



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**AMPARO CISNEROS GARCIA**

**SUPRESSÃO E FREQUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO NA CULTURA DA ABOBRINHA**

**FORTALEZA – CE**

**2015**

AMPARO CISNEROS GARCIA

SUPRESSÃO E FREQUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO NA CULTURA DA ABOBRINHA

Dissertação de Mestrado submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, do Departamento de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Agrícola.

Área de concentração: Irrigação e Drenagem

Orientador: Prof. Dr. Benito Moreira de Azevedo

Coorientador: Prof. Dr. Carlos Newdmar Vieira Fernandes

FORTALEZA – CE

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

---

G198s      Garcia, Amparo Cisneros.  
Supressão e frequência de irrigação na cultura da abobrinha / Amparo Cisneros Garcia. – 2015.  
66 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias,  
Departamento de Engenharia Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola,  
Fortaleza, 2015.

Área de Concentração: Irrigação e Drenagem.

Orientador: Prof. Dr. Benito Moreira de Azevedo.

Coorientador: Prof. Dr. Carlos Newdmar Vieira Fernandes.

1. *Cucurbita pepo* L. 2. Manejo da irrigação. 3. Penman-Monteith. I. Título

AMPARO CISNEROS GARCIA

SUPRESSÃO E FREQUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO NA CULTURA DA ABROBRINHA

Dissertação de Mestrado submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, do Departamento de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Agrícola.

Área de concentração: Irrigação e Drenagem.

Aprovada em: 13 / 04 / 2015.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Benito Moreira de Azevedo (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará

---

Profa. Dra. Denise Vieira Vasconcelos (Conselheira)  
Bolsista do PNP/CAPE

---

Prof. Dr. José Aglodoaldo Holanda Cavalcante Júnior (Conselheiro)  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Campus Crateús

---

Profa. Dra. Kelly Nascimento Leite (Conselheira)  
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Cuida tus pensamientos, porque se volverán tus actos.

Cuida tus actos porque se harán costumbres.

Cuida tus costumbres porque formarán tu carácter.

Cuida tu carácter porque formará tu destino.

Y tu destino, será tu VIDA.

-GANDHI-

Aos meus pais Jose Luis Cisneros e Chelo García, ao meu irmão Diego e às minhas sobrinhas, Yaiza e Lucia, por todo o amor, apoio e presença constante, apesar da distância.

**DEDICO.**

## AGRADECIMENTOS

Ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico**, pela concessão da bolsa de estudos;

Ao **Prof. Benito** pela orientação, incentivo e pela ajuda, que contribuíram de forma significativa para o meu crescimento profissional e pessoal;

A **Universidade Federal do Ceará** pela oportunidade de realizar as pesquisas e por minha formação;

Aos **professores** do Departamento de Engenharia Agrícola, que contribuíram para aumento do meu conhecimento;

Aos **funcionários** da Estação Meteorológica da UFC;

A todos os estudantes **do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola** que, aqui, não caberia citá-los em sua totalidade;

Aos **professores Newdmar Fernandes e Thales Vinicius** pela disposição para ajudar-me ao longo do mestrado;

À **Marina** e à **Família Rebouças**, por todo o amor, amizade, apoio e por sempre me fazerem sentir uma a mais na Família;

Aos amigos do Colégio, **Felipe, Amparo, Esther e Marta**, pela linda amizade e pelo carinho constantes, apesar da distância;

A **todos os amigos** de Fortaleza e da Espanha, e aos que estão distribuídos pelo mundo, pelo carinho, apoio e amizade;

Ao meu amor, **Pablo**.

## RESUMO

A abobrinha (*Cucurbita pepo* L.) é uma planta da família *Cucurbitaceae* cultivada no Brasil nas regiões Norte, Nordeste e em grande parte das regiões Sudeste e Centro-Oeste. Situa-se entre as dez hortaliças de maior valor econômico, com elevada importância principalmente no Centro e no Sul do Brasil. Com o objetivo de avaliar a influência do momento da supressão da irrigação e da frequência de irrigação na cultura da abobrinha, realizaram-se dois experimentos na área experimental da Estação Meteorológica da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, constituído por cinco tratamentos e quatro repetições para o experimento com supressão da irrigação e por seis tratamentos e quatro repetições para o experimento com frequência de irrigação. Os tratamentos correspondentes ao primeiro experimento foram: supressão da irrigação aos 55 (S55) dias após o plantio (DAP); S62 DAP; S69 DAP; S76 DAP e S83 DAP (Sem supressão). No segundo experimento, os tratamentos consistiram em diferentes frequências de rega, quando as irrigações ocorriam: Fi<sub>1</sub> – diariamente; Fi<sub>2</sub> – a cada dois dias; Fi<sub>3</sub> – a cada três dias; Fi<sub>4</sub> – a cada quatro dias; Fi<sub>5</sub> – a cada cinco dias e Fi<sub>6</sub> – a cada seis dias, todos com aplicação de 100% da ETo, calculada a partir de dados meteorológicos obtidos na estação meteorológica da Universidade Federal do Ceará. Após a colheita, foram avaliados: o teor de sólidos solúveis (SS), o diâmetro do fruto (DF), a espessura da polpa (EP), o número de frutos (NF), o comprimento do fruto (CF), a massa do fruto (MF) e a produtividade (PROD) cultura da abobrinha. Avaliou-se, também, a receita líquida que seria obtida para cada tratamento testado, em ambos os experimentos. Os tratamentos que avaliaram o momento da supressão da irrigação influenciaram significativamente a MF, o CF e a PROD, sendo os maiores valores observados no tratamento sem supressão da irrigação, que apresentou a maior produtividade (25.142 kg ha<sup>-1</sup>). Esse tratamento também foi responsável pelo maior retorno econômico, apresentando uma receita líquida esperada de R\$ 4.944,35 por hectare. As diferentes frequências de irrigação avaliadas influenciaram significativamente a MF e a PROD, ambas apresentando máximos valores para a frequência diária de irrigação, sendo a maior produtividade de 24.588 kg ha<sup>-1</sup>. A irrigação diária proporcionou também o maior valor de receita líquida R\$ 4.683,77 por hectare.

**Palavras-chave:** *Cucurbita pepo* L. Manejo da irrigação. Penman-Monteith.

## ABSTRACT

The zucchini (*Cucurbita pepo* L.) is a vegetable from the family *Cucurbitaceae* plant grown in Brazil in the North, Northeast and much of the Southeast and Midwest. It lies between the ten vegetables with higher economic value, with high importance, especially in Central and Southern of Brazil. In order to evaluate the influence of different times of withholding irrigation and irrigation frequency in the culture of zucchini, there were two experiments in the experimental area of Meteorological Station of the Federal University of Ceará, Fortaleza, Brazil. The experimental design was a randomized block consisting of five treatments and four replications for irrigation suppression experiment and six treatments and four replications for irrigation frequency of experiment. The treatments corresponding to the first experiment were withholding irrigation at 55 days (S55) after planting (DAP); S62 DAP; S69 DAP; S76 DAP and S83 DAP (unsuppressed). In the second experiment the treatments consisted of different frequencies of irrigation:  $Fi_1$  - daily;  $Fi_2$  - every two days;  $Fi_3$  - every three days;  $Fi_4$  - every four days;  $Fi_5$  - every five days and  $Fi_6$  - every six days, all irrigated with 100%  $ETo$ , calculated for weather station. It was evaluated the soluble solids proportion (SS), fruit diameter (DF), pulp thickness (EP), the number of fruits (NF), length (FL), average fruit weight (MF), and productivity (PROD) of the zucchini. It was also evaluated the net revenue for each treatment in both experiments. The treatments with withholding irrigation significantly influenced the average fruit weight, fruit length and productivity, with the highest values observed for the treatment without withholding irrigation, with the higher productivity of 25,142 kg ha<sup>-1</sup>. This treatment was also responsible for the highest economic return that was R\$ 4,944.35 for hectare. The different irrigation frequencies significantly influenced the average fruit weight and productivity, both have greater value when irrigated daily, with the highest productivity 24,588 kg ha<sup>-1</sup>. The daily irrigation also provided the highest value of R\$ 4,683.77 for hectare net revenue.

