

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

**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE FRUTOS DE  
GOIABEIRA (*Psidium guajava* L.) IRRIGADA POR  
GOTEJAMENTO.**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Raimundo Thiago Lima da Silva**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2012**

**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE FRUTOS DE  
GOIABEIRA (*Psidium guajava* L.) IRRIGADA POR  
GOTEJAMENTO.**

**Raimundo Thiago Lima da Silva**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de concentração em Engenharia de Água e Solo, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Agrícola**.

**Orientador: Toshio Nishijima**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2012**

S586p Silva, Raimundo Thiago Lima da  
Produtividade e qualidade de frutos de goiabeira (*Psidium guajava* L.)  
irrigada por gotejamento / por Raimundo Thiago Lima da Silva. – 2012.  
100 p. : il. ; 31 cm

Orientador: Toshio Nishijima.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro  
de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola,  
RS, 2012

1. Cultura da goiabeira 2. Produção agrícola 3. Lâminas de irrigação  
4. Evapotranspiração 5. Irrigação complementar I. Nishijima, Toshio II.  
Título.

CDU 634.42

Ficha catalográfica elaborada por Simone G. Maisonave – CRB 10/1733  
Biblioteca Central da UFSM

---

© 2012

Todos os direitos autorais reservados a Raimundo Thiago Lima da Silva. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita com autorização por escrito do autor. Fone (0xx)55 81345306; Endereço Eletrônico: thiagoufra@hotmail.com

---

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

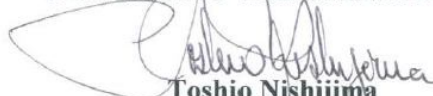
A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE FRUTOS DE GOIABEIRA  
(*Psidium guajava* L.) IRRIGADA POR GOTEJAMENTO.**

Elaborada por  
**Raimundo Thiago Lima da Silva**

Como requisito parcial para a obtenção de grau de  
**Mestre em Engenharia Agrícola**

**COMISSÃO EXAMINADORA**

  
**Toshio Nishijima**  
(Presidente/Orientador)

  
**Diniz Fronza, Dr. (UFSM)**

  
**Maria Auxiliadora Feijó Gomes, Dra. (UFRA)**

Santa Maria, 19 de janeiro de 2012.

## **OFEREÇO**

**À Deus pela vida.**

**Aos meus pais, Lucivaldo da Silva e  
Francisca Orquidia Lima de Queiroz.**

## **DEDICO**

**Aos meus avós Wilson Ferreira de Queiroz e  
Rita Lima de Queiroz**

## **Agradecimentos**

Primeiramente agradeço a Deus, pois nada sou sem sua ajuda divina.

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, pela possibilidade de cursar o mestrado.

Ao CNPQ pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Toshio Nishijima, pela orientação, paciência, confiança, incentivo, amizade e principalmente pelos conhecimentos compartilhados.

Aos professores Diniz Fronza e Arno Bernardo Heldwein pela co-orientação e colaboração no desenvolvimento do trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, pelos conhecimentos compartilhados.

Ao Colégio Politécnico da UFSM, por disponibilizar o setor de fruticultura onde o pomar de goiabeiras está localizado, e por ceder suas instalações, funcionários e bolsistas para a realização desta pesquisa.

Ao Sistema IRRIGA da UFSM, pela disponibilidade de laboratório para a realização das análises Físicas do solo.

Ao Doutorando do PPGEA Juliano Dalcin Martins, pela amizade, pela ajuda durante a realização das análises de solo e esclarecimentos de dúvidas sobre o trabalho.

À professora Ana Paula Daniel, por disponibilizar o laboratório e seus bolsistas para ajudar nas análises químicas dos frutos durante o experimento.

Ao Professor Sidinei José Lopes por auxiliar nas análises estatísticas dos dados do trabalho.

À minha namorada Ariele Carneiro de Andrade pelo apoio durante a realização deste trabalho.

A todas as pessoas que não foram mencionadas, mas que de alguma forma auxiliaram na realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

**Muito obrigado!**

“Viva de maneira a não se arrepender se algo que você disser ou fizer for publicado. Mesmo que o que for publicado seja mentira.”

(Winston Churchill)

“Não somos ricos pelas coisas que possuímos, mas pelo que podemos realizar sem possuí-las.”

(Immanuel Kant)

“O ideal não consiste em fazer coisas extraordinárias, mas sim em fazer coisas ordinárias extraordinariamente bem feitas.”

(São Vicente de Paulo)

## **RESUMO**

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola  
Universidade Federal de Santa Maria

### **PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE FRUTOS DE GOIABEIRA (*Psidium guajava* L.) IRRIGADA POR GOTEJAMENTO.**

AUTOR: RAIMUNDO THIAGO LIMA DA SILVA

ORIENTADOR: TOSHIO NISHIJIMA

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 19 de janeiro de 2012.

Em razão da má distribuição das precipitações pluviais durante o ciclo produtivo da goiabeira em Santa Maria, RS, torna-se cada vez mais necessário o uso da irrigação complementar, como instrumento que pode atenuar os efeitos do déficit hídrico para a cultura. Para tanto a irrigação localizada tem se mostrado como um dos métodos mais recomendados para a goiabeira. Portanto o presente trabalho teve como objetivo avaliar os incrementos de produtividades e qualidade de frutos de goiabeira, irrigada por gotejamento no município de Santa Maria, além de avaliar o efeito dos fatores climáticos sobre a qualidade de frutos (pH, sólidos solúveis totais e acidez total titulável), e propor um manejo eficiente de irrigação nas condições locais. O experimento foi instalado, no Setor de Fruticultura do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria no Rio Grande do Sul. O delineamento adotado foi o de blocos casualizados, com cinco tratamentos distribuídos em seis repetições. Os tratamentos consistiram na aplicação de lâminas de água por gotejamento, correspondentes a reposições de 0, 40, 60, 80, e 100%, a serem aplicadas a cada 20 mm da evapotranspiração máxima acumulada (ET<sub>mac</sub>) pela cultura da goiabeira. Já para análise dos dados de pH, sólidos solúveis totais (SST) e acidez total titulável (ATT) dos frutos, os tratamentos foram dispostos em delineamento de blocos ao acaso mas em arranjo fatorial 5x3, sendo cinco lâminas de irrigação e três épocas de colheita de frutos. A evapotranspiração de referência foi estimada a partir dos dados da Estação meteorológica automática localizada na UFSM, com a equação de Penman Monteith. Os resultados mostraram que não ocorreram diferenças estatisticamente significativas nos parâmetros, comprimento, diâmetro, relação comprimento/diâmetro, quantidade de lóculos, massa, pH, SST e ATT dos frutos sob influências das lâminas de irrigação, entretanto a irrigação influenciou o número de frutos por planta, a produtividade e o volume do fruto. Observou-se ainda que os fatores radiação solar, insolação e temperatura do ar interferiram significativamente nos parâmetros químicos dos frutos.

**Palavras-chave:** Lâminas de irrigação; Evapotranspiração; Irrigação complementar.

## **ABSTRACT**

Master Dissertation  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola  
Universidade Federal de Santa Maria

### **PRODUCTIVITY AND FRUIT QUALITY OF GUAVA TREES (*Psidium guajava* L.) DRIP IRRIGATED.**

AUTHOR: RAIMUNDO THIAGO LIMA DA SILVA

ADVISOR: TOSHIO NISHIJIMA

Place of Defense and Date: Santa Maria, January 19, 2012.

Due to the poor distribution of rainfalls during the production cycle of guava in Santa Maria, RS, it becomes increasingly necessary to use supplementary irrigation, as a tool that can alleviate the effects of drought for the crop. In this way, the irrigation has proven to be one of the most recommended methods for guava. Thus this study aimed to evaluate the increments of productivity and quality of guava fruits drip irrigated in the municipality of Santa Maria, besides evaluating the effect of climatic factors on the quality of fruits (pH, soluble solids and titratable acidity), and propose an efficient way to manage irrigation on local conditions. The experiment was installed in the Fruticulture Sector of Polytechnic School of the Universidade Federal de Santa Maria in Rio Grande do Sul. The study was made on randomized complete block design distributed in five treatments with six repetitions. The treatments consisted of applying water depth by drip, corresponding to replacement of 0, 40, 60, 80, and 100%, being applied to each 20 mm of maximum cumulative evapotranspiration (ET<sub>mac</sub>) by the culture of guava. As for data analysis of pH, total soluble solids (SST) and titratable acidity (ATT) of the fruits, treatments were arranged in a randomized block design but in factorial arrangement 5x3, being five irrigation depth and three cropping season fruits. The reference of evapotranspiration was estimated from the automatic data collected from Weather Station located at UFSM with the Penman Monteith equation. The results showed no statistically significant differences in the parameters, length, diameter, length / diameter relation, number of locules, mass, pH, SST and ATT of the fruits under the influence of irrigation water, however irrigation influenced the number of fruits per plant, productivity and the volume of fruit. It was also observed that the factors sunlight, solar radiation and air temperature interfered significantly in the chemical parameters of fruit.

**Keywords:** Irrigation depth; Evapotranspiration; Supplementary irrigation.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Vista superior da área experimental do Colégio Politécnico de Universidade Federal de Santa Maria – UFSM e demonstração da área do experimento. Santa Maria, 2010. Fonte: <a href="http://earth.google.com">http://earth.google.com</a> .....33
Figura 2 -	Teste de infiltração de água no solo, usando a metodologia de duplo anel concêntrico, Santa Maria, RS, 2010.....35
Figura 3 -	Metodologia para a obtenção da curva de retenção de água no solo, sendo: cilindros metálicos (A), amostras de solo (B), terra fina seca ao ar (C), mesa de tensão (D), painéis de pressão (E) e dewpoint potentiometer WP4 (F).....40
Figura 4 -	Armadilha tipo McPhail usada no experimento para o controle da mosca das frutas ( <i>Anastrepha</i> sp e <i>Ceratitis capitata</i> ) em Santa Maria, RS, 2010 - 2011.....43
Figura 5 -	Fruto de goiabeira com sintoma característico de ferrugem ( <i>Puccinia psidii</i> ) em Santa Maria, RS, 2010-2011.....44
Figura 6 -	Poda de frutificação total no pomar de goiabeira (A) e brotações na base do caule da goiabeira (B) em Santa Maria, RS, 2010-2011.....45
Figura 7 -	Coroamento ao redor das plantas de goiabeira, em Santa Maria, RS, 2010-2011.....45
Figura 8 -	Raleio de frutos de goiabeira em Santa Maria, RS, 2010 – 2011.....46
Figura 9 -	Fruto pronto para colheita no pomar de goiabeiras em Santa Maria, RS, 2011.....47
Figura 10 -	Disposição após sorteio dos tratamentos nos blocos experimentais, com uma planta por parcela. Santa Maria, 2010.....53
Figura 11 -	Caracterização fenológica de goiabeira cultivar paluma referente ao estágio de brotação, em Santa Maria –RS.....59
Figura 12 -	Caracterização fenológica de goiabeira cultivar paluma referente ao estágio de crescimento vegetativo, em Santa Maria –RS.....60
Figura 13 -	Caracterização fenológica de goiabeira cultivar paluma referente ao estágio de floração, em Santa Maria –RS.....60
Figura 14 -	Caracterização fenológica de goiabeira cultivar paluma referente ao estágio de primeira fase de crescimento de frutos, em Santa Maria –RS.....61
Figura 15 -	Caracterização fenológica de goiabeira cultivar paluma referente ao estágio de segunda fase de crescimento de frutos, em Santa Maria –RS.....61
Figura 16 -	Caracterização fenológica de goiabeira cultivar paluma, referente ao estágio de terceira fase de crescimento e maturação de frutos, em Santa Maria – RS.....62
Figura 17 -	Caracterização fenológica de goiabeira cultivar paluma, referente ao estágio de colheita, em Santa Maria –RS.....62
Figura 18 -	Comportamento da temperatura máxima, média e mínima do ar (°C), em um ciclo fenológico da goiabeira, em função dos dias após a poda (DAP), em Santa Maria - RS. Data da poda: 14/09/2010.....63
Figura 19 -	Comportamento da umidade relativa do ar (%), em um ciclo fenológico da goiabeira, em função dos dias após a poda (DAP), em Santa Maria - RS. Data da poda: 14/09/2010.....64
Figura 20 -	Comportamento da radiação solar (MJ.m <sup>-2</sup> .dia <sup>-1</sup> ), em um ciclo fenológico da goiabeira, em função dos dias após a poda (DAP), em Santa Maria - RS. Data da poda: 14/09/2010.....65

Figura 21 -	Comportamento da insolação ( $\text{h.dia}^{-1}$ ), em um ciclo fenológico da goiabeira, em função dos dias após a poda (DAP), em Santa Maria - RS. Data da poda: 14/09/2010.....	66
Figura 22 -	Comportamento da velocidade do vento a 2,0 m de altura ( $\text{m.s}^{-1}$ ), em um ciclo fenológico da goiabeira, em função dos dias após a poda (DAP), em Santa Maria - RS. Data da poda: 14/09/2010.....	66
Figura 23 -	Comportamento da precipitação pluviométrica e das irrigações, em um ciclo fenológico da goiabeira, em função dos dias após a poda (DAP), em Santa Maria - RS. Data da poda: 14/09/2010.....	67
Figura 24 -	Comportamento da evapotranspiração de referência e evapotranspiração máxima da cultura em um ciclo fenológico da goiabeira, em função dos dias após a poda (DAP), em Santa Maria - RS. Data da poda: 14/09/2010.....	68
Figura 25 -	Valores médios de comprimento de frutos de goiabeira, cultivar Paluma sob irrigação por gotejamento, segundo lâminas de irrigação complementar.....	70
Figura 26 -	Valores médios de diâmetro de frutos de goiabeira, cultivar Paluma sob irrigação por gotejamento, segundo lâminas de irrigação complementar.....	71
Figura 27 -	Valores médios da relação comprimento/ diâmetro (C/D) de frutos de goiabeira, cultivar Paluma sob irrigação por gotejamento, segundo lâminas de irrigação complementar.....	71
Figura 28 -	Valores médios de massa de frutos de goiabeira cultivar Paluma sob irrigação por gotejamento, segundo lâminas de irrigação complementar.....	72
Figura 29 -	Valores médios de número de frutos por planta de goiabeira cultivar Paluma sob irrigação por gotejamento, segundo lâminas de irrigação complementar...	73
Figura 30 -	Valores médios de produtividade ( $\text{t.ha}^{-1}$ ) de goiabeira cultivar Paluma sob irrigação por gotejamento, segundo lâminas de irrigação complementar.....	74
Figura 31 -	Valores médios de quantidade lóculos por fruto de goiabeira cultivar Paluma sob irrigação por gotejamento, segundo lâminas de irrigação complementar...	75
Figura 32 -	Valores Médios de Volume de frutos de goiabeira cultivar Paluma sob irrigação por gotejamento, segundo lâminas de irrigação complementar.....	76
Figura 33 -	Valores Médios de SST do fruto de goiabeira cultivar Paluma sob irrigação por gotejamento, segundo lâminas de irrigação complementar.....	77
Figura 34 -	Valores Médios de pH do fruto de goiabeira cultivar Paluma sob irrigação por gotejamento, segundo lâminas de irrigação complementar.....	78
Figura 35 -	Valores Médios de Acidez total titulável (ATT) do fruto de goiabeira cultivar Paluma sob irrigação por gotejamento, segundo lâminas de irrigação complementar.....	79

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Densidade do solo, densidade de partícula, % de argila, % de areia, % de silte e textura do solo da área experimental de goiabeiras, determinadas nas profundidades de 0,0 a 0,10 m, 0,10 a 0,20 m e de 0,20 a 0,30 m do solo na UFSM. Santa Maria, 2010.....	38
Tabela 2 -	Microporosidade, macroporosidade, porosidade total e porcentagem de sólidos do solo da área experimental de goiabeiras, determinado nas profundidades de 0 a 0,10 m, 0,10 a 0,20m e de 0,20 a 30 m do solo na UFSM. Santa Maria, 2010.....	42
Tabela 3 -	Valores do coeficiente de cultura (Kc), para cada fase fenológica da goiabeira, cultivar Paluma: F1 – brotações, F2 – crescimento vegetativo, F3 – floração, F4 – primeira fase de crescimento de frutos, F5 – segunda fase de crescimento de frutos, F6 – terceira fase de crescimento de frutos, maturação e colheita, Santa Maria -RS.....	50
Tabela 4 -	Os tratamentos correspondentes às diferentes percentagens da evapotranspiração máxima acumulada da cultura e suas respectivas lâminas de irrigação.....	53
Tabela 5 -	Fases fenológicas da goiabeira ( <i>Psidium guajava</i> L.), cultivar Paluma, após a poda de frutificação realizada no dia 14/09/2010, no Setor de Fruticultura do Colégio Politécnico da UFSM, Santa Maria – RS.....	58
Tabela 6 -	Número de irrigações, lâmina aplicada, lâmina total aplicada, precipitação pluviométrica, total de água aplicada, evapotranspiração máxima acumulada e saldo hídrico, no pomar de goiabeiras em Santa Maria, RS, 2010-2011.....	69
Tabela 7 -	Medias de sólidos solúveis totais (Grau Brix) de frutos de goiabeira cultivar Paluma, por três épocas de colheita em Santa Maria, 2011.....	77
Tabela 8 -	Medias do pH de frutos de goiabeira cultivar Paluma, analisado em três épocas de colheita em Santa Maria, 2011.....	79
Tabela 9 -	Médias de acidez total titulável de frutos de goiabeira cultivar Paluma, por três épocas de colheita em Santa Maria, 2011.....	80

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AD	- Água disponível no solo (mm)
ATP	- Adenosina Trifosfato
ATT	- Acidez Total Titulável
C	- Comprimento do fruto
CAD	- Capacidade de armazenamento de água disponível no solo (mm)
D	- Diâmetro do fruto
DAP	- Dias Após a Poda
Dp	- Densidade de Partícula
Ds	- Densidade do Solo
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	- Instituto Nacional de Meteorologia
LB	- Lâmina Bruta (mm)
pH	- Potencial Hidrogeniônico
SST	- Sólidos Solúveis Totais
TFSA	- Terra Fina Seca ao Ar
UFSM	- Universidade Federal de Santa Maria
UNESP	- Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

## LISTA DE SÍMBOLOS

$\Delta$	- Declividade da tangente à curva de pressão de saturação do vapor d'água do ar
$d$	- Déficit de saturação do ar (kPa)
$e$	- Pressão parcial de vapor d'água (kPa)
$E_a$	- Eficiência de aplicação do sistema de irrigação
$e_s$	- Pressão de saturação do vapor d'água no ar (kPa)
$ET_m$	- Evapotranspiração máxima da cultura da goiabeira (mm.dia <sup>-1</sup> )
$ET_o$	- Evapotranspiração de referência (mm.dia <sup>-1</sup> )
$f$	- Fator de correção da umidade.
$F_1$	- Período de brotação
$F_2$	- Crescimento vegetativo
$F_3$	- Floração
$F_4$	- Primeira fase de crescimento de frutos
$F_5$	- Segunda fase de crescimento de frutos
$F_6$	- Terceira fase de crescimento de frutos, maturação e colheita
$K_c$	- Coeficiente de cultura
$M_s$	- Massa do solo seco (g)
$M_u$	- Massa do solo úmido (g)
$N$	- Duração Astronômica do dia em função da latitude (h)
$n$	- Insolação diária (h)
$p$	- Profundidade efetiva do sistema radicular (mm)
$P_1$	- Peso do solo saturado com água (g)
$P_2$	- Peso da amostra após ser submetida a uma tensão de 60 cm de coluna d'água (g)
$P_3$	- Peso da amostra seca em estufa a 105°C (g)
$r$	- Refletividade da superfície de referência
$r_a$	- Resistência aerodinâmica ao transporte de vapor d'água (s.m <sup>-1</sup> )
$r_c$	- Resistência da vegetação de referência (s.m <sup>-1</sup> )
$R_g$	- Radiação solar global incidente transformada para MJ.m <sup>-2</sup> .dia <sup>-1</sup>
$UR$	- Umidade relativa, média diária do ar (%)
$V_s$	- Volume ocupado pela amostra de solo (cm <sup>3</sup> )
WP4	- Dewpoint potentiometer

$\gamma^*$	- Constante psicrométrica modificada (kPa.°C <sup>-1</sup> )
$\varepsilon$	- Emissividade
$\theta$	- Conteúdo de água no solo com base em volume (cm <sup>3</sup> .cm <sup>-3</sup> )
$\theta_{cc}$	- Umidade do solo na capacidade de campo cm <sup>3</sup> .cm <sup>-3</sup> )
$\theta_{pmp}$	- Umidade no ponto de murcha permanente (cm <sup>3</sup> .cm <sup>-3</sup> )
$\lambda$	- Calor latente de evaporação (MJ.kg <sup>-1</sup> )
$\sigma$	- Constante de Stefan-Boltzman

## LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A -	Infiltração acumulada de água no solo da área do experimento em Santa Maria, RS, 2010.....	92
Apêndice B -	Taxa de infiltração de água no solo e sua respectiva equação de infiltração (Kostiakov) da área do experimento em Santa Maria, RS, 2010.....	92
Apêndice C -	Curva característica de água no solo de 0,0 a 0,30 m de profundidade, na área experimental, Santa Maria, 2010.....	93
Apêndice D -	Resultado da análise química de solo na profundidade de 0,0 - 0,20 m. Diagnóstico para acidez, calagem, macronutrientes do solo da área experimental, Santa Maria, RS, 2010.....	93
Apêndice E -	Análise de variância para o comprimento de frutos de goiabeira, em blocos ao acaso, com cinco tratamentos de irrigação por gotejamento, distribuídos em seis repetições, em Santa Maria-RS, 2011.....	94
Apêndice F -	Análise de variância para o diâmetro de frutos de goiabeira, em blocos ao acaso, com cinco tratamentos de irrigação por gotejamento, distribuídos em seis repetições, em Santa Maria-RS, 2011.....	94
Apêndice G -	Análise de variância para a relação comprimento/ diâmetro de frutos de goiabeira, em blocos ao acaso, com cinco tratamentos de irrigação por gotejamento, distribuídos em seis repetições, em Santa Maria-RS, 2011....	95
Apêndice H -	Análise de variância para produtividade ( $t \cdot ha^{-1}$ ) de goiabeira em blocos ao acaso, com cinco tratamentos de irrigação por gotejamento, distribuídos em seis repetições, em Santa Maria-RS, 2011.....	95
Apêndice I -	Análise de variância para número de frutos por planta de goiabeira em blocos ao acaso, com cinco tratamentos de irrigação por gotejamento, distribuídos em seis repetições, em Santa Maria-RS, 2011.....	96
Apêndice J -	Análise de variância para massa de frutos de goiabeira em blocos ao acaso, com cinco tratamentos de irrigação por gotejamento, distribuídos em seis repetições, em Santa Maria-RS, 2011.....	96
Apêndice L -	Análise de variância para quantidade de lóculos por fruto de goiabeira em blocos ao acaso, com cinco tratamentos de irrigação por gotejamento, distribuídos em seis repetições, em Santa Maria-RS, 2011.....	97
Apêndice M -	Análise de variância para volume ( $cm^3$ ) de frutos de goiabeira em blocos ao acaso, com cinco tratamentos de irrigação por gotejamento, distribuídos em seis repetições, em Santa Maria-RS, 2011.....	97
Apêndice N -	Análise de variância para sólidos solúveis totais ( $^{\circ}Brix$ ) de frutos de goiabeira cultivar Paluma em delineamento de blocos ao acaso em esquema fatorial com três épocas de colheita e quatro lâminas e uma testemunha de irrigação, distribuídos em seis repetições em Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2011.....	98
Apêndice O -	Análise de regressão polinomial para sólidos solúveis totais ( $^{\circ}Brix$ ) dos frutos de goiabeira para as quatro lâminas e uma testemunha de irrigação..	98
Apêndice P -	Análise de variância para pH de frutos de goiabeira cultivar Paluma em delineamento de blocos ao acaso em esquema fatorial com três épocas de colheita e quatro lâminas e uma testemunha de irrigação, distribuídos em seis repetições em Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2011.....	99
Apêndice Q -	Análise de regressão polinomial para pH dos frutos de goiabeira para as quatro lâminas e uma testemunha de irrigação.....	99

