTZ, L.H. **Variabilidade da produção de frutos de pimentão em estufa plástica, relacionada com técnicas experimentais**. 2004. 84 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

LÚCIO, A.D. et al. Qualidade experimental nos ensaios de competição de cultivares em função da variabilidade de variáveis morfológicas. **Revista de la Facultad de Agronomía**, La Plata, v. 105, n. 2, p. 11-17. 2004.

MARCELIS, L.F.M. et al. Flower and fruit abortion in sweet peper in relation to source and sink strength. **Journal of Experimental Botany**, v. 55, n. 406, p. 2261-2268, 2004.

MARCELIS, L.F.M.; HOFMAN-EIJER, L.R.B. Growth analysis of sweet peper fruit (*Capsicum annuum* L.). **Acta Horticulturae**, v. 412, p. 470-478, 1995.

MARTINS, L.P. et al. Desenvolvimento de frutos de ciriguela (*Spondias purpurea* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 21, n.1, p. 11-14, 2003.

MELLO, R.M. **Tamanho e forma ótimos de parcela para as culturas da abóbora italiana e do pimentão, conduzidas em estufa plástica**. 2003. 75 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

MELO, A.M.T. **Análise genética de caracteres de frutos em híbridos de pimentão**. 1997. 112 f. Tese (doutorado em genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

MIRANDA FILHO, J.B. Princípios de experimentação e análise estatística. **Melhoramento e produção de milho no Brasil**, v. 2, p. 765-794, 1987.

MONTEIRO, J.I. et al. Climateunder plastic in the Almeria. **Acta Horticulturae**, v. 170, p. 227-234, 1985.

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

MOURA, F.T. et al. Evolução do crescimento e da maturação de frutos de cajazeira (*Spondias mombin* L.). **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**, v. 47, p. 232-234, 2003.

REGAZZI, A.J. Teste para verificar a igualdade de parâmetros e a identidade de modelos de regressão não-linear. **Revista Ceres**, v.50, n.287, p. 9-26, 2003.

REIFSCHNEIDER, F.J.B. (Org.) **Capsicum: pimentas e pimentões do Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2000. 113p.

REIFSCHNEIDER, F.J.B.; RIBEIRO, C.S. **Sistema de produção de pimentas** (*Capsicum spp.*). Boletim técnico n. 4, 2004. Versão eletrônica. Disponível em [www.cnph.embrapa.com.br](http://www.cnph.embrapa.com.br). Acesso em 21 de agosto de 2006.

RODRIGUES, B.B. Top 10. **Hortifruti Brasil**, ano 4, n. 45, p. 5-11, 2006.

RODRIGUES, G. D. Técnicas de la producción de semillas de plantas hortícolas. **Hortofruticultura**, v.5, p.31-36, 1990.

SAS Institute Inc. SAS technical report SAS / STAT software: changes and enhancement relase 607, Cary Nc: SAS Institute Inc., 1992.

SCHMOLZER, I.P.; SILVA, E.C.; MACIEL, G.M. Avaliação de cultivares de pimentão em cultivo protegido no solo. IN: 43º CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 2003, Recife. **Anais...** Brasília: Horticultura Brasileira - SOB, 2003, v.21.

SOUZA, M.F de. **Estimativa do tamanho de amostra para culturas olerícolas em ambientes protegidos**. 2001. 65f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2001.

STEEL, R.G.D. et al. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. New York: McGraw-Hill BookCo,1997. 481 p.

STORCK, L. **Estimativa para tamanho e forma de parcela e número de repetições para experimentos com milho (*Zea mays* L.)**. 1979. 98 f. Dissertação

(Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1979.

STORCK, L. et al. **Experimentação vegetal**. Santa Maria: UFSM, 2006.

TAPIA, G.J. Filmes térmicos para invernaderos. **Revista de los Plásticos Modernos**, v. 295, p.75-82, 1981.

TEDESCO, M.J. et al. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: Núcleo Regional Sul – Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. 400 p.

## 7 ANEXOS

ANEXO 1 – Número total de plantas colhidas, média, máximo, mínimo e desvio padrão do número de frutos de pimentão colhidos por planta, em cada colheita e no total, na estação primavera/verão de 2005. Santa Maria, RS, 2006.