**Keywords:** *Cucurbita pepo* L. Irrigation management. Penman-Monteith.

## RESUMEN

El calabacín (*Cucurbita pepo* L.) es una planta de la familia *Cucurbitaceae*, cultivada en Brasil en las regiones Norte, Nordeste y en gran parte de las regiones Sudeste y Centro-Oeste. Se sitúa entre las diez hortalizas de mayor valor económico, con una gran importancia, en las regiones del Centro y Sur de Brasil. El objetivo del estudio fue analizar la influencia de la supresión y frecuencia de riego en diferentes etapas de desenvolvimiento del calabacín, ambos experimentos fueron realizados en el área experimental de la Estación Meteorológica de la Universidad Federal de Ceará, Fortaleza, Brasil. El delineamiento experimental fue de bloques al acaso, constituido por cinco tratamientos y cuatro repeticiones para el experimento de supresión del riego y seis tratamientos con cuatro repeticiones para el experimento de la frecuencia del riego. Los tratamientos que correspondieron al primer experimento fueron: Supresión del riego a los 55 días (S55) después de la siembra (DAP); S62 DAP; S69 DAP; S76 DAP y S83 DAP (sin supresión). En el segundo experimento los tratamientos consistieron en diferentes frecuencias de riego, siendo: Fi<sub>1</sub>- diariamente; Fi<sub>2</sub> – cada dos días; Fi<sub>3</sub> – cada tres días; Fi<sub>4</sub> – cada cuatro días; Fi<sub>5</sub> – cada cinco días; Fi<sub>6</sub> – cada seis días, en función del 100% de la ETo, calculada a partir de los datos obtenidos por la estación meteorológica de la *Universidade Federal do Ceará*. Se evaluó el contenido de sólidos solubles (SS), diámetro del fruto (DF), espesura de la pulpa (EP), número de frutos (NF), longitud (CF), masa del fruto (MF) y productividad (PROD) del calabacín. También fueron analizados los ingresos netos para cada tratamiento en los dos experimentos. Los tratamientos con supresión del riego influenciaron significativamente en la masa del fruto, longitud y productividad, siendo los mayores valores encontrados para el tratamiento que no recibió supresión, con una productividad de 25.142 kg ha<sup>-1</sup>. Este tratamiento también fue el responsable por la mayor retribución económica que fue de R\$ 4.944,35 por hectárea. En el experimento de frecuencias de riego fueron influenciadas significativamente la masa del fruto y la productividad, ambas presentaron valores mayores cuando el riego fue diario, siendo la mayor productividad de 24.588 kg ha<sup>-1</sup> y el mayor ingreso neto R\$ 4.683,77 por hectárea.

**Palabras-clave:** *Cucurbita pepo* L. Manejo del riego. Penman-Monteith.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Vista aérea da Estação Meteorológica da UFC, com destaque para a área destinada aos experimentos, Fortaleza, Ceará, 2013.....	22
Figura 2	Detalhe do fruto de abobrinha Caserta, híbrido Corona F1, Fortaleza, Ceará, 2013.....	25
Figura 3	Caixa de água de polietileno (5.000 L), Fortaleza, Ceará, 2013.....	26
Figura 4	Croqui do sistema de irrigação e tratamentos na área experimental, Fortaleza, Ceará, 2013.....	28
Figura 5	Detalhe da instalação do sistema de irrigação por gotejamento em campo, Fortaleza, Ceará, 2013.....	29
Figura 6	Detalhe do injetor tipo “Venturi” e da bomba auxiliar utilizados na fertirrigação, Fortaleza, Ceará, 2013.....	29
Figura 7	Bandejas de poliestireno contendo mudas de abobrinha recém germinadas, Fortaleza, Ceará, 2013.....	30
Figura 8	Adubação com superfosfato simples $P_2O_5$ , Fortaleza, Ceará, 2013.....	32
Figura 9	Layout do experimento em função do momento da supressão da irrigação, contendo os tratamentos e os blocos, Fortaleza, Ceará, 2013.....	34
Figura 10	Layout do experimento com frequências de irrigação, contendo os tratamentos e os blocos, Fortaleza, Ceará, 2013.....	35
Figura 11	Balança digital para medição da massa dos frutos de abobrinha, Fortaleza, Ceará, 2013.....	37
Figura 12	Medição do diâmetro do fruto de abobrinha, Fortaleza, Ceará, 2013.....	38
Figura 13	Medição da espessura da polpa do fruto de abobrinha, Fortaleza, Ceará, 2013.....	38
Figura 14	Refratômetro digital para medição dos sólidos solúveis dos frutos de abobrinha, Fortaleza, Ceará, 2013.....	39
Figura 15	Comprimento do fruto (CF) de abobrinha em função do momento da supressão da irrigação, Fortaleza, Ceará, 2013.....	42
Figura 16	Massa do fruto (MF) de abobrinha em função do momento da supressão da irrigação, Fortaleza, Ceará, 2013.....	43

Figura 17	Produtividade (PROD) da cultura da abobrinha em função do momento da supressão da irrigação, Fortaleza, Ceará, 2013.....	44
Figura 18	Receita líquida, em reais (R\$), obtida com a cultura da abobrinha em função do momento da supressão da irrigação, Fortaleza, Ceará, 2013.....	46
Figura 19	Massa do fruto (MF) de abobrinha em função da frequência de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2013.....	49
Figura 20	Produtividade (PROD) da abobrinha em função da frequência de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2013.....	49
Figura 21	Receita líquida, em reais (R\$), obtida com a cultura da abobrinha em função da frequência de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2013.....	51

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Dados mensais das variáveis climáticas durante o experimento, Fortaleza, Ceará, 2013.....	23
Tabela 2-	Valores da análise físico-hídrica do solo da área experimental, na camada de 0,0 a 0,2 m, Fortaleza, Ceará, 2013.....	24
Tabela 3-	Valores da análise química do solo da área experimental, na camada de 0,0 a 0,2 m, Fortaleza, Ceará, 2013.....	24
Tabela 4-	Análise química da água de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2013.....	24
Tabela 5-	Tratamentos, em função do momento da supressão da irrigação (dias após o plantio, DAP) e lamina total de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2014.....	34
Tabela 6-	Tratamentos do experimento com frequências de irrigação e lamina total de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2013.....	35
Tabela 7-	Resumo da análise de variância para sólidos solúveis (SS), diâmetro fruto (DF), espessura da polpa (EP), número de frutos (NF), comprimento (CF), massa do fruto (MF), e produtividade (PROD) da abobrinha em função da supressão da irrigação, Fortaleza, Ceará, 2013.....	41
Tabela 8-	Resumo da análise de variância para sólidos solúveis (SS), diâmetro fruto (DF), espessura da polpa (EP), numero de frutos (NF), comprimento (CF), massa do fruto (MF), e produtividade (PROD) da abobrinha em função da frequência de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2013.....	47

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	HIPÓTESE.....	14
3	OBJETIVOS .....	14
3.1	Objetivo geral.....	14
3.1	Objetivos específicos.....	14
4	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
4.1	Cultura da abobrinha .....	15
4.1.1	<i>Origem e importância socioeconômica</i> .....	15
4.1.2	<i>Taxonomia</i> .....	16
4.1.3	<i>Características botânicas</i> .....	16
4.1.4	<i>Exigências climáticas</i> .....	17
4.2	Manejo da irrigação .....	18
4.2.1	<i>Supressão da irrigação</i> .....	19
4.2.2	<i>Frequência da irrigação</i> .....	20
5	MATERIAL E MÉTODOS.....	22
5.1	Caracterizações da área experimental.....	22
5.1.1	<i>Localização da área experimental</i> .....	22
5.1.2	<i>Clima</i> .....	22
5.1.3	<i>Solo da área experimental</i> .....	23
5.1.4	<i>Água de irrigação</i> .....	24
5.2	Características da cultura.....	25
5.3	Preparo da área.....	26
5.4	Sistemas de irrigação e fertirrigação .....	26
5.4.1	<i>Sistemas de irrigação para o Experimento I: Supressão</i> .....	27
5.4.2	<i>Sistemas de irrigação para o Experimento II: Frequência</i> .....	27
5.5	Plantio e semeadura.....	30
5.6	Manejo da irrigação .....	30
5.7	Manejo da adubação.....	32
5.8	Delineamento experimental .....	33
5.8.1	<i>Supressão da irrigação</i> .....	33
5.8.2	<i>Frequência de irrigação</i> .....	34
5.9	Descrição dos experimentos.....	34
5.9.1	<i>Experimento I: Supressão da irrigação</i> .....	34

5.9.2	<i>Experimento II: Frequência de irrigação</i> .....	35
5.10	<b>Colheitas realizadas</b> .....	36
5.10.1	<i>Experimento I: Supressão da irrigação</i> .....	36
5.10.2	<i>Experimento II: Frequências de irrigação</i> .....	36
5.11	<b>Variáveis analisadas</b> .....	36
5.11.1	<i>Número de frutos</i> .....	36
5.11.2	<i>Massa dos frutos</i> .....	36
5.11.3	<i>Produtividade</i> .....	37
5.11.4	<i>Diâmetro e comprimento do fruto</i> .....	37
5.11.5	<i>Espessura da polpa</i> .....	37
5.11.6	<i>Sólidos solúveis</i> .....	39
5.11	<b>Análise estatística</b> .....	39
5.12	<b>Análise econômica</b> .....	40
6	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	41
6.1	<b>Experimento I: Supressão da irrigação</b> .....	41
6.1.1	<i>Análise econômica</i> .....	46
6.2	<b>Experimento II: Frequência de irrigação</b> .....	47
6.2.1	<i>Análise econômica</i> .....	51
7	<b>CONCLUSÕES</b> .....	53
7.1	<i>Conclusões do Experimento I: Supressão da irrigação</i> .....	53
7.2	<i>Conclusões do Experimento II: Frequência da irrigação</i> .....	53
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	54

## 1 INTRODUÇÃO

A planta de abobrinha (*Cucurbita Pepo L.*) é herbácea, que pertence a uma das três espécies comerciais do gênero cucurbita, sendo de relevada expressão econômica. A família das cucurbitáceas é uma das que tem uma maior diversidade genética e apresenta importante relevância do ponto de vista do consumo humano (ROBINSON; DECKER-WALTERS, 1999). Segundo a base de dados da FAO (2012), no ano de 2010, os maiores produtores de abóbora, abobrinha e abóbora doce foram a China com 6.149.978 de toneladas e a Índia com uma produção de 4.424.000 toneladas.

