



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**  
**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**

**LUIZ ALBERTO FREIRE MAIA**

**NÍVEIS E MODELOS DE DISTRIBUIÇÃO DE IRRIGAÇÃO NA CULTURA DA  
GOIABEIRA NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DO TABULEIROS DE  
RUSSAS, CEARÁ**

**FORTALEZA - CE**

**2016**

**LUIZ ALBERTO FREIRE MAIA**

**NÍVEIS E MODELOS DE DISTRIBUIÇÃO DE IRRIGAÇÃO NA CULTURA DA  
GOIABEIRA NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DO TABULEIROS DE  
RUSSAS, CEARÁ**

Tese apresentada ao curso de Doutorado em Engenharia Agrícola do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola. Área de Concentração: Irrigação e Drenagem.

Orientador: Professor Dr. Francisco Marcus Lima Bezerra.

**FORTALEZA - CE**

**2016**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

M187n Maia, Luiz Alberto Freire Maia.

Níveis e modelos de distribuição de irrigação na cultura da goiabeira nas condições edafoclimáticas do tabuleiros de Russas, Ceará / Luiz Alberto Freire Maia Maia. – 2016.  
63 f. : il. color.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias,  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2016.

Orientação: Prof. Dr. Francisco Marcus Lima Bezerra.

Coorientação: Prof. Dr. Solerne Caminha Costa .

1. Psidium guajava L. 2. Fruticultura irrigada. 3. Semiárido. I. Título.

CDD 630

---

**LUIZ ALBERTO FREIRE MAIA**

**NÍVEIS E MODELOS DE DISTRIBUIÇÃO DE IRRIGAÇÃO NA CULTURA DA  
GOIABEIRA NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DO TABULEIROS DE  
RUSSAS, CEARÁ**

Tese apresentada ao curso de Doutorado em Engenharia Agrícola do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola. Área de Concentração: Irrigação e Drenagem.

APROVADO EM: 30/01/2016

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Francisco Marcus Lima Bezerra (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Solerne Caminha Costa (Co-Orientador)  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

---

Prof. Dr. Francisco Limeira da Silva (Conselheiro)  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

---

Prof. Dr. Geocleber Gomes de Sousa (Conselheiro)  
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

---

Prof. Dr. Cleilson do Nascimento Uchôa (Conselheiro)  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

## DEDICO

Aos meus pais **José Holanda Maia** (*In memoriam*) e **Maria Creuza Freire Maia** pelo amor, dedicação e ensinamentos.

À minha esposa **Adriana** e aos nossos filhos **Felipe**, **Bárbara** e **Eduardo**, pelo apoio e incentivos recebidos,

**OFEREÇO**

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal do Ceará.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola– UFC.

À Empresa FRUTACOR- Razão Social João Teixeira Junior, pelo apoio irrestrito à realização dos trabalhos de pesquisa.

Ao Professor Dr. Francisco Marcus Lima Bezerra, pela orientação, confiança, paciência e fundamental ajuda, sem a qual não seria possível terminar esse trabalho.

Ao Professor Dr. Solerne Caminha Costa do IFCE, pela amizade, coorientação e valiosas sugestões que contribuíram para o desenvolvimento e discussão deste trabalho.

Aos professores participantes da Banca examinadora Drs. Geocleber Gomes de Sousa da UNILAB, Francisco Limeira da Silva e Cleilson do Nascimento Uchôa do IFCE pelo tempo e pelas valiosas colaborações e sugestões.

À pessoa do Sr. João Teixeira Junior e dos funcionários da FRUTACOR, em especial: João Filho, Vânia e Simone pela acolhida e apoio à realização deste trabalho.

Aos professores e funcionários que compõem o Departamento de Engenharia Agrícola da UFC pelos ensinamentos transmitidos.

Ao professor Dr. Belfort, Coordenador Técnico e da Mayra, Laboratorista juntamente com as bolsistas pelo apoio e dedicação das análises no Laboratório de Química de Alimentos do IFCE, Campus de Limoeiro do Norte-CE.

A Mônica pela dedicação e total apoio na condução da pesquisa.

A Lenice pela valiosa contribuição nos estudos estatísticos.

A todos os meus familiares e amigos, que, de forma direta ou indireta, deram sua contribuição para a conclusão deste trabalho.

“O que sabemos é uma gota, o que ignoramos é um oceano” (Issac Newton)

## RESUMO

No estado do Ceará, existem poucas pesquisas relacionadas à irrigação na cultura da goiabeira. Há necessidade de estudos sobre manejo de irrigação para se determinar o quanto aplicar de água, juntamente com a determinação do melhor modelo de distribuição de água à cultura, ou seja, como irrigar, se faz premente. A maioria dos produtores escolhem o modelo de distribuição bem como irrigam a cultura baseando-se apenas em observações imprecisas, acarretando quase sempre em escolhas de modelos errados juntamente com uma aplicação excessiva ou deficitária de água. O presente trabalho teve como objetivo avaliar repostas nos parâmetros: fenológicos, produtivos, qualidade física de frutos e qualidade química de frutos, na cultura da goiabeira (*Psidium guajava* L.) variedade Paluma nas condições edafoclimáticas do semiárido Cearense, quando submetida à utilização de três modelos de distribuição de irrigação, em combinação com cinco lâminas de irrigação. No experimento conduzido no Distrito de Irrigação Tabuleiros de Russas (DISTAR), Russas, Ceará, avaliaram-se, sob delineamento estatístico de blocos completos ao acaso, com parcelas subdivididas e quatro repetições. Os tratamentos consistiram na combinação de três métodos de distribuição da irrigação: microaspersão e duas distribuições de linhas de gotejadores (1 e 2 linhas/fila de planta), que constituíram as parcelas e cinco lâminas de irrigação (50; 75; 100; 125 e 150% da evapotranspiração potencial da cultura - ET<sub>pc</sub> calculada), as quais constituíram as subparcelas. Inicialmente os dados foram submetidos à análise de variância e os dados com significância pelo teste F, foram submetidos à análise de regressão. O bulbo úmido do solo variou com a vazão dos emissores e o diâmetro foi maior na profundidade de 0,10m, atingindo um máximo de 60 cm do perfil. Os parâmetros fenológicos foram influenciados pelas lâminas de irrigação com tendência de crescimento com aumento das lâminas no ciclo 1. E no ciclo 2 somente pelo sistema de irrigação, com predominância do gotejamento duplo. As características produtivas só foram influenciadas pelos sistemas de irrigação no ciclo 2 da cultura e a maior produtividade ocorreu com gotejamento duplo e 39,2 ton.ha<sup>-1</sup>. A qualidade dos frutos de goiaba Paluma sofreu influência dos sistemas e das lâminas de irrigação em ciclos distintos.

**Palavras-chave:** *Psidium guajava* L. Fruticultura irrigada. Semiárido.

## ABSTRACT

In the state of Ceará, few studies are concerned with irrigation within the cultivation of guava. There is need for studies on irrigation management as a way to determine how to apply water along with determining the best model for the distribution of water in the crop, that is, how to irrigate is a pressing need. Most producers choose the distribution model and then irrigate their crops based only on inaccurate observations, often leading to wrong design decisions along with an excessive application or deficit of water. This study aimed to evaluate the responses within the following parameters: phenological, productive, physical and chemical fruit quality, the cultivation of guava (*Psidium guajava* L.) variety Paluma under the conditions the semiarid region of Ceará, taking into consideration the use of three irrigation distribution models in combination with five irrigation levels. In the experiment conducted in the Tabuleiros de Russas Irrigation District (DISTAR), Russas, Ceará, split plots and four replications were evaluated under experimental design of randomized complete block. The treatments consisted of the combination of three irrigation distribution methods: micro sprinkler and two distributions of driplines (1 and 2 lines / plant row), which constituted the plots and five irrigation levels (50; 75; 100; 125 and 150% of potential crop evapotranspiration -  $ET_{pc}$  calculated), which constituted the subplots. Initially, data were submitted to analysis of variance and data with significant by F test were submitted to regression analysis. Moist soil bulb varied with the flow of the issuers and the diameter was greater in depth of 0.10 m, reaching a maximum of 60 cm profile. The phenological parameters were influenced by irrigation levels with a growth trend with an increase of the blades in cycle 1 and the cycle 2 only for the irrigation system, especially the double drip. The productive characteristics only were influenced by irrigation systems in cycle 2 of culture and higher productivity occurred with drip double and 39.2 ton.ha<sup>-1</sup>. The quality of Paluma guava fruit were influenced by systems and irrigation levels in different cycles.

**Keywords:** *Psidium guajava* L. irrigated fruit farming. Semiarid.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Vista aérea da área experimental com destaque do lote C3/514 .....	25
Figura 2 – Detalhe das linhas de goiabeira utilizadas para o experimento .....	25
Figura 3 – Goiabeiras da área experimental após a poda de produção (A) e com sistemas de irrigação implantados (B) .....	27
Figura 4 – Posição de um gotejador (A) e Instalação das linhas laterais de gotejadores e microaspersores autocompensantes para teste de bulbo úmido (B) .....	29
Figura 5 – Perfil molhados dos emissores após teste de vazão (A) e entre diferentes vazões (B) .....	29
Figura 6 – Determinação do formato dos bulbos úmidos dos emissores (A) e raio molhado (B) .....	29
Figura 7 – Tanque Classe “A” instalado na área experimental para a leitura da evaporação diária .....	30
Figura 8 – Planilha eletrônica utilizada para realização dos cálculos diários dos diferentes tempos de irrigação dos tratamentos .....	31
Figura 9 – Esquema de instalação da área experimental .....	32
Figura 10 – Painel de automação (A) e válvulas de controle no campo (B) .....	32
Figura 11 – Esquema de instalação dos emissores no campo .....	33
Figura 12 – Croqui dos blocos do experimento e sua distribuição no campo .....	34
Figura 13 – Condicionamento após a colheita (A) e frutos com maturações diferentes (B) .....	35
Figura 14 – Pesagem dos frutos .....	36
Figura 15 – Medição do diâmetro polar (A) e equatorial (B) com paquímetro digital.....	37
Figura 16 – Medição do volume do fruto .....	37
Figura 17 – Utilização do penetrômetro para determinação de resistência da polpa .....	38
Figura 18 – Perfis do bulbo úmido do gotejador de 2 L h <sup>-1</sup> em diferentes tempos ...	40
Figura 19 – Perfis do bulbo úmido do gotejador de 4 L h <sup>-1</sup> em diferentes tempos ...	41
Figura 20 – Perfis do bulbo úmido do gotejador de 8 L h <sup>-1</sup> em diferentes tempos ...	42

Figura 21 – Área molhada para cada modelo de distribuição de irrigação .....	43
Figura 22 – Lançamento de flores por planta (A) e quantidade de pegamentos (B) no ciclo 1 de produção da goiabeira Paluma, para os três modelos de distribuição de água e lâmina de irrigação, Russas-CE (2014-2015) .....	45
Figura 23 – Peso de frutos colhido no ciclo 1 (A) e no ciclo 2 (B) em goiabeira Paluma, para os três modelos de distribuição de irrigação com a lâmina de irrigação - L1 (50% da ETpc), Russas-CE (2014-2015) .....	50
Figura 24 – Volume de frutos no ciclo 1 de produção da goiabeira Paluma, (cm <sup>3</sup> ) para os três modelos de distribuição de irrigação com a lâmina de irrigação - L1 (50% da ETpc), Russas-CE (2014-2015) .....	53

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise do solo nas profundidades de 10, 30 e 50 cm, da área experimental, lote 75, agroempresa Frutacor, Russas, CE, 2011 .....	27
Tabela 2 – Resumo da análise de variância para lançamento de flores, quantidade de pegamentos e quantidade de frutos por planta no ciclo 1 da goiabeira cultivar Paluma em função de três modelos de distribuição de irrigação e de cinco lâminas de irrigação, Russas-CE (2014-2015) .....	44
Tabela 3 – Resumo da análise de variância para lançamento de flores, quantidade de pegamentos e quantidade de frutos por planta no ciclo 2 da goiabeira Paluma em função de três modelos de distribuição de irrigação e de cinco lâminas de irrigação. Russas-CE (2014-2015) .....	45
Tabela 4 – Média para lançamento de flores da goiabeira cultivar Paluma no segundo ciclo produtivo em função de três modelos de distribuição de irrigação, Russas-CE(2014-2015) .....	46
Tabela 5 – Média para quantidade de pegamentos da goiabeira cultivar Paluma no segundo ciclo produtivo em função de três modelos de distribuição de irrigação, Russas-CE (2014-2015) .....	47
Tabela 6 – Média para quantidade de frutos da goiabeira cultivar Paluma no segundo ciclo produtivo em função de três modelos de distribuição de irrigação, Russas-CE (2014-2015) .....	48
Tabela 7 – Resumo da análise de variância para peso do fruto colhido da goiabeira cultivar Paluma em função de três modelos de distribuição de irrigação e de cinco lâminas de irrigação, Russas-CE (2014-2015)...	49
Tabela 8 – Média para peso do fruto colhido da goiabeira cultivar Paluma no segundo ciclo produtivo em função de três modelos de distribuição de irrigação, Russas-CE (2014-2015) .....	50
Tabela 9 – Resumo da análise de variância para produtividade da goiabeira cultivar Paluma em função de três modelos de distribuição de irrigação e de cinco lâminas de irrigação, Russas-CE (2014-2015) .....	51
Tabela 10 – Média para produtividade da goiabeira da cultivar Paluma no segundo ciclo produtivo em função de três modelos de distribuição de irrigação, Russas-CE (2014-2015) .....	51

Tabela 11 – Resumo da análise de variância para volume de frutos da goiabeira cultivar Paluma em função de três modelos de distribuição de água e de cinco lâminas de irrigação, Russas-CE (2014-2015) .....	53
Tabela 12 – Média para volume de frutos da goiabeira cultivar Paluma no segundo ciclo produtivo em função de três modelos de distribuição de irrigação, Russas-CE (2014-2015) .....	54
Tabela 13 – Resumo da análise de variância para diâmetro equatorial de frutos da goiabeira cultivar Paluma em função de três modelos de distribuição de água e de cinco lâminas de irrigação, Russas-CE (2014-2015) .....	54
Tabela 14 – Média para diâmetro equatorial de frutos da goiabeira cultivar Paluma no primeiro ciclo produtivo em função de três modelos de distribuição de irrigação, Russas-CE (2014-2015).....	55
Tabela 15 – Média para diâmetro equatorial de frutos da goiabeira cultivar Paluma no segundo ciclo produtivo em função de três modelos de distribuição de irrigação, Russas-CE (2014-2015) .....	55
Tabela 16 – Resumo da análise de variância para diâmetro polar de frutos da goiabeira cultivar Paluma em função de três modelos de distribuição de irrigação e de cinco lâminas de irrigação, Russas-CE (2014-2015)...	56
Tabela 17 – Média para diâmetro polar de frutos da goiabeira cultivar Paluma no segundo ciclo produtivo em função de três modelos de distribuição de irrigação, Russas-CE (2014-2015) .....	56
Tabela 18 – Resumo da análise de variância para resistência do fruto no ponto de consumo da goiabeira cultivar Paluma em função de três modelos de distribuição de água e de cinco lâminas de irrigação, Russas-CE (2014-2015) .....	57
Tabela 19 – Resumo da análise de variância para densidade do fruto no ponto de consumo da goiabeira cultivar Paluma em função de três modelos de distribuição de água e de cinco lâminas de irrigação, Russas-CE (2014-2015) .....	57