	Linhas de cultivo							
	Quadrante Nordeste				Quadrante Sudoeste			
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Primeira colheita							
Média	1,42	1,80	2,33	2,12	2,75	2,86	2,72	2,76
Máximo	2	5	4	4	5	6	4	6
Mínimo	1	1	1	1	1	1	1	1
Desvio padrão	0,51	1,27	1,03	1,27	1,12	1,28	1,22	1,55
Número de plantas colhidas	12	12	6	17	20	21	18	21
	Segunda colheita							
Média	3,05	2,89	2,70	2,73	3,41	2,70	3,36	1,67
Máximo	7	7	8	6	8	8	9	3
Mínimo	1	1	1	1	1	1	1	1
Desvio padrão	1,69	2,02	1,94	1,67	2,17	2,05	2,21	0,84
Número de plantas colhidas	18	19	14	22	22	17	14	18
	Terceira colheita							
Média	2,94	2,28	3,08	2,93	2,46	2,06	3,09	3,07
Máximo	7	7	5	6	5	4	6	7
Mínimo	1	1	1	1	1	1	1	1
Desvio padrão	1,85	1,96	1,50	1,67	1,51	1,29	1,64	2,37
Número de plantas colhidas	17	18	13	15	13	16	11	14
	Total							
Média	6,10	5,20	5,10	5,60	6,70	6	6,20	5,20
Máximo	13	10	11	13	12	14	12	13
Mínimo	1	1	1	1	2	2	1	1
Desvio padrão	3,30	2,60	2,70	2,80	2,50	3,30	2,80	3,20
Número de plantas colhidas	20	23	18	25	24	23	21	25



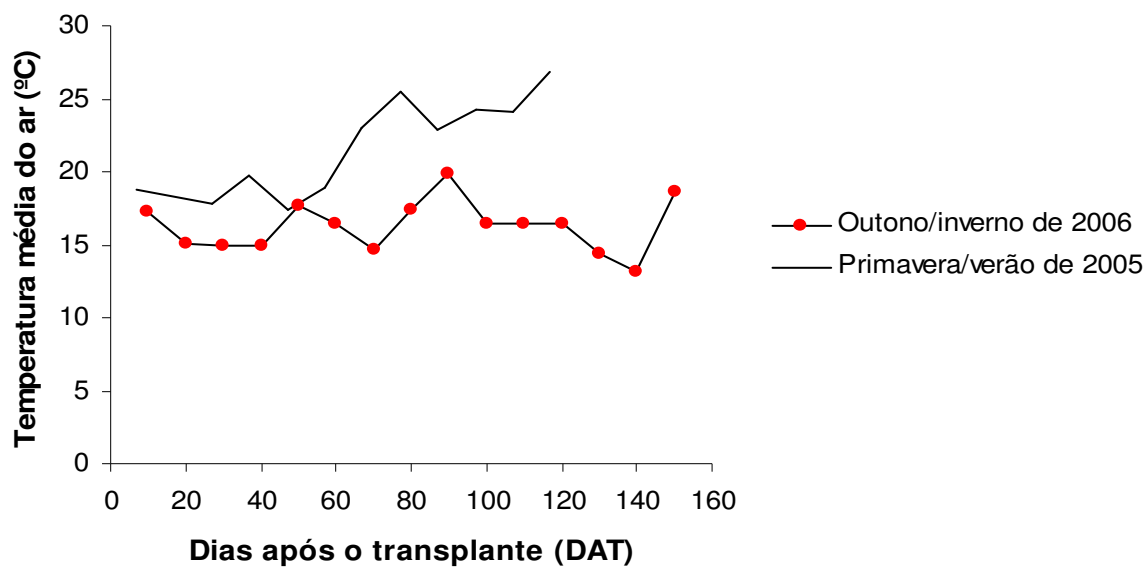
ANEXO 2 – Número total de plantas colhidas, média, máximo, mínimo e desvio padrão do número de frutos de pimentão colhidos por planta, em cada colheita e no total, na estação outono/inverno de 2006. Santa Maria, RS, 2006.

	Linhas de cultivo							
	Quadrante Nordeste				Quadrante Sudoeste			
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Primeira colheita							
Média	1,08	1	1,15	1,17	1	1,25	1	1
Máximo	2	1	2	2	1	2	1	1
Mínimo	1	1	1	1	1	1	1	1
Desvio padrão	0,27	0	0,37	0,39	0	0,62	1	0
Número de plantas colhidas	13	13	13	12	7	12	15	9
	Segunda colheita							
Média	1,77	1,50	1,43	1,43	1,73	1,44	1,79	1,57
Máximo	3	2	3	3	3	3	3	3
Mínimo	1	1	1	1	1	1	1	1
Desvio padrão	0,83	0,52	0,65	0,65	0,80	0,63	0,85	0,76
Número de plantas colhidas	13	12	14	14	15	16	19	14
	Terceira colheita							
Média	1,79	2,45	2,6	2,09	1,43	2,17	1,70	1,87
Máximo	5	5	6	4	3	5	5	6
Mínimo	1	1	1	1	1	1	1	1
Desvio padrão	1,13	1,1	1,75	0,83	0,65	1,53	1,1	1,4
Número de plantas colhidas	19	20	18	21	14	12	17	16
	Total							
Média	3,1	3,4	3,4	3,5	2,7	2,9	3,4	2,8
Máximo	6	6	7	5	5	6	7	7
Mínimo	1	1	1	2	1	1	1	1
Desvio padrão	1,2	1,4	1,8	0,9	1,1	1,5	1,4	1,6
Número de plantas colhidas	23	23	24	22	19	22	23	22