No Brasil, a cultura da abobrinha apresenta-se como uma das dez principais cucurbitáceas de maior valor econômico. No Norte, Nordeste e em grande parte das regiões Sudeste e Centro-Oeste, ela pode ser plantada em qualquer época do ano, tornando-se de grande importância e uma excelente alternativa para os agricultores.

A região do Nordeste é caracterizada pelo déficit de água quase o ano inteiro. Portanto, é necessária a utilização de sistemas de irrigação para poder atender às necessidades hídricas do cultivo. A agricultura irrigada tem permitido avanços na produção mundial de alimentos (MANTOVANI; BERNADO; PALARETTI, 2009), por isso, é preciso conhecer os fatores determinantes do manejo da irrigação que interferem diretamente no consumo de água, no armazenamento da umidade no solo e no conhecimento das necessidades hídricas das culturas (SOUZA; ANDRADE, 2010). Além de incrementar a produtividade, a irrigação pode melhorar a qualidade do produto e aumentar a produtividade, com perspectivas de melhores preços no mercado (LIMA JÚNIOR *et al.*, 2011).

A questão é que a produção hoje alcançada está, em muitos casos, associada ao manejo inadequado da irrigação e ao emprego de sistemas de irrigação pouco eficientes, que acabam afetando negativamente a produção. Em cucurbitáceas, quando a irrigação é conduzida de forma inadequada, pode causar danos indesejáveis aos cultivos agrícolas, como baixa produtividade e qualidade irregular dos frutos. A irrigação por gotejamento trata-se de uma alternativa viável, e o manejo da mesma é um fator importante para a otimização dos recursos hídricos.

Dessa forma aspectos relacionados ao manejo, como: supressão e frequência da irrigação devem ser objetos de estudo para as diferentes culturas. A antecipação da supressão da irrigação é uma técnica bastante usada nas regiões semiáridas, onde a água é um fator naturalmente escasso, no entanto, a adoção de tal prática apenas deverá ser realizada quando houver água suficiente armazenada no solo, a fim de que a cultura não sofra déficit hídrico em

um nível que restrinja o seu potencial produtivo, nem tampouco afete a qualidade final do produto de interesse colhido. A frequência de irrigação, definida pelo intervalo entre duas irrigações sucessivas, deve ser utilizada de modo a não comprometer as necessidades hídricas das plantas nos seus diferentes estágios fisiológicos.

Assim, torna-se necessário o estudo do momento de supressão da irrigação e da frequência de aplicação de água no cultivo da abobrinha, a fim de conhecer a resposta da cultura frente aos diferentes manejos, gerando informações que poderão ser utilizadas por produtores agrícolas, e tendo como consequência incrementos na qualidade dos frutos, na produtividade e na eficiência de uso do insumo água.

## **2 HIPÓTESE**

A utilização de técnicas de manejo da irrigação (supressão e frequência), nas condições edafoclimáticas de Fortaleza, Ceará, afetará as variáveis quantitativas, tais como a produção e a produtividade da cultura da abobrinha.

## **3 OBJETIVOS**

### **3.1 Objetivo geral**

Realizar experimentos de campo para estudar o momento da supressão hídrica e os efeitos de diferentes frequências de irrigação no desempenho agrônômico da cultura da abobrinha (*Cucurbita Pepo L.*), nas condições edafoclimáticas do litoral do Ceará.

### **3.2 Objetivos específicos**

Experimento 1: Avaliar efeitos de diferentes momentos da supressão da irrigação na cultura da abobrinha, de modo a encontrar aquela que otimize o uso da água e ajuste às necessidades do cultivo, preservando sua produção e sua produtividade.

Experimento 2: Avaliar efeitos de diferentes frequências de irrigação na cultura da abobrinha, a fim de estimar a mais eficiente, considerando a quantidade e qualidade de produção.

## 4 REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1 Cultura da abobrinha

#### 4.1.1 Origem e importância socioeconômica

A abobora ou abobrinha italiana (*Cucurbita pepo* L.) é uma planta da família *Cucurbitaceae*, e sua origem são da América Central, concretamente do México e Sul dos Estados Unidos (CARPES, 2008). A família das cucurbitáceas tem em seu elenco mais de 120 gêneros, e aproximadamente 800 espécies de tamanho médio, sendo a maioria delas tropicais (TEPPNER, 2004).

A abobrinha é cultivada no Brasil nas regiões Norte, Nordeste e em grande parte das regiões Sudeste e Centro-Oeste. No mercado brasileiro, existe diversas cultivares de abobrinha disponíveis, entre as cultivares comerciais do tipo italiana se destacam: a Caserta, a Clarita e a Clarinda, os híbridos F1: Novita, Novita Plus, Samira, Yasmim, híbrido Mazouka e as abobrinhas de tronco: Branca, Caserta e Clara. No grupo da abobrinha brasileira, as principais são: Menina-brasileira, Minipaulista, Brasileirinha, Menina-brasileira precoce, Vitória e os híbridos F1: Daine e Sandy (AMARO, 2009).

Segundo Filgueira (2012), a abobrinha do tipo Caserta é também denominada como abóbora de moita, abobrinha italiana ou abobrinha de tronco. A introdução dessa cultivar ocorreu graças à preferência popular nos principais mercados do País, além dela se destacar entre as cultivares por ser das mais produtivas, e por viabilizar o consumo relativamente constante ao longo do ano (FILGUEIRA, 2012).

A abobrinha situa-se entre as dez hortaliças de maior valor econômico, com elevada importância, principalmente no centro e no sul do Brasil (CARPES, 2008). A produtividade média da cultura no Brasil tem oscilado entre 8 e 10 t ha<sup>-1</sup> (FILGUEIRA, 2012), sendo essa variável dependente do nível de tecnologia aplicado e das características peculiares de cada cultivar explorada (PUIATTI; SILVA, 2005).

As cucurbitáceas são cultivadas principalmente para fins alimentícios, ornamentais, medicinais, aromáticos ou como fonte de matéria-prima para produzir outros produtos. Os frutos das plantas desta família são importantes fontes de minerais e vitaminas, especialmente das vitaminas A e C, encontrados na polpa, na forma de carotenoides e ácido ascórbico (ROMANO *et al.*, 2008).

A abobrinha pode ser consumida refogada no azeite, cozida, purê, em saladas frias, como suflê, frita à milanesa, recheada ou como ingrediente em bolos, pizza e pastelões.

Seu cozimento é rápido e não é necessário acrescentar água, pois a água da abobrinha é suficiente para cozinhá-la. Os frutos de abobrinha são comercializados em caixas plásticas, e são vendidos ao consumidor final a granel ou em bandejas, com os frutos inteiros ou já cortados (EMBRAPA, 2010).

#### **4.1.2 Taxonomia**

A espécie *Cucurbita Pepo* L. pertence à família *Cucurbitaceae*, que é um dos grupos de plantas de grande diversidade genética do reino vegetal, compreendendo cerca de 120 gêneros e mais de 800 espécies (TEPPNER, 2004). Como em outras espécies, a variabilidade genética na abobrinha é muito grande e os pesquisadores têm tentado classificá-la em diversas variedades botânicas.

As variedades botânicas foram agrupadas e as principais espécies foram subdivididas em três: *Cucurbita Pepo* subespécie “fraterna”, *Cucurbita Pepo* subespécie “pepo” e *Cucurbita Pepo* subespécie “texana” (DECKER-WALTERS *et al.*, 2002).

#### **4.1.3 Características botânicas**

O sistema radicular da cultura da abobrinha é extenso e superficial, concentrando-se nos primeiros 20 cm do perfil do solo, embora a raiz principal possa alcançar até 1,0 m de profundidade. As plantas se apresentam com caule prostrado, compactas, com internódios curtos, folhas recortadas, com manchas brancas nos ângulos das nervuras, o seu crescimento é de forma ereta com pecíolos longos e firmes, a lamina foliar é triangular ou cordiforme, apresentando de cinco há sete lobos, sendo o bordo irregular e dentado, especialmente na base, e a superfície da lâmina é áspera (LEÓN, 1987). A cultura da abobrinha é susceptível a diversas doenças, causadas por bactérias, vírus, fungos e nematoides (ÁVILA; REIS, 2007), com destaque para as viroses, que se constituem nas doenças mais importantes nas cucurbitáceas em geral, pelos impactos negativos na produção.

A expressão sexual da planta de abobrinha é do tipo monoica, com flores diclinas, amarelas, em sua maioria flores femininas, ovário alongado, já antecipando o futuro formato dos frutos, dependendo do cultivar. A cultivar do tipo italiano Caserta tem uma coloração verde clara com estrias longitudinais mais escuras, possuindo frutos de formato cilíndrico/cônico, compridos e ricos em nutrientes como a niacina e vitaminas do complexo B (ROMANO *et al.* 2008).

Filgueira (2003) afirma que, para cultivar Caserta de abobrinha, cultura de ciclo curto, o início da colheita ocorre de 45 a 60 dias após plantio, e pode prolongar-se por até 60 dias. Os frutos devem ser recolhidos imaturos, com um comprimento aproximado de 20 cm e massa entre 200 e 250 g. Por outro lado, Camargo (1992), com o mesmo cultivar, afirma que o ponto de consumo é quando o fruto tem um comprimento de 16 cm e uma massa média de 180 g. O ciclo da cultura da abobrinha, geralmente, é de 90 dias, podendo variar de acordo com as condições ambientais.