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	REVISÃO DE LITERATURA .....	17
2.1	Aspectos gerais sobre a cultura da goiabeira.....	17
2.2	Características morfológicas e fisiológicas da planta.....	18
2.3	A irrigação no cultivo da goiabeira .....	19
2.3.1	Métodos de Irrigação para a cultura da goiabeira .....	20
2.4	Fatores do solo no manejo da irrigação.....	22
2.5	Fatores do clima no manejo da irrigação de goiabeiras .....	24
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1	Caracterização do local da área experimental .....	25
3.2	Caracterização do clima .....	26
3.3	Caracterização do solo.....	26
3.4	Condução da cultura e Adubação.....	26
3.5	Estudo prévio do bulbo molhado dos emissores .....	28
3.6	Sistema e manejo da irrigação.....	30
3.7	Delineamento experimental.....	33
3.8	Variáveis analisadas .....	35
3.8.1	Características fenológicas .....	35
3.8.2	Características produtivas.....	35
3.8.2.1	Massa média dos frutos na colheita e ponto de consumo.....	35
3.8.2.2	Produtividade.....	36
3.8.3	Características físicas de frutos .....	37
3.8.3.1	Diâmetros, volume, resistência e densidade no ponto de consumo dos fruto .....	37
3.8.4	Características químicas de frutos .....	38
3.8.4.1	Potencial hidrogeniônico (pH), teores de sólidos solúveis totais (SST) e acidez total titulável (ATT) .....	38
3.9	Análise estatística .....	39
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	40
4.1	Determinação do tamanho e forma do bulbo molhado .....	40
4.2	Características fenológicas .....	44
4.2.1	Lançamento de flores, quantidade de pegamento e de frutos formados .....	44
4.3	Características produtivas.....	48
4.3.1	Massa do fruto colhido .....	48
4.3.2	Produtividade.....	50
4.4	Características físicas de frutos .....	52
4.4.1	Volume do fruto .....	52
4.4.2	Diâmetro equatorial.....	54
4.4.3	Diâmetro polar.....	55
4.4.4	Resistência e densidade do fruto no ponto de consumo.....	57
5	CONCLUSÃO.....	58
	REFERÊNCIAS .....	59

## 1 INTRODUÇÃO

A produção mundial de frutas em 2011 foi de 609,2 milhões de toneladas e o Brasil é o 3º produtor mundial com produção de 39.286.781 toneladas, representando aproximadamente 6,4% da produção total e é apenas o 15º exportador mundial de frutas (ADECE, 2013).

A Região Nordeste, mediante a participação dos seus polos irrigados, é a principal região produtora e exportadora de frutas frescas do Brasil, sobretudo as frutas tropicais. Nessa região estão quatro entre os cinco maiores produtores e exportadores em 2015. Juntos, Bahia, Pernambuco, Ceará e Rio Grande do Norte, exportaram US\$ 480.642.463, correspondente a 70,76% das exportações de frutas frescas do Brasil. O Ceará ocupou a 3ª posição com US\$ 118.927.151. Além da Castanha de Caju, as principais frutas exportadas pelo Ceará em 2015 são o Melão, Melancia, Banana, Mamão, Manga, Coco, Abacaxi (ADECE, 2016).

Os oito Perímetros Públicos Federais Irrigados no Estado do Ceará, têm cerca de 13,8 mil hectares plantados, cerca de 36% do total de 38,7 mil hectares. Tem uma área irrigada potencial de 25 mil hectares inexplorados. Destacam-se as frutas tradicionais, como o coco que responde por cerca de 22% da área plantada, banana com 12 %, mamão com 6%, melão com 6 %, e melancia com 5 % da área plantada. Outras fruteiras plantadas em menor escala são a goiaba, a acerola, a ata e a graviola (ADECE, 2013).

Mesmo assim, o Ceará, como os outros Estados exportadores nordestinos, restringe-se a poucas culturas tropicais, aproveitando janelas de mercado específicas, sem maiores opções de participar mais efetivamente do comércio internacional, embora exista o potencial. Tanto para o mercado interno como externo, a falta de opções de novos cultivos alternativos, principalmente produtos de maior valor agregado, têm levado os produtores a persistirem nos plantios de coco, banana, melão, melancia, o que vem ao longo dos anos ocasionando ofertas concentradas em determinados meses, causando problemas na comercialização desses produtos. O aumento da área plantada com as mesmas culturas já exploradas poderá causar problemas de superoferta ocasionando problemas na comercialização das frutas produzidas (LOPES, 2009).

Os Polos de Irrigação eleitos pelo Estado do Ceará possuem condições edafoclimáticas capazes de assegurar o bom desempenho agrônomo de espécies

vegetais de diferentes procedências. Segundo Salomé *et al.*, (1999), para que uma nova espécie ou variedade introduzida tenha sucesso, é necessário possuir, dentre outros aspectos, capacidade de adaptação às novas condições ambientais. Como no caso mais recente, os pomares de goiabeiras.

Nessas regiões onde ocorrem precipitações mais baixas e alta demanda de evapotranspiração, como no caso do semiárido brasileiro, torna-se necessário o fornecimento de água por meio de irrigação, considerando o atendimento das necessidades fisiológicas de crescimento, manutenção e produção de frutas. Nessas condições, a goiabeira pode ainda sofrer um certo grau de estresse hídrico quando o fornecimento de água não atender à demanda de evapotranspiração. Uma deficiência hídrica prolongada pode provocar o atraso do florescimento e queda dos frutos, com redução significativa da qualidade e da produtividade (SOUZA *et al.*, 1997).

Outra característica importante é a distribuição de água no bulbo molhado que depende do volume total de água aplicado, da vazão, da disposição dos gotejadores, das condições iniciais de umidade, das propriedades físicas do solo, da atividade do sistema radicular das plantas e do manejo da irrigação. As informações sobre a conformação do bulbo molhado são muito importantes, tanto para o dimensionamento dos sistemas de irrigação quanto para seu manejo, visto que a determinação do espaçamento entre emissores, a localização de sensores de umidade e a definição das zonas de diferentes intensidades de absorção de água e nutrientes, requerem o conhecimento da dinâmica da água no bulbo molhado (NOGUEIRA *et al.*, 2000).

Com base no exposto, o presente trabalho teve como objetivo principal estudar o efeito da utilização de três modelos de distribuição de irrigação, em combinação com cinco lâminas de irrigação, sobre o rendimento físico e econômico da cultura da goiabeira (*Psidium guajava* L.) variedade Paluma, com vistas à obtenção de tecnologias que possibilitem ao produtor da região optar e adotar um sistema de produção que maximize o retorno econômico da referida cultura.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Aspectos gerais sobre a cultura da goiabeira

Brasil em 2011 possuía uma área destinada à colheita de goiaba de 15.956 ha com produção de 342.528 toneladas. O Sudeste foi responsável por 6.293 ha (39,44 %) e produção de 149.169 ton (43,55 %). O Nordeste respondeu por 7.435 ha (46,60 %) e produção de 151.903 ton (44,35 %). O Ceará foi responsável por 979 ha (6,14 %) e produção de 11.264 ton (3,29 %) (IBGE, 2011).

Só na região Nordeste há mais de 5.000 ha cultivados com goiaba, com uma tendência de crescimento, principalmente nos polos de agricultura irrigada, como Petrolina e Juazeiro. A expansão se deu devido a vários aspectos, destacando-se: substituição do cultivo da bananeira (doenças e outros problemas), rapidez do retorno dos investimentos aplicados e possibilidade de várias formas de aproveitamento dos frutos como doces, sucos, polpas e consumo da fruta in natura (MANTOVANI *et al.*, 2003).

A Paluma é, hoje, a principal variedade de goiabeira cultivada na região do Submédio São Francisco, estimando-se que ocupa 80 a 90% da área plantada, não existindo nenhum estudo, de âmbito regional, que procure oferecer outras variedades como opção a Paluma (GONZAGA NETO, 1990).

A goiabeira cultivada com irrigação e com poda, além de apresentar níveis de produtividade elevados (40 a 50 t/ha/ano), produz 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, exige-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).

A fruticultura, como no caso da cultura da goiabeira, tem sido uma das atividades agrícolas que mais têm demandado conhecimentos relativos à irrigação, principalmente devido à utilização de fruteiras de alto valor econômico. A utilização de irrigação também é uma estratégia dos fruticultores para reduzir os riscos associados à atividade.

A planta da goiabeira destinada à produção de frutos para *consumo in natura* ou à industrialização deve apresentar uma copa adequada e funcional, que facilite os diversos tratamentos culturais necessários à obtenção de frutas com o padrão de qualidade que o mercado consumidor exige. Dessa forma, é indispensável que desde cedo, na fase da produção da muda, e principalmente após o plantio em local definitivo, sejam realizadas podas de formação para orientar a copa da goiabeira no sentido da arquitetura desejada e visando à frutificação.

Quanto à época de poda, pode-se dizer que, havendo temperatura, luminosidade e irrigação, a goiabeira poderá ser podada em qualquer período do ano e é isso que tem ocorrido na maioria dos projetos de irrigação do Nordeste que cultivam a goiabeira (GONZAGA NETO, 2001).

Essa situação gera uma infinidade de fases fenológicas diferentes ao longo do ano. Uma poda implica em mudança de fase fenológica com demanda de evapotranspiração diferente.

## **2.2 Características morfológicas e fisiológicas da planta**

A goiabeira é uma planta da família das Mirtáceas, sendo a espécie *Psidium guajava* L. a mais conhecida e importante no Brasil. A planta é um arbusto ou árvore de pequeno porte, perene, com copa arredondada. A altura de plantas não podadas varia entre 3 e 8 m. O sistema radicular apresenta raízes adventícias primárias, que se concentram na profundidade de 30 cm.

O tronco apresenta diâmetro médio de 15 a 25 cm, caracteristicamente liso, com cascas que se destacam com facilidade. As folhas são opostas, oblongas ou elípticas, coriáceas e consistentes, apresentando nervuras salientes na face dorsal, de cor verde intensa, com comprimento variável entre 5 e 15 cm e largura entre 3 e 6 cm; caem após a maturação, uma característica de plantas com folhas decíduas. As flores são brancas, hermafroditas; eclodem em botões isolados ou em grupo de dois ou três, localizadas na axila das folhas e nas brotações surgidas em ramos maduros; há predominância da autopolinização. O fruto é do tipo baga, com formato ovalado, piriforme ou arredondado, com diâmetro médio de 5 a 7 cm e coloração variável do branco ao vermelho. A polpa é succulenta e doce, com numerosas sementes reniformes (ZAMBÃO; BELLINTANI NETO, 1998).

Manica *et al.* (2000), verificaram que a maior queda de frutos novos ocorre após a floração e que a partir desta fase, a queda dos frutos verdes é pequena. A queda de frutos novos na goiabeira pode representar um sério problema nos pomares comerciais, pois há registro de cultivares, nos quais, apesar de o índice de frutificação inicial ser em torno de 54%, apenas 6% do total dos frutos da planta chegam à maturação.

### **2.3 A Irrigação no cultivo da goiabeira**

Bernardo *et al.* (2006), reportam que “a otimização do fator água deve possibilitar a melhor utilização dos insumos de produção, a fim de se obter maiores produtividades, com melhores combinações dos fatores utilizados, sendo, portanto necessário conhecer as funções de produção ou superfícies de resposta, para auxiliar nas decisões, uma vez que essas funções permitem as interações entre fatores que afetam a produtividade”.

O manejo da água em culturas irrigadas tem como ponto chave decidir quanto e quando irrigar. A quantidade de água a ser aplicada é normalmente determinada pela necessidade hídrica da cultura, podendo ser estimada através da sua evapotranspiração e/ou por meio do balanço de água no solo.

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 os nutrientes são os fatores que mais limitam o rendimento da planta (RUGGIERO *et al.*, 1996). Neste contexto, sanar tais 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.

Entretanto, para que as técnicas de irrigação e fertilização sejam bem-sucedidas, é de suma importância, o seu manejo adequado, visando maior competitividade econômica e sustentabilidade ambiental, exigidas por um mercado globalizado e consciente da necessidade de preservação do meio ambiente, ideias em sintonia com o lema da tecnologia: produzir o máximo e com qualidade, no menor intervalo de tempo, com menor investimento possível e com o mínimo impacto ambiental.

Para Gonzaga Neto (2001), a goiabeira é muito exigente quanto a condições hídricas. Com relação ao cultivo em sequeiro, só será satisfatório em regiões onde a precipitação pluvial anual estiver entre 800 e 1000 mm. Nas regiões onde a precipitação é insuficiente e as chuvas são mal distribuídas, há necessidade de irrigações complementares para se obterem safras compensadoras.

A fruticultura do semiárido, como no caso da cultura da goiabeira, tem sido uma das atividades agrícolas que mais tem demandado conhecimentos relativos à irrigação, principalmente devido à utilização de fruteiras de alto valor econômico. A utilização de irrigação também é uma estratégia dos fruticultores para reduzir os riscos associados à atividade.

A goiabeira cultivada com irrigação e com poda, além de apresentar níveis de produtividade elevados (40 a 50 t/ha/ano), produz 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, exige-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, 2001).

### *2.3.1 Métodos de Irrigação para a cultura da goiabeira*

A irrigação visa, sobretudo, suprir as necessidades hídricas das plantas. Não funciona em separado, mas integrada à 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).

O uso correto da irrigação é fator determinante para o sucesso do produtor, em especial no caso da fruticultura irrigada, que envolve altos custos e conseqüentemente possui maior risco associado à atividade. Deve-se destacar, portanto, a importância da escolha correta do método de irrigação a ser utilizado, da

realização criteriosa do projeto, da utilização de equipamentos de boa qualidade (que atendam às especificações para as quais foram projetados), dos cuidados durante a implantação do sistema, da correta manutenção do mesmo e na determinação correta do momento de aplicação da água e de produtos químicos que eventualmente podem ser aplicados pelo sistema. Vários métodos podem ser escolhidos com base na viabilidade técnico-econômica e benefícios sociais advindos de seu uso.

Na seleção de sistemas de irrigação, é necessário o conhecimento da eficiência de cada método de aplicação de água. Eficiência de irrigação pode ser definida como a relação entre a quantidade de água requerida pela cultura e a quantidade total aplicada pelo sistema para suprir essa necessidade. Quanto menores as perdas de água causadas pelo escoamento superficial, evaporação, deriva e drenagem profunda, maior será a eficiência de irrigação de um sistema.

Um projeto de irrigação para a cultura da goiabeira deve contemplar, de forma integrada, entre vários aspectos, os seguintes: definição de um sistema de irrigação, elaboração de um planejamento baseado em estudos básicos da área, plano de exploração agrícola, conhecimento da infraestrutura disponível na área, previsão do manejo da irrigação e comportamento do sistema radicular (MANTOVANI *et al.*, 2003).