Apêndice R -	Análise de variância para acidez total titulável de frutos de goiabeira cultivar Paluma em delineamento de blocos ao acaso em esquema fatorial com três épocas de colheita e quatro lâminas e uma testemunha de irrigação, distribuídos em seis repetições em Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2011.....	100
Apêndice S -	Análise de regressão polinomial para acidez total titulável dos frutos de goiabeira para as quatro lâminas e uma testemunha de irrigação.....	100

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>19</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>21</b>
2.1 Considerações sobre a cultura da goiabeira.....	21
2.2 A importância sócio-econômica.....	22
2.3 A cultivar Paluma.....	23
2.4 Fenologia da cultura.....	23
2.5 Aspectos edáficos no cultivo da goiabeira.....	24
2.5.1 Condições físicas.....	24
2.5.2 Condições químicas.....	25
2.6 Aspectos climáticos do cultivo.....	27
2.7 Principais pragas e doenças.....	28
2.8 Poda.....	29
2.9 Necessidade hídrica.....	30
2.10 Irrigação localizada.....	31
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>33</b>
3.1 Local.....	33
3.2 Solo.....	34
3.3 Avaliações físicas do solo.....	34
3.3.1 Infiltração de água no solo.....	34
3.3.2 Textura, densidade do solo e densidade de partícula.....	35
3.3.3 Curva característica de retenção de água no solo.....	39
3.3.4 Macroporosidade, microporosidade e porosidade total.....	41
3.4 Avaliações químicas do solo.....	42
3.5 Dados meteorológicos.....	43
3.6 Tratos fitossanitários.....	43
3.7 Tratos culturais.....	44
3.8 Evapotranspiração da cultura.....	47
3.9 Coeficiente de cultura .....	50
3.10 Determinação da lâmina de irrigação.....	51
3.11 O sistema de irrigação e os tratamentos.....	52
3.12 Produtividade, massa média e número de frutos.....	54
3.13 Comprimento e diâmetro do fruto.....	54
3.14 Volume do fruto.....	55
3.15 Quantidade de lóculos do fruto.....	55
3.16 Análises químicas do fruto.....	55
3.17 Análise estatística.....	56
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>58</b>
4.1 Fenologia da cultura.....	58
4.2 Parâmetros meteorológicos.....	63
4.2.1 Temperatura do ar.....	63
4.2.2 Umidade relativa do ar.....	64
4.2.3 Radiação solar e insolação.....	64
4.2.4 Velocidade do vento.....	66
4.2.5 Precipitação pluviométrica e irrigações complementares.....	67
4.3 Evapotranspiração.....	68
4.4 Características de produção.....	69
4.4.1 Comprimento (C), diâmetro (D) e relação (C/D) de frutos.....	69

4.4.2 Número de frutos por planta, massa média de frutos e produtividade.....	72
4.4.3 Quantidade de lóculos do fruto.....	75
4.4.4 Volume do fruto.....	75
<b>4.5 Sólidos solúveis totais (SST), potencial hidrogeniônico (pH) e acidez total titulável (ATT).....</b>	<b>76</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>81</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>82</b>
<b>7 APÊNDICES.....</b>	<b>91</b>

# 1 INTRODUÇÃO

As vantagens provenientes da fruticultura são inúmeras, dentre essas, destaca-se, a elevação do nível de emprego, a fixação do homem no campo, a melhor distribuição da renda regional, a geração de produtos de alto valor comercial e importantes receitas e impostos, além de excelentes expectativas de mercado interno e externo, gerando divisas. Entre as novas alternativas, está à cultura da goiabeira, uma atividade de alta rentabilidade e com grande possibilidade de expansão no país.

Os plantios de goiabeira no Rio Grande do Sul utilizam baixo nível tecnológico, e apresentam frutos com baixa qualidade. Os pomares são pequenos, sem uso de cultivares definidas e oriundos na maioria das vezes de mudas advindas de sementes. Também, não são utilizadas práticas de manejo do solo e da planta, como podas de formação e frutificação, controle das principais pragas e doenças, adubação e irrigação. Entretanto a partir de 2005, a Embrapa Clima Temperado, a Emater/Ascar-RS, a Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, o Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria e outras instituições têm desenvolvido trabalhos no sentido de qualificar o cultivo da goiabeira no Rio Grande do Sul, utilizando tecnologias desenvolvidas localmente ou adaptadas das demais regiões produtoras e buscando a obtenção de frutos de elevada qualidade, tanto para mesa quanto para processamento na forma de suco, polpa e doces (NACHTIGAL & MIGLIORIN, 2011).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), a área de cultivo de goiabeira na safra 2009 no Estado do Rio Grande do Sul foi de 693 hectares, com produtividade média de 9647 kg/ha e um total produzido de 6686 toneladas. Os principais Estados produtores são: Pernambuco com 3641 ha plantadas, em seguida vem São Paulo com 3610 ha, o Pará 1381 ha e Minas Gerais com 913 ha, tendo esses estados, respectivamente, as seguintes produtividades: 26710 kg.ha<sup>-1</sup>, 27373 kg.ha<sup>-1</sup>, 20182 kg.ha<sup>-1</sup> e 13772 kg.ha<sup>-1</sup>. Nesses estados a produção destina-se para o consumo de fruta fresca e processada.

Um dos fatores que contribuem para que a goiabeira apresente baixa produtividade no Rio Grande do Sul é a variabilidade climática da região, sendo a precipitação pluvial o agente principal. Para isso, a manutenção do conteúdo hídrico do solo, pode ser suprida através de um manejo adequado da irrigação, atendendo as necessidades hídricas da cultura. A distribuição desuniforme da precipitação pluvial na região é fator preponderante para que em

determinados períodos do ano haja deficiência hídrica para a cultura. Para tanto a irrigação complementar pode ser utilizada para amenizar os efeitos negativos sobre a goiabeira.

Os sistemas de irrigação que aplicam água de forma localizada se caracterizam pela economia de água, pela pequena utilização de mão-de-obra, pelo grande potencial de automatização, pela manutenção de elevados níveis de água no solo para melhorar o desenvolvimento das culturas, pela possibilidade de se adequar às condições de solos pedregosos, rasos e topografia acidentada, pela possibilidade de aplicação de produtos químicos em solução na água de irrigação e pela redução dos riscos de contaminação das culturas (SCALOPPI, 1986).

Geralmente o preço da goiaba no Rio Grande do Sul é elevado, quando comparado a outras regiões produtoras, isso porque produzimos pouco e importamos muito, principalmente do estado de São Paulo.

Em virtude da importância e carência de informações, a respeito do desempenho da goiabeira, nas condições edafoclimáticas do Rio Grande do Sul e submetida à irrigação, esta pesquisa objetiva, avaliar os incrementos de produtividades e qualidade de frutos de goiabeira, irrigada por gotejamento no município de Santa Maria. O trabalho objetiva ainda avaliar o efeito de fatores climáticos sobre a qualidade de frutos de goiabeira (pH, sólidos solúveis totais e acidez total titulável), além de propor um manejo eficiente de irrigação nas condições locais.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Considerações sobre a cultura da goiabeira

A goiabeira, *Psidium guajava* L., pertence à família Mirtaceae, cuja região de origem provavelmente seria entre o sul do México e a América do Sul. Esta planta pode ter sido disseminada pelo homem, pássaros e outros animais para outras áreas tropicais das Américas e Índia, onde se adaptou com sucesso (GONZAGA et al., 2001). A goiabeira é composta por mais de 70 gêneros e 3.024 espécies, sendo que de 110 a 130 espécies são naturais da América Tropical e Subtropical (MEDINA et al., 1991; MANICA, 2002).

A goiabeira é um arbusto de pequeno porte, que, em pomares adultos, pode atingir de três a seis metros de altura. As folhas são opostas e caem após a maturação; as flores são brancas e hermafroditas. Os frutos são bagas que têm tamanho, forma e coloração da polpa variável em função da cultivar. O fruto da goiabeira é considerado, nutricionalmente, valioso devido ao seu alto teor de vitamina C e, também, devido a sua importância econômica e ao fato de que o fruto pode ser utilizado na indústria de várias formas, tais como polpa, suco, compota e sorvete (MARTIN, 1967).

As cultivares de goiabeiras destinadas à produção de frutos para consumo *in natura* devem ter frutos com polpa de coloração preferencialmente branca, de tamanho médio ou grande, ovais, com poucas sementes, firmes e doces (GONZAGA NETO, 1990). As cultivares para fins industriais devem produzir frutos de tamanho médio, redondos, com polpa vermelha, espessa e não muito aquosa, com pouca semente, SST de 8,0 a 12,0 °Brix, pH de 3,8 a 4,3 e acidez entre 0,35 e 0,63% de ácido cítrico (LIMA et al., 2002).

Segundo Rey (1987), em vários países, essa fruteira é considerada não somente uma planta invasora, mas também subespontânea, ou seja, possui alta população e baixo rendimento.

Rey (1998), estudando a arquitetura das goiabeiras, informa que a flexibilidade de adaptação às variações das condições do ambiente está ligada ao elevado potencial de multiplicação vegetativa e sexuada da planta e ao sistema radicular bastante denso, o que torna difícil a instalação de espécies concorrentes.

## 2.2 A importância sócio-econômica

Os maiores produtores mundiais de goiaba são a Índia, o Paquistão, o Brasil, o Egito, a Venezuela, os Estados Unidos, a África do Sul, o México, a Austrália e o Quênia. A exportação brasileira de goiabas e de seus derivados sempre ocorreu em pequenas quantidades, principalmente para França, Alemanha, Estados Unidos, Argentina, Paraguai e Bolívia (PEREIRA, 1995; ZAMBÃO E BELLINTANI NETO, 1998; PEREIRA & NACHTIGAL, 2002).

A fruticultura brasileira é uma das mais importantes do mundo. Além de ser o maior produtor de frutas cítricas, o país ocupa posição destacada como produtor de frutas tropicais, como banana, manga, mamão, abacaxi, caju, maracujá e goiaba.

No Brasil, a goiaba apresenta grande importância socioeconômica, com expansão especialmente no estado de São Paulo, tanto para consumo de mesa quanto para industrialização (CORRÊA et al., 2004). A goiaba possui boa aceitação nos mercados interno e externo, sendo uma das principais matérias-primas utilizadas pela indústria brasileira de conservas, permitindo várias formas de aproveitamento dos frutos (PIO et al., 2002).

A cultura da goiabeira vem evoluindo muito nos últimos anos, principalmente devido ao desenvolvimento de cultivares mais produtivas, e com frutos de dupla finalidade: mesa e/ou indústria, para uma mesma cultivar (Paluma) ou, particularmente, para mesa (Pedro Sato), com maior valor agregado (SOUZA et al., 2009).

A goiabeira cultivada com irrigação e com poda, além de apresentar níveis de produtividade elevados, pode produzir durante todo o ano. Essa característica possibilita ao produtor não só comercializar sua produção como fruta fresca nos grandes centros consumidores locais, como também permite buscar mercados mais distantes, inclusive o mercado de exportação. Para a exportação, assim como para um mercado interno cada vez mais exigente, encontra-se um padrão de qualidade muito superior ao padrão da fruta destinada ao mercado local e à indústria, só alcançado em culturas tecnificadas e formadas com variedades selecionadas, de acordo com o mercado que se deseja atingir (GONZAGA NETO, 1990).

O conhecimento das necessidades hídricas e nutricionais de máxima eficiência econômica para as culturas é indispensável para a obtenção de sucesso no empreendimento frutícola, pois a água e a fertilidade do solo são os fatores que mais limitam o rendimento da

planta (RUGGIERO et al., 1996). Portanto, atenuar esses problemas significa possibilitar o aumento da produtividade, da qualidade dos frutos, da margem de lucro do produtor e da competitividade nos mercados nacionais e internacionais.

### **2.3 A cultivar Paluma**

A cultivar Paluma foi obtida de polinização aberta de Rubi-Supreme, em programa de melhoramento genético realizado na UNESP (Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho) de Jaboticabal, São Paulo. As plantas são altamente produtivas (mais de 50 t.ha<sup>-1</sup>), vigorosas, de crescimento lateral e com boa tolerância à ferrugem (*Puccinia psidii*). Os frutos são grandes (acima de 200 gramas), piriformes, com pescoço curto; nos frutos maduros, a casca é lisa e amarela; a polpa é de cor vermelha intensa, firme e espessa; o sabor é agradável graças ao elevado teor de açúcares e à acidez equilibrada e as sementes aparecem em pequeno número.

Para a região do Submédio São Francisco, Lima et al. (2002) verificaram que a goiaba Paluma apresentou peso médio igual a 104,8 g, com diâmetro longitudinal e transversal igual a 6,29 cm e 5,57 cm, respectivamente. Segundo Gonzaga Neto et al. (1987) a massa média da fruta é uma característica importante, pois as frutas maiores são as mais atrativas ao consumidor.

Atualmente, é a variedade mais cultivada do País, com número superior a um milhão de plantas, distribuídas por todas as regiões de cultivo (COSTA & COSTA, 2003).

Os frutos da goiabeira, cultivar Paluma são destinados à industrialização, pois possuem características para o processamento, para a elaboração de sucos, compotas e doces em pasta, entretanto, em razão da qualidade, seus frutos também podem ser consumidos in natura, o que a torna uma opção para a cultura mista (PEREIRA & NACHTIGAL, 2002).

### **2.4 Fenologia da cultura**

As observações do início e fim dos estádios de desenvolvimento de uma planta são descritas pela fenologia (LARCHER, 2000). A época de início e o tempo de duração de cada

fenofase variam em função do genótipo, das condições edafoclimáticas e do manejo da cultura. O conhecimento da fenologia de uma planta é importante para a adoção das práticas agrícolas adequadas e programação das ações do produtor. O conhecimento da curva de crescimento do fruto é necessário para o planejamento dos tratos culturais e, também, para determinação da época de poda que proporcione colheita e comercialização da safra em épocas de preços mais favoráveis ao produtor (PEREIRA e SÃO JOSÉ, 1987; GONZAGA NETO, et al., 2001; SERRANO et al., 2008a).

O florescimento e a frutificação estão relacionados diretamente com a produção das plantas, no entanto a mesma pode variar em função de fatores ambientais e do manejo do pomar (CORRÊA et al., 2002).

A indisponibilidade de água no solo, principalmente em épocas de intenso crescimento vegetativo, florescimento, fixação e desenvolvimento dos frutos, pode provocar intensa queda de flores e menor tamanho dos frutos, resultando, assim, em menor produção (MANICA, 2002).

O índice de pegamento dos frutos é utilizado como um indicativo precoce da produção e tem sido incorporado como componente de modelos matemáticos para predição de produtividade, com objetivo de gerar, com antecedência, informações úteis para o cálculo de adubação, cotação de preços, preparativos logísticos e comercialização (CORRÊA et al., 2002; SERRANO et al., 2008a).

O conhecimento da fenologia, em condições específicas de cultivo, permite maior precisão na programação dos tratos culturais e fitossanitários e, conseqüentemente, maior eficiência das práticas de manejo, atendendo, assim, à tendência mundial de adoção de boas práticas agrícolas exigidas, principalmente, pelas normas da Produção Integrada de Frutas (SERRANO et al., 2008b).

## **2.5 Aspectos edáficos no cultivo da goiabeira**

### **2.5.1 Condições físicas**

A textura é uma importante propriedade do solo a ser considerada no manejo e na aplicação de adubos orgânicos e de fertilizantes, em razão da sua influência nas características

relacionadas com a conservação do solo e com o desenvolvimento do sistema radicular e fisiologia da goiabeira. Entre estas características, podemos destacar a porosidade, as trocas gasosas, o movimento e a retenção de água e nutrientes, a capacidade de troca de cátions e a permeabilidade do solo. Em geral, os solos com textura média e bem drenados possuem boas condições físicas e maior eficiência produtiva para o cultivo da goiabeira e de outras culturas (COSTA & COSTA, 2003).

Segundo Seixas (1988), as mudanças que ocorrem nas propriedades físicas do solo em consequência da compactação incluem: aumento na densidade natural do solo; decréscimo no volume de macroporos; redução na velocidade de infiltração e no movimento interno de água; redução na aeração e aumento da resistência mecânica do solo ao crescimento das raízes. Castro (1995) afirma que a compactação reduz o desenvolvimento da planta, seja por falta ou excesso de água e/ou por deficiência na nutrição. De acordo com Reis et al. (1989), as plantas de sistema radicular restrito, apresentam, em geral, redução de tamanho da parte aérea, de modo a obter um crescimento harmonioso.

Solos rasos, compactados, com muitas pedras, não permitem a expansão das raízes da goiabeira, afetando a absorção de nutrientes e tornando as plantas mais suscetíveis à seca (GOIABRÁS, 2007).

De maneira geral, as características físicas (estrutura, profundidade, etc.) são consideradas mais importantes do que as químicas, por serem de mais difícil modificação, pois são necessários vários anos para a formação de um solo. As condições químicas, pela aplicação de fertilizantes, são de correção mais fácil e barata.

### **2.5.2 Condições químicas**

Fazer uso de fertilizantes em plantas frutíferas é praticamente indispensável para a produção, visto as grandes quantidades de elementos que são imobilizados pela parte vegetativa ou exportados a cada safra. Porém, quando o solo apresenta condições não favoráveis, como reação ácida, a eficiência de aproveitamento é geralmente baixa. A adubação e o estado nutricional das culturas podem afetar não apenas a produtividade, mas o tamanho e a massa do fruto, a cor, a conservação de pós-colheita, a resistência à pragas e doenças, etc.

Dois fatores são cruciais quanto a nutrição mineral da goiabeira, um é o fato de ser uma cultura com altas exigências nutricionais, e outro, está relacionado à pobreza crônica dos solos onde as mesmas são normalmente cultivadas.

As exigências nutricionais da cultura em macronutrientes, segundo Brasil Sobrinho et al. (1961) indicam a seguinte ordem de exigência: Potássio (K) > Nitrogênio (N) > Fósforo (P). Os micronutrientes, por sua vez, são extraídos na seguinte ordem crescente: Boro (B), Cobre (Cu), Zinco (Zn), Ferro (Fe) e Manganês (Mn) (NATALE et al., 1994 ).

Goiabeiras cultivadas em condições de carência de potássio exibem nas folhas numerosas manchas marrons, pequenas, aglomeradas, com forma e contorno variáveis. Essas manchas distribuem-se pelo limbo foliar, a partir dos bordos, em direção à nervura principal, mais concentrada na porção mediana superior do limbo, resultando um aspecto pintalgado. Sobre a nervura principal, e em muitas secundárias, há manchas menores. Com a evolução da deficiência, as manchas se fundem, principalmente na periferia, formando manchas maiores e mais escuras, que dão início à necrose de tecido. Pequenas áreas do limbo permanecem verdes. A face inferior do limbo, em correspondência com as manchas da página superior, mostra coloração marrom avermelhada. As folhas ostentam uma coloração avermelhada (ACCORSI et al., 1960).

As folhas de goiabeiras deficientes em nitrogênio apresentam conformação normal e limbo com coloração pálida amarelada uniforme, em lugar do verde típico das folhas de plantas bem nutridas. A nervação é ligeiramente amarelada e sem manchas. A face inferior das folhas apresenta coloração verde menos intensa que a face superior. Doses excessivas de N tendem a diminuir o tamanho do fruto, inversamente ao número de frutos fixados pela planta, e comprometer seriamente o valor de comercialização no mercado *in natura* (ACCORSI et al., 1960).

De acordo com Gatiboni (2003), o fósforo é um dos dezessete elementos essenciais para a sobrevivência das plantas, estando presente em componentes estruturais das células, como ácidos nucléicos e fosfolipídeos das biomembranas, e também em componentes metabólicos móveis armazenadores de energia, como o ATP (adenosina trifosfato).

O fósforo é um elemento indispensável para o completo ciclo das plantas, influenciando de modo particular no crescimento de raízes (MARSCHNER, 1995). Além disso, as exigências das plantas quanto ao P são maiores no período inicial de seu desenvolvimento (NOVAIS et al., 1982; RÖMER & SCHILLING, 1986); o satisfatório suprimento de P nessa fase é decisivo para a formação de mudas vigorosas (NATALE et al.,

2000) e, conseqüentemente, para o rápido estabelecimento de pomares de frutíferas perenes, como a goiabeira.

## **2.6 Aspectos climáticos do cultivo**

A variabilidade de clones existentes de goiabeira torna essa planta bem adaptada a diferentes condições climáticas. Admite-se, porém, que a temperatura ideal para o seu desenvolvimento e frutificação esteja entre os limites de 23° C e 28° C. Há evidências de que ela não se desenvolve bem em regiões onde a temperatura média for inferior a 16° C, mesmo que no inverno não ocorram geadas. Abaixo de 12° ela não vegeta bem, suportando, porém, geadas leves, com temperaturas não inferiores a 1° C. Temperaturas de 2° C são, em geral, letais para as plantas novas e trás muitos danos para as plantas adultas que, no entanto, se recuperam com relativa facilidade. A 4° C pode ocorrer à morte de toda a parte aérea da planta, permanecendo vivos, apenas o tronco e os ramos mais grossos (PIZA JR e KAVATI, 2011).

Regiões com precipitação entre 1000 e 2000 mm anuais são consideradas favoráveis à cultura, desde que as chuvas sejam bem distribuídas ao longo do ano, mas os frutos produzidos em condições de elevada umidade são pobres em qualidade. Períodos secos durante a fase de crescimento ativo, por outro lado, geralmente resultam em queda de flores e frutos novos.

A fisiologia da planta é afetada pela insolação, influenciando não só no florescimento, mas também na produção, já que os ramos internos da copa não frutificam e, com muita facilidade, secam e morrem.

As condições climáticas, especialmente a luminosidade e a temperatura, exercem importante influência na qualidade do fruto, uma vez que afetam as trocas gasosas nas plantas. Locais com alta umidade, frio, ventos fortes, são favoráveis a determinadas doenças durante o ano ou por períodos prolongados no cultivo.

Variações nos períodos de floração e frutificação foram encontradas em estudos com variedades de goiabeira, por Paiva et al. (1997). Passos et al. (1979), em estudo realizado no Estado de Minas Gerais destacaram que algumas variedades se adaptaram bem, enquanto que outras nem tanto, evidenciando assim a necessidade de avaliação das variedades em ambientes agrícolas nos quais se pretende explorar essas variedades em escala de mercado.

Albrigo (1990), em estudos com laranja Valência demonstrou que variações de temperatura do ar e de chuva durante a indução floral e o período de diferenciação, antes da florada, interferem diretamente no teor de sólidos solúveis totais do fruto.

## 2.7 Principais pragas e doenças

Em função da importância econômica da fruticultura a nível nacional e do aumento de área cultivada, torna-se comum o aparecimento de novas pragas e doenças (ROSSI & FERRAZ, 2005).