#### ***4.1.4 Exigências climáticas***

A temperatura é um dos fatores climáticos mais importantes para qualquer cultivo, em especial para as cucurbitáceas. A abobrinha é uma planta bem adaptada a climas quentes, não tolerando geada ou frio muito intenso. Já, em condições ótimas de temperatura e umidade do ar o desenvolvimento do cultivo é muito rápido.

A época ideal para o plantio da abobrinha é de agosto a março, dependendo da estação chuvosa de cada região. Entretanto, sob irrigação, ela pode ser plantada o ano todo em regiões de clima quente. Porém, temperaturas muito elevadas podem prejudicar a polinização e a formação de frutos, comprometendo o rendimento da cultura (SOUZA; RESENDE, 2011).

Segundo Delgado-Gonzalez (1999), a temperatura ótima para germinação da abobrinha oscila entre 20°C e 25°C, mas a cultura se desenvolve na faixa de temperatura entre 15°C e 40°C, valores fora dessa faixa, superiores ou inferiores, comprometem o desenvolvimento das plantas. A temperatura do ar ótima para o crescimento vegetativo oscila entre 25°C e 35°C e para a floração varia de 20°C a 25°C.

Em relação à umidade, é necessário diferenciar umidade do solo e umidade relativa do ar. Nos dois casos, a abobrinha é um cultivo muito exigente, já que pequenas variações podem afetar a planta e a produtividade. Com relação à umidade relativa do ar, Cermeño (1990) afirma que, para a família das cucurbitáceas, a condição ótima situa-se entre 60 e 70%. Carpes (2008) cita que, dentro destes valores, a planta torna-se menos suscetível aos ataques de patógenos, e que valores abaixo ou acima desta faixa de umidade ser propícias às doenças ou viroses. Com respeito à umidade relativa do solo, a abobrinha se desenvolve melhor em solos com umidade de 85 a 95%, sendo essa faixa a ideal para o desenvolvimento da massa foliar e sobre tudo para a formação dos frutos, já que eles contêm em torno de 95% de água.

Segundo Reche (1997), a abobrinha não é uma planta muito exigente em termos de luminosidade, portanto não se torna necessária que a localização do cultivo tenha uma longa duração do dia. Porém, é preciso ter em conta o efeito positivo que a luz tem sobre a fotossíntese, na floração ou na precocidade dos frutos, o que diretamente vem a influir no incremento da produção.

#### **4.2 Manejo da irrigação**

A região Nordeste tem clima, temperatura e luminosidade ótimos para os cultivos agrícolas durante o ano inteiro, no entanto, o uso de sistemas de irrigação é necessário para suprir as necessidades hídricas dos cultivos (CARVALHO; BEZERRA; CARVALHO, 2007).

Para um manejo adequado da irrigação, é necessário conhecer algumas características da cultura, tais como o coeficiente do cultivo ( $K_c$ ) e a profundidade do sistema radicular. Segundo Filgueira (2000), a abobrinha apresenta um sistema radicular superficial, precisando de irrigações frequentes para apresentar bons rendimentos agrícolas. Klosowski *et al.* (1999), em Botucatu, São Paulo, definiram que os coeficientes de cultivo para o cultivar Caserta de abobrinha variaram de 0,68 a 1,96. Esses valores foram obtidos através da medição da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) em gramado (*Paspalum notatum*, Flügge) utilizando lisímetros de lençol freático constante a 37 cm de profundidade. Os autores comentaram que a grande oscilação do coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) foi devida à E<sub>to</sub> ter sido relacionada com a grama. O espaçamento (1,0m x 1,5m) também pode ter afetado a oscilação, já que foi superior às recomendações de Filgueira (2003) para a cultura da abobrinha. Quando o espaçamento é superior ao sugerido, expõe-se mais o solo, podendo aumentar o processo de evaporação, elevar os valores da evapotranspiração do cultivo e, conseqüentemente, os valores de  $K_c$ .

Nas regiões áridas e semiáridas existe uma limitação da água, que deve ser considerada no planejamento da irrigação. Essa limitação vai levar à otimização dos recursos hídricos disponíveis, visando à maximização da receita líquida por unidade de volume de água aplicado (ANDRADE JÚNIOR *et al.*, 2001).

Para a cultura da abobrinha, existem carências de informações na adequação de lâminas de irrigação que supram às necessidades fisiológicas da cultura, às características edafológicas e ao clima da região. Dessa forma, há dificuldades para adoção de um manejo racional da irrigação, que tente minimizar as perdas por déficit ou excesso, garantindo produtos de qualidade e produtividade rentável aos agricultores.

### 4.2.1 Supressão da irrigação

A supressão da irrigação, também conhecida como veranico, é uma técnica bastante usada em regiões semiáridas, onde a água é um fator naturalmente escasso. No entanto, a adoção de tal prática apenas deverá ser realizada quando houver água suficiente armazenada no solo, a fim de que a cultura não sofra déficit hídrico em um nível que restrinja o seu potencial produtivo, nem tão pouco afete a qualidade final do produto agrícola colhido (HARGREAVES; SAMANI, 1984). Uma vez que, sob condições de déficit, ocorre redução do conteúdo de água nas plantas, e conseqüentemente no seu potencial hídrico, resultando em uma perda de turgescência, fechamento dos estômatos, assimilação de CO<sub>2</sub>, redução do crescimento e da produção, afetando diretamente a atividade agrícola (Azevedo *et al.*, 2014).

As perdas em produção variam com a duração e a intensidade do déficit hídrico, e dependem também do estágio de desenvolvimento das plantas (COUTO; COSTA; VIANA, 1986). Para os diferentes estágios fenológicos do cultivo de abobrinha italiana, a FAO 56 (ALLEN *et al.*, 2006) recomenda valores iguais a 0,15; 0,95 e 0,70 para as fases inicial, intermediária e final do ciclo da cultura, respectivamente.

O conhecimento das respostas de alguns atributos fisiológicos das plantas às variações da disponibilidade de água no solo, principalmente nos estádios de maior exigência hídrica da cultura, é de grande importância no uso e no manejo da irrigação (PAIVA *et al.*, 2005). Segundo Dominguez *et al.* (2002), o momento quando a melancia tem o maior requerimento hídrico coincide com o estágio da floração/frutificação.

Na agricultura irrigada, deve-se atribuir uma atenção especial ao manejo da água, estimando-se, de maneira mais precisa possível, a necessidade hídrica das culturas, de forma que sejam evitados os excessos ou déficits de água, assim como o momento mais adequado para proceder à irrigação, visando, desta forma, maximizar a eficiência do uso da água na agricultura (BILIBIO *et al.* 2011).

Em condições de campo, em Rio Verde, Goiás, Sousa *et al.* (2009) concluíram que a suspensão hídrica, em diferentes estádios do ciclo do feijão (vegetativo, prefloração, plena floração, enchimento de vagens e final) afetou a produtividade de modo negativo, reduzindo-a na maioria dos estádios. Silva *et al.* (2010), estudando a cultura do algodão sob diferentes estratégias de manejo da irrigação, em condições de campo, averiguaram que a supressão da irrigação na fase de floração reduziu a produtividade e o peso médio dos capuchos. Lima *et al.*(2010), em experimento realizado nas condições de Fortaleza, Ceará,

observaram que o déficit de água, a partir dos 70 dias após a emergência das plantas de mamoneira, reduziu significativamente a produtividade.

#### ***4.2.2 Frequência de irrigação***

No manejo eficiente da irrigação, considera-se que a frequência de irrigação, ou turno de rega, é o número de dias decorridos entre uma irrigação e outra, não devendo comprometer as necessidades hídricas das plantas nos seus diferentes estágios fisiológicos (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2009).

Segundo Marouelli e Silva (2005), a frequência de irrigação é dependente de fatores climáticos e do solo. Gomes (1999) afirma que a água necessária para as plantas, deve ser aplicada com uma determinada frequência para alcançar as exigências hídricas, ou seja, para repor a água consumida pela evapotranspiração da cultura.

Segundo Souza e Andrade (2010), a frequência de irrigação pode ser fixa ou variável. A frequência fixa traz consigo a vantagem da possibilidade do planejamento das atividades ligadas à irrigação das culturas. Por outro lado, a frequência variável não nos permite saber exatamente quando será aplicada a irrigação, mas é possível fazer uma ótima aproximação da quantidade de que será utilizada.

Vários autores avaliaram em diferentes culturas, condições climáticas e solos, o manejo da irrigação através de diferentes frequências.

Al-Harbi *et al.* (2005), em Deerab, Arábia Saudita, com a cultura da abobrinha, registraram resultados significativos ao longo dos cultivos experimentais demonstrando uma diferença significativa na produção em função da frequência da irrigação. O cultivo aumentou sua produtividade em um 11,66% em diferença com o tratamento que recebeu menor frequência de irrigação.

Em condições de campo, Sousa, Coêlho e Souza (1999), avaliaram diferentes frequências de irrigação na cultura do meloeiro, no município de Tabuleiro Costeiro, Piauí.

De acordo com Fernandes (2012), a cultura da melancia submetida a diferentes frequências de irrigação também apresentou diferença significativa na produtividade, massa do fruto e sólidos solúveis.

Souza e Andrade (2010) citam que irrigações pouco frequentes e com lâminas elevadas acabam favorecendo à lixiviação de nutrientes e ao surgimento de doenças nas plantas. Porém, irrigações muito frequentes e com lâminas reduzidas também podem não ser adequadas, pois costumam molhar somente a camada superficial do solo, facilitando uma

maior perda de água pelo processo de evaporação, além de limitar o volume de solo efetivamente explorado pelas raízes (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2009).