A irrigação localizada tem sido uma alternativa para reduzir o consumo de água na irrigação. Segundo Dasberg e Bresler (1985), este sistema de irrigação é caracterizado pela aplicação de pequenas quantidades de água, em alta frequência e diretamente na zona radicular, mantendo a umidade próxima ao limite superior de disponibilidade de água, em um determinado volume de solo. Para Nogueira *et al.* (2000), a irrigação localizada proporciona uma maior eficiência no uso da água, além de permitir a aplicação simultânea de fertilizantes, possibilitando a utilização mais racional desses insumos.

Os solos areno-argilosos, de textura leve, profundos e bem drenados, ricos em matéria orgânica, com pH entre 5,0 e 6,5 são os mais recomendados para o cultivo da goiabeira (PEREIRA, 1995).

Outro fator de extrema importância no dimensionamento e manejo deste tipo de sistema de irrigação é o conhecimento da porcentagem de área molhada (PAM), uma vez que esta afeta a produção e o crescimento da cultura, tanto do sistema radicular quanto da parte aérea. A PAM varia em função do tipo de solo, do

tipo de emissor, do espaçamento entre emissores e da vazão do emissor (KELLER & KARMELI, 1975, citado por RAMOS *et al.*, 1992).

Vários autores relatam que um dos principais problemas da irrigação por gotejamento em pomares consiste em decidir o número de gotejadores, por planta ou por fileira de plantas, pois isso irá determinar o preço do sistema por unidade de área, e em muitos casos a própria produção e a rentabilidade. Somente conhecendo as dimensões do bulbo molhado formado no solo em função da emissão de água, assim como o conhecimento das dimensões do sistema radicular da cultura a ser irrigada, pode-se definir o número de emissores por planta (ALVES JUNIOR, 2006).

A irrigação localizada é um sistema de irrigação que tem como principais vantagens a aplicação de água perto das raízes das plantas e a economia de água pela maior eficiência de aplicação. Entre os sistemas de irrigação localizada, o gotejamento superficial é o mais comum e baseia-se na aplicação de água na superfície do solo junto à planta.

#### **2.4 Fatores do solo no manejo da irrigação**

A capacidade de armazenamento de água no solo disponível para o desenvolvimento das culturas é função de parâmetros físico-hídricos do solo e da profundidade do sistema radicular (VILLA NOVA, 1982). A quantidade de água absorvida pelas plantas não depende apenas do conteúdo ou do potencial total da água no solo, mas também de sua capacidade em transmitir esta água para as plantas (HILLEL, 1982). Para Reichardt (1985) esta capacidade ou esta dinâmica da água no solo depende de inúmeros fatores como heterogeneidade do perfil, tipo de planta e condições atmosféricas, entre outras, e seu conhecimento durante o desenvolvimento da cultura é essencial para o aprimoramento de práticas de manejo.

O volume de sólidos pode ser considerado praticamente fixo, enquanto os gases e a solução dividem o espaço poroso do solo. Se a quantidade de solução ou a umidade do solo aumentam, a quantidade de gases diminui. Na realidade, o solo pode ser considerado como grande reservatório, cuja quantidade de água armazenada varia com a umidade (BERNARDO *et al.*, 2006).

O sistema de irrigação localizada permite molhar o solo, formando um volume de solo molhado, denominado de bulbo molhado ou bulbo úmido, onde se

concentram as raízes das plantas. Molhando-se apenas uma porcentagem do solo, as perdas de água por evaporação e percolação são reduzidas, como também a lixiviação dos nutrientes (YOUNGS *et al.*, 1999). Assim, o manejo da irrigação por gotejamento requer conhecimento do volume de solo molhado para evitar a sobreposição excessiva que pode diminuir a eficiência na aplicação de água e fertilizantes, principalmente em solos de textura arenosa que apresentam maior infiltração (KELLER; BLIESNER, 1990).

A distribuição de água no bulbo molhado depende do volume total de água aplicado, da vazão, da disposição dos emissores, das condições iniciais de umidade, das propriedades físicas do solo, da atividade do sistema radicular das plantas e do manejo da irrigação. As informações sobre a conformação do bulbo molhado são muito importantes, tanto para o dimensionamento dos sistemas de irrigação quanto para seu manejo, visto que a determinação do espaçamento entre emissores, a localização de sensores de umidade e a definição das zonas de diferentes intensidades de absorção de água e nutrientes, requerem o conhecimento da dinâmica da água no bulbo molhado.

A água aplicada por gotejamento sobre a superfície do solo infiltra-se e se redistribui vertical e transversalmente resultando um volume molhado em forma de bulbo ao redor da planta (KELLER; BLIESNER, 1990; RODRIGO LÓPEZ *et al.*, 1992; PEREIRA, 2004).

O bulbo molhado formado no solo é afetado pela umidade inicial do solo, pela vazão do emissor, pelas frequência e duração da irrigação, pelo movimento capilar da água e pela capacidade de retenção de água pelo solo. O emissor cria padrões de molhamento no solo que determinam o tamanho e forma da zona radicular da cultura (EVAN *et al.*, 2007).

As dimensões do bulbo molhado podem ser determinadas ou estimadas de várias formas, usando métodos analíticos, numéricos, empíricos ou fazendo ensaios de campo. Cada um destes métodos requer uma maior ou menor complexidade de resolução e de obtenção dos dados, conferindo-lhes particularidades que devem ser analisadas antes da escolha de qual utilizar (ZAZUETA RANAHAN, 1992).

Os métodos empíricos representam uma forma aproximada de determinar as dimensões do bulbo, utilizando informações do processo de irrigação, tais como vazão do gotejador e condutividade hidráulica do solo. Como exemplo, pode-se citar

o modelo de Schwartzman e Zur (1986), que estabelece equações para a determinação da profundidade vertical e do diâmetro horizontal do bulbo molhado.

## **2.5 Fatores do clima no manejo da irrigação de goiabeiras**

Para Ferreira (2004) desde o plantio até a colheita, uma cultura vai progressivamente crescendo e ocupando a área disponível, onde, nessas condições ocorre a evapotranspiração da cultura (ET<sub>pc</sub>). O conhecimento da ET<sub>pc</sub> é fundamental em projetos de irrigação, pois ela representa a quantidade de água que deve ser repostada ao solo para manter o crescimento e a produção em condições ideais.

A estimativa da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) pelo método do tanque classe A tem sido bastante utilizada no manejo da irrigação, apresentando como vantagem, o fato de integrar todas as variáveis do clima (temperatura do ar, velocidade do vento, umidade relativa, radiação solar, ET<sub>pc</sub>) que determinam o processo da evaporação e evapotranspiração, sem que haja necessidade de medir estas variáveis ou estimá-las através de modelos mais complexos (SILVA, 2002).

O manejo racional da irrigação consiste na aplicação da quantidade necessária de água às plantas, no momento correto. Por não adotar um método de controle da irrigação, o produtor rural usualmente irriga em excesso, temendo que a cultura sofra um estresse hídrico, o que pode comprometer a produção. Esse excesso tem como consequência o desperdício de energia e de água, usados em um bombeamento desnecessário.

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 dos frutos (MARANCA, 1981).

A goiabeira é considerada uma planta rústica devido à sua flexibilidade de adaptação às variações do ambiente.

A goiabeira exige para seu pleno desenvolvimento boa intensidade luminosa e calor para desenvolver-se e produzir abundantemente, pois a luz solar influi diretamente no metabolismo e na fotossíntese, de cuja intensidade depende o crescimento, a floração e a frutificação (SERRANO, 2007).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização do local da área experimental

O experimento foi desenvolvido no Distrito de Irrigação Tabuleiros de Russas, no lote C3/514 (Figura 1), de propriedade da agroempresa Frutacor, localizada em Russas, Ceará. No lote foram separadas para modificação no sistema de irrigação as quatro primeiras linhas de cultivo (Figura 2).

A posição geográfica da área experimental é: 04° 57' S; 38° 03' W; 88 m.

Figura 1 – Vista aérea da área experimental com destaque do lote C3/514



Fonte: GOOGLE MAPS (2015).

Figura 2 – Detalhe das linhas de goiabeira utilizadas para o experimento



Fonte: GOOGLE MAPS (2015).

### 3.2 Caracterização do clima

De acordo com o DNOCS (2006), o clima pode ser classificado como Bswb, ou seja, semiárido, muito quente, com precipitação média anual em torno de 720 mm, distribuídos irregularmente, ao longo do ano (estação chuvosa de fevereiro a maio). A umidade relativa média anual é pouco superior a 60%, com máximas no trimestre março-maio e mínimas em setembro. As temperaturas médias mensais oscilam em torno de 27 °C, com mínimas no período maio-junho e máximas no trimestre novembro-janeiro. A insolação média anual atinge cerca de 2.900 horas, sendo fevereiro o mês menos ensolarado e agosto o com maior número horas/sol/dia. A evaporação média anual, medida em tanque Classe A, é da ordem de 2.900 mm, correspondendo a uma evaporação no lago de cerca de 2.000 mm ano<sup>-1</sup>. Na área do perímetro irrigado, a direção predominante dos ventos é Leste-Oeste, não havendo incidência de dias de ventania. A velocidade média dos ventos fica em torno de 4,5 m s<sup>-1</sup>.

### 3.3 Caracterização do solo

O solo da área experimental pertence à ordem dos NEOSSOLOS, subordem NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS.

As características de fertilidade do solo da área foram determinadas no Laboratório de Análises de Solos e Águas para fins de Irrigação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE de Limoeiro do Norte, a partir de amostras coletadas nas profundidades de 10, 30 e 50 cm (Tabela 1).

### 3.4 Condução da cultura e adubação

A cultura utilizada foi a goiabeira variedade Paluma (*Psidium guajava* L.), com espaçamento 6,0 x 4,0 m (6,0 m entre fileira de plantas e 4,0 m entre plantas na fileira).

Os trabalhos experimentais foram realizados em um pomar já constituído com três anos de idade e teve início após a poda de produção.

Foram analisados dois ciclos produtivos, o primeiro a partir de julho de 2014 (Figura 3) e o segundo em março de 2015.

Tabela 1 – Análise do solo nas profundidades de 10, 30 e 50 cm, da área experimental, lote 75, agroempresa Frutacor, Russas, CE, 2011

Atributo	Unidade	Profundidade (cm)		
		10	30	50
Areia	g kg <sup>-1</sup>	887,25	870,98	851,64
Silte	g kg <sup>-1</sup>	31,25	92,03	22,37
Argila	g kg <sup>-1</sup>	81,50	37,00	125,90
C	g kg <sup>-1</sup>	9,83	5,14	3,77
M.O.	g kg <sup>-1</sup>	16,95	8,87	6,50
Ph	-	7,0	6,4	5,5
P	mg dm <sup>-3</sup>	399,0	121,0	38,0
K <sup>+</sup>	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	1,92	1,61	1,43
Ca <sup>2+</sup>	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	22,5	13,0	6,5
Mg <sup>2+</sup>	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	36,0	32,5	14,0
Na <sup>2+</sup>	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,74	0,65	0,52
Al <sup>3+</sup>	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,0	0,0	0,5
H+Al <sup>3+</sup>	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	19,0	22,3	28,9
SB	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	61,2	47,8	22,5
CTC	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	80,2	70,1	51,4
V	%	76,0	68,0	44,0
PST	%	1	1	1
CE	dS m <sup>-1</sup>	0,33	0,26	0,36

Fonte: Albuquerque (2015).

MO – matéria orgânica / SB – soma de bases / CTC – capacidade de troca de cátions / V – saturação por bases / PST – porcentagem de sódio trocável / CE – condutividade elétrica.

Figura 3 – Goiabeiras da área experimental após a poda de produção (A) e com sistemas de irrigação implantados (B)



Fonte: O autor.

As adubações foram realizadas de acordo com a análise química do solo e as recomendações para o cultivo da goiabeira. Todas as aplicações de nitrogênio

e potássio foram via fertirrigações, em conformidade com a curva de absorção da cultura.

Ao longo da condução dos trabalhos experimentais, foram realizados os demais tratamentos culturais, a saber: roçagem, podas, desbrotas, irrigação, colheita, bem como a pós-colheita, obedecendo ao que a tecnologia recomenda para a cultura da goiabeira indicava.

### **3.5 Estudo prévio do bulbo molhado dos emissores**

A definição do tamanho e formato do bulbo molhado é um dos aspectos importantes para maximizar a produção em solos arenosos utilizando irrigação por gotejamento. Quando a opção for a utilização de microaspersão, possui a vantagem de proporcionar um bulbo molhado maior em relação ao gotejamento.

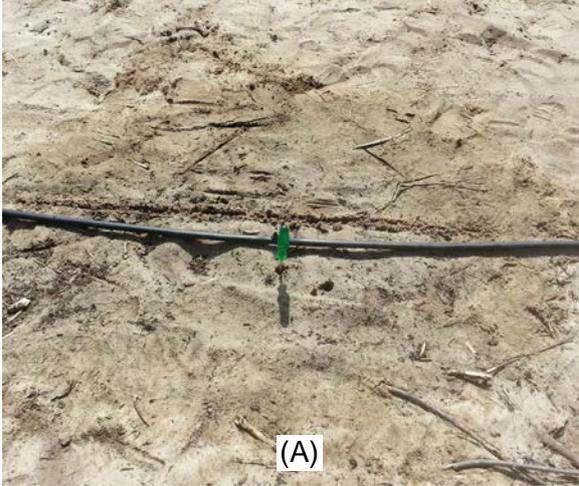
A vazão e o espaçamento dos gotejadores na linha lateral foram especificados de acordo com resultado de teste de determinação de tamanho e formato do bulbo realizado no campo.

Para a definição do tamanho e formato do bulbo molhado, foi realizado um trabalho na área onde foi conduzido o experimento no pomar de goiabeira.

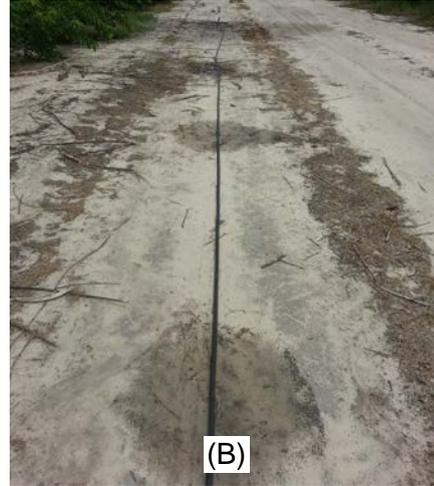
Foram instaladas quatro linhas laterais cada uma contendo gotejadores autocompensante de 2; 4 e 8 L h<sup>-1</sup>, respectivamente, e um microaspersor autocompensante de 40 L h<sup>-1</sup> (Figura 4).

Após 2 horas de funcionamento foi suspensa a irrigação da primeira linha lateral e feito uma trincheira no meio do bulbo de cada um dos gotejadores e na periferia do raio do microaspersor para determinar seu tamanho e forma. Esse procedimento foi repetido na segunda linha lateral 4 horas após o início da irrigação. Na terceira linha lateral, 8 horas após o início da irrigação e na quarta linha, 24 horas após o início da irrigação onde o bulbo normalmente estabiliza seu tamanho (Figuras 5 e 6).