As principais doenças que atacam a goiabeira no campo e no armazenamento são: a ferrugem (*Puccinia psidii*), a antracnose (*Glomerella cingulata* anamorfo *Colletotrichum gloeosporioides*), a podridão-estilar ou podridão-parda (*Botryosphaeria dothidea* anamorfo *Dothiorella dominicana*), a podridão-mole bacteriana (*Erwinia psidii*), a podridão-de-botryodiplódia (*Botryodiplodia theobromae*), a verrugose ou antracnose maculada (*Sphaceloma psidii*), a crosta-dos-frutos ou falsa verrugose (agente causal indeterminado). Há ainda outras podridões de frutos (*Phoma psidii*, *Macrophoma* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., *Rhizopus* sp., *Phytophthora* sp.), a mancha de alga (*Cephaleurus virescens*) e o nematóide das galhas (*Meloidogyne incognita*).

As principais pragas que causam os maiores prejuízos a goiabeira, devendo atrair toda a atenção por parte do agricultor, são: Broca das Mirtáceas (*Timocratica albella*), Coleobroca (*Trachyderes thoracicus*), Besouro amarelo (*Costalimaita ferruginea vulgata*), Psilídio (*Trizoida* sp.), Percevejo da verrugose (*Monalonium annulipes*), Gorgulho das goiabas (*Conotrachelus psidii*), Mosca das frutas (*Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata*).

No caso particular do Estado do Rio Grande do Sul, a cultura da goiabeira apresenta vários problemas de natureza fitossanitária, onde se destacam várias pragas e doenças, dentre essas a mosca das frutas e a ferrugem merecem destaque.

Os danos causados pelas moscas-das-frutas na goiaba, são decorrências da oviposição das fêmeas que por meio do ovipositor, perfuram e depositam os ovos no interior do fruto. Muitas vezes, o simples ato da punctura, já causa depreciação externa do fruto, no entanto, o maior prejuízo é causado pelas larvas que se alimentam da polpa dos frutos, tornando-os

inviáveis para o consumo humano e às vezes para a industrialização (PEREIRA & MARTINEZ JUNIOR, 1986).

O fungo causador da ferrugem infecta brotos, folhas novas, botões florais, frutos novos e em desenvolvimento. Primeiramente, aparecem pontuações amarelas ou alaranjadas que, com o passar do tempo, coalescem, formando sobre os tecidos infectados uma massa amarelada ou alaranjada. Recomendam-se como controle podas, para que as brotações novas e a frutificação não sejam emitidas em período favorável a doença e aplicação de fungicidas cúpricos.

Segundo Lemos et al. (2002) os produtores têm adotado uma série de medidas, que visam à redução das pulverizações convencionais, tais como: práticas de cultivo, monitoramento dos pomares, uso de variedades e porta-enxertos resistentes, ensacamento dos frutos (goiaba para mesa), bem como a preservação de inimigos naturais e utilização de produtos químicos seletivos para o controle da mosca das frutas.

## **2.8 Poda**

A poda realizada na goiabeira pode ser contínua, mantendo simultaneamente na planta botões florais, flores e frutos em diversos estágios de crescimento, ao longo do ano todo; ou ser drástica, em que são retirados todos os ramos que produziram frutos (na safra imediatamente anterior), de maneira a manter a produção uniforme e concentrada numa dada época (LELIS et al., 2007).

Ao mesmo tempo em que se realiza a poda drástica, se faz a poda de limpeza, que busca a eliminação de ramos internos e/ou, sombreados no interior da copa da planta e a eliminação de possíveis focos de pragas e doenças (SOUZA et al., 2009).

A goiabeira responde satisfatoriamente à poda de frutificação, entretanto a época e a intensidade da poda são aspectos que devem ser considerados, pois a goiabeira pode apresentar falhas na brotação quando essa é realizada em épocas e intensidades impróprias (GONZAGA NETO et al., 2001).

A poda drástica de uma árvore na mesma época, se corretamente planejada, permite o escalonamento da propriedade em talhões, tendo a vantagem de permitir ao produtor rural a adequada distribuição da produção, arejamento da copa, elevação da eficiência fotossintética, manejo de pragas, otimização de mão-de-obra, utilização adequada de adubos e defensivos.

Além de evitar a alternância de safras, assim como a distribuição homogênea dos frutos na planta (PIZA JÚNIOR, 1994).

## **2.9 Necessidade hídrica**

O conhecimento da necessidade hídrica da goiabeira é essencial para o planejamento do sistema agrícola, bem como para a determinação da época de plantio e do manejo da irrigação. Para culturas frutícolas como a goiabeira, recomenda-se que a demanda de água seja calculada para períodos semanais ou quinzenais.

Diversos fatores, como: características morfológicas e fisiológicas das plantas, as características edafoclimáticas da região de cultivo, os tratos culturais (adubação, podas, controle de pragas e doenças e capinas), os estádios de desenvolvimento e as diferentes épocas do ano, influem na necessidade de água para a goiabeira.

Sob cultivo de sequeiro, só há satisfação produtiva, se a precipitação pluviométrica anual estiver entre 800 a 1000 mm, bem distribuída. Nas regiões onde a precipitação é suficiente e as chuvas são bem distribuídas, não há necessidade de irrigações complementares para se obterem safras compensadoras (GONZAGA et al., 2001).

Caso ocorra deficiência hídrica prolongada, pode ocorrer atraso no florescimento e aumento na queda de frutos (SOUZA et al., 1997).

Para (ZANINI E PAVANI, 1997) culturas com podas intensas têm redução no volume da copa e conseqüentemente, menor consumo de água nesse período, devido a redução da área foliar. Porém a emissão e o crescimento de novas brotações e frutificações são altamente dependentes do fornecimento de água.

Em algumas regiões do México a goiabeira é cultivada sob irrigação e indicam que o requerimento de água diária é de 35, 50 e 70 litros/planta, durante o primeiro, o segundo e o terceiro anos respectivamente (LARA RODRIGUES & BORYS, 1983).

Segundo (MARANCA, 1978), no período de frutificação da goiabeira o fornecimento de água é um ponto crítico, pois enquanto a falta pode provocar a redução na produção, o excesso diminui a qualidade de frutos.

## 2.10 Irrigação localizada

A irrigação visa suprir as necessidades hídricas das plantas. Não funciona separada, mas integrada outras práticas agrícolas de forma a beneficiar a cultura e o produtor em particular. É necessária em regiões onde o regime pluvial não atende às necessidades das plantas durante todo o seu ciclo ou em parte dele, permitindo ampliar o tempo de exploração, o número de colheitas ou ainda melhorar a produção já existente (SIMÃO, 2002).

A goiabeira responde muito bem à irrigação até o nível de 120 a 180 litros de água por planta/dia, tanto no aumento da produtividade quanto na melhoria da qualidade dos frutos. As irrigações por sulcos e a localizada são as melhores para a goiabeira, dependendo do potencial hídrico, dos aspectos topográficos e da disponibilidade de recursos financeiros, sendo que, nos últimos anos, tem-se dado preferência à irrigação localizada. A irrigação por microaspersão é recomendada para os solos arenosos e a irrigação por gotejamento para solos médios e argilosos. O tempo e a frequência de irrigação dependerão do clima da região, do solo e das características do equipamento de irrigação utilizado (IDE, 2001).

No final da década de 1940 a Inglaterra começou a utilizar a técnica de irrigação localizada, na década de 1950 a mesma técnica foi adotada em Israel, contudo, apenas nos anos 60 a importância comercial dessa tecnologia foi evidenciada através de trabalhos realizados em Israel. Na mesma ocasião ocorreu o aparecimento de tubos de material plásticos relativamente baratos que facilitaram a realização da técnica (VERMEIREN & JOBLING, 1997).

O método de irrigação localizada é um método eficiente no uso da água, pois apresenta melhor distribuição de adubos via fertirrigação além de manter a umidade do solo sempre próximo a capacidade de campo. Vermeiren & Jobling (1997) apontam como desvantagem desse método, a sensibilidade à obstrução (pequenos orifícios de descarga dos emissores) e desenvolvimento radicular limitado (concentração do sistema radicular na zona úmida).

A irrigação por gotejamento caracteriza-se pela aplicação da água e de produtos químicos numa fração do volume de solo explorado pelas raízes das plantas, de forma pontual ou em faixa contínua (BERNARDO et al., 2006).

O cultivo de goiabeiras tem sido uma das atividades agrícolas que tem demandado muito conhecimento relativo à irrigação, essencialmente devido à utilização de fruteiras de alto valor econômico. A irrigação é uma estratégia que os fruticultores utilizam para reduzir

os riscos associados à atividade. Segundo (SOUZA et al., 1997), a irrigação influencia no número de brotos emitidos e no número de ramos estabelecidos da goiabeira.

Para Silva & Silva (2005) para que a irrigação seja eficiente, é imperativo que os sistemas apresentem alta uniformidade de aplicação de água.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local

O experimento foi conduzido em um pomar de goiabeiras da cultivar Paluma (latitude: 29° 43'S, longitude: 53° 43'W, altitude: 96 m), de seis anos de idade, cultivadas sob camalhões, em espaçamento de 3,5 m entre plantas e 3,5 m entre linhas, na área experimental do Setor de Fruticultura, do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – RS, (Figura 1).

O clima da região, segundo a classificação de KÖPPEN, classifica-se como subtropical úmido (Cfa), com verões quentes (MORENO, 1961).

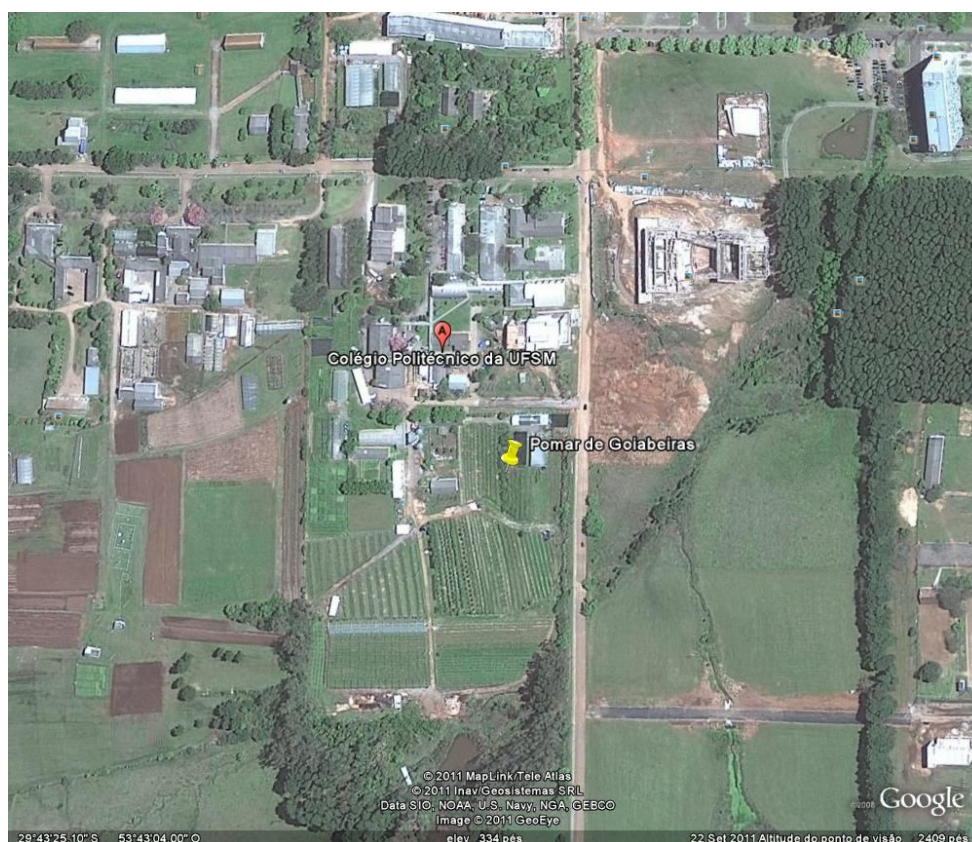


Figura 1 - Vista superior da área experimental do Colégio Politécnico de Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Santa Maria, 2010. Fonte: <http://earth.google.com>

### **3.2 Solo**

De acordo com Streck et al. (2008), o solo da área é classificado como Argissolo Amarelo distrófico, típico de textura franca.

### **3.3 Avaliações físicas do solo**

Para as determinações físicas do solo foi utilizada a estrutura do Laboratório de Solos do Sistema Irriga na UFSM. A cada camada (0,0 -0,10m; 0,10 – 0,20m e 0,20 – 0,30m) foram retiradas seis amostras indeformadas de solo, distribuídas nos seis blocos do experimento, para avaliar densidade de solo e de partícula, macroporosidade, microporosidade, porosidade total e a curva de retenção de água no solo. Para a determinação da textura foi utilizada a mesma metodologia, porém as amostras eram deformadas. Para a determinação da Taxa de Infiltração Básica foram realizadas quatro repetições aleatoriamente na área.

#### **3.3.1 Infiltração de água no solo**

A metodologia utilizada para os teste de infiltração foi o de duplo anel concêntrico (Figura 2). Os anéis mediam 50 cm e 30 cm de diâmetro e 20 cm e 30 cm de altura, respectivamente.

Inicialmente foi feita a limpeza superficial na área onde os anéis iriam ser instalados. Após cravou-se o anel maior com o cuidado de não deformar a estrutura do solo, e em seguida instalou-se o anel menor no centro do anel que já havia sido enterrado. O próximo passo foi colocar um reservatório de capacidade de 25 litros de água sobre um suporte ao lado dos anéis, conectando-o com um cano plástico ao anel menor.



Figura 2 - Teste de infiltração de água no solo, usando a metodologia de duplo anel concêntrico, Santa Maria, RS, 2010. Fonte: Autor.

A água foi colocada ao mesmo tempo nos dois anéis, de modo que a altura da lâmina de água no anel maior foi mantida constante. As leituras foram realizadas nos seguintes tempos: 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 45, 60, 75, 90, 120, 150 e 180 minutos. A leitura foi baseada em uma escala milimétrica na lateral do reservatório. Foi utilizada a equação de Kostiakov, para a determinação da taxa de infiltração de água no solo.

Nos apêndices A e B, respectivamente, são apresentados os resultados de infiltração acumulada e da taxa de infiltração básica do solo.

Durante as 3 h de análise infiltraram 418,924 mm no perfil do solo e a taxa de infiltração básica foi de 48,286 mm.h<sup>-1</sup>. Para (BERNARDO et al., 2006), solos com capacidade de infiltração superior 30 mm.h<sup>-1</sup> são ditos como solos de alta taxa de infiltração de água no solo.

### 3.3.2 Textura, densidade do solo (Ds) e densidade de partícula (Dp).

No laboratório as amostras foram secas ao ar e posteriormente peneiradas para a determinação da Terra Fina Seca ao Ar e a granulometria foi determinada pelo método de Vettori.

Para as análises foram utilizadas 50g de TFSA, 230 ml de água destilada e 10 ml de hidróxido de sódio (NaOH) na concentração de 6%. A solução foi submetida a um agitador elétrico durante 15 minutos. Em sequência a suspensão foi transferida para uma proveta de

1000 ml e submetida a uma peneira de 0,053 milímetros. O material retido na peneira foi transferido para a proveta e lavado em água destilada utilizando-se um frasco lavador. O material foi homogeneizado manualmente por mais ou menos 1 minuto.

Após 90 minutos, os 200 ml da parte superior da suspensão foi sifonado para um Becker de 250 ml. Mediu-se e registrou-se a temperatura (TSAT) e em seguida foi transferido para uma proveta de 250 ml na qual foi instalado um hidrômetro. A partir desse momento foi registrada a leitura da argila, procurando fazer uma aproximação de  $\frac{1}{4}$  de divisão (DSAT).

Foi preparado uma prova em branco, com 10 ml de NaOH na concentração de 6% em uma proveta de 1000 ml completando o seu volume com água destilada, em seguida foi agitada por um minuto. Após 90 minutos os 200 ml superior de solução foi sifonado para um Becker de 250 ml, onde foi feita a medida da temperatura (TPBAT), na sequência foi transferido para uma proveta de 250 ml e feito a leitura com hidrômetro (DPBAT).

O material que ficou retido na peneira de 0,053 milímetros, foi transferido para latas previamente pesadas, usando frasco lavador e posteriormente levados a estufa. Após secagem, resfriamento em dessecador e realizou-se a pesagem (PAT).

A porcentagem de argila é determinada pela formula:

$$\% \text{ argila} = (DSAT - DPNAT) \times 2 \times f \quad (01)$$

Onde:

DSAT = Leitura da suspensão;

DPBAT = Leitura da prova em branco;

f = fator de correção da umidade.

A porcentagem de Areia é determinada por:

$$\% \text{ de areia} = PAT \times 2 \times f \quad (02)$$

Onde:

PAT = Peso da Areia Total;

f = fator de correção da umidade.

A porcentagem de Silte é determinada por:

$$\% \text{ de silte} = 100 - (\% \text{ de areias} + \% \text{ de argila}) \quad (03)$$

Onde:

% de areias = Porcentagem de Areia;

% de argila = porcentagem de argila.

Para a determinação da densidade do solo usou-se o método do anel volumétrico descrito por Kiehl (1979) e Embrapa (1997). Conforme a equação a seguir:

$$D_s = \frac{m}{V} \quad (04)$$

Onde:

$D_s$  = Densidade do Solo ( $\text{g.cm}^{-3}$ );

$m$  = Massa do solo seco a  $105^\circ\text{C}$  (g);

$V$  = Volume do anel ( $\text{cm}^3$ ), obtido por:

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h \quad (05)$$

Em que:

$r$  = Raio do anel (cm);

$h$  = Altura do anel (cm).

Para a determinação da densidade de partícula foi utilizado o método do balão volumétrico descrito por Kiehl (1979) e Embrapa (1997). Conforme a equação a seguir:

$$D_p = \frac{M}{V_s} \quad (06)$$

Onde:

$D_p$  = Densidade de Partícula ( $\text{g.cm}^{-3}$ );

$M$  = Massa de Solo (g);

$V_s$  = volume ocupado pela amostra de solo ( $\text{cm}^3$ ).

Sendo que:

$$V_s = V_b - V_l \quad (07)$$

$V_b$  = Volume do balão ( $\text{cm}^3$ );

$V_l$  = Volume com álcool etílico utilizado ( $\text{cm}^3$ ).

Na tabela 1 estão os resultados obtidos de textura, densidade do solo e densidade de partícula. Percebe-se alta quantidade de silte no solo em todas as profundidades. Pelos resultados o solo é de classe textural predominantemente franco siltoso (triângulo textural). A densidade do solo em média é de  $1,598 \text{ g.cm}^{-3}$  e a densidade média de partícula de  $2,33 \text{ g.cm}^{-3}$ .

Tabela 1 – Densidade do solo, densidade de partícula, % de argila, % de areia, % de silte e textura do solo da área experimental de goiabeiras, determinadas nas profundidades de 0,0 a 0,10 m, 0,10 a 0,20 m e de 0,20 a 0,30 m do solo na UFSM. Santa Maria, 2010.

Profundidade (m)	Densidade do Solo ( $\text{g.cm}^{-3}$ )	Densidade de Partícula ( $\text{g.cm}^{-3}$ )	% Argila	% Areia	% Silte	Textura
0,00 - 0,10	1.539	2.32	11.44	38.75	49.81	Franca
0,10 - 0,20	1.677	2.34	12.27	37.47	50.26	Franco Siltosa
0,20 - 0,30	1.578	2.34	12.78	30.25	56.97	Franco Siltosa

Para (HERNANDEZ, 2010) o movimento da água no solo está diretamente relacionado à densidade e a porosidade do solo, pois são parâmetros relacionados e afetam diretamente o formato e o tempo de formação do bulbo de molhamento (tempo e distâncias de avanço da frente de molhamento, tanto no sentido vertical e horizontal no perfil do solo).

### 3.3.3 Curva característica de retenção de água no solo

Com o auxílio de cilindros metálicos (Figura 3A) de volume conhecido, retiraram-se da área em estudo amostras de solo indeformadas (Figura 3B). Ao mesmo tempo, amostras de solos deformadas foram retiradas para que se pudesse determinar a terra fina seca ao ar (Figura 3C). No laboratório, prepararam-se os toaletes e em seguida, colocaram-se as amostras dentro de uma bandeja com água destilada, até a metade da altura do anel cilíndrico, para que pudesse ocorrer a saturação da amostra, por um período de 24 horas. Após a saturação, as amostras foram pesadas para posterior determinação do conteúdo de água da amostra no ponto de saturação.

Após a pesagem, as amostras se submeteram à mesa de tensão (Figura 3D), sendo expostas as tensões de 1 kPa e 6 kPa, de modo que a cada tensão aplicada, retirava-se as amostras da mesa após cessar a drenagem do excedente de umidade (equilíbrio entre a tensão aplicada e a umidade relacionada) e em seguida pesava-se as amostras, voltando-as para a mesa, ajustando-se o ponto de tensão seguinte.

O próximo passo foi levar as amostras para as painéis de pressão (Figura 3E), para se submeterem as tensões de 33 kPa e 100 kPa, de maneira que entre uma situação e outra as amostras eram pesadas para a obtenção das umidades equivalente aos potenciais aplicados.

Em sequência as amostras foram secas em estufa a 105°C por 24 horas. Para a determinação das umidades gravimétricas referentes aos potenciais de 500 kPa e 1500 kPa, as amostras de TFSA se submeteram a análise no “dewpoint potentiometer” WP4 (Figura 3F).

Para a determinação do conteúdo de água no solo procedeu-se da seguinte forma:

Conteúdo de água no solo a base de massa (U):

$$U = \frac{(M_u - M_s)}{M_s} \quad (08)$$

Conteúdo de água no solo a base de volume ( $\theta$ ):

$$\theta = U.D_s \quad (09)$$

Sendo que:

U - Conteúdo de água no solo com base em massa ( $\text{g.g}^{-1}$ );

$\theta$  - Conteúdo de água no solo com base em volume ( $\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$ );

Mu - Massa do solo úmido (g);

Ms - Massa do solo seco (g);

Ds - Densidade do solo ( $\text{g.cm}^{-3}$ ).



Figura 3 - Metodologia para a obtenção da curva de retenção de água no solo, sendo: cilindros metálicos (A), amostras de solo (B), terra fina seca ao ar (C), mesa de tensão (D), painéis de pressão (E) e dewpoint potentiometer WP4 (F). Fonte: Autor.

No apêndice C, estão as curvas características de água no solo nas profundidades analisadas.

### 3.3.4 Macroporosidade, microporosidade e porosidade total.

As amostras de solo obtidas por meio do anel volumétrico foram protegidas na parte inferior por um disco de pano permeável e colocadas em uma bandeja com água até a metade da altura do anel para saturar durante um pernoite. No dia seguinte, as amostras foram retiradas da água, deixadas escorrendo por um curto período de tempo e pesadas (P1). Depois da pesagem foram colocadas sobre a mesa de tensão (abaixando-se o frasco de nível para o nível de sucção correspondente a 60 cm de altura de coluna d'água, onde permanecem por 24 horas). A mesa de tensão retira a água dos macroporos (poros com diâmetro  $\varnothing \geq 0,05$  mm). Após esse período, as amostras são novamente submetidas a pesagem (P2) e depois levadas à estufa a 105°C por 24 h, fazendo-se a seguir nova pesagem (P3). Com os pesos P1, P2 e P3, foram feitos os cálculos, para a obtenção do volume de macro e microporos contidos nas amostras.

$$\text{Macroporosidade} = (P1 - P2) \times 100/V \quad (10)$$

e

$$\text{Microporosidade} = (P2 - P3) \times 100/V \quad (11)$$

Onde:

P1 = peso do solo saturado com água (g);

P2 = peso da amostra após ser submetida a uma tensão de 60 cm de coluna d'água (g);

P3 = peso da amostra seca em estufa a 105°C (g);

V = volume do cilindro (cm<sup>3</sup>).