O conhecimento da função de resposta das culturas à água permite ao administrador utilizar melhor os recursos hídricos, aumentando assim a eficiência econômica. O manejo de irrigação com aplicações frequentes ajuda a manter o solo com um ótimo teor de água, favorecendo ao desenvolvimento da cultura e, conseqüentemente, à obtenção de maiores produtividades e rendimentos econômicos.

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 Caracterização da área experimental

#### 5.1.1 Localização da área experimental

Os experimentos foram conduzidos na área experimental da Estação Meteorológica, pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola (DENA), da Universidade Federal do Ceará (UFC), no Campus do Pici, Fortaleza, Ceará, no período de setembro a dezembro de 2013. A área experimental está localizada geograficamente nas coordenadas de 3°44'45''S e 38°34'55''W e 19,5 m de altitude acima do nível médio do mar.

Figura 1 – Vista aérea da Estação Meteorológica da UFC, com destaque para a área destinada aos experimentos, Fortaleza, Ceará, 2013.



Foto adaptada, pela autora, do Google Earth, 2013.

#### 5.1.2 Clima

O clima da região é do tipo Aw', sendo caracterizado como tropical chuvoso, muito quente, com chuvas predominantes no verão/outono (KOPPEN, 1923). A região apresenta precipitação média anual de 1.564 mm, temperatura média do ar de 26,9°C e a

umidade relativa média do ar de 80%, segundo dados da Estação Meteorológica. Os dados médios mensais das variáveis climáticas: temperatura e umidade relativa do ar, velocidade do vento e lâmina de precipitação observada durante os experimentos encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Dados mensais das variáveis climáticas durante o experimento, Fortaleza, Ceará, 2013.

Mês	Temperatura do ar (°C)	Umidade Relativa do ar (%)	Velocidade do vento (m s <sup>-1</sup> )	Precipitação (mm)
Setembro	27,1	70	4,4	16,7
Outubro	27,5	68	4,3	5,3
Novembro	27,5	75	4,5	10,1
Dezembro	27,9	70	3,8	5,4

A temperatura do ar adequada para o crescimento vegetativo da cultura da abobrinha oscila entre 25°C e 35°C, e na etapa de floração varia de 20°C a 25°C. Como pode se observar na Tabela 1, as temperaturas do ar permaneceram nas faixas de temperaturas da recomendação de cultivo. Por outro lado, a umidade relativa do ar ótima para a cultura de abobrinha deve situar-se de 60 a 70 % (CERMEÑO, 1990). Ao longo do experimento, foram coletados dados de umidade relativa do ar dentro da faixa ideal, apenas no mês de novembro a umidade relativa do ar foi levemente superior à recomendada. Os fatores climáticos afetam a produtividade do cultivo, e Filgueira (2003) afirma que a época da primeira colheita situa-se entre o 45° e 60° dias após plantio. Possivelmente devido às condições do cultivo experimental, a primeira colheita foi realizada de maneira antecipada às previsões, ocorrendo no 35° dia após plantio.

### ***5.1.3 Solo da área experimental***

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo de textura areia franca (EMBRAPA, 2006). Antes da instalação dos experimentos, foram coletadas amostras compostas na camada de 0,0 a 0,2 m de profundidade com auxílio de um trado do tipo holandês. Em seguida, as amostras foram homogeneizadas e submetidas a análises laboratoriais para estimativa das características físico-hídricas (Tabela 2) e químicas (Tabela 3), conforme recomendações contidas em Embrapa (1997).

Tabela 2 – Valores da análise físico-hídrica do solo da área experimental, na camada de 0,0 a 0,2 m, Fortaleza, Ceará, 2013.

Características	Profundidade (m)
	0,0 a 0,2
Areia grossa (g kg <sup>-1</sup> )	405
Areia fina (g kg <sup>-1</sup> )	386
Silte (g kg <sup>-1</sup> )	96
Argila (g kg <sup>-1</sup> )	113
Classe textural	Franco-arenosa
Massa específica do solo (g cm <sup>-3</sup> )	1,43
Massa específica das partículas (g cm <sup>-3</sup> )	2,57
Capacidade de campo (g 100g <sup>-1</sup> )	7,52
Ponto de murcha permanente (g 100 <sup>-1</sup> )	4,52
CE (dS m <sup>-1</sup> )	0,20

Fonte: Laboratório de Solos e Água, do Departamento de Ciências do Solo do CCA/UFC. 2013.

Tabela 3 - Valores da análise química do solo da área experimental, na camada de 0,0 a 0,2 m, Fortaleza, Ceará, 2013.

Profundidade	Características químicas									
	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>						g kg <sup>-1</sup>		mg kg <sup>-1</sup>	
	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>	N	C	MO	P
(0,0 a 0,2m)	1,7	1,2	0,06	0,11	1,65	0,1	0,52	5,94	10,24	6

Fonte: Laboratório de Solos e Água, do Departamento de Ciências do Solo do CCA/UFC. 2013.

### 5.1.4 Água de irrigação

A água utilizada no experimento, proveniente de poço, foi submetida a uma análise química, sendo os resultados possíveis de serem visualizados na Tabela 4.

Tabela 4 – Análise química da água de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2013.

Cátions (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )					Ânions (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )					pH	RAS	CE (dS m <sup>-1</sup> )	Classificação
Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Σ	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Σ				
1,0	1,7	4,3	0,2	7,2	3,8	-	3,6	-	7,4	7,9	3,8	0,73	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>

Fonte: Laboratório de Solo e Água da Universidade Federal do Ceará.

A classificação da água utilizada durante o experimento foi do tipo C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> apresentando, segundo o Laboratório de Solo e Água da Universidade Federal do Ceará, uma salinidade média e um baixo conteúdo de sódio. O nível máximo para a salinidade na zona radicular tolerável pelas plantas, sem qualquer efeito negativo no seu desenvolvimento e rendimento, é conhecido como salinidade limiar (SL) que normalmente é expressa em termos de CEes (GHEYI et al., 1991; AYERS & WESTCOT, 1999). Devido a falta de dados

suficientes para a cultura da abobrinha, foi observado que, segundo Vitti *et al.* (1994), o índice de tolerância máximo da espécie de abobora à salinidade é de 2,5 (dS m<sup>-1</sup>). Por tanto, de forma geral, esse tipo de água não oferece problema à prática da irrigação para a cultura da abobrinha, conhecendo-se à cultura empregada e as características do solo, conforme as recomendações da FAO (AYERS & WESTCOT, 1999).

## 5.2 Características da cultura

A cultura selecionada para o estudo foi a abobrinha (*Cucurbita Pepo* L.), cultivar Caserta, (Figura 2), híbrido Corona F1. As sementes foram compradas da empresa Top Seed em embalagens de 50 g, com aproximadamente 500 sementes por pacote. A planta caracteriza-se por ter um crescimento determinado em forma de moita, com expressão do sexo monoica. Possui flores grandes, de cor amarela, sendo as femininas em menor quantidade. Seus frutos apresentam formato cilíndrico, com a casca lisa, de cor verde clara e estrias verdes escuras. A produção de frutos é uniforme e com excelente padrão de tamanho para o mercado, apresentando peso médio em torno de 175 g.

Figura 2 – Detalhe do fruto de abobrinha Caserta, híbrido Corona F1, Fortaleza, Ceará, 2013.



Foto realizada pela autora, 2013.

### 5.3 Preparo da área

Antecedendo ao plantio, foi realizada uma aração seguida de duas gradagens cruzadas. Posteriormente, procedeu-se a limpeza e o nivelamento manual do terreno, com a utilização de enxada e ciscador, objetivando retirar possíveis restos culturais do solo que viesse, de alguma forma, comprometer ou interferir na aplicação dos tratamentos e, também, para facilitar a instalação do sistema de irrigação e a abertura de covas. Cada parcela tinha uma área individual de  $3,6 \text{ m}^2$  ( $3,6 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ ), sendo o tamanho da cova igual ao comprimento da linha lateral ( $3,6 \text{ m}$ ) e com uma largura de  $20 \text{ cm}$ . O plantio foi realizado manualmente, e o espaçamento entre sementes foi de  $0,6 \text{ metros}$ .

### 5.4 Sistemas de irrigação e fertirrigação

A água utilizada para a irrigação do cultivo experimental foi bombeada de um poço tubular de  $40 \text{ m}$  de profundidade, próximo à área do experimento. Essa água era transferida para uma caixa de água de polietileno de  $5.000 \text{ litros}$  (Figura 3).

Figura 3 – Caixa de água de polietileno ( $5.000 \text{ L}$ ), Fortaleza, Ceará, 2013.



Foto realizada pela autora, 2013.

O sistema de irrigação instalado na área experimental foi do tipo gotejamento superficial, sendo a linha principal de PVC, com diâmetro nominal de 50 mm e 9 m de comprimento, situada depois do sistema motobomba e do cabeçal de controle. As linhas de derivação ou linhas secundárias eram de polietileno, com diâmetro nominal de 25 mm. As linhas laterais, também de polietileno, apresentavam diâmetro de 16 mm, e estavam espaçadas entre si em 1,0 m. Nas linhas laterais, foram instalados gotejadores autocompensantes (*Netafim*<sup>®</sup>) de vazão de 4,0 L h<sup>-1</sup>, espaçados de 0,6 m desde o início da linha lateral, coincidindo com o espaçamento das sementes colocadas manualmente, e fazendo um total de seis sementes e seis gotejadores por cada linha lateral e um comprimento da mesma de 3,6 m.