Figura 4 – Posição de um gotejador (A) e Instalação das linhas laterais de gotejadores e microaspersores autocompensantes para teste de bulbo úmido (B)



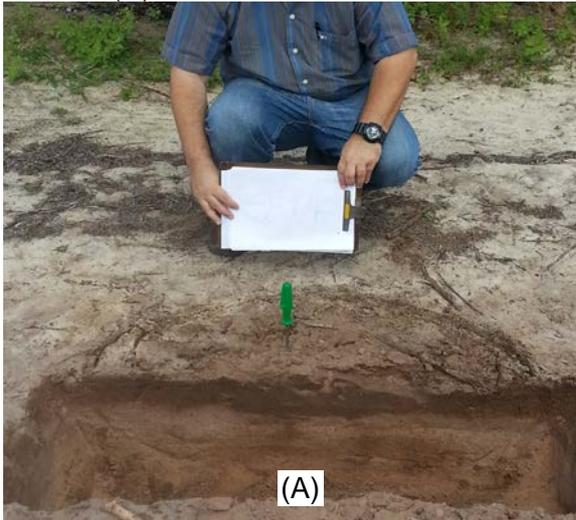
(A)



(B)

Fonte: O autor.

Figura 5 – Perfil molhado dos emissores após teste de vazão (A) e entre diferentes vazões (B)



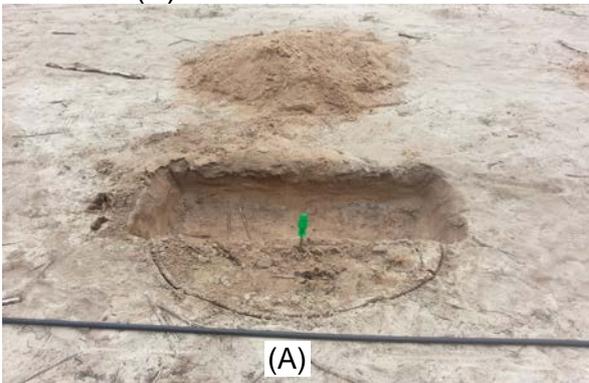
(A)



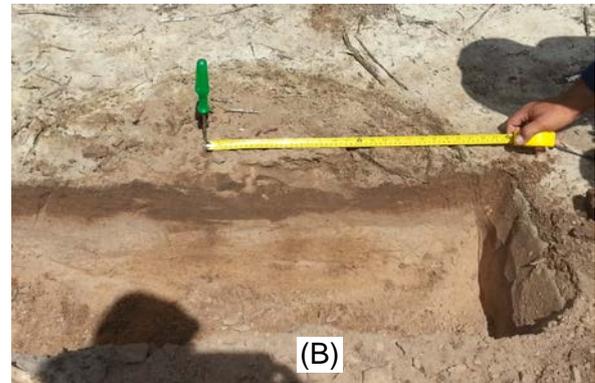
(B)

Fonte: O autor.

Figura 6 – Determinação do formato dos bulbos úmidos dos emissores (A) e raio molhado (B)



(A)



(B)

Fonte: O autor.

### 3.6 Sistema e manejo da irrigação

Por não ter ainda definido um método que apresente excelentes resultados com a cultura da goiabeira no local foram utilizados no experimento a microaspersão e o gotejamento.

As lâminas de irrigação L1; L2 e L3, L4, L5 foram determinadas com base nos valores de 0,5; 0,75; 1,0; 1,25 e 1,50 correspondendo a 50; 75; 100; 125 e 150% da evapotranspiração potencial da cultura - ET<sub>pc</sub>, respectivamente. A frequência de irrigação foi diária e as medições da ECA foram feitas através do tanque Classe “A”, instalado na área experimental (Figura 7).

Figura 7 – Tanque Classe “A” instalado na área experimental para a leitura da evaporação diária



Fonte: O autor.

O tempo de irrigação utilizado diariamente foi calculado a partir de percentuais distintos da evaporação medida no tanque classe “A” (ECA, em mm.dia<sup>-1</sup>), em conformidade com os tratamentos, através equação 01.

$$T_i = \frac{ECA * K_p * K_c * E_L * E_g * F_c}{E_f * q_g} \quad (01)$$

Em que, T<sub>i</sub> é o tempo de irrigação, em horas; ECA é a evaporação medida no tanque classe “A”, em mm dia<sup>-1</sup>; K<sub>p</sub> é o coeficiente do tanque, adimensional; K<sub>c</sub> é o coeficiente da cultura, adimensional; E<sub>L</sub>, é o espaçamento entre linhas de irrigação, em m; E<sub>g</sub> é o espaçamento entre emissores, em m; F<sub>c</sub>, é o fator de cobertura do

solo, adimensional;  $E_r$ , é a eficiência de irrigação, adimensional;  $q_g$ , é a vazão dos emissores por planta, em  $L h^{-1}$ . Foi utilizado uma planilha para a execução dos cálculos de manejo de irrigação através do tanque classe “A” (Figura 8).

Figura 8 – Planilha eletrônica utilizada para realização dos cálculos diários dos diferentes tempos de irrigação dos tratamentos

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	MANEJO DA IRRIGAÇÃO			Ea	0,95	Cultura: GOIABA PALUMA				Copa/Dm	4	Ks	1	OBS.: nesta parte da planilha caixa ou							
2	MÉTODO: T C "A"			Qe(l/h)	40	Ciclo:	1	Lplan	Pl/linha	Apl	Area	12,56	Kl ou Fc	0,595	célula em branco é para entrada de dados						
3	TRATAMENTO DISTRIBUIÇÃO			Ne	1	Espaçamento	6	4	24	Pam	0,523										
4		ltimo Dia do MÊS anterior	MÊS: JULHO/2015									Tempo de irrigação dos tratamentos									
5		75,65	0																		
6												L1 (50%)	L2 (75%)	L3 (100%)	L4 (125%)	L5 (150%)					
6	Data	Leitura(mm)	Rec. (mm)	Chuva (mm)	ECA (mm)	KP	Eto (mm)	Kc	Etc (mm)	Lâm. Irrig (mm)	Vap (l/plan/dia)	(min)	(hora)	(min)	(hora)	(min)	(hora)	(min)	(hora)	(min)	(hora)
7	01/07/2015	68,95		0,00	6,70	0,75	5,03	0,86	2,57	2,71	64,94	48,71	0:48:42	73,06	1:13:04	97,41	1:37:25	121,76	2:01:46	146	2:26:07
8	02/07/2015	60,38		0,00	8,57	0,75	6,43	0,86	3,29	3,46	83,07	62,30	1:02:18	93,45	1:33:27	124,60	2:04:36	155,75	2:35:45	187	3:06:54
9	03/07/2015	53,86		0,00	6,52	0,75	4,89	0,86	2,50	2,63	63,20	47,40	0:47:24	71,10	1:11:06	94,79	1:34:48	118,49	1:58:30	142	2:22:11
10	04/07/2015	45,26		0,00	8,60	0,75	6,45	0,86	3,30	3,47	83,36	62,52	1:02:31	93,78	1:33:47	125,04	2:05:02	156,29	2:36:18	188	3:07:33
11	05/07/2015	37,64		0,00	7,62	0,75	5,72	0,86	2,92	3,08	73,86	55,39	0:55:24	83,09	1:23:05	110,79	1:50:47	138,48	2:18:29	166	2:46:11
12	06/07/2015	30,81		0,00	6,83	0,75	5,12	0,86	2,62	2,76	66,20	49,65	0:49:39	74,48	1:14:29	99,30	1:39:18	124,13	2:04:08	149	2:28:57
13	07/07/2015	23,49	75,65	0,00	7,32	0,75	5,49	0,86	2,81	2,96	70,95	53,21	0:53:13	79,82	1:19:49	106,43	1:46:26	133,03	2:13:02	160	2:39:38
14	08/07/2015	67,95		0,00	7,70	0,75	5,78	0,86	2,95	3,11	74,63	55,98	0:55:59	83,96	1:23:58	111,95	1:51:57	139,94	2:19:56	168	2:47:56
15	09/07/2015	61,14		0,00	6,81	0,75	5,11	0,86	2,61	2,75	66,01	49,51	0:49:30	74,26	1:14:15	99,01	1:39:01	123,76	2:03:46	149	2:28:31
16	10/07/2015	54,76		0,00	6,38	0,75	4,79	0,86	2,45	2,58	61,84	46,38	0:46:23	69,57	1:09:34	92,76	1:32:46	115,95	1:55:57	139	2:19:08
17	11/07/2015	45,89		0,00	8,87	0,75	6,65	0,86	3,40	3,58	85,97	64,48	1:04:29	96,72	1:36:43	128,96	2:08:58	161,20	2:41:12	193	3:13:26
18	12/07/2015	37,42		0,00	8,47	0,75	6,35	0,86	3,25	3,42	82,10	61,57	1:01:34	92,36	1:32:22	123,15	2:03:09	153,93	2:33:56	185	3:04:43
19	13/07/2015	30,12		0,00	7,30	0,75	5,48	0,86	2,80	2,95	70,76	53,07	0:53:04	79,60	1:19:36	106,13	1:46:08	132,67	2:12:40	159	2:39:12
20	14/07/2015	24,63		0,00	5,49	0,75	4,12	0,86	2,11	2,22	53,21	39,91	0:39:55	59,86	0:59:52	79,82	1:19:49	99,77	1:39:46	120	1:59:44

Fonte: O autor.

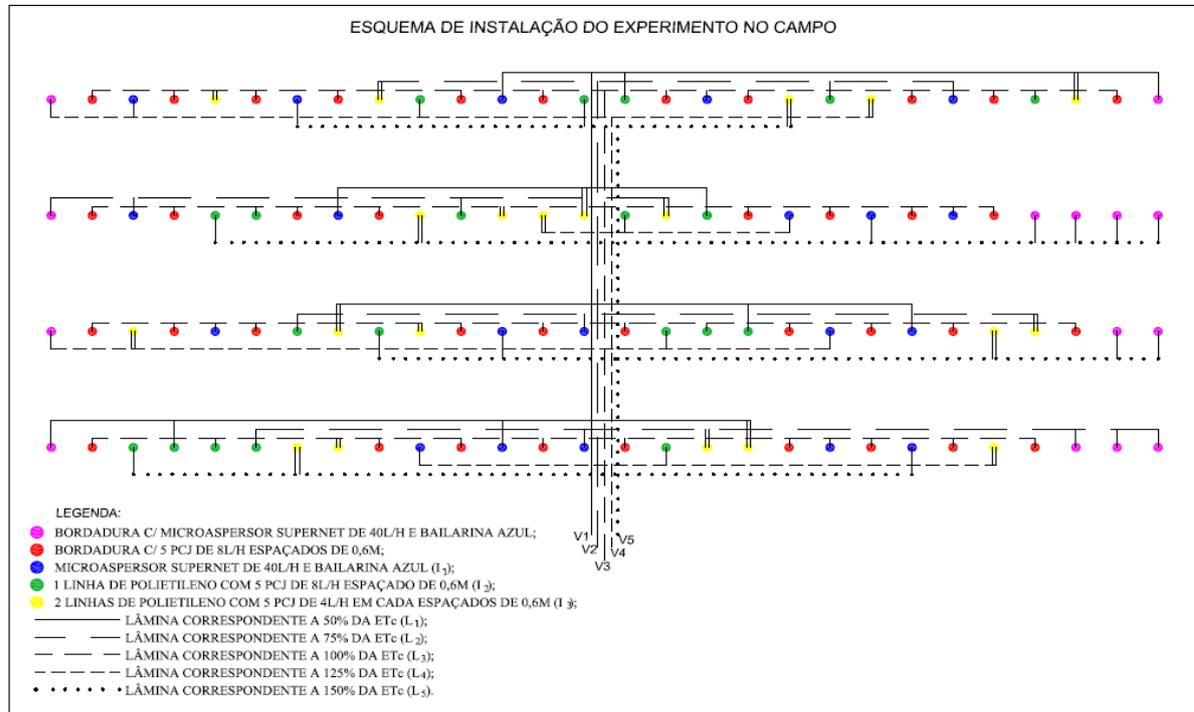
O  $K_c$ , por sua vez, está relacionado a diferentes fatores culturais, variam, também, durante o ciclo da cultura, tendendo, muitas vezes, a apresentar um aumento linear com o tempo (CONCEIÇÃO, 2006). Esse comportamento deve-se ao fato de que, em geral, o maior consumo hídrico da planta ocorre na fase que vai do final do crescimento dos ramos até a colheita (BEUKES; WEBER, 1982).

Os valores de  $K_c$  adotados na pesquisa, foram encontrados usando como referência Bassoi *et al.* (2007).

O sistema de irrigação foi dimensionado para operar atendendo às variáveis de distribuição de água por microaspersão e gotejamento com uma e duas linha de emissores por fileira de planta, sendo o controle das irrigações feito por válvulas instaladas no início de cada linha (Figura 9) e controladas por um painel de automação das irrigações (Figura 10), com 1 microaspersor autocompensante de 40  $L h^{-1}$  por planta e um total de cinco gotejadores autocompensantes por planta com vazão por emissor de 8  $L h^{-1}$  na fila simples de irrigação e com um total de dez

gotejadores autocompensantes por planta com vazão por emissor de  $4,0 \text{ L h}^{-1}$  na fila dupla de irrigação, sendo 5 gotejadores em cada linha (Figura 11).

Figura 9 – Esquema de instalação da área experimental



Fonte: O autor.

Figura 10 – Painel de automação (A) e válvulas de controle no campo (B)



Fonte: O autor.