ANEXO 3 – Número total de plantas colhidas, média, máximo, mínimo e desvio padrão da fitomassa fresca de frutos de pimentão (g) colhidos por planta, em cada colheita e no total, na estação primavera/verão de 2005. Santa Maria, RS, 2006.

	Linhas de cultivo							
	Quadrante Nordeste				Quadrante Sudoeste			
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Primeira colheita							
Média	219,8	258,6	401,1	256,1	402,0	364,9	353,9	349,8
Máximo	454,5	560,5	738,0	734,2	723,8	680,3	562,7	928,5
Mínimo	97,6	114,4	189,9	54,1	107,2	106,8	105,3	95,7
Desvio padrão	107,5	153,1	227,6	226,1	177,9	155,3	149,9	208,2
Número de plantas colhidas	12	12	6	17	20	21	18	21
	Segunda colheita							
Média	425,3	401,5	378,4	348,0	394,9	251,8	350,4	142,8
Máximo	846,5	975,9	1228,4	659,9	832,9	697,6	901,1	294,5
Mínimo	168,2	63,2	65,0	83,7	70,5	45,4	24,9	24,9
Desvio padrão	182,7	287,6	337,7	192,1	225,8	177,8	242,4	98,2
Número de plantas colhidas	18	19	14	22	22	17	14	18
	Terceira colheita							
Média	337,7	280,3	385,1	362,3	258,9	231,9	288,3	248,4
Máximo	631,3	906,6	760,6	838,9	574,9	533,6	519,3	842,9
Mínimo	88,0	50,8	110,1	107,7	60,1	81,8	74,3	51,1
Desvio padrão	172,1	245,1	195,4	222,8	149,1	154,1	148,9	218,4
Número de plantas colhidas	17	18	13	15	13	16	11	14
	Total							
Média	801,9	697,2	706,2	697,8	837,3	696,6	687,9	535,8
Máximo	1622,6	1260,3	1668,4	1635,8	1520,9	1487,6	1319,6	1167,7
Mínimo	152,9	66,5	65,0	91,7	177,7	158,7	91,6	51,1
Desvio padrão	416,2	369,9	467,9	404,6	307,8	350,2	335,4	318,8
Número de plantas colhidas	20	23	18	25	24	23	21	25





ANEXO 5 – Temperatura média do ar, por decêndio, para o período de 23/09/2005 a 04/01/2006 (primavera/verão de 2005) e de 22/04/2006 a 19/09/2006 (outono/inverno de 2006) para a região de Santa Maria, RS, 2006.

ANEXO 6 – Média, máximo, mínimo e desvio padrão do comprimento e diâmetro de frutos de pimentão (cm), em cada colheita e no total, na estação primavera/verão de 2005. Santa Maria, RS, 2006.

	Linhas de cultivo			
	Quadrante Nordeste		Quadrante Sudoeste	
	1	4	5	8
	Comprimento final de frutos			
Média	10,7	9,8	9,8	9,7
Máximo	14,4	14,0	13,4	12,4
Mínimo	9,80	10,0	9,6	8,0
Desvio padrão	1,75	1,26	1,39	1,51
	Diâmetro final de frutos			
Média	7,2	6,7	7,0	6,9
Máximo	10,2	8,4	8,5	8,2
Mínimo	6,0	6,0	6,5	5,6
Desvio padrão	1,20	0,70	0,60	0,70

ANEXO 7 – Média, máximo, mínimo e desvio padrão do comprimento e diâmetro de frutos de pimentão (cm), em cada colheita e no total, na estação outono/inverno de 2006. Santa Maria, RS, 2006.

	Linhas de cultivo			
	Quadrante Nordeste		Quadrante Sudoeste	
	1	4	5	8
	Comprimento final de frutos			
Média	17,5	16,2	15,9	15,4
Máximo	20,0	18,0	19,0	16,5
Mínimo	16,0	14,0	9,2	11,0
Desvio padrão	1,60	1,76	2,90	1,70
	Diâmetro final de frutos			
Média	7,7	7,3	7,4	7,1
Máximo	9,0	9,0	10,0	8,0
Mínimo	7,0	6,4	6,0	6,0
Desvio padrão	0,70	0,70	1,10	0,60

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)