A porosidade total foi obtida pela equação:

$$\text{Porosidade total solo} = \text{macroporosidade} + \text{microporosidade} \quad (12)$$

Os valores de microporosidade, de macroporosidade, de porosidade total e de porcentagem de sólidos do solo, estão representados na Tabela 2. Os resultados mostram uma pequena variação entre as camadas do solo. A microporosidade média foi de 37,807%, a macroporosidade média de 10,859% e a porosidade total de 48,666%.

Tabela 2 - Microporosidade, macroporosidade, porosidade total e porcentagem de sólidos do solo da área experimental de goiabeiras, determinado nas profundidades de 0 a 0,10 m, 0,10 a 0,20m e de 0,20 a 30 m do solo na UFSM. Santa Maria, 2010.

Profundidade (m)	Microporosidade (%)	Macroporosidade (%)	Porosidade Total (%)	Sólidos (%)
0,00 - 0,10	37.243	11.701	48.944	51.056
0,10 - 0,20	38.04	10.161	48.201	51.799
0,20 - 0,30	38.137	10.715	48.852	51.148

Segundo (MESSING & JARVIS, 1995) os poros são responsáveis pelo transporte e armazenamento de água no interior do solo, além de funcionarem como reservatório e troca de gases com a atmosfera.

### 3.4 Avaliações químicas do solo

A caracterização química do solo da área experimental foi realizada a partir da retirada de 20 sub-amostras na camada de 0,0 à 0,20 m de profundidade. As análises foram efetuadas com amostras deformadas de solo, no Laboratório Central de Análises de Solos do Departamento de Solos da UFSM, vinculado a ROLAS (Apêndice D). A adubação do solo foi feita com base em informações já pré-estabelecidas de anos anteriores da curva de resposta da cultura e no efeito residual da adubação anterior. Para tanto optou-se pela aplicação 120 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 350 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 350 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Para essa necessidade utilizou-se dos fertilizantes, NKálcio (12-00-12) e MKP (0-52-34) em fertirrigação.

### 3.5 Dados meteorológicos

Os dados meteorológicos, Temperatura Mínima, Média e Máxima do Ar, Umidade Relativa do Ar, Radiação Solar, Velocidade Média do Vento e precipitação pluviométrica foram coletados a partir da estação automática do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, que faz parte da rede de estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), dados estes que estão disponíveis online. Já a insolação diária, foi obtida a partir da estação convencional localizada no mesmo departamento.

### 3.6 Tratos fitossanitários

Pragas e Doenças foram controladas sempre que necessário de modo a que não interferissem na produtividade da goiabeira. Para o controle da mosca das frutas (*Anastrepha* sp e *Ceratitis capitata*), se fez o uso de armadilhas tipo McPhail com solução de açúcar mais polpa de goiaba (Figura 4) e de pulverizações com os inseticidas: Decis (quatro aplicações) e Sumithion (duas aplicações), sendo que o Sumithion também foi útil no controle de tripses.



Figura 4 - Armadilha tipo McPhail usada no experimento para o controle da Mosca das frutas (*Anastrepha* sp e *Ceratitis capitata*) em Santa Maria, RS, 2010-2011. Fonte: Autor.

Para o combate da ferrugem (Figura 5), foram utilizados diversos produtos, como: calda bordalesa (sulfato de cobre e cal virgem), calda Viçosa (sulfato de cobre, Sulfato de zinco, sulfato de magnésio, ácido bórico, sulfato de potássio e cal virgem) e os fungicidas Amistar WG (seis aplicações), Captan (três aplicações) e o Score (duas aplicações).



Figura 5 - Fruto de goiabeira com sintoma característico de ferrugem (*Puccinia psidii*) em Santa Maria, RS, 2010-2011. Fonte: Autor.

Fez-se necessário também o uso de duas aplicações de Vertimec para o controle de ácaros.

Todos os defensivos agrícolas utilizados foram aplicados com pulverizadores costais e atomizadores, ambos com capacidade de 20 litros.

### 3.7 Tratos culturais

Os tratos culturais realizados, durante o ciclo da cultura foram: poda de frutificação e de limpeza, limpeza de área, coroamento, raleio de frutos e colheita dos frutos.

No dia 14 de setembro de 2010, foi realizada a poda de frutificação total em todas as plantas do experimento (Figura 6A), a fim de manter a unidade de produção, com o encurtamento dos ramos, pelo estímulo a novas brotações. Durante o ciclo da cultura foram realizadas podas de limpeza, que visavam à eliminação de ramos internos e/ou sombreados no interior da copa da planta, permitindo o arejamento e a eliminação de possíveis focos de pragas e doenças, além de rotineiramente a eliminação de brotações na base do caule (Figura 6B) e ramos secos.



Figura 6 - Poda de frutificação total no pomar de goiabeira (A) e brotações na base do caule da goiabeira (B) em Santa Maria, RS, 2010-2011. Fonte: Autor.

A fim de controlar a proliferação de plantas daninhas na área durante o cultivo, se fez uso do herbicida glifosato. Outro trato cultural também realizado foi o coroamento das plantas (Figura 7), em função da infestação de plantas daninhas e como instrumento facilitador da adubação. O coroamento acompanhou a projeção das copas das plantas.



Figura 7 - Coroamento ao redor das plantas de goiabeira, em Santa Maria, RS, 2010-2011. Fonte: Autor.

Quando os frutos estavam com dois a três centímetros de diâmetro foi realizado o raleio (Figura 8), deixando apenas um fruto por brotação, com o objetivo de se obter frutos com maiores tamanhos, de eliminar frutos atacados por pragas e doenças, evitar a quebra de ramos, melhorar a qualidade dos frutos e o vigor das plantas. De modo geral, para todas as espécies, variedades e condições climáticas, o tamanho do fruto está inversamente relacionado à densidade de frutos (CORRÊA et al., 2002).



Figura 8 - Raleio de frutos de goiabeira em Santa Maria, RS, 2010 – 2011. Fonte: Autor.

A colheita foi realizada três vezes por semana, pela manhã, desde que os frutos estivessem secos, sem chuva ou orvalho. Para realizar essa operação, seguravam-se os frutos firmemente e, com delicadeza, fazia-se uma torção, desprendendo-os da planta. Tomou-se como ponto de colheita, os frutos que apresentavam uma coloração amarelo intenso (Figura 9).



Figura 9 - Fruto pronto para colheita no pomar de goiabeiras em Santa Maria, RS, 2011.  
Fonte: Autor.

### 3.8 Evapotranspiração da cultura

A Evapotranspiração máxima da cultura da goiabeira (ET<sub>m</sub>) foi obtida pela equação:

$$ET_m = K_c \cdot ET_o \quad (13)$$

Sendo, o K<sub>c</sub> o coeficiente de cultura obtido por (MOURA, 2005), e ET<sub>o</sub> a Evapotranspiração de referência (mm.dia<sup>-1</sup>) calculada pelo método de Penman Monteith segundo Pereira et al. (1997), considerando que o fluxo de calor no solo (G) é aproximadamente zero, conforme a equação 14.

$$ET_o = \frac{\Delta}{(\Delta + \gamma^*)} \cdot (R_n) \cdot \frac{1}{\lambda} + \frac{900 \cdot \gamma}{(\Delta + \gamma^*) \cdot (T_m + 273)} \cdot U_2 \cdot d \quad (14)$$

Em que:

Δ - a declividade da tangente à curva de pressão de saturação do vapor d'água do ar (kPa.°C<sup>-1</sup>);

R<sub>n</sub> - o saldo de radiação (MJ.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>);

$\gamma$  - a constante psicrométrica (0,0662 kPa.°C<sup>-1</sup>);

$\gamma^*$  - a constante psicrométrica modificada (kPa.°C<sup>-1</sup>);

$\lambda$  - o calor latente de evaporação (2,45 MJ.kg<sup>-1</sup>);

$U_2$  - a velocidade média diária do vento a 2,0 m acima do nível do solo (m.s<sup>-1</sup>);

$d$  - o déficit de saturação do ar (kPa);

$T_m$  - a temperatura média diária do ar (°C).

O déficit de saturação do ar é a resultante, de:

$$d = e_s - e \quad (15)$$

Em que:

$e_s$  - Pressão de saturação do vapor d'água no ar (kPa), obtida pela equação de Tetens;

$e$  - é a pressão parcial de vapor d'água (kPa);

A pressão parcial de vapor d'água foi obtida por:

$$e = (UR * e_s) / 100 \quad (16)$$

Em que:

UR – umidade relativa, média diária do ar (%);

$e_s$  - Pressão de saturação do vapor d'água no ar (kPa).

Para se obter a declividade da tangente à curva de pressão de saturação do vapor d'água do ar, foi utilizada a equação 17 (Allen et al., 1998):

$$\Delta = \frac{4908.e_s}{(T_m + 237,3)^2} \quad (17)$$

Em que:

$e_s$  - Pressão de saturação do vapor d'água no ar (kPa);

$T_m$  - a temperatura média diária do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ).

A constante psicrométrica modificada foi encontrada pela equação 18 (Pereira et al., 1997):

$$\gamma^* = \gamma \cdot \left( 1 + \frac{rc}{ra} \right) \quad (18)$$

Em que:

$\gamma$  - é a constante psicrométrica ( $0,0662 \text{ kPa} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$ );

$rc$  - é a resistência da vegetação de referência ( $\text{s} \cdot \text{m}^{-1}$ );

$ra$  - é a resistência aerodinâmica ao transporte de vapor d'água ( $\text{s} \cdot \text{m}^{-1}$ ).

A razão  $rc \cdot ra^{-1}$ , foi obtida adotando-se o critério sugerido por Pereira et al. (1997), em função da velocidade do vento ( $rc \cdot ra^{-1} = 0,11$  para  $U_2 < 1,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  e  $rc \cdot ra^{-1} = -1,67 + 1,67 U_2$  para  $U_2 \geq 1,11 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ).

Para o saldo de radiação ( $R_n$ ), foi utilizada a equação 19:

$$R_n = (R_g \cdot 0,77) - 4,734883 \cdot 10^{-9} \cdot [T_m + 273]^4 \cdot (0,56 - 0,09 \sqrt{e}) \cdot \left[ 0,1 + 0,9 \left( \frac{n}{N} \right) \right] \quad (19)$$

Em que:

$R_g$  - é a radiação solar global incidente transformada para  $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$ ;

$T_m$  - é a temperatura média diária do ar ( $^{\circ}\text{C}$ );

$e$  - é a pressão parcial de vapor ( $\text{kPa}$ );

$n$  - Insolação diária (h);

$N$  - Duração Astronômica do dia em função da latitude (h);

$4,734883 \cdot 10^{-9}$  - é o produto da emissividade ( $\epsilon$ ) pela constante de Stefan-Boltzman para períodos diários ( $\sigma$ ) em  $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$ ;

$0,77$  - é o resultado de  $(1-r)$ , sendo  $r (=0,23)$  a refletividade da superfície de referência.

E por fim a velocidade do Vento média diária a 2,0 m de altura foi calculada pela equação 20:

$$\left( \frac{U_{10}}{U_2} \right) = \left( \frac{h_{10}}{h_2} \right)^{0,142857} \quad (20)$$

Em que:

$U_{10}$  = é a velocidade do vento a 10m de altura ( $\text{m.s}^{-1}$ );

$U_2$  = é a velocidade do vento a 2,0 m de altura ( $\text{m.s}^{-1}$ );

$h_{10}$  e  $h_2$  = Alturas correspondentes a 10m e 2m, respectivamente.

### 3.9 Coeficiente de cultura (Kc)

A tabela 3 mostra o coeficiente de cultura (Kc), para cada fase fenológica da cultura de acordo com (MOURA, 2005). Observa-se um comportamento crescente do Kc da Fase 1 para a Fase 3, com o Kc passando de 0,69 para 0,78. Na fase seguinte, verifica-se uma redução no valor do Kc, que atinge um valor médio de 0,71, o qual aumenta para 0,84 na fase 5, reduzindo-se novamente para 0,78 durante a fase 6. O valor médio de Kc utilizado durante todo o ciclo produtivo foi de 0,76.

Tabela 3 - Valores do coeficiente de cultura (Kc), para cada fase fenológica da goiabeira, cultivar Paluma: F1 – brotações, F2 – crescimento vegetativo, F3 – floração, F4 – primeira fase de crescimento de frutos, F5 – segunda fase de crescimento de frutos, F6 – terceira fase de crescimento de frutos, maturação e colheita, Santa Maria -RS.

<b>Fases Fenológicas</b>	<b>Kc</b>
F1	0.69
F2	0.78
F3	0.78
F4	0.71
F5	0.84
F6	0.78
Média	0.76

### 3.10 Determinação da lâmina de irrigação

Inicialmente determinou-se a capacidade de armazenamento de água disponível (CAD), o qual representa o volume total de água que pode ser armazenado no solo e explorado pelas raízes. Para calcular a CAD usa-se a equação:

$$CAD = (\theta_{cc} - \theta_{pmp}) \cdot p \quad (21)$$

Em que:

CAD = Capacidade de armazenamento de água disponível no solo (mm);

$\theta_{cc}$  = Umidade do solo na capacidade de campo ( $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ );

$\theta_{pmp}$  = Umidade no ponto de murcha permanente ( $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ );

p = Profundidade efetiva do sistema radicular (mm).

De posse dos valores de umidade na capacidade de campo ( $0,349 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ ) e de umidade no ponto de murchamento permanente ( $0,173 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ ) obtida através da curva de retenção de água no solo em laboratório (Apêndice C) e da profundidade efetiva do sistema radicular (250mm), tem-se a CAD de 44,00 mm.

Em seguida calculou-se a água disponível no solo (AD) que nada mais é do que a quantidade de água possível de ser utilizada pelas plantas sem danos a produtividade, obtida por:

$$AD = CAD \cdot f \quad (22)$$

Em que:

AD = Água disponível no solo (mm);

CAD = Capacidade de armazenamento de água disponível no solo (mm);

f = Coeficiente de deflexão;

Foi usado  $f = 0,5$ , pois para Bernardo (1989), o fator de deflexão para frutíferas varia de 0,3 a 0,7. Obteve então 22,00 mm de AD, no então para o experimento optou-se por AD= 20,00 mm.

E por fim determinou-se a lâmina bruta de irrigação, que leva em consideração as perdas de água no sistema de irrigação, e é obtida por:

$$LB = \frac{AD}{Ea} \quad (23)$$

Em que:

LB - Lâmina Bruta (mm);

AD - Água disponível no solo (mm);

Ea - Eficiência de aplicação do sistema de irrigação.

Considerando a  $Ea = 95\%$ , obteve-se em uma  $LB = 21,05$  mm.

### 3.11 O sistema de irrigação e os tratamentos

A água utilizada para a irrigação foi de um poço artesiano, que abastecia uma caixa d'água com 15 m de altura e que desta servia de fonte d'água para todas as atividades do Colégio Politécnico da UFSM incluindo o presente experimento. O sistema de irrigação da área experimental foi instalado a partir da tubulação geral do Colégio Politécnico da UFSM.

Na água disponibilizada para o experimento foi instalado inicialmente um registro e um filtro, e posteriormente quatro outros registros, um para cada tratamento. Para a montagem do sistema de irrigação por gotejamento, foram usadas mangueiras de polietileno de  $\frac{3}{4}$ " de diâmetro de cor preta na linha principal, e para as linhas secundárias mangueiras de  $\frac{1}{2}$ " de diâmetro na mesma cor. As fitas gotejadoras foram dispostas ao redor das plantas com auxílio de adaptadores junto às tubulações laterais, de modo que em cada planta foram instalados cinco gotejadores.

Os tratamentos consistiram na aplicação de lâminas de água por gotejamento, correspondentes a reposições de 0, 40, 60, 80, e 100%, a serem aplicadas a cada 20 mm da Evapotranspiração Máxima Acumulada (ET<sub>mac</sub>) pela cultura da goiabeira (Tabela 4). Considerou-se como unidade experimental uma planta. As unidades experimentais foram separadas por uma lona plástica enterrada na profundidade de 0,30 m, distanciadas 1,75 m do caule da planta na linha.

Tabela 4 - Os tratamentos correspondentes às diferentes percentagens da evapotranspiração máxima acumulada da cultura e suas respectivas lâminas de irrigação.

Tratamentos	Porcentagem da ET <sub>mac</sub>	Lâminas (mm)
T1	0	0
T2	40	8
T3	60	12
T4	80	16
T5	100	20

A disposição dos tratamentos e das parcelas, aplicados no pomar de goiabeiras podem ser visualizados na Figura 10, onde a representação T1, T2, T3, T4 e T5, referem-se aos tratamentos:

<b>T1</b>	<b>T4</b>	<b>T3</b>	<b>T2</b>	<b>T5</b>	<b>T4</b>	<b>T1</b>	<b>T5</b>	<b>T4</b>	<b>T2</b>	<b>T2</b>	<b>T4</b>	<b>T3</b>	<b>T5</b>	<b>T4</b>
<b>T2</b>	<b>T5</b>	<b>T4</b>	<b>T1</b>	<b>T3</b>	<b>T3</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T5</b>	<b>T1</b>	<b>T1</b>	<b>T5</b>	<b>T3</b>	<b>T2</b>	<b>T1</b>

 Bloco 01  Bloco 02  Bloco 03  Bloco 04  Bloco 05  Bloco 06

Figura 10 - Disposição após sorteio dos tratamentos nos blocos experimentais, com uma planta por parcela. Santa Maria, 2010.

Os tratamentos eram aplicados, a partir da soma diária da ET<sub>m</sub>. Os valores de precipitação pluviométrica foram descontados da ET<sub>mac</sub> para considerar a reposição de água no solo, quando a precipitação foi maior que a ET<sub>mac</sub> zerou-se a contagem.

O tempo de funcionamento do sistema de irrigação para os tratamentos T2, T3, T4 e T5, eram, respectivamente, 84, 126, 168 e 210 minutos.

Eventualmente o tempo de irrigação na área experimental se modificava além do previsto, devido ao aumento ou redução da pressão do sistema, para isso houve o monitoramento das vazões através de coleta da água nos emissores e medidas em provetas em ml no tempo de um minuto. Para compensar a menor ou maior vazão do sistema, ocasionada pelas diferentes pressões, foi necessário aumentar ou reduzir proporcionalmente o tempo de irrigação. Assim, foi possível irrigar a lâmina bruta, definida em cálculos para a reposição da demanda hídrica da cultura e perdas do sistema de irrigação por gotejamento usado na área experimental.

### **3.12 Produtividade, massa média e número de frutos.**

Durante a colheita dos frutos (de março a maio de 2011), toda produção foi pesada, e, por conseguinte estimada a produtividade ( $t.ha^{-1}$ ) por tratamento, além de definir a massa média dos frutos. Durante este período foram contados todos os frutos. A pesagem foi realizada em balança digital modelo SK-80.

### **3.13 Comprimento e diâmetro do fruto**

Para as determinações de comprimento (eixo paralelo ao pedúnculo) e diâmetro (eixo perpendicular ao pedúnculo) de frutos, foram usados quarenta e oito frutos por repetição dos tratamentos, de modo que, durante o período de colheita, a cada sete dias quatro frutos por planta eram amostrados. Para essas medições foi usado um paquímetro digital, sendo os resultados expressos em milímetros.

### 3.14 Volume de frutos

O volume do fruto foi determinado através do método de deslocamento de massa (MOHSENIN, 1978). Neste método, realizam-se três pesagens, a primeira pesagem foi à massa do fruto (a), a segunda à massa de um recipiente que continha água (b) e por fim, sustentado por uma haste, o fruto é forçado para dentro do recipiente com água, até ser totalmente submerso, sem, no entanto, tocar as superfícies do recipiente, neste momento, é feita a terceira pesagem (c). Foram utilizados dez frutos por repetição dos tratamentos para a determinação do volume dos frutos. Para o cálculo do volume usou-se a equação:

$$V = \frac{(c - b)}{d} \quad (24)$$

Em que:

V = volume do fruto (cm<sup>3</sup>)

d = densidade da água (g.cm<sup>-3</sup>)

c – b = massa de água deslocada (g)

### 3.15 Quantidade de lóculos do fruto

Utilizou-se de dez frutos por repetição dos tratamentos para a determinação do número de lóculos do fruto, para tanto os frutos foram cortados ao meio para a contagem dos lóculos.

### 3.16 Análises químicas do fruto

As análises de pH, de Sólidos Solúveis Totais (°Brix) e Acidez Total Titulável, foram determinados para todos os tratamentos, em três épocas distintas de colheita (no 192° DAP, no 206° DAP e no 220° DAP). Para as determinações foram utilizados quatro frutos por planta, colhidos ao acaso, um em cada quadrante da planta. A colheita foi feita quando os frutos

atingiram a maturação, avaliada visualmente e caracterizada por um epicarpo de cor amarelo intenso e polpa firme, mas com início de amolecimento.

No laboratório, os frutos devidamente identificados foram lavados e triturados, em um processador para a obtenção da polpa que, depois de preparada, foi colocada em sacos plásticos etiquetados em um freezer, para que se pudessem iniciar as determinações químicas.

O pH das amostras foi determinado seguindo a metodologia analítica da AOAC (1995), utilizando um potenciômetro com prévia calibração com soluções tampão padrões de pH = 4 e pH = 7. Os Sólidos Solúveis Totais (°Brix) foram determinados por refratometria descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (1985). A Acidez Total Titulável, foi determinada através de uma técnica simples de titulação com base padronizada, de Hidróxido de Sódio (NaOH) a 0,1N (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985) e o índice de acidez foi expresso porcentagem de ácido orgânico, considerando o ácido cítrico como predominante na amostra.

### **3.17 Análise estatística**

Foram realizadas verificações, quanto às pressuposições normalidade, através do teste de Anderson-Darling e homogeneidade dos dados, pelos testes Bartlett (dados que se mostravam normais) e o teste de Levene (para dados que violavam o pressuposto da normalidade). O não ajuste do conjunto de dados a pelo menos uma dessas pressuposições se fez necessário o uso do dispositivo Box-Cox, para a escolha de uma transformação adequada dos dados, pelo programa estatístico Action.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com cinco tratamentos distribuídos em seis repetições. Os resultados dos parâmetros produtividade, número, massa, volume, lóculos, comprimento e diâmetro de frutos, de goiabeira, do experimento, foram submetidos à análise estatística de regressão polinomial, com o objetivo de verificar a existência de relações significativas entre as Lâminas de Irrigação aplicadas e os parâmetros analisados.

Já para análise dos dados de potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis totais e acidez total titulável dos frutos, os tratamentos foram dispostos em delineamento de blocos ao acaso em arranjo fatorial 5x3, sendo cinco lâminas de irrigação e três época de colheita de frutos, com seis repetições. Os dados foram submetidos à ANOVA, de modo que para o efeito

do fator lâminas de irrigação, usou-se a análise Regressão, já o fator época de colheita foi submetido à comparação de médias pelo teste de Tukey.

As análises estatísticas dos resultados do experimento foram realizadas em nível de 5% de probabilidade de erro, utilizando o programa ASSISTAT, versão 7.6 beta (SILVA, 2009).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Fenologia da goiabeira

Com observações periódicas nas plantas do pomar, o ciclo de produtivo da goiabeira foi dividido em seis estádios fenológicos distintos: F1 – período de brotação; F2 – crescimento vegetativo; F3 – floração; F4 – primeira fase de crescimento de frutos; F5 – segunda fase de crescimento de frutos; F6 – terceira fase de crescimento de frutos, maturação e colheita.

As observações iniciaram a partir da poda de frutificação, que ocorreu no dia 14/09/2010. Deste modo, foram caracterizadas as seis fases fenológicas, cujos períodos e durações são mostrados na Tabela 5.