Figura 11 – Esquema de instalação dos emissores no campo

**A – 1 MICROASPERSOR DE 40 l/h POR PLANTA**

● 1 MICROASPERSOR SUPERNET DE 40 l/h COM BAILARINA AZUL (I<sub>1</sub>)

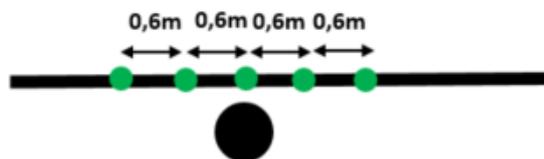
● PLANTA DA GOIABEIRA



**B – 5 GOTEJADORES DE 8 l/h POR PLANTA**

● 1 LINHA DE POLIETILENO COM 5 PCJ DE 8 l/h ESPAÇADOS DE 0,6m (I<sub>2</sub>)

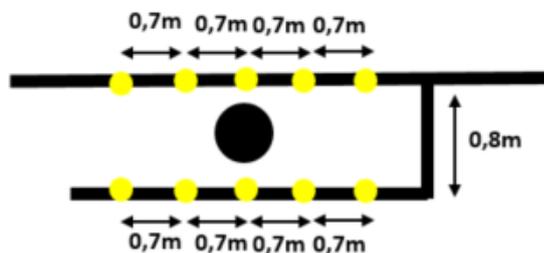
● PLANTA DA GOIABEIRA



**C – 2 LINHAS COM 5 GOTEJADORES DE 4 l/h POR PLANTA**

● 2 LINHAS DE POLIETILENO COM 5 PCJ DE 4 l/h EM CADA, ESPAÇADOS DE 0,7m (I<sub>3</sub>)

● PLANTA DA GOIABEIRA

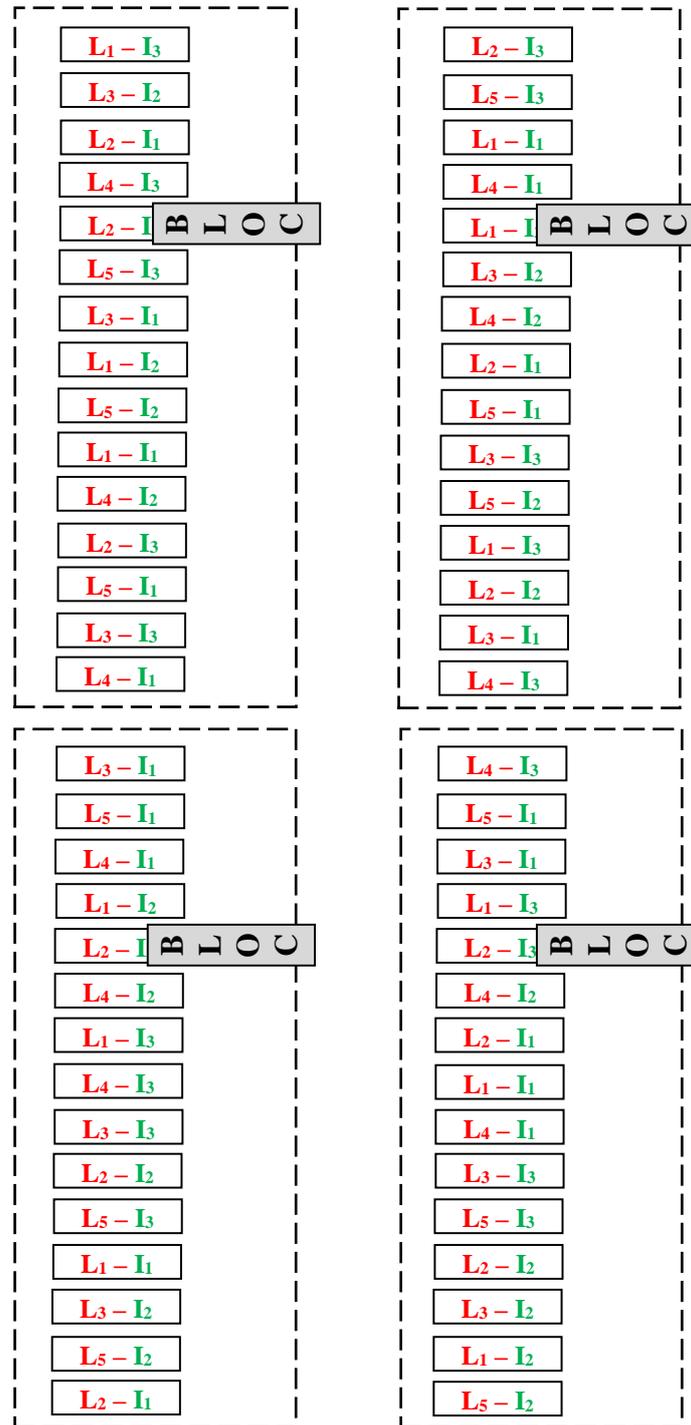


Fonte: O autor.

### 3.7 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos completos ao acaso, com parcelas subdivididas e quatro repetições, conforme a Figura 12. Os tratamentos consistiram da combinação de três métodos de distribuição da irrigação: microaspersão (I<sub>1</sub>) e duas distribuições de linhas de gotejadores (1 e 2 linhas/fila de planta), I<sub>2</sub> e I<sub>3</sub>, respectivamente, as quais constituíram as parcelas e 05 lâminas de irrigação que constituíram as subparcelas (L1, L2, L3, L4 e L5).

Figura 12 - Croqui dos blocos do experimento e sua distribuição no campo



Fonte: O autor.

### 3.8 Variáveis analisadas.

#### 3.8.1 Características fenológicas

##### 3.8.1.1 Lançamento de flores, quantidade de pegamento e de frutos

Foi contado o número total de flores no final do período de lançamento que ocorreu aproximadamente 80 dias após a poda de frutificação.

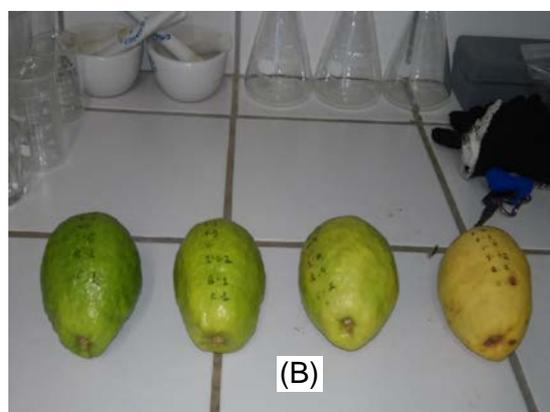
A quantificação de frutos pegados ou vingados ocorreu aos 120 dias após a poda de frutificação e no final do ciclo o total de frutos do ponto de vista de qualidade comercial, caracterizando o parâmetro quantidade de frutos.

#### 3.8.2 Características produtivas

##### 3.8.2.1 Massa média dos frutos na colheita e ponto de consumo

A colheita foi realizada após acompanhamento visual no campo. Para a determinação do ponto de colheita, o fruto deveria apresentar um teor de sólidos solúveis igual a 10 °Brix. Os frutos foram colhidos manualmente em três períodos diferentes, com separação por tratamento e logo em seguida acondicionado em local próprio para sua maturação (Figuras 13A e 13B).

Figura 13 – Condicionamento após a colheita (A) e frutos com maturações diferentes (B)



Fonte: O autor.

A massa média após a colheita e após maturação foi obtida pesando os frutos colhidos com o auxílio de uma balança eletrônica com precisão de 0,01 g (Figura 14).

Figura 14 – Pesagem dos frutos



Fonte: O autor.

### 3.8.2.2 Produtividade

A produtividade foi determinada por meio dos dados das variáveis: número de frutos por planta e massa média dos frutos. Cada variável foi mensurada sistematicamente por parcela, subparcela e repetição. Para a obtenção da produtividade, foi utilizada a equação 02.

$$\text{PROD} = \text{NF} \times \text{MF} \times 416,67 \times (1/1000) \quad (02)$$

Onde: PROD é a produtividade, em  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ ; NF é o número de frutos por planta, em unidade de fruto; MF é a massa média dos frutos, em g; 416,67 é a quantidade de plantas por hectare; (1/1000) é uma constante para transformar grama em quilo.

### 3.8.3 Características físicas de frutos

#### 3.8.3.1 Diâmetros, volume, resistência e densidade no ponto de consumo dos frutos

As variáveis de diâmetro polar e equatorial dos frutos foram determinados com o auxílio de um paquímetro digital graduado em milímetros (Figura 15).

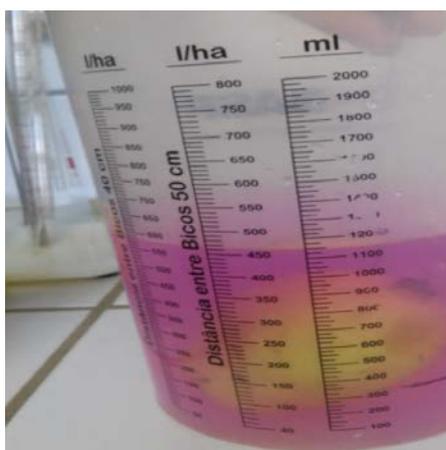
Já o volume do fruto foi determinado a partir do deslocamento da água quando a goiaba foi emersa em recipiente de 2L graduada em mililitro, e posterior conversão para centímetro cúbico (Figura 16).

Figura 15 – Medição do diâmetro polar (A) e equatorial (B) com paquímetro digital



Fonte: O autor.

Figura 16 – Medição do volume do fruto



Fonte: O autor.

Para a determinação da resistência da polpa foi realizada inicialmente a retirada da casca para a exposição da polpa; em seguida, utilizou-se um penetrômetro de frutos manual graduado em quilogramas força (kgf) com a ponteira

de oito milímetros de diâmetro. À medida que a ponteira é introduzida no fruto, o ponteiro do mostrador analógico é deslocado até atingir a máxima resistência (Figura 17).

Figura 17 – Utilização do penetrômetro para determinação de resistência da polpa



Fonte: O autor.

Já a densidade foi obtida a partir da relação entre a massa e volume dos frutos no ponto de consumo.

### 3.8.4 Características químicas de frutos

#### 3.8.4.1 Potencial hidrogeniônico (pH), teores de sólidos solúveis totais (SST) e acidez total titulável (ATT)

Para as determinações de pH, SST e ATT foram realizadas a extração e o processamento da polpa dos frutos que em seguida foram ensacadas, etiquetadas e congeladas em um freezer a uma temperatura de  $-18^{\circ}$  C nas dependências do laboratório de química de alimentos do IFCE.

Mediu-se diretamente o potencial hidrogênionico (pH) das amostras de polpa utilizando-se método eletrométrico, com auxílio de um pHmetro de bancada da marca Hanna Instruments, modelo pH 21- pH/mV meter. O pHmetro foi calibrado segundo as instruções do fabricante com soluções tampão pH 4,0 e pH 7,0, logo em

seguida procedeu-se a leitura direta nas amostras conforme metodologia recomendada pela AOAC (1995).

A mesma amostra utilizada para a determinação do pH foi utilizada para a determinação do teor de SST. O teor de sólidos solúveis foi determinado utilizando-se um refratômetro digital – modelo WYA 1S – Optronic com compensação de temperatura para 20°C, filtrou-se a amostra em papel de filtro sobre o prisma do equipamento, deixando-se cair de 2 a 3 gotas e foram realizadas as leituras, os resultados foram expressos em °Brix, seguindo metodologia descrita no manual de métodos físico-químicos para análise de alimentos do Instituto Adolf Lutz (2008).

A acidez titulável foi determinada conforme metodologia descrita no manual de métodos físico-químicos para análise de alimentos do Instituto Adolf Lutz (2008). Foram pesados aproximadamente 3g da amostra e dissolveu-se com o auxílio de 50mL de água destilada. Usando-se hidróxido de sódio 0,1 M, titulou-se volumetricamente a amostra, utilizando-se fenolftaleína 1% como indicador até coloração levemente rósea. Os resultados foram expressos em % de ácido cítrico.

### **3.9 Análise estatística**

No início os dados para cada variável estudada foram submetidos à análise de variância (Anova). As variáveis com Anova significativa pelo teste F com relação ao modelo de distribuição de irrigação foram submetidas ao teste de média de Tukey, enquanto as laminas por análise de regressão, buscando-se ajustar equações com significados biológicos.

No teste de média para fatores quantitativos, assim como na análise de regressão, as equações foram escolhidas com base na significância de 5% e no maior coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Esses estudos foram realizados com o auxílio de planilhas do Excel e do software “SISVAR 5.6 - UFLA” para as estatísticas.

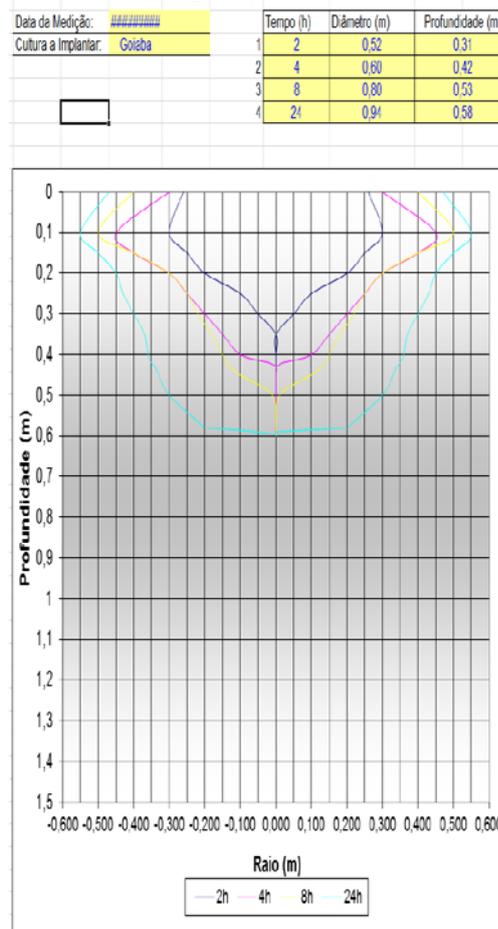
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Determinação do tamanho e forma do bulbo molhado

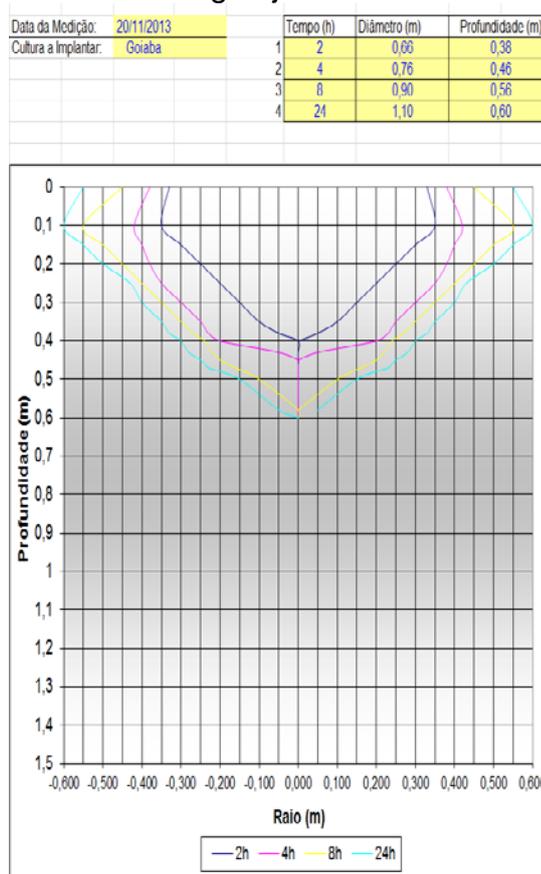
Para a definição do tamanho e formato do bulbo molhado, foi realizado um teste na área adjacente de onde foi conduzido o experimento no pomar de goiabeira. O teste foi realizado a partir da instalação de quatro linhas laterais cada uma contendo um gotejador autocompensante de 2 Lh<sup>-1</sup>, 4 Lh<sup>-1</sup>, 8 Lh<sup>-1</sup> respectivamente e um microaspersor autocompensante de 40 L h<sup>-1</sup>.

Nas Figuras 18, 19 e 20 são mostrados os resultados da formação do bulbo úmido para o emissor gotejador de 2, 4 e 8 Lh<sup>-1</sup>, respectivamente, conforme diferenciação do período de teste.