Na Figura 4, pode-se observar o layout do sistema de irrigação instalado na área dos dois experimentos implantados: supressão da irrigação e frequência de irrigação.

As linhas de derivação apresentavam distintos comprimentos, em função do número e do sorteio dos tratamentos em cada experimento serem diferentes.

#### **5.4.1 Sistema de irrigação para o experimento I: Supressão da irrigação**

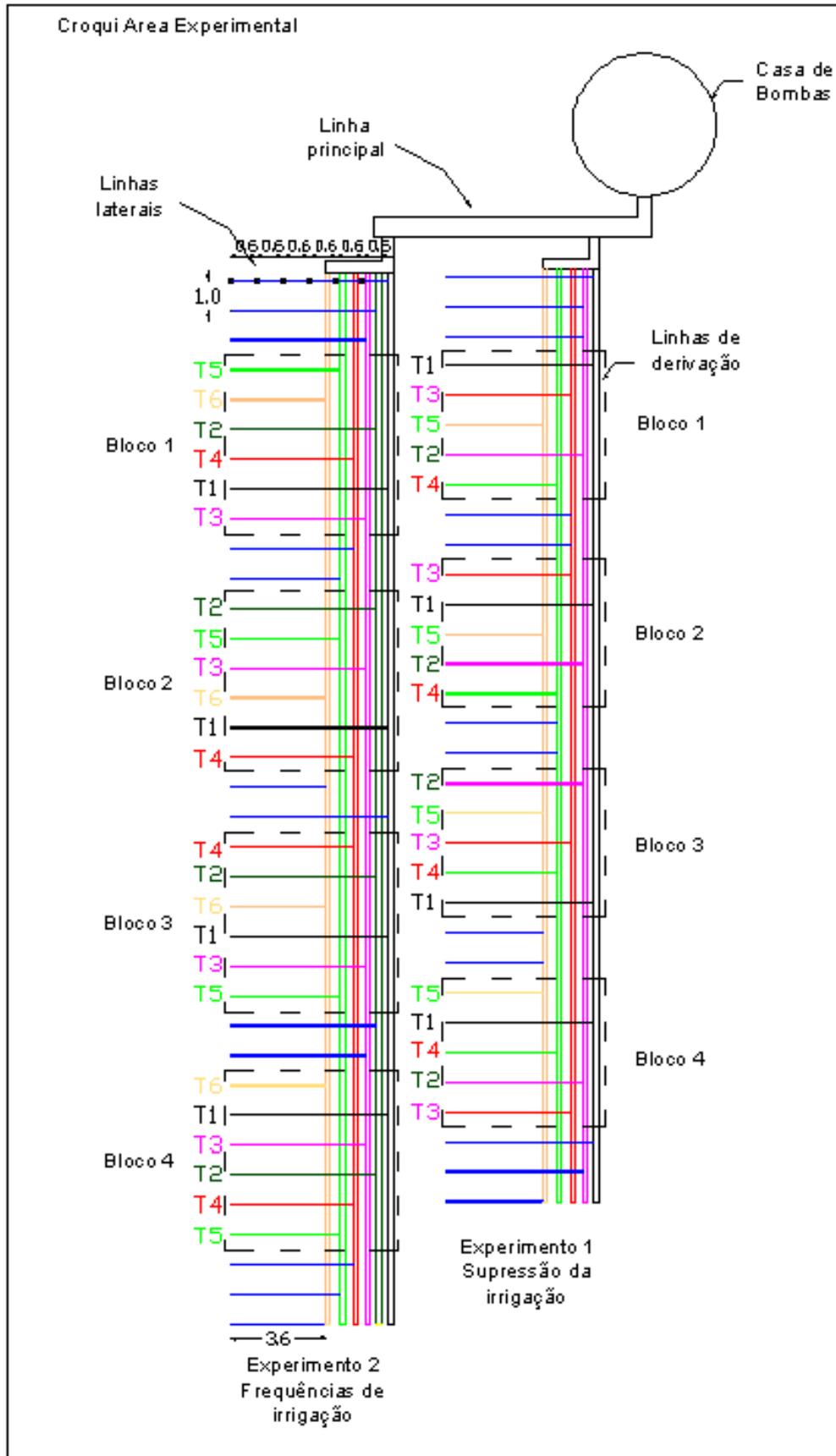
Foram instaladas 32 linhas laterais distribuídas nas cinco linhas de derivação. No início de cada linha de derivação foi instalado um registro de gaveta de 25 mm de diâmetro com o objetivo de controlar a pressão e os tratamentos aplicados.

#### **5.4.2 Sistema de irrigação para o experimento II: Frequência da irrigação**

Foram instaladas 36 linhas laterais, agora em seis linhas de derivação. No início de cada linha de derivação, foi instalado um registro de gaveta de 25 mm de diâmetro com o objetivo de controlar a pressão e os tratamentos aplicados (Figura 5).

Foi instalado, junto ao cabeçal de controle, um sistema injetor do tipo Venturi (*Viqua*<sup>®</sup>) de 3/4", que funcionava com o auxílio de uma bomba centrífuga (*Ferrari*<sup>®</sup>) de 0,5 cv (Figura 6), para realizar as fertirrigações.

Figura 4 – Croqui do sistema de irrigação e tratamentos na área experimental. Fortaleza, Ceará, 2013.



Fonte: Autora, 2014.

Figura 5 – Detalhe da instalação do sistema de irrigação por gotejamento em campo, Fortaleza, Ceará, 2013.



Foto realizada pela autora, 2013.

Figura 6 – Detalhe do injetor tipo “Venturi” e da bomba auxiliar utilizados na fertirrigação, Fortaleza, Ceará, 2013.



Foto realizada pela autora, 2013.

## 5.5 Plantio e semeadura

A abobrinha Caserta, híbrido Corona F1, foi semeada manualmente no dia 17 de setembro de 2013, colocando-se uma semente por cova, aberta ao lado de cada emissor. Foram colocadas seis sementes, espaçadas 0,6 m entre cada uma, por cada linha lateral, com espaçamento entre linhas laterais de 1 m, formando uma área individual de 3,6 m<sup>2</sup>. Antes da semeadura, foi efetuada uma irrigação na área experimental, visando elevar a umidade do solo até a capacidade de campo, com intuito de se obter uma boa germinação das sementes.

Por prevenção, para o caso de sementes que não germinassem, realizou-se uma semeadura em duas bandejas de poliestireno expandido (162 células cada uma) contendo o substrato comercial Hortimix<sup>®</sup>, mantido no interior de um ambiente protegido do tipo telado para assegurar o stand de plantas dos experimentos, já que reduzia o efeito de intempéries climáticas e conservava a umidade para o bom desenvolvimento das mudas (Figura 7).

Figura 7 – Bandejas de poliestireno contendo mudas de abobrinha recém germinadas, Fortaleza, Ceará, 2013.



Foto realizada pela autora, 2013.

## 5.6 Manejo da irrigação

Depois de instalado o sistema de irrigação, foi realizada uma avaliação da uniformidade de distribuição de água. Os resultados para as duas áreas experimentais foram semelhantes. Os testes foram realizados de acordo com a metodologia de Keller e Karmeli

(1975) e, posteriormente, foi calculado o coeficiente de uniformidade estabelecido por Christiansen (1942), e descrito na Equação 01. O valor do CUC obtido em campo foi de 90%, para os dois ensaios.

$$CUC = \left( 1 - \frac{\sum |X_i - \bar{X}|}{n \cdot \bar{X}} \right) \cdot 100 \quad (01)$$

Em que:

- CUC é o coeficiente de uniformidade de Christiansen (%);
- $X_i$  é a precipitação coletada no pluviômetro de ordem i (mm);
- $\bar{X}$  é a média das precipitações coletadas nos pluviômetros (mm);
- n é o número de pluviômetros

O tempo de irrigação foi quantificado conforme a Equação 02. A lâmina de irrigação ( $L_i$ ) foi estimada através da ETo de Penman-Monteith, utilizando-se dados de uma estação meteorológica automatizada, instalada ao lado da área experimental, provida de sensores e acessórios necessários para sua estimativa (ALLEN *et al.*, 2006).

$$T_i = \frac{L_i \cdot E_L \cdot E_g \cdot F_C}{E_i \cdot Q_g} \quad (02)$$

Em que:

- $T_i$  - tempo de irrigação (h);
- $L_i$  - lâmina de irrigação a ser aplicada (mm dia<sup>-1</sup>);
- $E_L$  - espaçamento entre as linhas laterais (m);
- $E_g$  - espaçamento entre gotejadores (m);
- $F_C$  - fator de cobertura do solo (adimensional);
- $E_i$  - eficiência de irrigação (adimensional);
- $q_g$  - vazão do gotejador (L h<sup>-1</sup>).

O fator de cobertura do solo ( $F_c$ ) representa a fração do solo coberta pela vegetação, sendo adotado o valor de 0,3 em todo o ciclo de cultivo (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2009).