Tabela 5 - Fases fenológicas da goiabeira (*Psidium guajava* L.), cultivar Paluma, após a poda de frutificação realizada no dia 14/09/2010, no Setor de Fruticultura do Colégio Politécnico da UFSM, Santa Maria – RS.

Fase	Estádio Fenológico	Período	Número de Dias
F1	Brotações	15/09/2010 - 30/09/2010	16
F2	Crescimento Vegetativo	01/10/2010 - 26/10/2010	26
F3	Floração	27/10/2010 - 04/01/2011	70
F4	Primeira Fase de Crescimento dos Frutos	05/01/2011 - 03/02/2011	30
F5	Segunda Fase de Crescimento dos Frutos	04/02/2011 - 14/03/2011	41
	Terceira Fase de Crescimento dos Frutos,		
F6	Maturação e Colheita	15/03/2011 - 30/05/2011	77
Total			260

Desde a poda de frutificação até a colheita passou-se 260 dias. Em Jaboticabal, São Paulo, o ciclo da goiabeira cultivar Paluma variou entre 126 e 140 dias desde o fim da antese até a colheita (PEREIRA e SÃO JOSÉ, 1987).

No México, a goiaba “Média China” na primavera-verão apresentou um ciclo de 130 dias da antese a maturação dos frutos, enquanto que no outono-inverno o ciclo foi de 190 dias (MERCADO-SILVA et al., 1998).

Teixeira et al. (2003), em Petrolina, Pernambuco, verificaram que o ciclo da goiabeira ‘Paluma’, entre a poda realizada em junho até a colheita, durou cerca de 200 dias. Já em Pedro Canário, Espírito Santo, o ciclo da goiabeira cultivar Paluma durou de 182 a 203 dias, da poda de frutificação até o início da colheita, variando em decorrência da época da poda (SERRANO et al., 2008a).

Nas Figuras 11, 12, 13, 14, 15, 16 e 17 estão ilustradas as distintas fases fenológicas da goiabeira cultivar Paluma. Entre a poda de frutificação e a brotação das gemas vegetativas passou-se 16 dias; na sequência por um período de 26 dias ocorreu a fase de crescimento vegetativo. Em seguida, ocorreu o estágio de floração, com duração de 70 dias. Após essa fase, os frutos que “pegaram”, iniciaram sua primeira fase de crescimento, com 30 dias; na sequência, os frutos continuaram a crescer, caracterizando a segunda fase de crescimento, que durou 41 dias e, por fim, a terceira fase de crescimento dos frutos, maturação e colheita, transcorrida num período de 77 dias, totalizando 260 DAP ao final da colheita.



Figura 11 - Caracterização Fenológica de Goiabeira Cultivar Paluma referentes ao estágio de Brotação, em Santa Maria –RS. Fonte: Autor.



Figura 12 - Caracterização fenológica de goiabeira cultivar paluma referente ao estágio de crescimento vegetativo, em Santa Maria –RS. Fonte: Autor.



Figura 13 - Caracterização fenológica de goiabeira cultivar paluma referente ao estágio de floração, em Santa Maria –RS. Fonte: Autor.



Figura 14 - Caracterização fenológica de goiabeira cultivar paluma referente ao estágio de primeira fase de crescimento de frutos, em Santa Maria –RS. Fonte: Autor.



Figura 15 - Caracterização fenológica de goiabeira cultivar paluma referente ao estágio de segunda fase de crescimento de frutos, em Santa Maria –RS. Fonte: Autor.



Figura 16 - Caracterização fenológica de goiabeira cultivar paluma, referente ao estágio de terceira fase de crescimento e maturação de frutos, em Santa Maria –RS. Fonte: Autor.



Figura 17 - Caracterização fenológica de goiabeira cultivar paluma, referente ao estágio de colheita, em Santa Maria –RS. Fonte: Autor.

## 4.2 Parâmetros meteorológicos

O comportamento das plantas quanto a brotações, florescimento e frutificação pode variar em função de uma série de fatores (genéticos, ambientais e de manejo dos pomares), para tanto há de se destacar o clima, sendo a temperatura do ar, a umidade relativa do ar, a insolação, a radiação solar, a velocidade do vento e a precipitação pluviométrica fatores importantíssimos a serem considerados durante o desenvolvimento da goiabeira.

### 4.2.1 Temperatura do ar

Durante o período experimental as temperaturas máxima, média e mínima do ar variaram de 15,8 °C a 36,3 °C, de 10,98 °C a 27,88 °C e de 4,7°C a 23,2 °C, respectivamente.

Percebe-se que durante os estádios de floração (F3), de primeira fase de crescimento dos frutos (F4) e de segunda fase de crescimento dos frutos (F5) as temperaturas foram as mais elevadas, correspondentes aos meses de janeiro, fevereiro e março, ou seja, o verão. Entre 100° DAP e 176° DAP, a temperatura máxima obtida em média foi de 30,38 °C, conforme mostra a Figura 18. Há de se salientar que a temperatura é um dos fatores que determinam a época de produção e pode limitar o cultivo dessa frutífera em uma região.

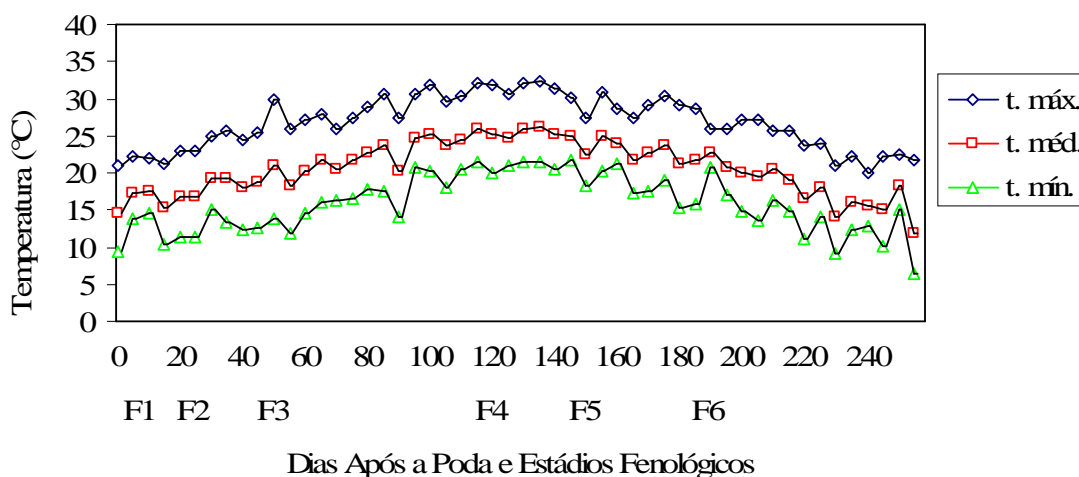


Figura 18 - Comportamento da Temperatura Máxima, Média e Mínima do ar (°C), em um ciclo fenológico da goiabeira, em função dos dias após a poda (DAP), em Santa Maria - RS. Data da poda: 14/09/2010.

#### 4.2.2 Umidade relativa do ar

A umidade relativa do ar (UR) variou de 41,83% no F3 a 96,58% no F6, apresentando média durante o período experimental de 78,29%, dentro da faixa ótima considerada para a goiabeira (50% a 80%). Os maiores valores de temperatura registrados culminaram com os menores valores de umidade relativa.

Nota-se que há um crescente aumento de umidade relativa do ar desde 45° DAP até o final do experimento, todavia a partir de 205° DAP na terceira fase de crescimento dos frutos, maturação e colheita (F6), os valores foram mais elevados, possivelmente pela estação climática – outono (Figura 19). A umidade relativa do ar é um fator relevante para o cultivo da goiabeira, por influir em aspectos fisiológicos e condições fitossanitárias dos frutos produzidos.

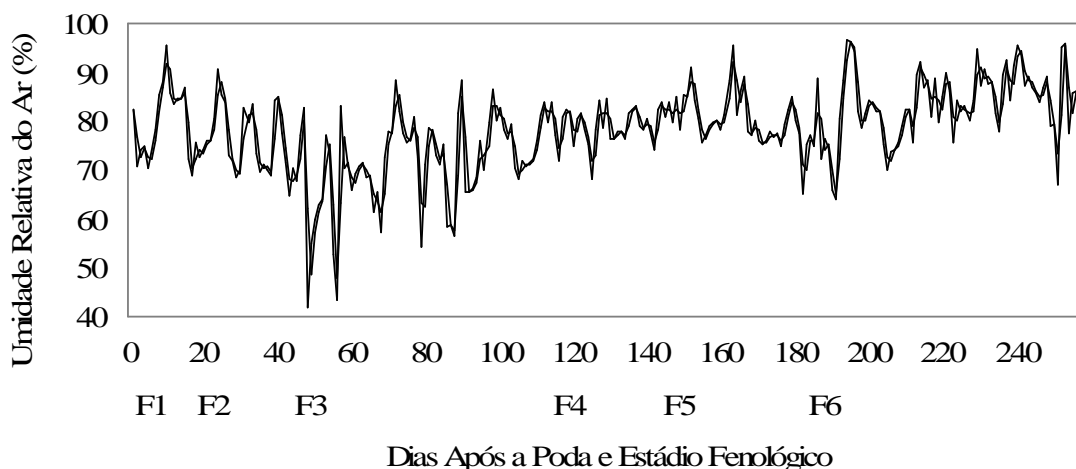


Figura 19 - Comportamento da umidade relativa do ar (%), em um ciclo fenológico da goiabeira, em função dos dias após a poda (DAP), em Santa Maria - RS. Data da poda: 14/09/2010.

#### 4.2.3 Radiação solar e insolação

A radiação solar global (Rg) e a insolação são fatores climáticos determinantes nos processos de desenvolvimento e maturação dos frutos da goiabeira. Sabe-se que a luz influencia os índices de qualidade de frutos, dentre esses, o tamanho, a firmeza, a concentração de sólidos solúveis, a acidez e a cor da epiderme.

Durante o trabalho, ambas foram maiores no período de verão, pelo fato dos dias serem mais longos e terem menor número de dias encobertos. Esses dias coincidiram com os estádios F3, F4 e F5. Entretanto, a radiação solar global e a insolação apresentaram grandes flutuações em função da variação da nebulosidade (Figura 20 e Figura 21).

No estádio F6, a radiação solar global apresentou os menores valores do período, sendo do 226º aos 259º DAP o período em que permaneceu mais tempo com valores abaixo 16 MJ.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>, durante o experimento a média de radiação solar foi de 19,0 MJ.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup> (Figura 20). O pico máximo de Rg foi de 31,624 MJ.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup> aos 93º DAP e o mínimo de 0,277 MJ.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup> aos 213º DAP.

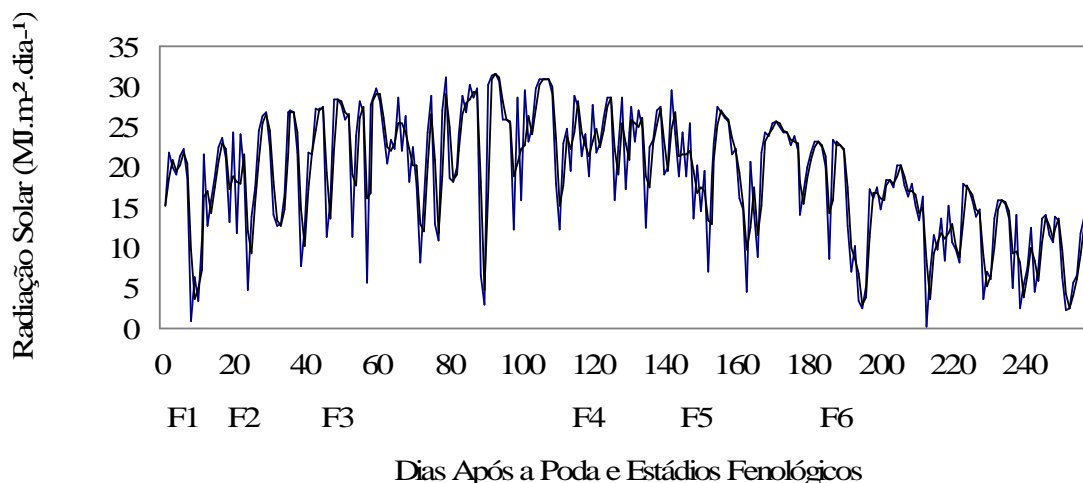


Figura 20 - Comportamento da Radiação Solar (MJ.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>), em um ciclo fenológico da goiabeira, em função dos dias após a poda (DAP), em Santa Maria - RS. Data da poda: 14/09/2010.

A insolação no estádio F6 apresentou os menores valores do período, com média 5,734 h.dia<sup>-1</sup>, durante o experimento a média de insolação foi de 7,227 h.dia<sup>-1</sup> (Figura 21). O pico máximo de insolação foi de 12,6 h.dia<sup>-1</sup> aos 93º, 94º e 108º DAP e o mínimo de 0,0 h.dia<sup>-1</sup> em 21 eventos, dos quais 12 vezes ocorreram no estádio F6 (terceira fase de crescimento dos frutos, maturação e colheita).

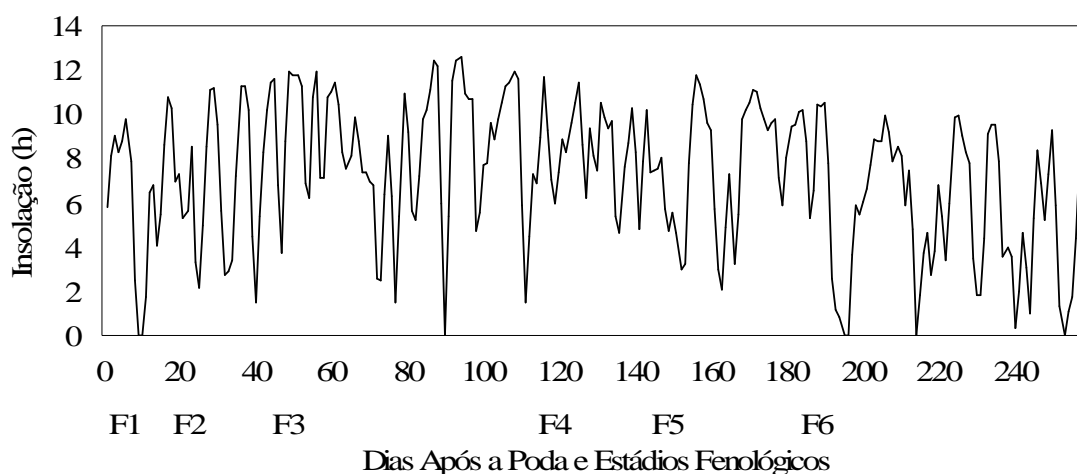


Figura 21 - Comportamento da Insolação ( $\text{h} \cdot \text{dia}^{-1}$ ), em um ciclo fenológico da goiabeira, em função dos dias após a poda (DAP), em Santa Maria - RS. Data da poda: 14/09/2010.

#### 4.2.4 Velocidade do vento

Consta que no 108° DAP, em F3, a velocidade média do vento a 2 m de altura foi a mais elevada ( $3,377 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ), interferindo possivelmente na floração das plantas. O menor valor registrado foi  $0,420 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  no 233° DAP no F6 (Figura 22). A média de velocidade do vento durante o experimento foi igual  $1,792 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

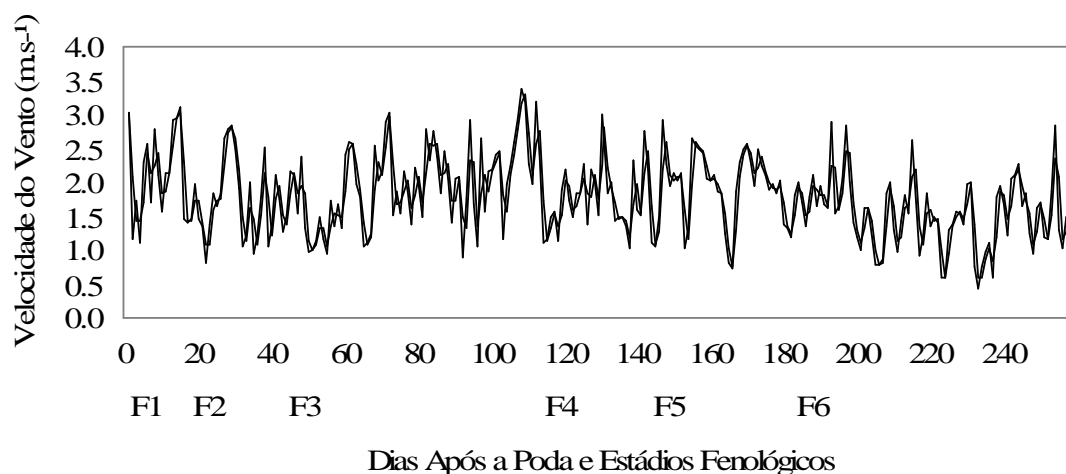


Figura 22 - Comportamento da velocidade do vento a 2,0 m de altura ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ), em um ciclo fenológico da goiabeira, em função dos dias após a poda (DAP), em Santa Maria - RS. Data da poda: 14/09/2010.

Ventos fortes podem causar danos à vegetação, inclusive com a quebra de ramos. A propagação de doenças, em particular as bacterianas, também é incrementada pela ocorrência de ventos fortes.

#### 4.2.5 Precipitação pluviométrica e irrigações complementares.

A precipitação pluviométrica acumulada desde a poda das plantas de goiabeira até o fim da colheita foi de 994,6 mm, sendo bem distribuída em termos de número de precipitações no decorrer do ciclo da cultura (Figura 23). Há de se evidenciar três eventos chuvosos: dois no estágio F3 (no 73° DAP e no 81° DAP) e um estágio F6 (no 213° DAP), que somados resultaram em 218,8 mm, sendo que no 213° DAP foi o dia de menor radiação solar global. O período mais longo em que houve certa escassez de precipitação durante o ciclo da cultura da goiabeira no experimento foi de 19 dias: dos 166° aos 185° DAP, período em que ocorreram apenas 0,4 mm de chuva e consequentemente foram realizadas 3 irrigações. Durante o experimento realizou-se 17 irrigações (Figura 23), das quais 06 aplicadas no estágio de floração (F3), embora nesse estágio tenha chovido 29,8% de toda a precipitação pluviométrica do período experimental, no entanto nesse estágio entre um evento chuvoso e outro houveram período prolongados de déficit hídrico.

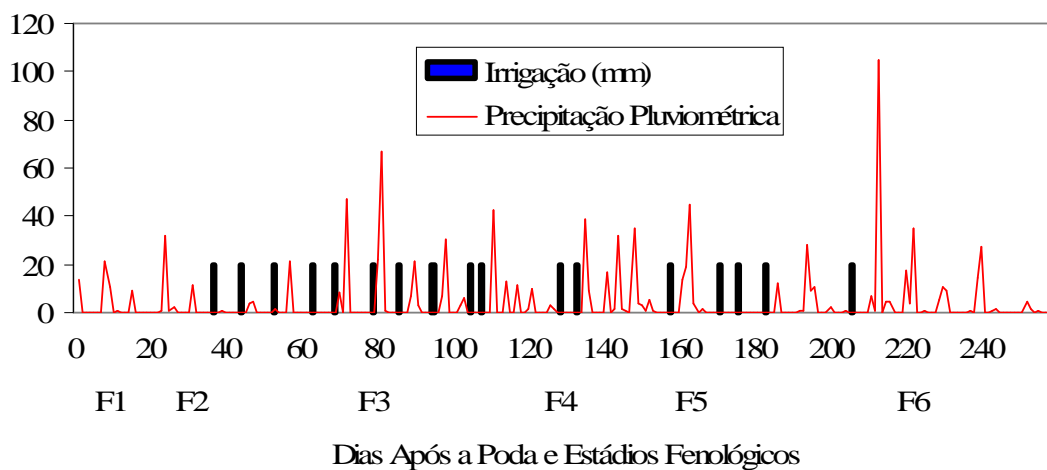


Figura 23 - Comportamento da precipitação pluviométrica e das irrigações, em um ciclo fenológico da goiabeira, em função dos dias após a poda (DAP), em Santa Maria - RS. Data da poda: 14/09/2010.

### 4.3 Evapotranspiração

Na figura 24, são apresentados os valores de evapotranspiração de referência (Eto) e de evapotranspiração máxima da cultura (Etm). É notório que os valores de Eto são maiores que os de Etm, fato esse atribuído aos valores reduzidos de coeficiente de cultura.

Da poda até a colheita dos frutos somaram-se 720,482 mm de Etm. Verifica-se que da F1 até a F3, houve uma tendência de aumento dos valores da evapotranspiração da cultura. No final de F3 a Etm começa a reduzir e isso permanece até o final da fase F6, estágio onde se registraram os menores valores de Etm.

No 86° DAP (estádio F3) foi obtido 5,423 mm de Etm, o maior valor do ciclo. O mínimo de Etm foi no 213° DAP onde se registrou 0,258 mm (estádio F6), esse valor é atribuído ao fato de ter sido o dia de maior precipitação pluviométrica e de menor radiação solar do ciclo.

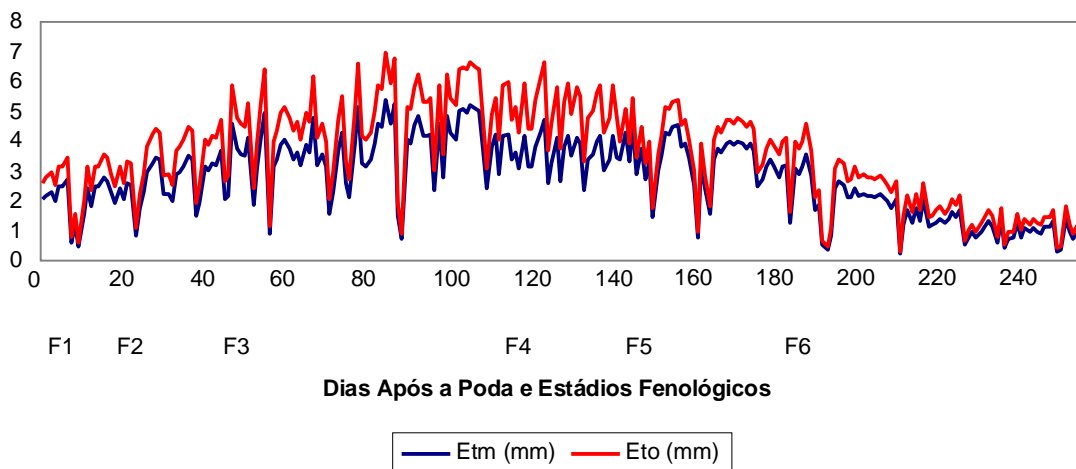


Figura 24 - Comportamento da evapotranspiração de referência e evapotranspiração máxima da cultura em um ciclo fenológico da goiabeira, em função dos dias após a poda (DAP), em Santa Maria - RS. Data da poda: 14/09/2010.

Na tabela 6 é apresentado um balanço de entradas e saídas de água no sistema, sendo possível notar um saldo positivo para todos os tratamentos, variando de 274,118 a 614,118 mm, do T1 ao T5, respectivamente, todavia as plantas passaram por períodos de déficit hídrico que justificaram a irrigação complementar.

Tabela 6 - Número de irrigações, lâmina aplicada, lâmina total aplicada, precipitação pluviométrica, total de água aplicada, evapotranspiração máxima acumulada e saldo hídrico, no pomar de goiabeiras em Santa Maria, RS, 2010-2011.