Figura 18 – Perfis do bulbo úmido do gotejador de 2 L h<sup>-1</sup> em diferentes tempos



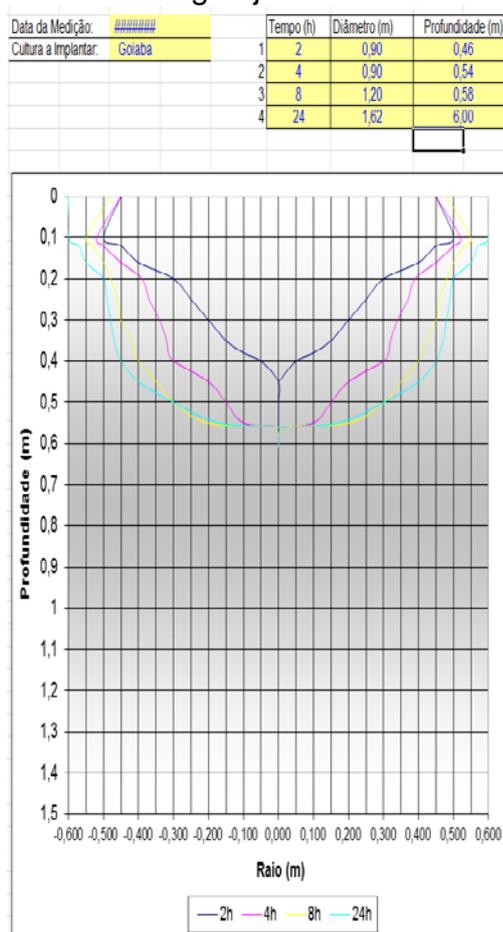
Fonte: O autor.

Figura 19 – Perfis do bulbo úmido do gotejador de 4 L h<sup>-1</sup> em diferentes tempos

Fonte: O autor.

Os resultados mostraram que para um tempo de 2,0h de funcionamento, os gotejadores com vazões de 2 l.h<sup>-1</sup>, 4 l.h<sup>-1</sup> e 8 l.h<sup>-1</sup>, formaram bulbo úmido com as seguintes dimensões: 0,52m e 0,31m, 0,66m e 0,38m, e 0,90m e 0,46m em diâmetro e profundidade, respectivamente.

Da mesma forma após 4,0h de funcionamento obteve-se: 0,60m e 0,42m, 0,76m e 0,46m, e 0,90m e 0,54m de diâmetro e profundidade, respectivamente. No teste de 8,0h de funcionamento os bulbos úmidos apresentaram: 0,80m e 0,53m, 0,90m e 0,56m, e 1,20m e 0,58m de diâmetro e profundidade, respectivamente.

Figura 20 – Perfis do bulbo úmido do gotejador de 8 L h<sup>-1</sup> em diferentes tempos

Fonte: O autor.

Por último após 24,0h: 0,94m e 0,58m, 1,10m e 0,60m, e 1,62m e 0,60m de diâmetro e profundidade.

Desta forma percebe-se que o aumento da vazão aplicada nos testes, proporcionaram abertura do diâmetro molhado pelo emissor.

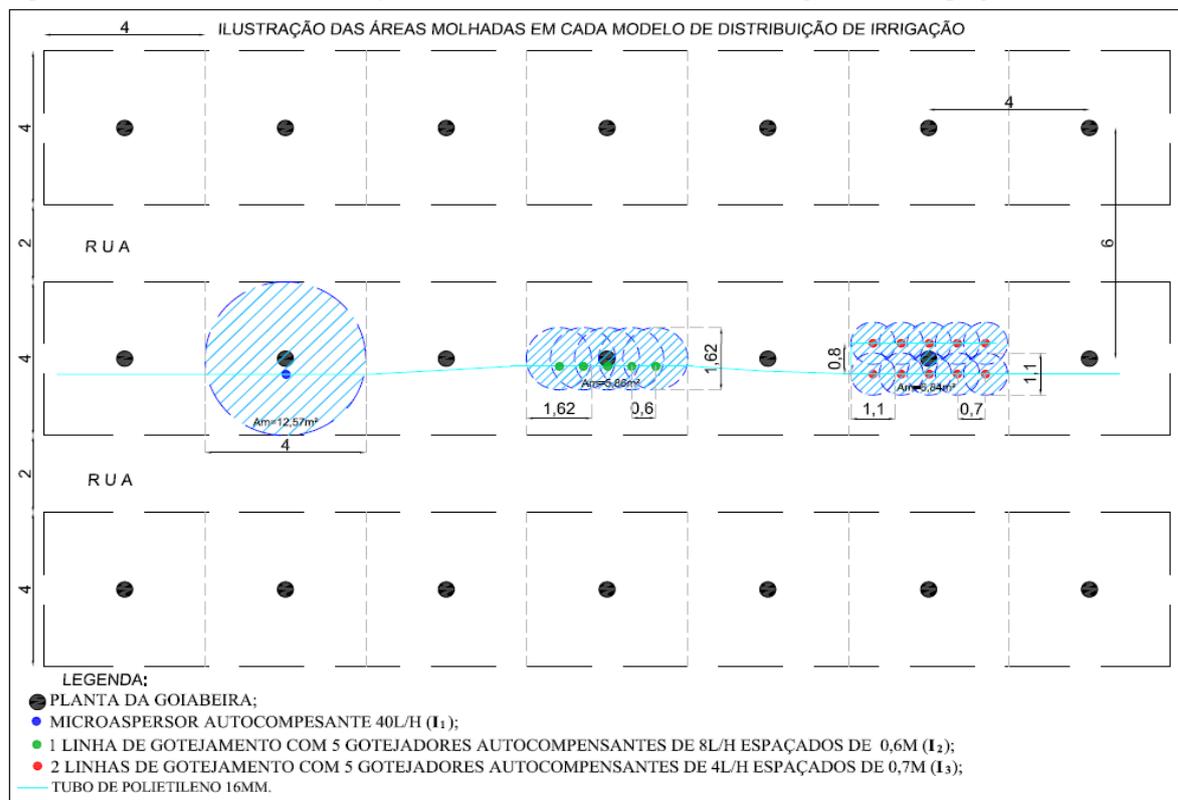
Comportamento semelhante ocorreu com a pesquisa desenvolvida por Souza e Matsura (2004), na qual eles concluíram que a vazão dos gotejadores e as propriedades físicas do solo exercem efeito diferenciado na forma do bulbo molhado. Aumentando a vazão do gotejador, observou-se aumento no raio horizontal e, diminuindo a vazão, ocorre acréscimo no raio vertical do bulbo molhado, devido à alteração da área de infiltração da água aplicada. Esses resultados estão também em concordância com experimentos realizados por Bresler *et al.* (1971), Bresler (1978), Schwartzman e Zur (1986) e Keller e Bliesner (1990), os quais concluíram que um aumento na vazão do gotejador resulta em um acréscimo no movimento

horizontal e uma expansão menor no movimento vertical da água no bulbo, para um mesmo tipo de solo e volume de água aplicado.

Uma outra constatação e observando as profundidades dos bulbos úmidos nos tempos de 8,0h e 24,0h do gotejador com vazão de  $8,0 \text{ l.h}^{-1}$  e o tempo de 24,0h com gotejador de  $2,0 \text{ l.h}^{-1}$ , é possível indicar provavelmente a presença de uma camada de impedimento a 0,60m de profundidade.

Cada modelo de distribuição de irrigação apresentou uma área molhada diferente (Figura 21).

Figura 21 – Área molhada para cada modelo de distribuição de irrigação



Fonte: O autor.

## 4.2 Características fenológicas

### 4.2.1 Lançamento de flores, quantidade de pegamento e de frutos formados

Com relação ao lançamento de flores (FLR) da goiabeira Paluma, podemos observar pela análise de variância (Tabela 2 e 3) que as diferentes lâminas de irrigação influenciaram positivamente no primeiro ciclo produtivo.

Tabela 2 – Resumo da análise de variância para lançamento de flores, quantidade de pegamentos e quantidade de frutos por planta no ciclo 1 da goiabeira cultivar Paluma em função de três modelos de distribuição de irrigação e de cinco lâminas de irrigação, Russas-CE (2014-2015)

Fonte de variação	GL	Quadrados médios		
		Fenologia Ciclo 1		
		FLR	QP	QF
<b>Blocos</b>	3	220620,81ns	106914,59ns	38443,97*
<b>Sistema (A)</b>	2	141166,25ns	174339,95ns	7788,05ns
<b>Resíduo (A)</b>	6	167757,2	112382,18	10842,76
<b>Lâminas (B)</b>	4	420050,94*	296187,31*	14452,79ns
<b>Int. (A x B)</b>	8	199679,66ns	114383,55ns	13333,21ns
<b>Resíduo (B)</b>	36	97078,71	54565,81	10551,95
<b>Total</b>	59	-	-	-
<b>CV% (A)</b>	-	46,02	49,22	48,72
<b>CV% (B)</b>	-	35,01	34,3	48,06

GL – grau de liberdade; CV – coeficiente de variação; \* - significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns - não significativo; FRL – lançamento de flores; QP – quantidade de pegamentos; QF – quantidade de frutos.

No segundo ciclo, prevaleceu o modelo de distribuição pelo sistema. E não se observou interação entre os fatores.

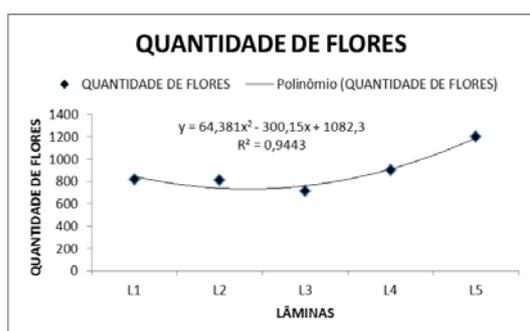
Tabela 3 – Resumo da análise de variância para lançamento de flores, quantidade de pegamentos e quantidade de frutos por planta no ciclo 2 da goiabeira Paluma em função de três modelos de distribuição de irrigação e de cinco lâminas de irrigação. Russas-CE (2014-2015)

Fonte de variação	GL	Quadrados médios		
		Fenologia Ciclo 2		
		FLR	QP	QF
<b>Blocos</b>	3	6477,088889ns	4350,355556ns	804,594444ns
<b>Sistema (A)</b>	2	111597,866667*	33739,400000*	23172,350000*
<b>Resíduo (A)</b>	6	5971,377778	4361,588889	1788,283333
<b>Lâminas (B)</b>	4	7953,291667ns	5027,691667ns	746,566667ns
<b>Int. (A x B)</b>	8	8519,866667ns	3245,441667ns	2098,766667ns
<b>Resíduo (B)</b>	36	21986,15833	9603,313889	4180,455556
<b>Total</b>	59	-	-	-
<b>CV% (A)</b>	-	6,78	10,85	7,97
<b>CV% (B)</b>	-	13,02	16,1	12,19

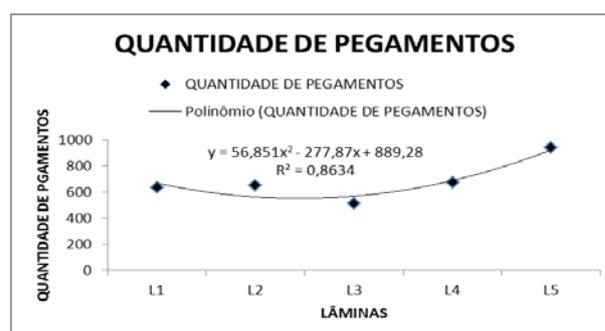
GL – grau de liberdade; CV – coeficiente de variação; \* - significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns - não significativo; FRL – lançamento de flores; QP – quantidade de pegamentos; QF – quantidade de frutos.

O aumento no número de flores observadas no primeiro ciclo de produção (Figura 22A) teve comportamento proporcional ao aumento da lamina de irrigação, fazendo com que maiores lâminas promovessem a floração. Ou seja, de 716 flores com lamina intermediária (L3 ou 100 % de ET<sub>pc</sub>) para 1203 flores para a lâmina máxima (L5 ou 150% de ET<sub>pc</sub>). Esse fato pode ter sido corroborado em função do período produtivo, uma vez que o ciclo 1 ocorreu na segunda metade do ano de 2014, período esse de maior demanda evapotranspirométrica.

Figura 22 – Lançamento de flores por planta (A) e quantidade de pegamentos (B) no ciclo 1 de produção da goiabeira Paluma, para os três modelos de distribuição de água e lâmina de irrigação, Russas-CE (2014-2015)



(A)



(B)

Já no segundo ciclo o efeito marcante foi em função do modelo de distribuição dos sistemas de irrigação empregado, uma vez que este foi conduzido no período característico de chuvas nessa região, fato esse que possivelmente deva ter minimizado o efeito do stress, mesmo considerando um período chuvoso abaixo da média histórica desse ano, fato que fez ocorrer algumas irrigações suplementares. As goiabeiras irrigadas por gotejamento duplo tiveram superioridade nas demais com aproximadamente 1225 flores e 11,1% a mais que o gotejamento simples e 9,8% das irrigadas por microaspersão (Tabela 4).

Para Sousa *et al.* (2013), o efeito do menor número de lançamentos florais, e, conseqüentemente baixa produção esperada, pode ter sido causado pela forma de distribuição de água. Apesar de ser feita de forma localizada, essa forma de irrigação sofre influência de fatores externos como vento e evaporação, fazendo com que a planta fique sujeita a condições de estresse hídrico quando estes fatores incidem de maneira mais forte sobre o tratamento, diferentemente do gotejamento.

Tabela 4 – Média para lançamento de flores da goiabeira cultivar Paluma no segundo ciclo produtivo em função de três modelos de distribuição de irrigação, Russas-CE (2014-2015)

Tratamentos	Médias/Resultados do teste	
I2	1088,1	a1
I1	1104,5	a1
I3	1224,9	a2
CV %	6,78	

\*Médias seguidas de mesma letra e número, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Um comportamento semelhante foi observado no parâmetro de quantidade pegamento de frutos (QP) nos dois ciclos produtivos, uma vez que as maiores lâminas proporcionaram também maiores vingamentos de frutos da goiabeira Paluma no ciclo 1, ou seja, de 510 frutos pegados com lâmina intermediária (L3) para 935 frutos para a lâmina máxima (L5). Enquanto que no ciclo 2 (Tabela 5), os pegamentos foram 11,9% e 9,3% menores para os sistemas com gotejamento simples (I2) e microaspersão (I1), respectivamente (Figura 16B).

Ao estudarem, em Taquaritinga-SP, o índice de pegamento de frutos de goiabeira em diferentes variedades, Corrêa *et al.* (2002) indicaram que nas condições em que o estudo foi conduzido, o índice de pegamento de frutos observado em plantas de goiabeira 'Pedro Sato', podadas no início do verão (dezembro), foi de 32,3 %. Já as plantas das cultivares Paluma e Rica, podadas em meados do inverno (julho), apresentaram índice de pegamento de frutos em torno de 18,7 % e 12,2 %, respectivamente.

Tabela 5 – Média para quantidade de pegamentos da goiabeira cultivar Paluma no segundo ciclo produtivo em função de três modelos de distribuição de irrigação, Russas-CE (2014-2015)

Tratamentos	Médias/Resultados do teste	
I2	577,1	a1
I1	594,1	a1
I3	655,2	a2
CV %	10,85	

\*Médias seguidas de mesma letra e número, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação a quantidade de frutos colhidos (QF), a análise de variância mostrou que somente o modelo de distribuição de água foi significativo a 5% de probabilidade e suas médias, da mesma forma que os anteriores, foram superiores no sistema com gotejamento duplo (I3) em relação aos microaspersores (I1), em 10,4% (Tabela 6). Como esperado esse parâmetro teve resultado semelhante aos frutos pegados, uma vez que a média de abortamento foi proporcional em qualquer tipo de tratamento.