A evapotranspiração de referência (ETo) foi estimada pelo método de Penman-Monteith, tido como referência pela FAO (ALLEN *et al.*, 2006), com uso da Equação 03.

$$ETo = \frac{s}{s \cdot \gamma^*} \cdot (Rn - G) \cdot \frac{1}{\lambda} + \frac{\gamma}{(s + \gamma^*) \cdot (T + 273)} \cdot U_2 \cdot (e_s - e_e) \quad (03)$$

Em que:

- ETo é a evapotranspiração de referência (mm dia<sup>-1</sup>);
- s é a declividade da curva de pressão de vapor d'água (kPa °C<sup>-1</sup>);
- $\gamma$  é o coeficiente psicrométrico (kPa °C<sup>-1</sup>);
- $\gamma^*$  é a constante psicrométrica modificada (kPa °C<sup>-1</sup>);
- Rn é o saldo de radiação (MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>);
- G é o fluxo de calor no solo;
- $\lambda$  é o calor latente de evaporação (2,45 MJ kg<sup>-1</sup>);
- T é a temperatura do ar média diária (°C);
- $U_2$  é a velocidade do vento a 2 m (m s<sup>-1</sup>);

- $e_s$  é a pressão de saturação de vapor d'água (kPa);
- $e_a$  é a pressão parcial de vapor d'água (kPa).

### 5.7 Manejo da adubação

O manejo da adubação nos dois experimentos, com supressão e frequência da irrigação, foi similar. A adubação da abobrinha foi realizada de acordo com a análise do solo da área experimental (Tabela 2) e as recomendações propostas por Filgueira (2012). As doses de nutrientes e fontes comerciais utilizadas foram: 140 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (ureia, 45% de N); 300 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo (superfosfato simples, 18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e 150 kg ha<sup>-1</sup> de potássio (cloreto de potássio, 60% de K<sub>2</sub>O). Na ocasião do plantio, aplicou-se também uma dose de boro, 2 kg ha<sup>-1</sup>, utilizando para isso o ácido bórico (17% de boro).

Com relação ao N e ao K<sub>2</sub>O, foi aplicado um terço da dose recomendada para a cultura, na ocasião do plantio. Já, o fósforo foi todo aplicado em fundação (Figura 8). Os dois terços restantes de N foram parcelados em outras duas aplicações, sendo uma no 15° e outra no 30° DAP. Já, os dois terços restantes de K<sub>2</sub>O foram aplicados no 15° DAP.

Figura 8 – Adubação com superfosfato simples (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), Fortaleza, Ceará, 2013.



Foto realizada pela autora, 2013.

Com exceção do fósforo, todos os outros fertilizantes foram aplicados por meio da fertirrigação. Para isso, foi utilizado um volume de calda de 30 litros, suficiente para diluição dos fertilizantes e para a injeção da solução nutritiva, de forma que fosse alcançada uma adequada distribuição dos nutrientes na área cultivada. A taxa de injeção no sistema de irrigação foi  $90 \text{ L h}^{-1}$ . Após a fertirrigação, o sistema de irrigação continuava operando durante o tempo necessário para aplicação total da lâmina de irrigação, proporcionando lavagem das tubulações e reduzindo os riscos de entupimentos.

## **5.8 Delineamento experimental**

Foram conduzidos dois experimentos na área experimental, o primeiro se ateve no estudo da supressão da irrigação e o segundo no manejo da frequência de irrigação no cultivo da abobrinha;

### ***5.8.1 Supressão da irrigação;***

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, constituído por cinco tratamentos e quatro repetições. O numero total de blocos foram quatro, havendo cinco parcelas dentro do experimento da supressão. Cada parcela tinha uma área de  $3,6 \text{ m}^2$  ( $3,6 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ ), contendo seis plantas, espaçadas entre elas  $0,6 \text{ m}$ . As três primeiras fileiras de plantas do primeiro e do último bloco, as duas fileiras entre a separação dos blocos e a primeira e a última planta de cada linha lateral foram consideradas como bordadura. Portanto, cada parcela possuía quatro plantas úteis, que foram utilizadas para as análises experimentais. Os tratamentos foram casualizados dentro dos blocos de acordo com o sorteio efetivado (Figura 4).

### ***5.8.2 Frequência de irrigação;***

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, constituído por seis tratamentos e quatro repetições. O numero total de blocos foram quatro, havendo seis parcelas dentro do experimento da frequência de irrigação. Cada parcela tinha uma área de  $3,6 \text{ m}^2$  ( $3,6 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ ), contendo seis plantas, espaçadas entre elas  $0,6 \text{ m}$ . As três primeiras fileiras de plantas do primeiro e do último bloco, as duas fileiras entre a separação dos blocos e a primeira e a última planta de cada linha lateral foram consideradas como bordadura. Portanto, cada parcela possuía quatro plantas úteis, que foram utilizadas para as análises experimentais. Os tratamentos foram casualizados dentro dos blocos de acordo com o sorteio efetivado (Figura 4).

## 5.9 Descrição dos experimentos

### 5.9.1 Experimento I: Supressão da irrigação

A área total cultivada com a abobrinha utilizada nos dois experimentos foi correspondente a 272 m<sup>2</sup> (0,0272 ha), sendo a área utilizada no experimento de supressão da irrigação foi de 128 m<sup>2</sup> (0,0128 ha). A descrição dos tratamentos, os dias de supressão e a lâmina total de irrigação aplicada ao longo da cultura da abobrinha podem ser observados na Tabela 5, e pode-se observar o layout da disposição em campo dos cinco tratamentos e dos quatro blocos do experimento na Figura 09.

A escolha dos diferentes momentos da supressão da irrigação foi realizada em função do ciclo total da cultura, sendo a suspensão hídrica contabilizada a cada sete dias a partir do último dia do ciclo. Os tratamentos, em função do momento da supressão da irrigação, foram: S55 – supressão aos 55 dias (S55) após o plantio (DAP); S62 – supressão aos 62 DAP; S69 – supressão aos 69 DAP; S76 – supressão aos 76 DAP; S83 – sem supressão da irrigação (83 DAP). A lâmina de irrigação em todos os tratamentos correspondia a 100 % da ETo, obtida com a metodologia de Penman-Monteith (Equação 03).

Tabela 5 – Tratamentos, em função do momento da supressão da irrigação (dias após o plantio, DAP) e lâmina total de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2014.

Tratamento	Supressão (DAP)	Lâmina total de irrigação (mm)
S55	55	340,27
S62	62	376,47
S69	69	414,22
S76	76	442,39
S83	83 (sem supressão)	473,46

Figura 9 – Layout do experimento em função do momento da supressão da irrigação, contendo os tratamentos e os blocos, Fortaleza, Ceará, 2013.



### 5.9.2 Experimento II: Frequência de irrigação

A área utilizada no experimento da frequência de irrigação foi de 144 m<sup>2</sup> (0,0144 ha). A nomenclatura dos tratamentos, os intervalos de frequência de irrigação (em dias) e a lâmina total aplicada (em mm), em função do 100% da ETo, ao longo do experimento podem se observar na Tabela 6. A ETo foi obtida com base na equação de Penman-Monteith (Equação 03), e o tempo de irrigação foi calculado conforme a Equação 04.

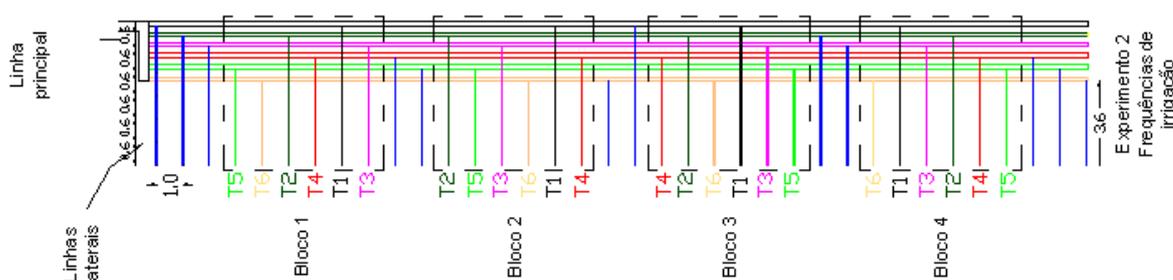
Os tratamentos adotados foram correspondentes à aplicação de água em diferentes frequências de irrigação, sendo: Fi<sub>1</sub> – irrigação diária; Fi<sub>2</sub> – a cada dois dias; Fi<sub>3</sub> – a cada três dias; Fi<sub>4</sub> - a cada quatro dias; Fi<sub>5</sub> - a cada cinco dias; Fi<sub>6</sub> - a cada seis dias (Tabela 06), com todos os tratamentos iniciando no 15º DAP.

Tabela 6 – Tratamentos do experimento com frequência de irrigação e lamina total de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2013.

Tratamento	Frequência de irrigação (dia)	Lâmina total aplicada (mm)
Fi <sub>1</sub>	1	398,79
Fi <sub>2</sub>	2	398,79
Fi <sub>3</sub>	3	398,79
Fi <sub>4</sub>	4	398,79
Fi <sub>5</sub>	5	398,79
Fi <sub>6</sub>	6	398,79

Para os tratamentos Fi<sub>2</sub>, Fi<sub>3</sub>, Fi<sub>4</sub>, Fi<sub>5</sub> e Fi<sub>6</sub> a quantidade de água aplicada correspondeu à ETo do período, ou seja, a evapotranspiração acumulada em 2, 3, 4, 5 e 6 dias, respectivamente. Na Figura 10, pode-se observar o layout da disposição em campo dos seis tratamentos e dos quatro blocos do experimento com frequência de irrigação.