Balanço Hídrico (mm)	Tratamentos				
	T1	T2	T3	T4	T5
Número de irrigações	0	17	17	17	17
Lâmina aplicada (mm)	0	8	12	16	20
Lâmina total aplicada (mm)	0	136	204	272	340
Precipitação pluviométrica (mm)	994,6	994,6	994,6	994,6	994,6
Total de água aplicada (mm)	994,6	1130,6	1198,6	1266,6	1334,6
Evapotranspiração máxima					
Acumulada (mm)	720,482	720,482	720,482	720,482	720,482
Saldo hídrico (mm)	274,118	410,118	478,118	546,118	614,118

#### 4.4 Características de produção

##### 4.4.1 Comprimento (C), diâmetro (D) e relação (C/D) de frutos

Os resultados das análises estatísticas de comprimento, de diâmetro e da relação comprimento/diâmetro (C/D) dos frutos de goiabeira, estudadas em relação às diferentes lâminas de irrigação aplicadas no pomar, são apresentados nos apêndices E, F e G, respectivamente.

Não foram observadas diferenças significativas para o comprimento médio dos frutos entre as diferentes lâminas de irrigação por gotejamento. Os comprimentos médios dos frutos medidos nos diferentes tratamentos alcançaram resultados semelhantes, com média de 72,311

mm, conforme mostra a Figura 25. Resultado semelhante foi encontrado por (NOGUEIRA, 2011), em estudos sobre a cultura do maracujazeiro amarelo irrigado por gotejamento no Piauí, onde os frutos não diferiram estatisticamente por influência de lâminas de irrigação.

Já para (MELO et al., 2006) o comprimento do fruto do abacaxizeiro variou de forma quadrática ao fornecimento da lâmina de irrigação.

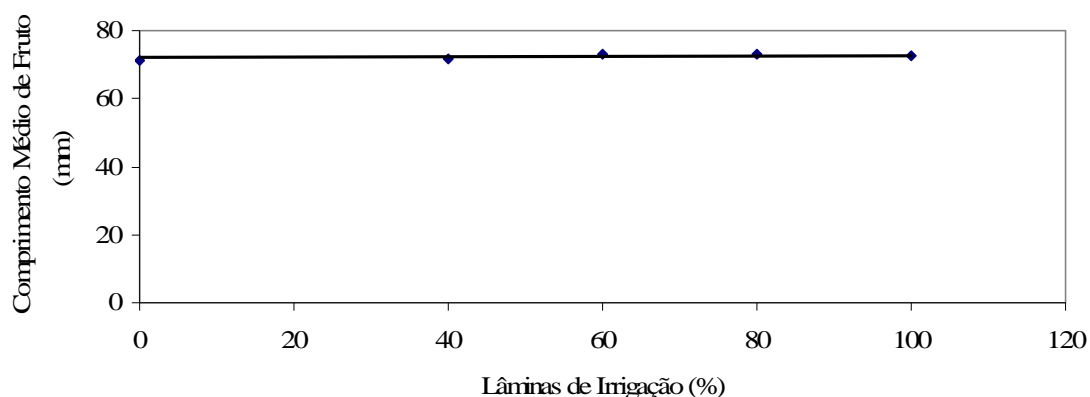


Figura 25 – Valores Médios de Comprimento de frutos de goiabeira, cultivar Paluma sob irrigação por gotejamento, segundo lâminas de irrigação complementar.

O diâmetro médio de frutos (64,683 mm) não foi influenciado pelas diferentes lâminas de irrigação fornecidas via gotejamento (Figura 26), contudo, os valores estão dentro do intervalo encontrado por Lima et al. (2002) 53,0 a 77,9 mm. Resultado semelhante foi obtido por (GALLÁRRETA, 2006) onde não se verificaram diferenças significativas na distribuição do diâmetro de pêra no Uruguai entre os diferentes manejos de irrigação baseados na evapotranspiração máxima das plantas

Já para Konrad, 2002 a irrigação localizada possibilitou produzir frutos com maior diâmetro na cultura da aceroleira.

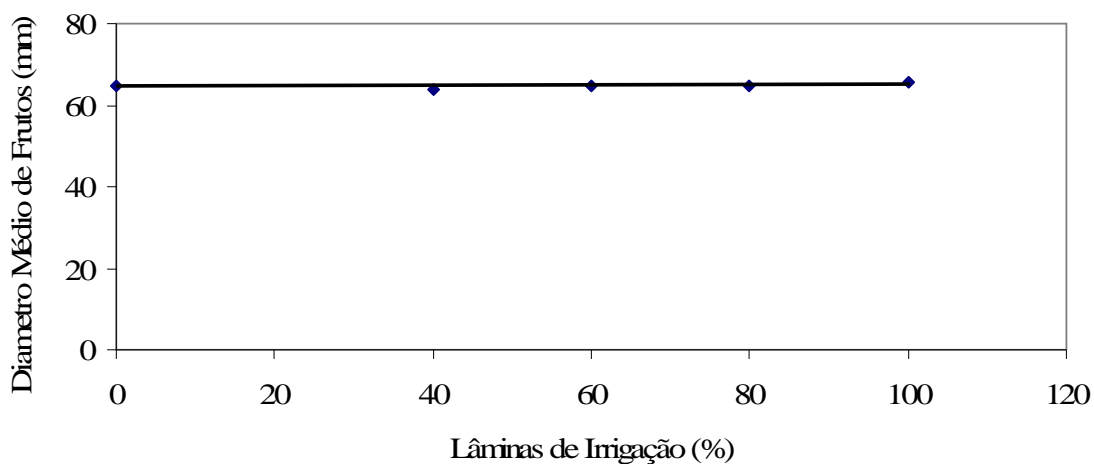


Figura 26 – Valores médios de diâmetro de frutos de goiabeira, cultivar Paluma sob irrigação por gotejamento, segundo lâminas de irrigação complementar.

A relação comprimento/diâmetro (C/D) dos frutos não foi afetada pelas lâminas de irrigação, provavelmente porque as medidas de comprimento e diâmetro também não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos.

Analisar isoladamente as variáveis, comprimento e diâmetro têm pouca importância para a caracterização dos frutos de goiabeira. Entretanto, a relação C/D é bastante representativa. Segundo Gerhardt et al. (1997), esta relação indica o formato do fruto e quanto mais próxima de 1, mais redondo. A relação C/D média encontrada foi de 1,122 (Figura 27).

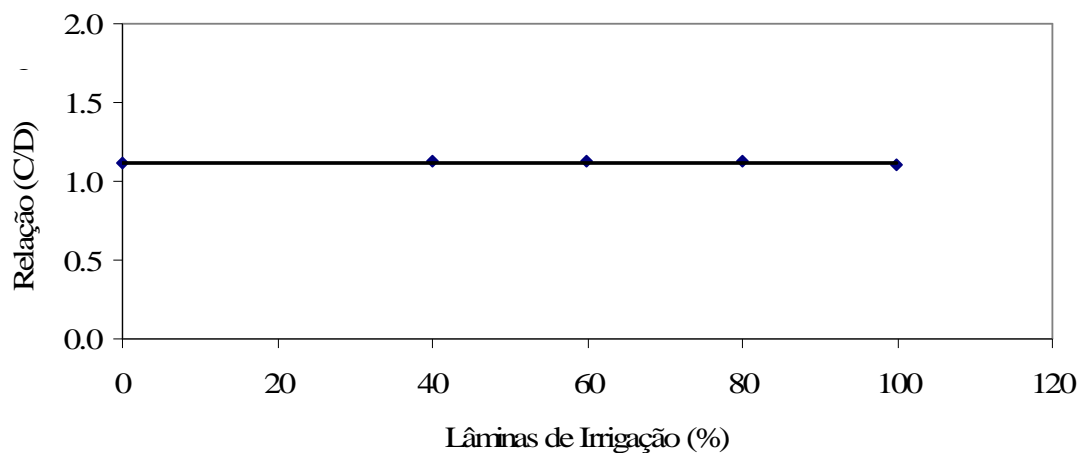


Figura 27 – Valores médios da relação Comprimento/ Diâmetro (C/D) de frutos de goiabeira, cultivar Paluma sob irrigação por gotejamento, segundo lâminas de irrigação complementar.

Lima et al. (2002) encontrou relações C/D dos frutos variando de 0,98 a 1,25 em diversas cultivares de goiabeira.

#### 4.4.2 Número de frutos por planta, massa média de frutos e produtividade

As análises de variância para as variáveis, número de frutos por planta, massa média de frutos e produtividade de goiabeira, encontram-se dispostos nos apêndices H, I e J.

A partir dessas informações verificou-se efeito significativo para número de frutos por planta e produtividade, no entanto para massa média de frutos as lâminas de irrigação aplicadas por gotejamento não interferiram nesse parâmetro.

Na Figura 28, é possível notar que as lâminas não incrementaram na massa de frutos da goiabeira, a média geral dos tratamentos foi de 159,68g por fruto. Sousa et al. (2003) registrou massa média de frutos de maracujazeiro amarelo entre 0,136 kg e 0,138 kg, estes resultados não foram significativos, isto é, não foram influenciados pelos níveis de irrigação. Já Melo et al. (2006) estudaram os diferentes níveis de irrigação por aspersão convencional na cultura do abacaxizeiro, e conforme seus resultados a massa do fruto (g) do abacaxizeiro variou de forma quadrática ao fornecimento da lâmina de irrigação.

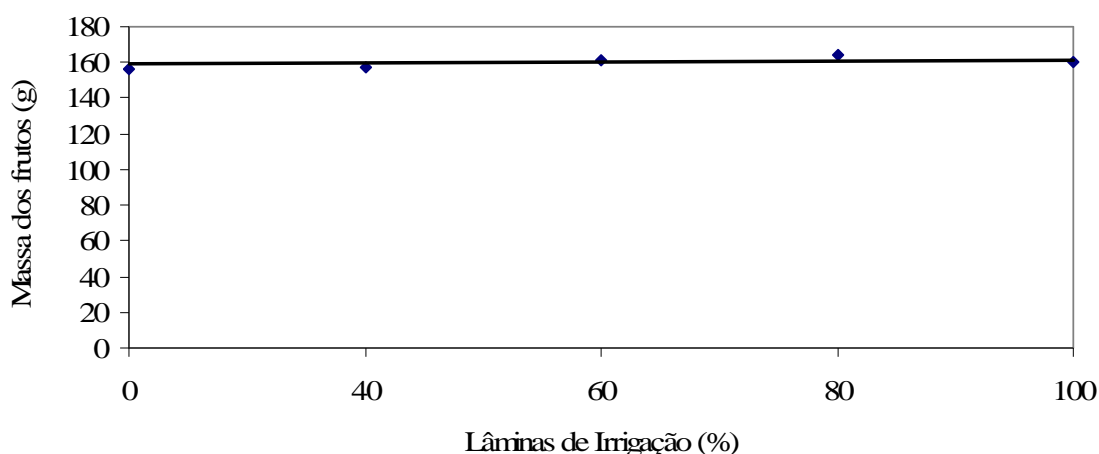


Figura 28 – Valores médios de massa de frutos de goiabeira cultivar Paluma sob irrigação por gotejamento, segundo lâminas de irrigação complementar.

Para número de frutos por planta de goiabeira, a análise de regressão revelou efeito quadrático. Pela Figura 29, o número de frutos aumentou até o seu valor máximo no período de colheita ( $677,3 \text{ frutos.planta}^{-1}$ ) obtido com a lâmina de 60,78% da Etmac. Isso se deve por que quando a umidade do solo está adequada aumenta-se a capacidade das células da planta de ficarem sempre túrgidas, com isso há maior perda de água pelos estômatos pelo processo de transpiração e, conseqüentemente maior produção de matéria seca pelo processo da fotossíntese, esta utilizada na manutenção do metabolismo, crescimento e produção (BENINCASA; LEITE, 2002).

Na cultura da bananeira o número de frutos por cacho sofreu influência das lâminas de irrigação e de doses de potássio aplicadas, alcançando o valor máximo de frutos por cacho com uma lâmina de  $1.381,17 \text{ mm ciclo}^{-1}$  (100% ETc) e a dose de  $850 \text{ g planta}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  ( $\text{K}_4 = 140\%$ ) (BARROSO, 2009).

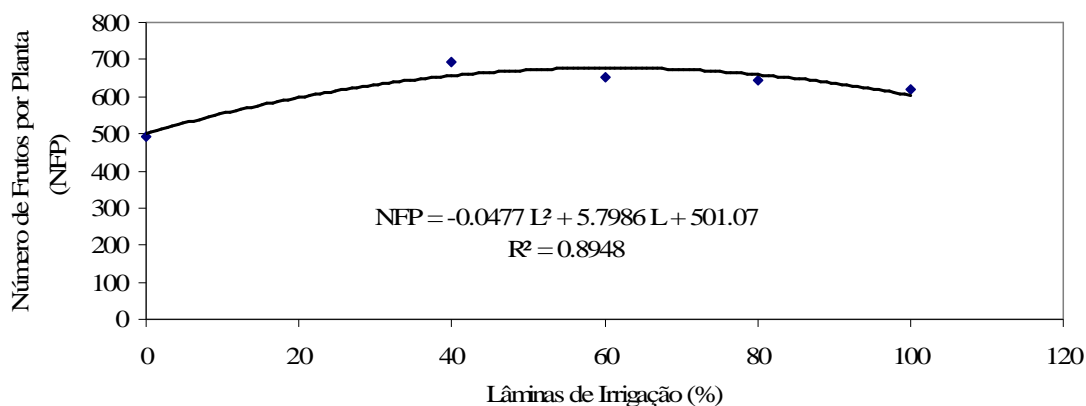


Figura 29 – Valores médios de número de frutos por planta de goiabeira cultivar Paluma sob irrigação por gotejamento, segundo lâminas de irrigação complementar.

A análise de regressão relacionando a produtividade da goiabeira com as lâminas de irrigação ajustou-se a uma equação polinomial quadrática (Figura 30). A referida figura mostra que a produtividade aumenta de acordo com o aumento das lâminas de irrigação aplicadas, até o valor de 64,13% da Etmac e a partir desse valor ocorreu uma diminuição para maiores lâminas de irrigação. Com esse ponto de máxima eficiência (64,13%) é possível estimar de acordo com a análise de regressão uma produtividade de  $87,97 \text{ t/ha}$ , resultado esse nove vezes maior que a produtividade média do Rio Grande do Sul.

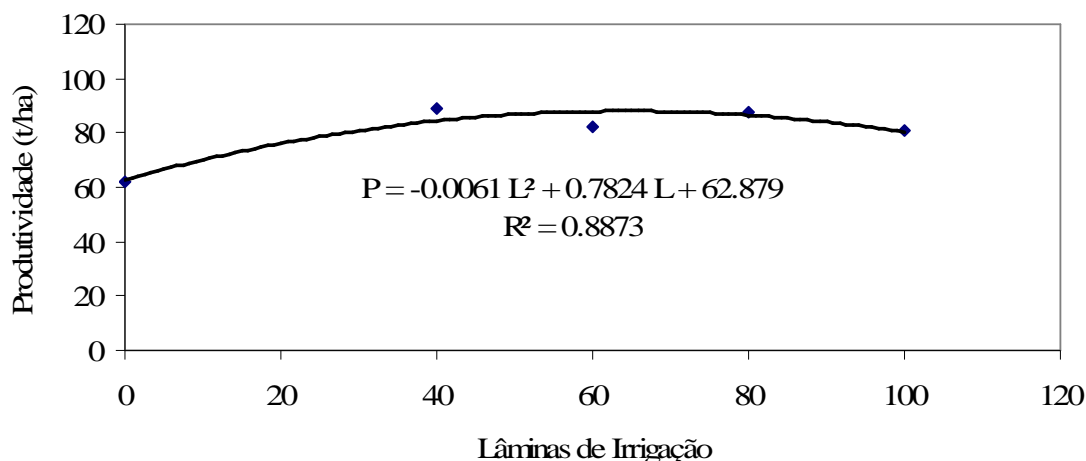


Figura 30 – Valores médios de produtividade ( $t \cdot ha^{-1}$ ) de goiabeira cultivar Paluma sob irrigação por gotejamento, segundo lâminas de irrigação complementar.

Maciel et al. (2007) em Itaporanga, PB verificaram que a goiabeira “paluma” submetida a lâminas de irrigação por microaspersão e a adubação nitrogenada obtiveram produtividade máxima de 43583, 5  $kg \cdot ha^{-1}$ .

Carvalho et al. (2000) avaliando o efeito de lâminas de irrigação aplicadas por gotejamento e a adubação nitrogenada na cultura do maracujazeiro amarelo, em Campos dos Goytacazes – RJ, perceberam que a lâmina de irrigação correspondente a 72,3 % da evapotranspiração de referência foi a que obteve maior produtividade.

SILVA et al. (2001) avaliaram os efeitos da interação entre lâmina de água aplicada e frequências de aplicação sobre a produção comercial e outros componentes produtivos do mamoeiro Sunrise Solo Line 72/12, em Sooretama - ES, verificaram que a produtividade, a massa média dos frutos e o número de frutos por planta cresceram linearmente com a lâmina aplicada, correspondente às reposições de 40; 60; 80; 100 e 120% da evapotranspiração obtida a partir do tanque Classe “A”.

Dessa forma, as diferenças significativas observadas para a produtividade total, foram em função ao número de frutos produzidos e não pela massa média de frutos. Há de se salientar que mesmo as plantas que não foram submetidas a irrigação obtiveram alta produtividade ( $62,879 t \cdot ha^{-1}$ ), isso é reflexo do manejo utilizado no experimento, ou seja, poda, tratamentos fitossanitários e culturais, do histórico de adubações orgânicas na área e da adubação química.

#### 4.4.3 Quantidade de lóculos do fruto

Não houve registro de significância, para a quantidade de lóculos do fruto da goiabeira irrigada por gotejamento em Santa Maria, RS (Figura 31), apresentando média de lóculos por fruto de 4,54. Segundo Pereira (1995) o mesocarpo da goiaba é carnoso, de textura firme com 4 a 5 lóculos que abrigam numerosas sementes.

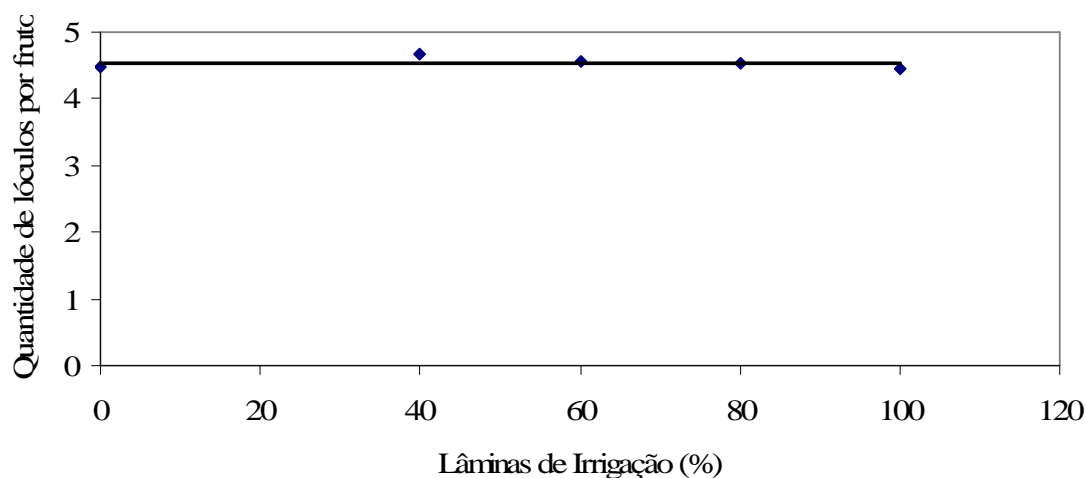


Figura 31 – Valores médios de quantidade lóculos por fruto de goiabeira cultivar Paluma sob irrigação por gotejamento, segundo lâminas de irrigação complementar.

#### 4.4.4 Volume do fruto

As lâminas de irrigação influenciaram o volume do fruto, de forma que a análise de regressão ajustou um modelo polinomial quadrático para descrever os resultados (Figura 32). O volume máximo do fruto (216,75 cm<sup>3</sup>) foi encontrado com a lâmina de 47,93% da ET<sub>mac</sub>, para lâminas maiores ou menores que esta o volume tende a diminuir. Em geral os frutos de maior tamanho são os mais atrativos pelo consumidor.

Vieira (2004) em estudos sobre a qualidade da goiaba (cultivar Pedro Sato) submetida a tratamento hidrotérmico em Viçosa - MG encontrou volume médio dos frutos igual a 239,78 cm<sup>3</sup>.

Para que a irrigação tenha influenciado o volume, e não tenha interferido na massa e nem na quantidade de lóculos do fruto, o tamanho dos espaços vazios no interior dos mesmos tenderam a aumentar e diminuir proporcionalmente ao aumento ou diminuição do volume.

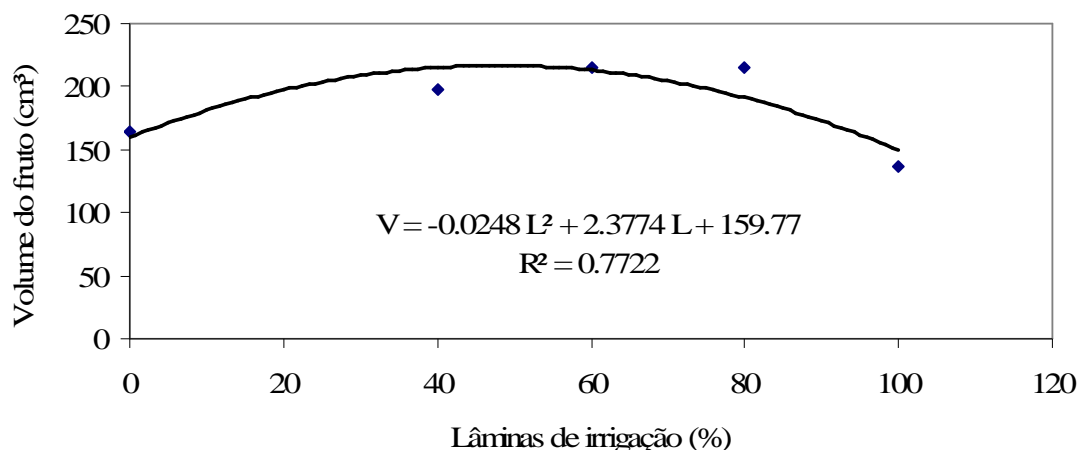


Figura 32 – Valores Médios de Volume de frutos de goiabeira cultivar Paluma sob irrigação por gotejamento, segundo lâminas de irrigação complementar.

#### 4.5 Sólidos solúveis totais (SST), potencial hidrogeniônico (pH) e acidez total titulável (ATT)

As análises estatísticas para as variáveis respostas sólidos solúveis totais, pH e acidez total titulável encontram-se nos apêndices N, O, P, Q, R e S.

As lâminas de irrigação não interferiram significativamente nos teores de SST dos frutos de goiabeira (Figura 33), expressando, de uma maneira geral, a mesma tendência observada por Teodoro et al. (2004) na cultura da melancia irrigada por gotejamento, em Uberlândia –MG.

Os teores de SST variaram de 7,77 a 8,22 °Brix. Esses valores são inferiores aos obtidos por (SILVA et al., 2008; MAIA et al., 1998; MEDINA, 1988). Entretanto são semelhantes aos encontrados por (LIMA et al., 2002). Gongatti Neto et al. (1996) comentam que a goiaba pode ser colhida quando o seu °Brix estiver próximo de 9,0. Os baixos valores de SST possivelmente foram influenciados pelo reduzido espaçamento entre as plantas, o que dificulta a penetração da radiação solar no interior do dossel vegetativo.