O comportamento das plantas quanto ao florescimento e frutificação pode variar em função de uma série de fatores (genéticos, ambientais e de manejo dos pomares), tais como tipo e posição das flores nos ramos, deiscência da antera, clima, solo, espaçamento entre plantas, estado hídrico e nutricional, poda, dentre outros (JUTAMANEE *et al.*, 2000)

Tabela 6 – Média para quantidade de frutos da goiabeira cultivar Paluma no segundo ciclo produtivo em função de três modelos de distribuição de irrigação, Russas-CE (2014-2015)

Tratamentos	Médias/Resultados do teste	
I1	510,4	a1
I2	511,4	a1
I3	569,85	a2
CV %	7,97	

\*Médias seguidas de mesma letra e número, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 4.3 Características produtivas

#### 4.3.1 Massa do fruto colhido

Com relação a massa do fruto colhido (PCL), pode-se observar pela análise de variância que as diferentes lâminas de irrigação influenciaram nos dois ciclos produtivos da goiabeira Paluma nas condições edafoclimáticas testadas. E que o modelo de distribuição da irrigação só influenciou no segundo ciclo de cultivo e não houve interação entre os fatores estudados (Tabela 7).

No primeiro ciclo a análise de regressão mostrou um modelo polinomial quadrático crescente para esse parâmetro com coeficiente de determinação de 77%, onde houve o crescimento da massa do fruto com o aumento das lâminas de irrigação, mesmo de forma não acentuada (Figura 12A). Lembremos mais uma vez que esse fato provavelmente pode ter ocorrido face do período fenológico que esse ciclo foi cultivado, ou seja, o segundo semestre do ano de 2014, época de condições climatológicas mais adversas e, portanto, maiores necessidades hídricas da cultura.

O maior e menor peso foi obtido na lâmina L5 e L1 respectivamente, onde os frutos tiveram, respectivamente, 135,86 e 111,65 g, (Figura 23A). Já no segundo ciclo, as menores e maiores lâminas proporcionaram redução no peso do fruto colhido, isso pode ter ocorrido devido às contribuições das chuvas que ocorreram, já que o ciclo ocorreu na primeira metade do ano de 2015, em condições chuvas abaixo da média, tendo, entretanto, contribuído, para aumentar o armazenamento de

água no solo. Assim a lâmina L3 se sobressai em relação às demais, visto que lâminas acima desta provocaram provavelmente um excesso de umidade e redução do teor de oxigênio no solo, e ou a lixiviação dos nutrientes aplicados. O peso encontrado para essa lâmina foi de 151,36 g, enquanto que os menores foram 139,5 e 146,44 g, para respectivamente, L1 e L5 (Figura 23B).

Tabela 7 – Resumo da análise de variância para peso do fruto colhido da goiabeira cultivar Paluma em função de três modelos de distribuição de irrigação e de cinco lâminas de irrigação, Russas-CE (2014-2015)

Fonte de variação	GL	Quadrados médios	
		PCL	
		CICLO 1	CICLO 2
<b>Blocos</b>	3	979,303012*	1237,643759*
<b>Sistema (A)</b>	2	755,173509ns	6784,067210*
<b>Resíduo (A)</b>	6	361,836307	238,055356
<b>Lâminas (B)</b>	4	1106,735418*	280,194694*
<b>Int. (A x B)</b>	8	597,828159ns	168,922137ns
<b>Resíduo (B)</b>	36	233,251685ns	59,879092
<b>Total</b>	59		
<b>CV% (A)</b>		15,43	5,27
<b>CV% (B)</b>		12,39	10,51

GL – grau de liberdade; CV – coeficiente de variação; \* - significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns - não significativo; PCL – peso do fruto colhido.

Para Silva (2012) a massa média dos frutos de goiabeira paluma em Santa Maria-RS, não foi influenciada pela irrigação feita por sistemas com gotejamento testados, e o valor médio observado foi de 159,68 g por fruto. Já Albuquerque (2015) trabalhando com diferencial de pulsos de irrigação com sistema por gotejamento, verificou que a massa média dos frutos em função do número de pulsos se ajustou em um modelo linear crescente no primeiro ciclo e quadrático crescente no segundo ciclo, com valores máximos variando de 203 a 215 g por fruto colhido.

Com relação ao modelo de distribuição de água que influenciou o peso dos frutos colhidos no segundo ciclo de cultivo (Tabela 8), este se apresentou com superioridade novamente para o gotejamento duplo, onde os frutos em média pesaram 168,12 g. Já o menor valor foi percebido para o sistema com microaspersão e 135,60 g. Tal fato mais uma vez pode ser explicado pela época de desenvolvimento do segundo ciclo da cultura, uma vez que as lâmina não

influenciaram esse parâmetro e provavelmente as chuvas ocorridas no período minimizaram suas necessidades hídricas.

Figura 23 – Peso de frutos colhido no ciclo 1 (A) e no ciclo 2 (B) em goiabeira Paluma, para os três modelos de distribuição de irrigação com a lâmina de irrigação - L1 (50% da ETpc), Russas-CE (2014-2015)

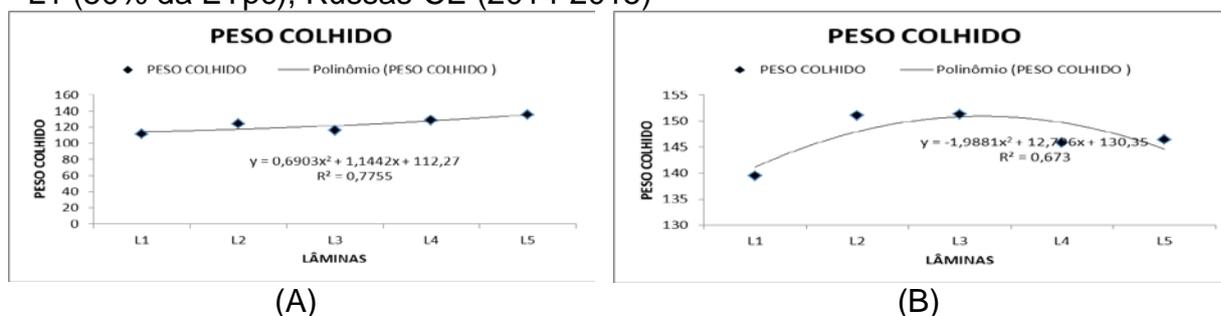


Tabela 8 – Média para peso do fruto colhido da goiabeira cultivar Paluma no segundo ciclo produtivo em função de três modelos de distribuição de irrigação, Russas-CE (2014-2015)

Tratamentos	Médias/Resultados do teste
I1	135,5955 a1
I2	136,8775 a1
I3	168,117175 a2
CV %	5,27

\*Médias seguidas de mesma letra e número, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### 4.3.2 Produtividade

Após a realização da análise de variância é possível constatar que a produtividade da goiabeira Paluma, só foi influenciada pelos diferentes sistemas de irrigação usados no segundo ciclo produtivo e não houve interação significativa entre os modelos de distribuição e as lâminas de irrigação durante os ciclos. Na Tabela 9 é demonstrado os valores dos quadrados médios para esta variável.

Tabela 9 – Resumo da análise de variância para produtividade da goiabeira cultivar Paluma em função de três modelos de distribuição de irrigação e de cinco lâminas de irrigação, Russas-CE (2014-2015)

PRODUTIVIDADE (kg ha <sup>-1</sup> )			
Fonte de variação	GL	Quadrados médios	
		CICLO 1	CICLO 2
<b>Blocos</b>	3	121105046,713892*	77771495,529838*
<b>Sistema (A)</b>	2	11503452,421713ns	630245477,369054*
<b>Resíduo (A)</b>	6	31153049,42	15431205,56
<b>Lâminas (B)</b>	4	65806495,019536ns	6893142,502076ns
<b>Int. (A x B)</b>	8	49036509,908677ns	7872834,009512ns
<b>Resíduo (B)</b>	36	30811871,67	19599791,56
<b>Total</b>	59		
<b>CV% (A)</b>		49,4	13,52
<b>CV% (B)</b>		49,13	12

GL – grau de liberdade; CV – coeficiente de variação; \* - significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns - não significativo;

Este estudo, nos dois ciclos produtivos, diferiu das informações de Maciel *et al* (2007), que trabalharam também com goiabas da cultivar Paluma no semiárido nordestino, tendo a variação das lâminas de irrigação e doses de adubação nitrogenada indicado que, permanecendo constante a dose de nitrogênio se variando as lâminas totais de água, a produtividade e a receita líquida registraram um aumento de L1 até L3 e uma diminuição de L3 a L4.

No segundo ciclo, o teste de média para a produtividade (Tabela 10) mostrou superioridade para o sistema de irrigação com gotejamento duplo (I3). A maior produtividade foi encontrada quando se empregou o modelo de distribuição de irrigação com 2 linhas de gotejadores/linha de planta com uma produtividade de 39.222,44 kg ha<sup>-1</sup>.

Tabela 10 – Média para produtividade da goiabeira da cultivar Paluma no segundo ciclo produtivo em função de três modelos de distribuição de irrigação, Russas-CE (2014-2015)

Tratamentos	Médias (Kgha <sup>-1</sup> )/Resultados do teste	
I1	29349,91138	a1
I2	29656,18694	a1
I3	39222,43536	a2
CV %	13,52	

\*Médias seguidas de mesma letra e número, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Diferentemente desse trabalho, Maciel *et al.* (2007), na Paraíba verificaram que a goiabeira “Paluma” submetida a lâminas de irrigação por microaspersão e a adubação nitrogenada obtiveram produtividade máxima de 43.583,5 kg.ha<sup>-1</sup>. Enquanto que Albuquerque (2015) nas mesmas condições edafoclimáticas e irrigação por gotejamento obteve a máxima produtividade sob condições de cobertura morta e bagana de carnaúba com 11,68 Mg ha<sup>-1</sup>, vale salientar que nesse trabalho, as linhas gotejadoras foram simples e em diferente época fenológica.

Já Carvalho *et al.* (2000) avaliando o efeito de lâminas de irrigação aplicadas por gotejamento em 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.

#### **4.4 Características físicas de frutos**

##### *4.4.1 Volume do fruto*

O volume do fruto foi determinado em recipiente de 2L graduada em mililitro e pode-se observar pela análise de variância que as diferentes lâminas de irrigação influenciaram no primeiro ciclo produtivo, enquanto que no segundo ciclo prevaleceu o modelo de distribuição pelo sistema. E não houve interação significativa entre os fatores (Tabela 11).

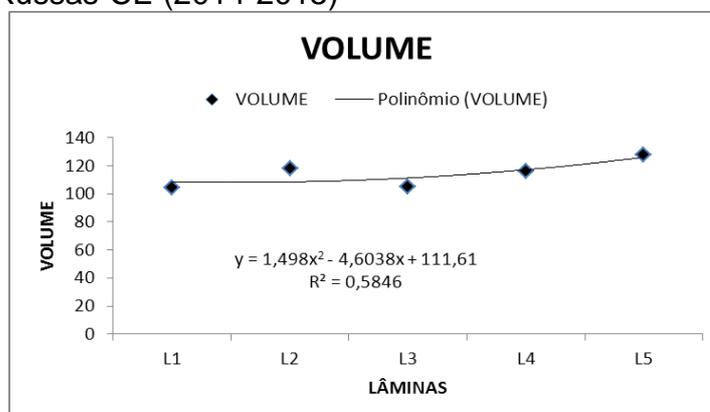
No ciclo 1 (Figura 24), ocorreu crescimento dos volumes dos frutos colhidos com aumento das lâminas de irrigação, 18,11%, entre a lamina máxima L5 (127,77 cm<sup>3</sup>) em deprimimento a lamina L1 (104,63 cm<sup>3</sup>).

Tabela 11 – Resumo da análise de variância para volume de frutos da goiabeira cultivar Paluma em função de três modelos de distribuição de água e de cinco lâminas de irrigação, Russas-CE (2014-2015)

Fonte de variação	GL	Quadrados médios	
		VOLUME	
		CICLO 1	CICLO 2
<b>Blocos</b>	3	464,945377ns	1898,437500ns
<b>Sistema (A)</b>	2	565,286127ns	5877,604167*
<b>Resíduo (A)</b>	6	356,882309	280,381944
<b>Lâminas (B)</b>	4	1147,51854*	371,093750ns
<b>Int. (A x B)</b>	8	656,446194ns	226,562500ns
<b>Resíduo (B)</b>	36	158,108846	181,857639
<b>Total</b>	59	-	-
<b>CV% (A)</b>	-	16,53	9,88
<b>CV% (B)</b>	-	11	12,27

GL – grau de liberdade; CV – coeficiente de variação; \* - significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns - não significativo.

Figura 24 – Volume de frutos no ciclo 1 de produção da goiabeira Paluma, (cm<sup>3</sup>) para os três modelos de distribuição de irrigação com a lâmina de irrigação - L1 (50% da ETpc), Russas-CE (2014-2015)



Já no segundo ciclo (Tabela 12) os sistemas de irrigação influenciaram ao volume dos frutos de maneira que as plantas irrigadas por gotejamento duplo superaram em 18,8% as irrigadas por microaspersão e 19% para gotejo simples.

Tabela 12 – Média para volume de frutos da goiabeira cultivar Paluma no segundo ciclo produtivo em função de três modelos de distribuição de irrigação, Russas-CE (2014-2015)

Tratamentos	Médias/Resultados do teste	
I2	126,25	a1
I1	126,875	a1
I3	156,25	a2
CV %	9,88	

\*Médias seguidas de mesma letra e número, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### 4.4.2 Diâmetro equatorial

O diâmetro equatorial do fruto foi determinado após colheita e pode-se observar pela análise de variância que os diferentes sistemas de irrigação influenciaram no primeiro e segundo ciclos produtivos. E não houve interação significativa entre os fatores (Tabela 13).

Tabela 13 – Resumo da análise de variância para diâmetro equatorial de frutos da goiabeira cultivar Paluma em função de três modelos de distribuição de água e de cinco lâminas de irrigação, Russas-CE (2014-2015)

Fonte de variação	GL	Quadrados médios	
		DIÂMETRO EQUATORIAL	
		CICLO 1	CICLO 2
<b>Blocos</b>	3	29,101304ns	12,474034ns
<b>Sistema (A)</b>	2	99,675884*	36,620338*
<b>Resíduo (A)</b>	6	10,185026	3,288523
<b>Lâminas (B)</b>	4	14,720827ns	7,947705ns
<b>Int. (A x B)</b>	8	20,847852ns	5,101518ns
<b>Resíduo (B)</b>	36	10,519962	3,788281
<b>Total</b>	59	-	-
<b>CV% (A)</b>	-	5,6	3,2
<b>CV% (B)</b>	-	5,69	2,98

GL – grau de liberdade; CV – coeficiente de variação; \* - significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns - não significativo.

Em ambos os ciclos produtivos observou-se a maior eficiência quanto ao uso da irrigação com gotejamento duplo em detrimento das plantas irrigadas por

microaspersão. No ciclo 1 ocorreu um diferencial de 7,01% (Tabela 14) e 4,30% no ciclo2 (Tabela 15).