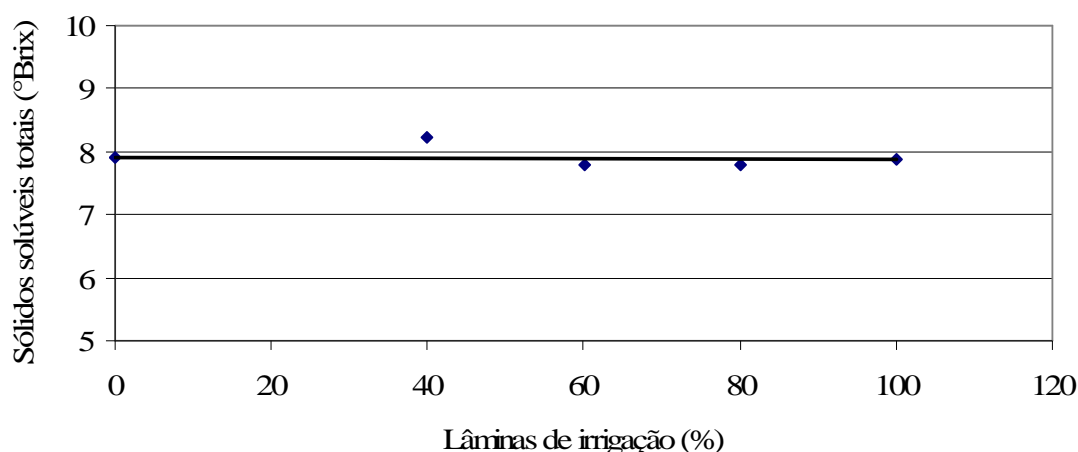


Figura 33 – Valores Médios de SST do fruto de goiabeira cultivar Paluma sob irrigação por gotejamento, segundo lâminas de irrigação complementar.

Observa-se que os teores de sólidos solúveis totais (SST) diferiram estatisticamente entre as colheitas realizadas, e apresentaram tendência de diminuir ao longo do período de colheita dos frutos (Tabela 7). Isso foi proporcionado possivelmente ao fato de, no período de colheita, a radiação solar, insolação e a temperatura média do ar tenderam a diminuir. Esses dados corroboram com as informações de Chitarra & Chitarra (1990) que informam que as baixas temperaturas têm a capacidade de retardar as atividades metabólicas, reduzindo a síntese e degradação dos polissacarídeos e carboidratos. Segundo Pedreira et al. (2008) os frutos de abacaxi que amadurecem quando a luminosidade é baixa apresentam menores teores de açúcar do que os frutos cuja maturação ocorre sob alta luminosidade.

Tabela 7 – Medias de sólidos solúveis totais (Grau Brix) de frutos de goiabeira cultivar Paluma, por três épocas de colheita em Santa Maria, 2011.

Épocas de Colheita (C)	Médias
1ª Colheita (192º DAP)	8,6367 a
2ª Colheita (206º DAP)	8,1500 b
3ª Colheita (220º DAP)	6,9667 c
CV (%)	9,7056

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si no nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey.

Não se verificou diferenças significativas para os efeitos das lâminas de irrigação sobre o pH dos frutos (Figura 34). Resultado parecido foi encontrado nos estudos de (SILVA et al., 2008) no município de Itaporanga – PB, onde o pH dos frutos de goiabeira da cultivar paluma não se diferenciaram estatisticamente sob efeito de lâminas de irrigação por microaspersão.

Os valores de pH variaram de 4,21 a 4,37 sob efeito das lâminas de irrigação. Esses resultados são maiores do que os encontrados por: Brunini, et al. (2003) em estudos sobre a qualidade da polpa de goiaba, o pH variou de 3,15 a 4,03, Fernandes et al. (2006) que trabalhando com suco de goiaba encontraram valores de pH na faixa de 3,18 a 4,07 e de Cavalcanti et al. (2006) em estudos com suco de goiaba industrializado obtiveram valores de pH oscilando de 3,21 a 3,64.

Por outro lado, estão coerentes com valores encontrados por Medeiros (2003) que trabalhando com a variedade paluma encontrou pH variando de 3,82 a 4,40.

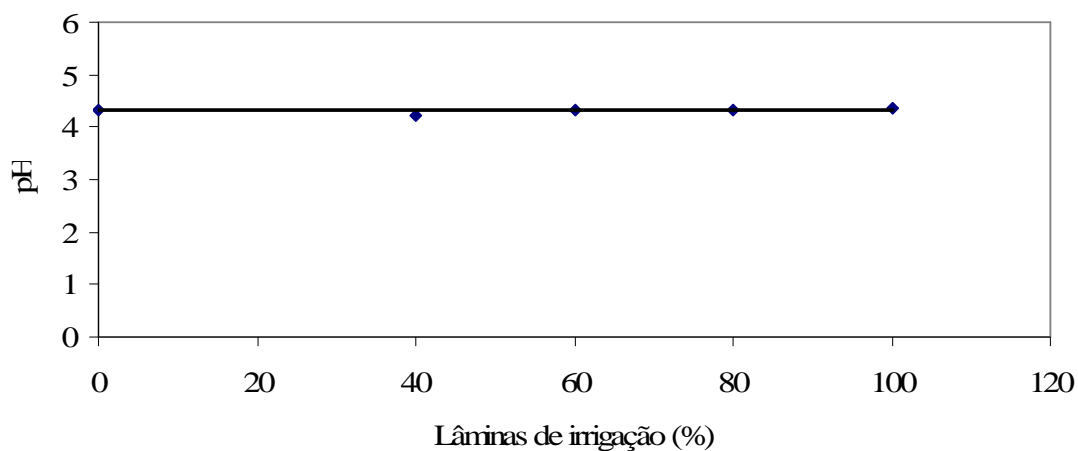


Figura 34 – Valores Médios de pH do fruto de goiabeira cultivar Paluma sob irrigação por gotejamento, segundo lâminas de irrigação complementar.

As épocas em que foram colhidos os frutos interferiram significativamente no pH dos frutos como mostra a tabela 8. Na 2ª colheita o pH dos frutos diminuiu significativamente quando comparado com a 1ª e 3ª colheita, esse fato foi atribuído ao fato de que as temperaturas em que foram colhidos os frutos na 2ª colheita foram menores do que as demais.

Tabela 8 – Médias do pH de frutos de goiabeira cultivar Paluma, analisado em três épocas de colheita em Santa Maria, 2011.

Épocas de Colheita (C)	Médias
1ª Colheita (192º DAP)	4,34667 a *
2ª Colheita (206º DAP)	4,11000 b
3ª Colheita (220º DAP)	4,48333 a
CV (%)	8,7092

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si no nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey.

Acidez total titulável dos frutos de goiabeira não se alterou por influência das lâminas de irrigação (Figura 35). Resultado similar foi encontrado por (BARROSO, 2009) na cultura da bananeira irrigada por gotejamento no terceiro ciclo de produção em Limoeiro do Norte – CE. A ATT oscilou de 0,42 a 0,44% entre os tratamentos. Para (CHITARRA & CHITARRA, 2005) o ponto ideal de colheita da goiaba é quando ATT está entre 0,3 a 0,4%. A legislação brasileira estipula como limite mínimo de 0,40% de ATT para polpa de goiaba (BRASIL, 2000).

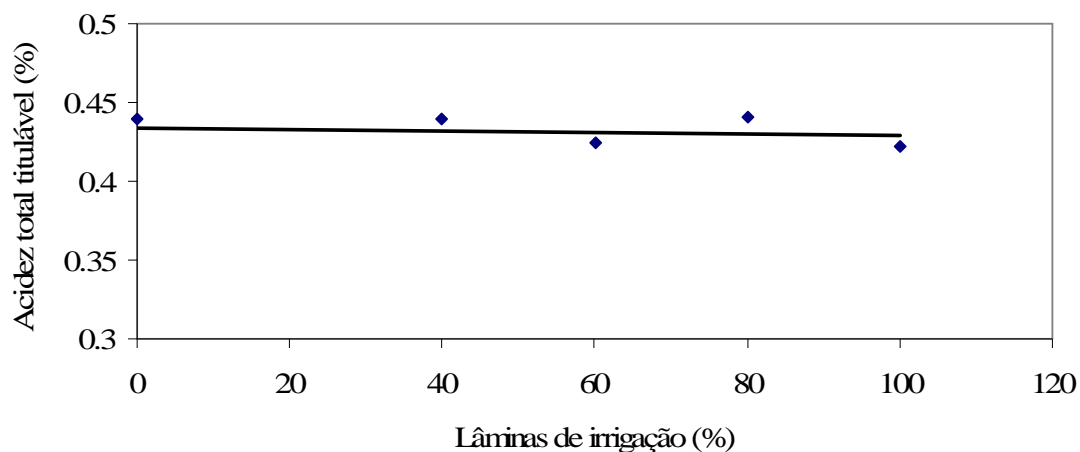


Figura 35 – Valores Médios de Acidez total titulável (ATT) do fruto de goiabeira cultivar Paluma sob irrigação por gotejamento, segundo lâminas de irrigação complementar.

A época em que foram colhidos os frutos interferiu significativamente nos valores de ATT dos frutos como mostra a tabela 9. Na 2ª colheita a ATT foi superior a 1ª e a 3ª colheita, e está diretamente relacionada ao pH dos frutos que nesse período foi menor.

Existem diversos trabalhos que relacionam parâmetros de qualidade do fruto com as condições climáticas locais, como de Veras et al. (2000) que na cultura do maracujá os menores valores da relação SST/ATT e maiores de ATT foram atribuídos a uma menor radiação e temperatura. Ritzinger (1984) obteve diminuição no teor de açúcares redutores e na relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável (SST/ATT) e aumento da acidez do suco em frutos de maracujá colhidos sob baixas temperaturas e radiações

Tabela 9 – Médias de acidez total titulável de frutos de goiabeira cultivar Paluma, por três épocas de colheita em Santa Maria, 2011.

Época de Colheita	Médias
1ª Colheita (192º DAP)	0,39457 b
2ª Colheita (206º DAP)	0,49077 a*
3ª Colheita (220º DAP)	0,41467 b
CV (%)	10,05237

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si no nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey.

## 5 CONCLUSÃO

Nas condições em que o experimento foi realizado, os resultados obtidos permitem concluir que:

- Sob as condições climáticas locais o ciclo da goiabeira desde a poda até a colheita se estendeu por um período bem maior do que em outras regiões produtoras de goiaba.
- A irrigação por gotejamento não influenciou os componentes: comprimento, diâmetro, relação comprimento/diâmetro, massa, quantidade de lóculos, pH, SST e ATT dos frutos de goiabeira.
- A aplicação da lâmina de irrigação correspondente a 64,13% da ET<sub>mac</sub>, apresentou a maior eficiência técnica para a produtividade da goiabeira.
- Através destes resultados fica comprovado que o uso de irrigação complementar na cultura da goiabeira aumenta a produtividade na região central do Estado do Rio Grande do Sul.
- A goiabeira mesmo não submetida à irrigação, mais conduzida com poda, tratos fitossanitários e culturais, além de uma adubação adequada apresentou produtividade elevada.
- O manejo da água de irrigação complementar da goiabeira com a aplicação de 60,78% da ET<sub>mac</sub> proporcionou maior eficiência técnica para o número de frutos por planta.
- O volume do fruto foi máximo quando a lâmina de irrigação aplicada foi 47,93% da ET<sub>mac</sub>.
- Os fatores temperatura, insolação e radiação solar interferiram nos valores de pH, SST e ATT do fruto durante a colheita.

A partir dos estudos realizados, julga-se interessante a continuidade do trabalho, realizando outras avaliações em anos subsequentes, para analisar o comportamento da goiabeira cultivar paluma nesta região do Rio Grande do Sul.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCORSI, W.R. et al. Sintomas externos (morfológicos) e interno (anatômicos). observados em folhas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) de plantas cultivadas em solução nutritiva em carência dos macronutrientes. **Anais da Esalq.** v. 17, p. 3-13, 1960l.

ALBRIGO, G. Climatic influences on seasonal variation of Florida orange pounds solids. **Proceedings International Society Horticulturae Science.** Geneva, v. 2, p. 15-18, 1990.

ALLEN, R. G. et al. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. **Irrigation and drainage**, 56, Rome, 1998, 300 p.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). **Official methods of analysis** of the Association of Official Analytical Chemists. 16 ed. Washington. D. C., 1995. 1141 p.

BARROSO, A. A. F. **Lâminas de irrigação e doses de potássio por gotejamento na cultura da bananeira, no terceiro ciclo de produção.** 2009. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

BENINCASA, M. M. P.; LEITE, I. C. **Fisiologia vegetal.** Jaboticabal: Funep, 2002. p. 169.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação.** 5. ed. Viçosa: UFV, 1989. 596 p.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação.** 8. ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2006, 625 p.

BRASIL SOBRINHO, M.O.C. et al. Composição química da goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".** Piracicaba, v. 18, p. 183-192, 1961.

BRASIL, Leis, Decretos, etc. Instrução Normativa, nº 1, de 7 de janeiro de 2000, do Ministério da Agricultura. Aprova os regulamentos técnico para a fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpas e sucos de frutas. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, nº 6, 10 de janeiro de 2000. Seção 1, p. 54-58.

BRUNINI, M. A.; OLIVEIRA, A. L.; VARANDA, D. B. Avaliação da qualidade de polpa de goiaba paluma armazenada a -20°C. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal –SP, v. 25, n. 03, p. 394-396, dez. 2003.

CARVALHO, A. C. et al. Adubação nitrogenada e irrigação no maracujazeiro-amarelo. Produtividade e qualidade dos frutos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 6, p. 1101-1108, jun. 2000.

CASTRO, O. M. Cultivo mínimo e propriedades físicas do solo. In: SEMINÁRIO SOBRE CULTIVO MÍNIMO DO SOLO EM FLORESTAS, 1., 1995, Curitiba. **Anais...** Curitiba. 1995. p. 34-42.

CAVALCANTI, A. L. et al. Determinação dos sólidos solúveis totais (°Brix) e pH em bebidas lácteas e sucos de frutas industrializados. **Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada**, João Pessoa, v. 6, n. 1, p. 57-64, jan-abr. 2006.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2 ed. Rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/Faepe, 1990. 320 p.

CORRÊA, M. C. M. et al. Aspectos morfofisiológicos da goiabeira cultivar Paluma. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 26, n. 1, p. 67-71, 2004.

CORRÊA, M.C.M. et al. Índice de pegamento de frutos em goiabeiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 783-786, dez. 2002.

COSTA, A. F. S.; COSTA, A. N. **Tecnologias para Produção de Goiaba**. Vitória. ES: INCAPER. 2003. 341 p.

EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA CNPS. 1997. 212 p.

FERNANDES, A. G. et al. Sucos tropicais de acerola, goiaba e manga: Avaliação dos padrões de identidade e qualidade. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 53, n. 307, p. 302-308, maio/jun. 2006.

GALLÁRRETA, C. G. **Manejo de irrigação das culturas de batata, pêra e maçã no Uruguai**. 2006. 116 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

GATIBONI, C.L. **Disponibilidade de formas de Fósforo do solo às plantas. Santa Maria**. 2003. 247 f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

GERHARDT, L.B. de A.; MANICA, I.; KIST, H.; SIELER, R.L. Características físico-químicas dos frutos de quatro cultivares e três clones de goiabeira em Porto Lucena, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 2, p. 185-192, fev. 1997.

GOIABRÁS. **Produção de Goiaba**. Viçosa. CPT. 2007. 260 p.

GONGATTI NETO, G.A. et al. **Goiaba para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**: Ministério da Agricultura Rural, Programa de apoio à produção e Exportação de Frutas, Hortaliças Flores e Plantas - Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996. 35 p. (Série Publicações Técnicas Frupeix; 20).

GONZAGA NETO, L. **Cultura da goiabeira**. Petrolina. PE: Embrapa – CPATSA. (Embrapa – CPATSA. Circular técnica. 23). 1990. 26 p.

GONZAGA NETO, L. et al. **Goiaba: Produção** - aspectos técnicos. Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2001. 72 p, il. (Frutas do Brasil 17).

GONZAGA NETO, L. et al. Seleção de cultivares de goiabeira (*Psidium guajava* L.) para consumo ao natural. na Região do Vale do Rio Moxotó. em Ibimirim-Pernambuco. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Cruz das Almas, v. 9, n. 2, p. 63-66, 1987.

HERNANDEZ, M. G. R. **Proteção de gotejadores à obstrução por intrusão radicular em irrigação subsuperficial de figueiras**. 2010. 136 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal 2009**. Rio de Janeiro, 2010.

Ide, C.D. **A cultura da goiaba: perspectivas, tecnologias e viabilidade**. Niterói: PESAGRO-RIO. 2001. 36 p. (PESAGRO-RIO. Documentos, 72).

Instituto Adolfo Lutz. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. 1985, v.1, 533 p.

KIEHL, E. J. **Manual de Edafologia**: Relações Solo- Planta. São Paulo. Ceres. 1979. 262 p.

KONRAD, M. **Efeito de sistemas de irrigação localizada sobre a produção e qualidade da acerola (*Malpighia spp*) na região da Nova Alta Paulista**. 2002. 134 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira - SP, 2002.

LARA RODRIGUES, E. A.; BORYS, M. W. E. Cultivo del guajabo, *Psidium guajava* L. **Revista Champigo**, v. 8, n. 9, p. 41-45, ago./set., 1983.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. PRADO, C.H.B.A. (trad.) São Carlos: RiMa Artes e Textos. 2000. 531 p.

LELIS, F. M. V. et al. **A cultura da goiabeira**. Viçosa (MG): UFV, PEC, Núcleo de Difusão de Tecnologia, 2007. 38 p. (Boletim de Extensão).

LEMOS, R. N. S. et al. Eficiência de substâncias atrativas na captura de moscas-das-frutas (diptera: Tephritidae) em goiabeiras no município de Itapecuru-Mirim (MA). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 24, n. 3, p. 687-689, dez. 2002.

LIMA, M. A. C.; ASSIS, J. S.; GONZAGA NETO, L. Caracterização dos frutos de goiabeira e seleção de cultivares na região do submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 273-276, abr. 2002.

MACIEL, J. L.; NETO, J. D.; FERNANDES, P. D. Resposta da goiabeira à lâmina de água e à adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 6, p. 571-577, jul. 2007.

MAIA, G.A. et al. **Tecnologia em processamento de sucos e polpas tropicais**. Brasília: editado pela ABEAS, v. 1, 1998, p. 104.

MANICA, I. **Fruticultura tropical 6**. Goiaba. Porto Alegre: Cinco Continentes. 2002. 374 p.

MARANCA, G. **Fruticultura Comercial**. Mamão, goiaba, abacaxi. São Paulo: Nobel, 1978, 1 v.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press. 1995. 674 p.

MARTIN, A. **Industrialização da goiaba**. Boletim do Centro Tropical de Pesquisa de Alimentos. Campinas, v. 12. p. 37-54, 1967.

MEDEIROS, B.G.S. **Propriedades físicas e químicas na determinação da maturação da goiaba (*Psidium guajava* L.) adubada**. 2003. 70 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2003.

Medina, J.C. **Goiaba**: cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos. 2. ed. Campinas: ITAL, 1988. p. 1-21. (Série Frutas Tropicais 6).

MEDINA, J. C. et al. **Goiaba**: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. Campinas: ITAL/Secretaria de Agricultura de São Paulo. 1991. 224 p. (Série Frutas Tropicais. 6).

MELO, A. S. et al. Desenvolvimento vegetativo, rendimento da fruta e otimização do abacaxizeiro cv. Pérola em diferentes níveis de irrigação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 93-98, jan./fev. 2006.

MERCADO-SILVA, E.; BAUTISTA, B.P.; VELASCO, M.A.G. Fruit development, harvest index and ripening changes of guavas produced in central Mexico. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 13, p. 143-150, abr. 1998.

MESSING, I.; JARVIS, N. J. A Comparison of near-saturated hydraulic properties measured in small cores and large monoliths in a clay soil. **Soil Technology**. Swaziland middleveld, v. 7, n. 4, p. 291-302, mar. 1995.

MOHSENIN, N. N. **Physical properties of plant and animal materials**. New York, NY. Gordon and Breach Pub. Inc. 1978. 742 p.

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Secretaria da Agricultura. Diretoria de Terras e Colonização. Secção de Geografia. Porto Alegre, 1961. 43 p.

MOURA, M. S. B. **Consumo Hídrico. Produtividade e Qualidade do Fruto da Goiabeira Irrigada na Região do Submédio São Francisco**. 2005. 144 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2005.

NACHTIGAL, J. C.; MIGLIORINI, L. C. **Recomendações para o Cultivo da Goiabeira no Rio Grande do Sul**. Embrapa (Circular técnica 110). Pelotas, 2011. 8 p.

NATALE, W. et al. Extração de nutrientes por frutos de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Revista Científica**. São Paulo, v. 22, n. 2, p. 249-253, set. 1994.

NATALE, W. et al. Efeitos da calagem e da adubação fosfatada na produção de mudas de goiabeira. **Revista de Agricultura**. Piracicaba, v. 75, n. 2, p. 247-261, mar. 2000.

NOGUEIRA, E. **Coefficiente de cultivo e lâminas de irrigação do maracujazeiro amarelo nas condições Semiáridas**. 2011. 72 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE, 2011.

NOVAIS, R.F. et al. Níveis críticos de fósforo no solo para o eucalipto. **Revista Árvore**. Viçosa, v. 6, n. 1, p. 29-37, 1982.

PAIVA, M . C. et al. Caracterização química dos frutos de quatro cultivares e duas seleções de goiabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 19, n. 1, p. 57-63, abr. 1997.

PASSOS, L. P. et al. Competição entre dez variedades de goiaba (*Psidium guajava*. L.) em Visconde do Rio Branco, MG. **Revista Ceres**. Viçosa, v. 26, n. 147, p. 417-433, 1979.

PEDREIRA, A. C. C.; NAVES, R. V.; NASCIMENTO, J. L. Variação sazonal da qualidade do abacaxi cv. Pérola em Goiânia, estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 4, p. 262-268, out./dez. 2008.

PEREIRA, A. R. et al. **Evapotranspiração** – Piracicaba: FEALQ, 1997. 183 p.

PEREIRA, F.M. **Cultura da goiabeira**. Jaboticabal. SP: Funep. 1995. 47 p.

PEREIRA, F.M.; MARTINEZ JUNIOR, M. **Goiaba para industrialização**. Jaboticabal: Legis Summa, 1986. 142 p.

PEREIRA, F.M.; NACHTIGAL, J.C. Goiabeira. In: BRUCKNER, C. H. (Ed.). **Melhoramento de fruteiras tropicais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 2002. p. 267-289.

PEREIRA, F.M.; SÃO JOSÉ, A.R. Estudo do desenvolvimento dos frutos da goiabeira 'Paluma' e 'Rica'. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. 9., 1987, Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1987. v. 2, p. 469-474.

PIO, R. et al. **Cultura da goiabeira**. Lavras, 2002. 32 p. (Boletim de Extensão).

PIZA JR. C. T.; KAVATI. RYOSUKE. In: **Manual das Culturas**. Disponível em: <[http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo\\_2453.pdf](http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_2453.pdf)> Acesso em: 08 de out. 2011.

PIZA JÚNIOR, C. de T. **A poda da goiabeira de mesa**. Campinas: CATI, 1994. 30 p. (Boletim Técnico, 222).

REIS, G. G. et al. Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloeziana* sob diferentes níveis de restrição radicular. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 13, n. 1, p. 1-18, jan./jun. 1989.

REY, J.Y. **Etude architecturale de la partie aérienne du goyavier**. 1987. 49 f. Tese (Doutorado) - Université de Montpellier II, Montpellier, 1987.