Tabela 14 – Média para diâmetro equatorial de frutos da goiabeira cultivar Paluma no primeiro ciclo produtivo em função de três modelos de distribuição de irrigação, Russas-CE (2014-2015)

Tratamentos	Médias/Resultados do teste	
I1	54,4687	a1
I2	58,0368	a2
I3	58,5770	a2
CV %	5,60	

\*Médias seguidas de mesma letra e número, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 15 – Média para diâmetro equatorial de frutos da goiabeira cultivar Paluma no segundo ciclo produtivo em função de três modelos de distribuição de irrigação, Russas-CE (2014-2015)

Tratamentos	Médias/Resultados do teste	
I1	59,6125	a1
I2	60,67275	a1
I3	62,299	a2
CV %	3,2	

\*Médias seguidas de mesma letra e número, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### 4.4.3 Diâmetro polar

O diâmetro polar do fruto foi determinado após colheita e pode-se observar pela análise de variância que os diferentes sistemas de irrigação influenciaram somente no segundo ciclo produtivo. E não houve interação significativa entre os fatores (Tabela 16).

Tabela 16 – Resumo da análise de variância para diâmetro polar de frutos da goiabeira cultivar Paluma em função de três modelos de distribuição de irrigação e de cinco lâminas de irrigação, Russas-CE (2014-2015)

Fonte de variação	GL	Quadrados médios	
		DIÂMETRO POLAR	
		CICLO 1	CICLO 2
<b>Blocos</b>	3	95,551546ns	5,360354ns
<b>Sistema (A)</b>	2	36,502593ns	106,056858*
<b>Resíduo (A)</b>	6	85,420025	8,259788
<b>Lâminas (B)</b>	4	52,160331ns	21,164101ns
<b>Int. (A x B)</b>	8	121,025436ns	7,531291ns
<b>Resíduo (B)</b>	36	46,596907	8,447453
<b>Total</b>	59	-	-
<b>CV% (A)</b>	-	13,63	3,87
<b>CV% (B)</b>	-	10,07	3,83

GL – grau de liberdade; CV – coeficiente de variação; \* - significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns - não significativo.

Da mesma forma que o diâmetro equatorial, observou-se a maior eficiência quanto ao uso da irrigação com gotejamento duplo em detrimento das plantas irrigadas por microaspersão no ciclo 2 com diferença de 9,08% (Tabela 17).

Tabela 17 – Média para diâmetro polar de frutos da goiabeira cultivar Paluma no segundo ciclo produtivo em função de três modelos de distribuição de irrigação, Russas-CE (2014-2015)

Tratamentos	Médias/Resultados do teste	
I2	73,39975	a1
I1	74,10600	a1
I3	77,69425	a2
<b>CV %</b>	<b>3,87</b>	

\*Médias seguidas de mesma letra e número, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### 4.4.4 Resistência e densidade do fruto no ponto de consumo

Não houve efeito significativo dos modelos de distribuição e das lâminas de irrigação e tampouco na interação dos fatores durante os dois ciclos para resistência e densidade de consumo, Tabelas 18 e 19.

Tabela 18 – Resumo da análise de variância para resistência do fruto no ponto de consumo da goiabeira cultivar Paluma em função de três modelos de distribuição de água e de cinco lâminas de irrigação, Russas-CE (2014-2015)

Fonte de variação	GL	Quadrados médios	
		RESISTÊNCIA	
		CICLO 1	CICLO 2
<b>Blocos</b>	3	0,101274ns	1,181264ns
<b>Sistema (A)</b>	2	0,052792ns	0,975875ns
<b>Resíduo (A)</b>	6	0,058962	0,909347
<b>Lâminas (B)</b>	4	0,096255ns	1,193229ns
<b>Int. (A x B)</b>	8	0,122183ns	0,965979ns
<b>Resíduo (B)</b>	36	0,064285	1,098868
<b>Total</b>	59		
<b>CV% (A)</b>		11,99	50,22
<b>CV% (B)</b>		12,52	45,68

GL – grau de liberdade; CV – coeficiente de variação; \* - significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns - não significativo.

Tabela 19 – Resumo da análise de variância para densidade do fruto no ponto de consumo da goiabeira cultivar Paluma em função de três modelos de distribuição de água e de cinco lâminas de irrigação, Russas-CE (2014-2015)

Fonte de variação	GL	Quadrados médios	
		DENSIDADE DE CONSUMO	
		CICLO 1	CICLO 2
<b>Blocos</b>	3	0,020625ns	0,013896*
<b>Sistema (A)</b>	2	0,004598ns	0,000755ns
<b>Resíduo (A)</b>	6	0,006729	0,00363
<b>Lâminas (B)</b>	4	0,005368ns	0,002326ns
<b>Int. (A x B)</b>	8	0,006437ns	0,004752ns
<b>Resíduo (B)</b>	36	0,007375	0,002551
<b>Total</b>	59		
<b>CV% (A)</b>		8,14	4,96
<b>CV% (B)</b>		8,52	5,92

## 5 CONCLUSÃO

O teste de bulbo úmido do solo no local do experimento indicou que quanto maior a vazão do gotejador, maior foi o bulbo molhado. Além do mais, seu diâmetro foi maior em todos os tempos de coleta e vazões na profundidade de 0,10m, atingindo uma máxima de 60 cm do perfil.

Os parâmetros fenológicos foram influenciados pelas lâminas de irrigação no primeiro ciclo produtivo, com tendência de crescimento com aumento das lâminas. E no segundo ciclo somente pelo sistema de irrigação, sempre com predominância para o sistema com gotejamento duplo.

As características produtivas foram influenciadas pelos sistemas de irrigação somente no segundo ciclo da cultura e a maior produtividade ocorreu para o sistema com gotejamento duplo com 39.222,44 kg ha<sup>-1</sup>.

A qualidade física dos frutos da goiabeira Paluma nas condições imposta ao experimento sofreram influencia dos sistemas e das lâminas de irrigação em ciclos distintos.

## REFERÊNCIAS

- ADECE. Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará. **Perfil da produção de frutas Brasil Ceará 2013**. 2013. Disponível em: <<http://www.adece.ce.gov.br/index.php/downloads/category/10-agronegocios>>. Acesso: 22 jan. 2016.
- ADECE. Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará. **Balanco de exportações Cearenses 2010 – 2015 (Janeiro a Dezembro)**. 2016. Disponível em: <<http://www.adece.ce.gov.br/index.php/downloads/category/2-balanco-de-exportacoes>>. Acesso: 22 jan. 2016.
- ALBUQUERQUE, A. H. P. **Distribuição da umidade do solo no cultivo da goiabeira sob altas frequências de irrigação e diferentes coberturas mortas**. 2015. 85 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.
- ALVES JUNIOR, J. **Necessidade hídrica e resposta da cultura de lima ácida ‘Tahiti’ a diferentes níveis de irrigação**. 2006. 100 f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemistry**. 15.ed. Washington: AOAC, 1995. 2 v.
- BASSOI, L.H. *et al.* **Evapotranspiração de referência obtida pelo tanque classe A e por Penmam Monteith (FAO): Influência na determinação do Kc da goiabeira em Petrolina-PE**. Anais XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Aracajú-SE, 2007. 6p.
- BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. Viçosa: UFV, 2006. 625 p.
- BEUKES, D. J.; WEBER, H. W. The effects of irrigation at different soil water levels on the water use characteristics of apple trees. **Journal of Horticultural Science**, v. 57, p. 383-391, 1982.
- BRESLER, E. Analysis of trickle irrigation with application to design problems. **Irrigation Science**, New York, v.1, p.3-17, 1978.
- BRESLER, E.; HELLER, J.; DINER, N.; BEN ASHER, J.; BRANDT, A.; GLODBERG, D. Infiltration of trickle source: Experimental data and theoretical predictions. **Science Society of America Proceedings**, Madison, v.35, p.683-689, 1971.

CARVALHO, A. J. C. de; MARTINS, D. P.; MONNERAT, P. H.; BERNARDO, S. Adubação nitrogenada e irrigação no maracujazeiro amarelo I: produtividade e qualidade dos frutos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 6, p. 1101- 1108, jun. 2000.

CONCEIÇÃO, M. A. F. **Roteiro de cálculo da evapotranspiração de referência pelo método de Penman- -Monteith-FAO**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006. 8 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 65).

CORRÊA, M.C.M.; PRADO, R.M.; NATALE, W.; SILVA, M.A.C.; PEREIRA, L. Índice de pegamento de frutos em goiabeiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.783-786, 2002.

COSTA, S. C. **Modelo de distribuição, níveis de irrigação e doses de adubação potássica aplicados na cultura da bananeira (var. Willians e Prata Catarina) nas condições edafoclimáticas da chapada do apodi-ce**. Limoeiro do Norte, CE, CNPq, 2010. 22 p.

DASBERG, S.; BRESLER, E. **Drip irrigation manual**. Bet Dagan: International Irrigation Information Center, 1985. 95p. Publication 9.

DNOCS. Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. **Perímetro Irrigado Tabuleiros de Russas**. 2006. Disponível em: <[http://www.dnocs.gov.br/~dnocs/doc/canais/perimetros\\_irrigados/ce/tabuleiro\\_de\\_russas.html](http://www.dnocs.gov.br/~dnocs/doc/canais/perimetros_irrigados/ce/tabuleiro_de_russas.html)>. Acesso: 22 jan. 2016.

EVANS, R. G.; WU, I.; SMAJSTRALA, A. G. Microirrigation systems. In: HOFFMAN, G. J.; EVANS, R. G.; JENSEN, M. E.; MARTIN, D. L.; ELLIOTT, R. L. **Design and operation of farm irrigation systems**. 2. ed. American Society of Agricultural and Biological Engineers, Chapter 17, p. 632-683, 2007.

FERREIRA, M. N. L. **Distribuição radicular e consumo de água de goiabeira (Psidium guajava L.) irrigada por microaspersão em Petrolina-PE**. 2004. 106 f, Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

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

GONZAGA NETO, L. **Goiaba – Produção: aspectos técnicos**. Embrapa – Semiárido (Petrolina, PE) – Brasília: Embrapa – Informação Tecnológica, 2001, 72p.

HILLEL, D. **Introduction to soil physics**. London: Academic Press, 1982. 364 p.

IBGE. **Produção agrícola mundial 2011**. Rio de Janeiro-RJ, IBGE, v.38, 94p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Manual de métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: IMESP, 2008.

JUTAMANEE, K.; KRISANAPOOK, K.; PHAVAPHUTANON, L.; PICHAKUM, A. Anther dehiscence, pollen viability and pollen germination of three mango cultivars with diferente fruit set characters. **Acta Horticulturae**. Amsterdam, n. 509p. 553-558, 2000.

KELLER, J., BLIESNER, R.D. **Sprinkle and Trickle Irrigation**. New York: AVI Book, 1990. 640p.

LOPES, P. R. C. **Avaliação técnica de culturas de clima temperado e tropical no Estado do Ceará**. Fortaleza, CE: FUP/ETENE - FUNDECI, 2009. 23 p.

MACIEL, J. L.; DANTAS NETO, J.; 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, 2007.

MANICA, I.; ICUMA, I.M.; JUNQUEIRA, N.T.V.; SALVADOR, J.O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. (2000) **Fruticultura Tropical 6: goiaba**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 374p.

MANTOVANI, E.C.; ZINATO, C.E.; SIMÃO, F.R. **Manejo de irrigação e fertirrigação na cultura da goiabeira**. Viçosa, MG – UFV, 2003. 60p.

MARANCA, G. **Fruticultura comercial: mamão, goiaba e abacaxi**. São Paulo: Nobel, 1981.118p.

NOGUEIRA, C.C.P; COELHO, E.F. & LEÃO, M.C.S., Características e dimensões do volume de um solo molhado sob gotejamento superficial e subsuperficial. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.3, p.315-320, 2000.

PEREIRA, F.M. (1995) **Cultura da goiabeira**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista ã UNESP, FUNEP, 47p.

PEREIRA, L. S. **Necessidades de água e métodos de rega**. Publicações Europa-América, Mem Martins, Portugal. 2004. 312 p.

RAMOS, M.M.; SALLES, E.S.; COUTO, L.; BERNARDO, S. Efeito da vazão e do volume de água aplicados por um emissor pontual em Latossolo vermelho-escuro hálico, nas dimensões do bulbo molhado. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa - Série Irrigação e Drenagem, v.1, n.7, 16p, 1992.

REICHARDT, K. **Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. 445 p.

RODRIGO LÓPEZ, J.; HERNÁNDEZ ABREU, J. M.; PEREZ REGALADO, A.; GONZALEZ HERNANDEZ, J. F. **Riego localizado**. MAPA-YRIDA, Ediciones Mundi Prensa, Madrid, 1992. 405p.

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

SALOMÉ, J. R.; WILDER, A. & MARTINES FILHO, J.G. **As mudanças que surgem na fruticultura**. Preços Agrícolas, v.14, n.157, p.40-41, 1999.

SCHWARTZMAN, M., ZUR, B. Emitter spacing and geometry of wetted soil volume. **Journal Irrigation and Drainage Engineering**, v.112, n. 3, p.242-253, 1986.

SERRANO, L.A.L., **Fenologia e produção da goiabeira Paluma submetida a diferentes épocas e intensidade de poda de frutificação**. 2007. 115 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2007.

SILVA, A. F. **Previsão da evapotranspiração de referência utilizando redes neurais**. 2002. 68p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

SILVA, R. T. L. **Produtividade e qualidade de frutos de goiabeira (Psidium guajava L.) irrigada por gotejamento**. 2012. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2012.

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, L. F. ; LINO, V. A. S. ; COSTA, S. C. . **Avaliação do número de emissões florais de goiabeira cultivar Rica sob três diferentes formas de distribuição de água com sistema de irrigação localizada**. In: XI ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA (ENICIT), 2013, Iguatu. XI ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA (ENICIT), 2013.

SOUZA, E. F., BERNARDO, S., COUTO, F.A. A. **Influência da irrigação na goiabeira (Psidium guajava L. var. Ogawa III). II: Florescimento e vingamento dos frutos**. In: Simpósio Brasileiro sobre a Cultura da Goibeira, 1., 1997, Jaboticabal. Anais. Jaboticabal: UNESP-FCAV/ FUNEP/GOIABRAS, 1997. p.170.

SOUZA, C.F.; MATSURA, E.E. Distribuição da água no solo para o dimensionamento da irrigação por gotejamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, n.1, p.7-15, 2004.

YOUNGS, E.G; LEEDS-HARRINSON, P.B; ALGHUSNI, A. Surface ponding of coarse-textured soil under irrigation with a line of surface emitters. **Journal agriculture engineers resource**, v.73, p.95-100, 1999.

VILLA NOVA, N. A. **Principais métodos climáticos de estimativa de aplicação de água de irrigação**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Física e Meteorologia, 1982. 22 p.

ZAMBÃO, L.C., BELLINTANI NETO, A.M. **Cultura da Goiaba**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. CATI, Boletim Técnico, 236, 23 p. 1998.

ZAZUETA RANAHAAN, F.S. **Micro irrigación**. ICFA International, México, 250 p, 1992.