REY, J.Y. **L'étude architecturale du goyavier**. I - Problématique. *Fruits*. Paris, v. 53, n. 3, p. 191-197, 1998.

RITZINGER, R. **Efeito do espaçamento de plantio sobre a produção e qualidade dos frutos de maracujá ácido** (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.). 1984. 67 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1984.

RÖMER, W.; SCHILLING, G. Phosphorus requirements of the wheat plant in various stages of its life cycle. **Plant and Soil**. Dordrecht, v. 91, p. 221-229, 1986.

ROSSI, C.E. & L.C.C.B. FERRAZ. Fitonematóides da superfamília Criconematoidea e Dorylaimoidea associados a fruteiras de clima subtropical e temperado nos estados de São Paulo e Minas Gerais. **Nematologia Brasileira**, v. 29, n. 2, p. 183-192, 2005.

RUGGIERO, C.; et al. **Maracujá para exportação**: aspectos técnicos da produção. EMBRAPA. (Publicação técnica da FRUPEX. 19). Brasília, 1996, 64 p.

SCALOPPI, E. D. **Características dos principais sistemas de irrigação**. ITEM – Irrigação e Tecnologia Moderna, n. 25, p. 22-27, 1986.

SEIXAS, F. **Compactação do solo devido à mecanização florestal**: causas, efeitos e práticas de controle. Piracicaba: IPEF. 1988. 10 p. (Circular Técnica. 163).

SERRANO, L. A. L. et al. Fenologia da goiabeira Paluma sob diferentes sistemas de cultivos, épocas e intensidades de poda de frutificação. **Bragantia**. Campinas, v. 67, n.3, p. 701-712, 2008a.

SERRANO, L. A. L. et al. Características fenológicas e produtivas da goiabeira paluma podada em diferentes épocas e intensidades no norte fluminense. **Revista Ceres**. v. 55, n. 5, p. 416-424, set./out. 2008b.

SILVA, C. A.; SILVA, C. J. Avaliação de uniformidade em sistemas de irrigação localizada. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, Ano IV, n.8, dez. 2005.

SILVA, F. DE A. S. E. & AZEVEDO, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assisat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE. 7., 2009, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers. 2009.

SILVA, J. E. B. et al. Avaliação do °Brix e pH de frutos da goiabeira em função de lâminas de água e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 43-52, 2008.

SILVA, J.G.F. et al. Efeitos de diferentes lâminas e frequências de irrigação sobre a produtividade do mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, n. 3, v. 23, p. 597-601, dez. 2001.

SIMÃO, A. H. **Influência da percentagem de área molhada no desenvolvimento da cultura da bananeira irrigada por microaspersão**. 2002. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

SOUSA, V. F. et al. Produtividade do maracujazeiro amarelo sob diferentes níveis de irrigação e doses de potássio via fertirrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, n. 4, v. 38, p. 497-505, abr. 2003.

SOUZA, E. F.; BERNARDO, S.; COUTO, F. A. A. Influência da Irrigação na Goiabeira (*Psidium guajava* L. var Ogawa III). II. Florescimento e Vingamento de Frutos. In: Simpósio Brasileiro sobre a cultura da goiabeira, 1., 1997, Jabotical. **Anais Jaboticabal**: UNESP –FCA, FUNEP, GOIABRAS, 1997, p. 17.

SOUZA, H. A. et al. Permanência de folha de goiabeira durante o período de produção de frutos em pomar comercial. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n. 51, p. 225-235, jan./jun. 2009.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. Ed. Porto Alegre. EMATER/RS-ASCAR, 2008. 222 p.

TEIXEIRA, A.H.C. et al. Estimativa do consumo hídrico da goiabeira, utilizando estações agrometeorológicas automática e convencional. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 457-460, dez. 2003.

TEODORO, R. E. F. et al. Diferentes lâminas de irrigação por gotejamento na cultura da melancia (*Citrullus lanatus*). **Biosci. Journal**, Uberlândia, v. 20, n. 1, p. 29-32, jan./abr. 2004.

VERAS, M. C. M.; PINTO, A. C. Q.; MENESES, J. B. Influência da época de produção e dos estádios de maturação nos maracujás doce e ácido nas condições de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 5, p. 959-966, maio 2000.

VERMEIREN, G.A., JOBLING, G.A. **Irrigação localizada**. Campina Grande: UFPB, 1997, 184 p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 36 - Tradução de GHEYI, H.R., DAMASCENO, F.A.V., SILVA Jr., L.G.A., MEDEIROS, J.F.).

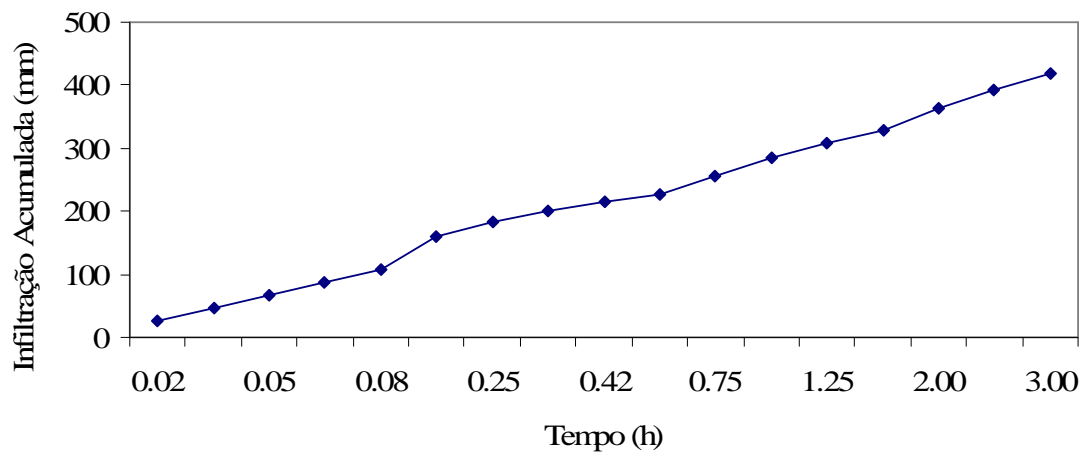
VIEIRA, S. M. J. **Qualidade Pós-colheita de goiaba** (*Psidium guajava* L.) **submetida a tratamento hidrotérmico**. 2004. 51 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

ZAMBÃO, J.C.; BELLINTANI NETO, A.M. **Cultura da goiaba**. Campinas: CATI. 1998. 23 p. (Boletim Técnico. 236).

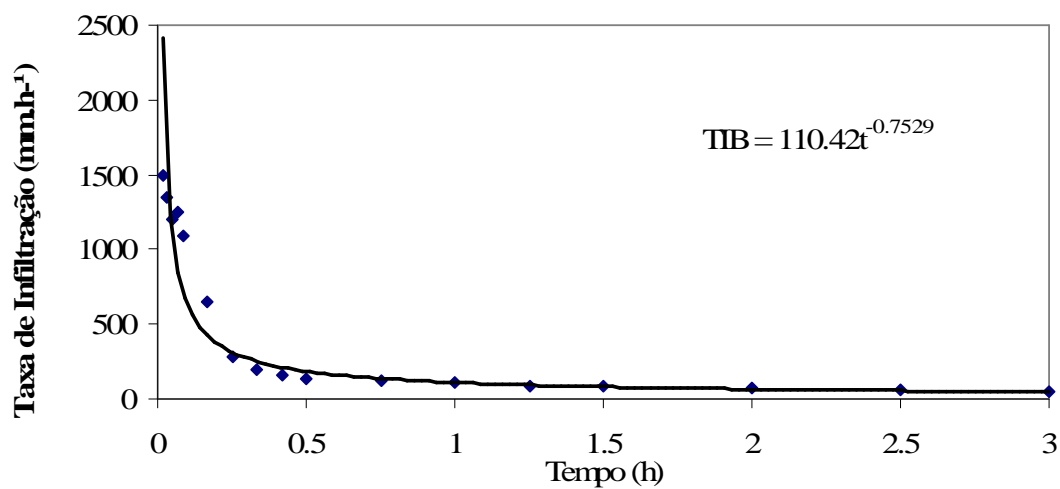
ZANINI, J. R.; PAVANI, L. C. Irrigação da Goiabeira. In: Simpósio Brasileiro sobre a cultura da goiabeira, 1., 1997, Jaboticabal. **Anais** Jaboticabal: UNESP –FCA, FUNEP, GOIABRAS, 1997, p. 93 -115.

## **7 APÊNDICE**

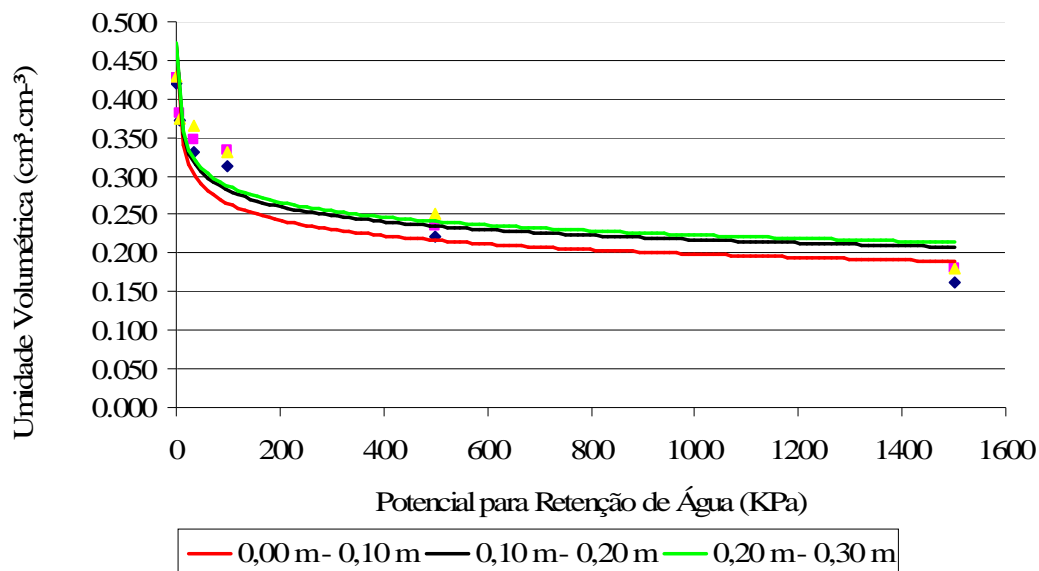
**Apêndice A - Infiltração acumulada de água no solo da área do experimento em Santa Maria, RS, 2010.**



**Apêndice B - Taxa de infiltração de água no solo e sua respectiva equação de infiltração (Kostiakov) da área do experimento em Santa Maria, RS, 2010.**



**Apêndice C - curva característica de água no solo de 0 a 0,30 m de profundidade, na área experimental, Santa Maria, 2010.**



**Apêndice D - Resultado da análise química de solo na profundidade de 0 - 0,20 m. Diagnóstico para acidez, calagem, macronutrientes do solo da área experimental, Santa Maria, RS, 2010.**

pH	Ca	Mg	Al	H + Al	CTC pH 7	Saturação (%)		% MO	P	K
água	Cmolc.dm <sup>-3</sup>					Al	Bases	m.v <sup>-1</sup>	mg.dm <sup>-3</sup>	
5,5	9,8	5,2	0	6,2	21,5	0	71	2,9	51,6	104

**Apêndice E – Análise de variância para o comprimento de frutos de goiabeira, em blocos ao acaso, com cinco tratamentos de irrigação por gotejamento, distribuídos em seis repetições, em Santa Maria-RS, 2011.**

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F Calculado
Reg. Linear	1	4.3756	4.3756	0.8833ns
Reg. Quadrática	1	3.1587	3.1587	0.6376ns
Reg. Cúbica	1	3.9429	3.9429	0.7959ns
Reg. 4º Grau	1	2.2659	2.2659	0.4574ns
Tratamentos	4	13.7431	3.4358	0.6936--
Blocos	5	26.0926	5.2185	1.0535ns
Resíduo	20	99.0747	4.9537	
Total	29	138.9105		

--Os tratamentos são quantitativos, o Teste F não se aplica, \*Significativo ao nível de 5% de probabilidade e

<sup>ns</sup>Não significativo a 5% de probabilidade de erro.

**Apêndice F – Análise de variância para o diâmetro de frutos de goiabeira, em blocos ao acaso, com cinco tratamentos de irrigação por gotejamento, distribuídos em seis repetições, em Santa Maria-RS, 2011.**

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F Calculado
Reg. Linear	1	0,00017	0,00017	1,6267ns
Reg. Quadrática	1	0,00001	0,00001	0,0958ns
Reg. Cúbica	1	0,00002	0,00002	0,1633ns
Reg. 4º Grau	1	0,00003	0,00003	0,3065ns
Tratamentos	4	0,00023	0,00006	0,5482--
Blocos	5	0,00091	0,00018	1,7325ns
Resíduo	20	0,00209	0,00010	
Total	29	0,00322		

--Os tratamentos são quantitativos, o Teste F não se aplica e <sup>ns</sup>Não significativo a 5% de probabilidade de erro.

**Apêndice G – Análise de variância para a relação comprimento/ diâmetro de frutos de goiabeira, em blocos ao acaso, com cinco tratamentos de irrigação por gotejamento, distribuídos em seis repetições, em Santa Maria-RS, 2011.**

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F Calculado
Reg. Linear	1	0.0004	0.0004	0.3719ns
Reg. Quadrática	1	0.0014	0.0014	1.3628ns
Reg. Cúbica	1	0.0002	0.0002	0.2100ns
Reg. 4º Grau	1	0.0000	0.0000	0.0011ns
Tratamentos	4	0.0021	0.0005	0.4864--
Blocos	5	0.0033	0.0007	0.6253ns
Resíduo	20	0.0213	0.0011	
Total	29	0.0266		

--Os tratamentos são quantitativos, o Teste F não se aplica e <sup>ns</sup>Não significativo a 5% de probabilidade de erro.

**Apêndice H – Análise de variância para produtividade (T,ha<sup>-1</sup>) de goiabeira em blocos ao acaso, com cinco tratamentos de irrigação por gotejamento, distribuídos em seis repetições, em Santa Maria-RS, 2011.**

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F Calculado
Reg. Linear	1	784,5596	784,5596	4,6975 <sup>*</sup>
Reg. Quadrática	1	1359,2684	1359,2684	8,1386 <sup>*</sup>
Reg. Cúbica	1	266,9129	266,9129	1,5981 <sup>ns</sup>
Reg. 4º Grau	1	416,4755	416,4755	2,4936 <sup>ns</sup>
Tratamentos	4	2827,2164	706,8041	4,2320--
Blocos	5	110,8135	22,1627	0,1327 <sup>ns</sup>
Resíduo	20	3340,3063	167,0153	
Total	29	6278,3362		

--Os tratamentos são quantitativos, o Teste F não se aplica, <sup>\*</sup>Significativo ao nível de 5% de probabilidade e <sup>ns</sup> Não significativo a 5% de probabilidade de erro.

**Apêndice I – Análise de variância para número de frutos por planta de goiabeira em blocos ao acaso, com cinco tratamentos de irrigação por gotejamento, distribuídos em seis repetições, em Santa Maria-RS, 2011.**

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F Calculado
Reg, Linear	1	24160,2667	24160,2667	1,9682 <sup>ns</sup>
Reg, Quadrática	1	75480,0476	75480,0476	6,1489*
Reg, Cúbica	1	29792,8167	29792,8167	2,4270 <sup>ns</sup>
Reg, 4º Grau	1	8749,7357	8749,7357	0,7128 <sup>ns</sup>
Tratamentos	4	138182,8667	34545,7167	2,8142--
Blocos	5	8891,7667	1778,3533	0,1449 <sup>ns</sup>
Resíduo	20	245508,7333	12275,4367	
Total	29	392583,3667		

--Os tratamentos são quantitativos, o Teste F não se aplica, \*Significativo ao nível de 5% de probabilidade e

<sup>ns</sup>Não significativo a 5% de probabilidade de erro.

**Apêndice J – Análise de variância para massa de frutos de goiabeira em blocos ao acaso, com cinco tratamentos de irrigação por gotejamento, distribuídos em seis repetições, em Santa Maria-RS, 2011.**

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F Calculado
Reg, Linear	1	263,9242	263,9242	3,1143 <sup>ns</sup>
Reg, Quadrática	1	19,8570	19,8570	0,2343 <sup>ns</sup>
Reg, Cúbica	1	73,7773	73,7773	0,8706 <sup>ns</sup>
Reg, 4º Grau	1	303,0778	303,0778	3,5763 <sup>ns</sup>
Tratamentos	4	660,6364	165,1591	1,9488--
Blocos	5	283,8782	56,7756	0,6699 <sup>ns</sup>
Resíduo	20	1694,9449	84,7472	
Total	29	2639,4595		

--Os tratamentos são quantitativos, o Teste F não se aplica e <sup>ns</sup>Não significativo a 5% de probabilidade de erro.

**Apêndice L – Análise de variância para quantidade de lóculos por fruto de goiabeira em blocos ao acaso, com cinco tratamentos de irrigação por gotejamento, distribuídos em seis repetições, em Santa Maria-RS, 2011.**

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F Calculado
Reg. Linear	1	0,0272	0,0272	0,7576ns
Reg. Quadrática	1	0,0857	0,0857	2,3907ns
Reg. Cúbica	1	0,0402	0,0402	1,1216ns
Reg. 4º Grau	1	0,0292	0,0292	0,8135ns
Tratamentos	4	0,1823	0,0456	1,2708--
Blocos	5	0,0952	0,0190	0,5311ns
Resíduo	20	0,7171	0,0359	
Total	29	0,9946		

--Os tratamentos são quantitativos, o Teste F não se aplica e <sup>ns</sup>Não significativo a 5% de probabilidade de erro.

**Apêndice M – Análise de variância para volume (cm<sup>3</sup>) de frutos de goiabeira em blocos ao acaso, com cinco tratamentos de irrigação por gotejamento, distribuídos em seis repetições, em Santa Maria-RS, 2011.**

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F Calculado
Reg. Linear	1	1.21517	1.21517	1.4202 ns
Reg. Quadrática	1	23.09413	23.09413	26.9916**
Reg. Cúbica	1	2.47353	2.47353	2.8910 ns
Reg. 4º Grau	1	0.25887	0.25887	0.3026 ns
Tratamentos	4	27.04170	6.76042	7.9013 --
Blocos	5	2.69846	0.53969	0.6308 ns
Resíduo	20	17.11210	0.85560	
Total	29	46.85225		

--Os tratamentos são quantitativos, o Teste F não se aplica, \*Significativo ao nível de 5% de probabilidade e

<sup>ns</sup>Não significativo a 5% de probabilidade de erro.

**Apêndice N – Análise de variância para sólidos solúveis totais (°Brix) de frutos de goiabeira cultivar Paluma em delineamento de blocos ao acaso em esquema fatorial com três épocas de colheita e quatro lâminas e uma testemunha de irrigação, distribuídos em seis repetições em Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2011.**

Causas de Variação	Graus de	Soma dos	Quadrado	F calculado
	Liberdade	Quadrados	Médio	
Épocas de Colheita (C)	2	44,2602	22,1301	37,4744 <sup>*</sup>
Tratamentos (T)	4	2,3616	0,5904	0,9997 <sup>--</sup>
Interação (C x T)	8	3,9298	0,4912	0,8318 <sup>ns</sup>
Tratamentos	14	50,5516	3,6108	6,1145 <sup>*</sup>
Blocos	5	0,8622	0,1724	0,2920 <sup>ns</sup>
Resíduo	70	41,3378	0,5905	
Total	89	92,7516		

--Os tratamentos são quantitativos, o Teste F não se aplica, <sup>\*</sup>Significativo ao nível de 5% de probabilidade e

<sup>ns</sup>Não significativo a 5% de probabilidade de erro.

**Apêndice O – Análise de regressão polinomial para sólidos solúveis totais (°Brix) dos frutos de goiabeira para as quatro lâminas e uma testemunha de irrigação.**

Causas de Variação	Graus de	Soma dos	Quadrado Médio	F calculado
	Liberdade	Quadrados		
Reg, Linear	1	0,44006	0,4401	0,7452 <sup>ns</sup>
Reg, Quadrática	1	0,0032	0,0032	0,0054 <sup>ns</sup>
Reg, Cúbica	1	1,3005	1,3005	2,2022 <sup>ns</sup>
Reg, 4º Grau	1	0,6178	0,6178	1,0461 <sup>ns</sup>
Total	4	2,3616	GL-Resíduo = 70	

<sup>ns</sup>Não significativo a 5% de probabilidade de erro.

**Apêndice P – Análise de variância para pH de frutos de goiabeira cultivar Paluma em delineamento de blocos ao acaso em esquema fatorial com três épocas de colheita e quatro lâminas e uma testemunha de irrigação, distribuídos em seis repetições em Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2011.**

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F Calculado
Épocas de Colheita (C)	2	2,1407	1,0703	8,7486 *
Tratamentos (T)	4	0,2540	0,0635	0,519 --
Interação (C x T)	8	1,0560	0,1320	1,0789 <sup>ns</sup>
Tratamentos	14	3,4507	0,2465	2,0146 *
Blocos	5	0,9893	0,1979	1,6173 <sup>ns</sup>
Resíduo	70	8,5640	0,1223	
Total	89	13,0040		

--Os tratamentos são quantitativos, o Teste F não se aplica, \*Significativo ao nível de 5% de probabilidade e <sup>ns</sup>Não significativo a 5% de probabilidade de erro.

**Apêndice Q – Análise de regressão polinomial para pH dos frutos de goiabeira para as quatro lâminas e uma testemunha de irrigação.**

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F calculado
Reg, Linear	1	0,0720	0,0720	0,5885 <sup>ns</sup>
Reg, Quadrática	1	0,0459	0,0459	0,3750 <sup>ns</sup>
Reg, Cúbica	1	0,0761	0,0761	0,6217 <sup>ns</sup>
Reg, 4º Grau	1	0,0601	0,0601	0,4910 <sup>ns</sup>
Total	4	0,2540	GL-Resíduo = 70	

<sup>ns</sup>Não significativo a 5% de probabilidade de erro.

**Apêndice R – Análise de variância para acidez total titulável de frutos de goiabeira cultivar Paluma em delineamento de blocos ao acaso em esquema fatorial com três épocas de colheita e quatro lâminas e uma testemunha de irrigação, distribuídos em seis repetições em Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2011.**

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F calculado
Épocas de Colheita (C)	2	0,1545	0,0773	40,7106*
Tratamentos (T)	4	0,0064	0,0016	0,8442--
Interação (C x T)	8	0,0117	0,0015	0,7699 <sup>ns</sup>
Tratamentos	14	0,1726	0,0123	6,4970*
Blocos	5	0,0250	0,0050	2,6394*
Resíduo	70	0,1328	0,0019	
Total	89	0,3305		

--Os tratamentos são quantitativos, o Teste F não se aplica, \*Significativo ao nível de 5% de probabilidade e

<sup>ns</sup>Não significativo a 5% de probabilidade de erro.

**Apêndice S – Análise de regressão polinomial para acidez total titulável dos frutos de goiabeira para as quatro lâminas e uma testemunha de irrigação.**

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F calculado
Reg, Linear	1	0,00219	0,00219	1,1547 <sup>ns</sup>
Reg, Quadrática	1	0,00004	0,00004	0,0226 <sup>ns</sup>
Reg, Cúbica	1	0,00076	0,00076	0,3987 <sup>ns</sup>
Reg, 4º Grau	1	0,00342	0,00342	1,8009 <sup>ns</sup>
Total	4	0,00641	GL-Resíduo = 70	

<sup>ns</sup>Não significativo a 5% de probabilidade de erro.