Figura 10 – Layout do experimento com frequência de irrigação, contendo os tratamentos e os blocos, Fortaleza, Ceará, 2013.



Fonte: Autora, 2014.

## **5.10 Colheitas realizadas**

Os critérios para a seleção dos frutos foram os recomendados por Filgueira (2003).

### ***5.10.1 Experimento I: Supressão da irrigação***

A primeira colheita foi realizada no 35º dia após o plantio (DAP), sendo sucedida por outras sempre que eram identificados frutos no ponto de colheita, perdurando até o final do ciclo do cultivo, no 83º DAP.

### ***5.10.2 Experimento II: Frequência da irrigação***

A primeira colheita foi realizada no 35º dia após plantio (DAP), sendo sucedida por outras sempre que eram identificados frutos no ponto de colheita, perdurando até o final do ciclo do cultivo, no 66º DAP.

Após serem colhidos, os frutos foram levados para o Laboratório da Estação Meteorológica da Universidade Federal do Ceará, para serem analisadas as variáveis especificadas a seguir.

## **5.11 Variáveis analisadas**

### ***5.11.1 Número de frutos***

O número de frutos por planta foi obtido através de contagem simples dos mesmos, classificando-os em comerciais e não comerciais, de acordo com o padrão de qualidade mínima (CEAGESP, 2013).

### ***5.11.2 Massa do fruto***

A cada colheita realizada, os frutos eram pesados separadamente por planta e por tratamento, por meio de uma balança digital da marca Toledo, modelo 9091, com precisão de 0,5 g, apresentada na Figura 11.

Figura 11 – Balança digital para medição da massa do fruto de abobrinha, Fortaleza, Ceará, 2013.



Foto realizada pela autora, 2013.

### ***5.11.3 Produtividade***

A produtividade da abobrinha Caserta foi calculada multiplicando-se o número de frutos colhidos pela massa do fruto por planta e por tratamento. De posse da produtividade por planta e por tratamento, esta foi multiplicada pelo número de plantas por hectare para obtenção da produtividade, expressa em  $\text{kg ha}^{-1}$ .

### ***5.11.4 Diâmetro e comprimento do fruto***

Para a medição do diâmetro do fruto foi utilizado um paquímetro digital, modelo 144B 150 mm/200 mm 0,01/0005 – Mitutoyo (Figura 12), enquanto que para o comprimento do fruto foi utilizada uma régua graduada, ambos expressos em décimos de cm.

### ***5.11.5 Espessura da polpa***

A espessura da polpa do fruto de abobrinha foi obtida com o paquímetro digital descrito no item anterior, sendo expressa em mm (Figura 13).

Figura 12 – Medição do diâmetro do fruto de abobrinha, Fortaleza, Ceará, 2013.



Foto realizada pela autora, 2013.

Figura 13 – Medição da espessura da polpa do fruto de abobrinha, Fortaleza, Ceará, 2013.

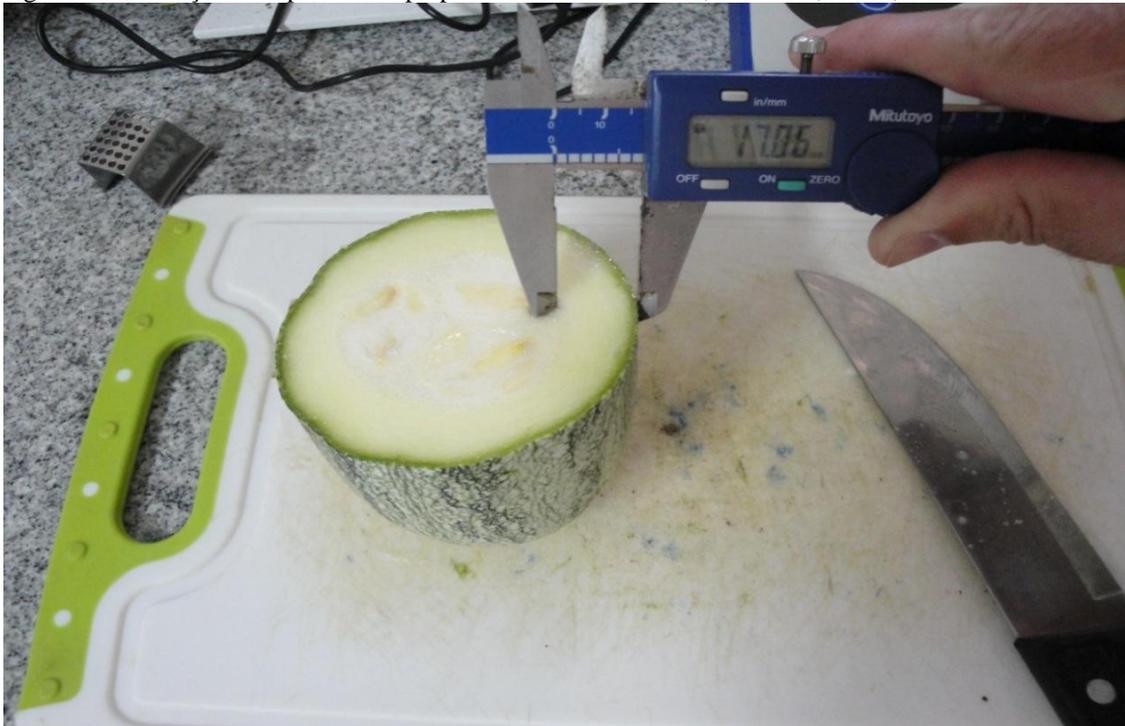


Foto realizada pela autora, 2013.

### 5.11.6 Sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis totais (SS) foi obtido por meio de um refratômetro digital, utilizando-se amostras de suco dos frutos de abobrinha, sendo utilizado funil de papel para evitar contato manual com a polpa, e os resultados foram expressos em °Brix (Figura 14).

Figura 14 – Refratômetro digital para medição dos sólidos solúveis dos frutos de abobrinha, Fortaleza, Ceará, 2013.



Foto realizada pela autora, 2013.

## 5.11 Análise estatística

Os dados das variáveis avaliadas foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 1 e 5% de probabilidade. Quando verificado efeito significativo na análise de variância, os dados obtidos nos diferentes tratamentos foram submetidos ao estudo de regressão, buscando-se ajustar equações com os modelos matemáticos que apresentaram melhores níveis de significância e maior valor de coeficiente de determinação ( $R^2$ ), utilizando-se para isso o software para análises estatísticas da Universidade Federal de Campina Grande ASSISTAT 7.6 e o Microsoft Office Excel (2007).

## 5.12 Análise econômica

Para realização da análise econômica, foram levantados os preços dos insumos em lojas agropecuárias de Fortaleza, no mês de setembro de 2013, e foi considerado o preço do quilograma do fruto de abobrinha que era praticado na compra pelos comerciantes da CEASA, Ceará. Para o custo referente à eletricidade, foi utilizado o preço do kW h<sup>-1</sup> rural, também da mesma época.

A partir da produtividade de cada tratamento, estimou-se a respectiva receita líquida, utilizando a planilha eletrônica adaptada de Souza (2006), a fim de se verificar o retorno econômico para o produtor. Já, o custo cultural (CC, em R\$ ha<sup>-1</sup>) foi calculado pela seguinte fórmula (Equação 05):

$$CC = SE + FE + AG + EE + OME + OMA \quad (05)$$

Em que:

- SE – sementes (R\$ ha<sup>-1</sup>);
- FE – fertilizantes (R\$ ha<sup>-1</sup>);
- AG – agrotóxicos (R\$ ha<sup>-1</sup>);
- EE - energia elétrica (R\$ ha<sup>-1</sup>);
- OME - operação mecanizada (R\$ ha<sup>-1</sup>);
- OMA - operação manual (R\$ ha<sup>-1</sup>).

Posteriormente, calculou-se o custo total (CT) de produção da abobrinha, com a Equação 06.

$$CT = CC + CA + EI + JC \quad (06)$$

Em que:

- CA - custos administrativos (R\$ ha<sup>-1</sup>);
- EI - equipamento de irrigação (R\$ ha<sup>-1</sup>);
- JC - juros sobre custeio anual (R\$ ha<sup>-1</sup>).

Por fim, com as Equações 07 e 08, foram calculadas a receita bruta, obtida com a produção de abobrinha, (RB, em R\$ ha<sup>-1</sup>), e a respectiva receita líquida (RL, em R\$ ha<sup>-1</sup>).

$$RB = PC \times \text{PREÇO} \quad (07)$$

$$RL = RB - CT \quad (08)$$

Em que:

- PC - produtividade comercial (R\$ ha<sup>-1</sup>);
- PREÇO – preço da abobrinha (R\$ ha<sup>-1</sup>);
- CT - custo total (R\$ ha<sup>-1</sup>).

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 Experimento I: Supressão da irrigação

O resumo da análise de variância em função dos diferentes momentos de supressão da irrigação, que foram avaliadas neste trabalho, está apresentado na Tabela 7. Verifica-se que as variáveis: massa do fruto (MF) e comprimento do fruto (CF) responderam significativamente a 1% ( $P < 0,01$ ), enquanto que a produtividade (PROD) foi significativa a 5% ( $P < 0,05$ ), à supressão da irrigação. As demais variáveis: sólidos solúveis (SS), diâmetro do fruto (DF), espessura da polpa (EP) e número de frutos (NF) não apresentaram diferença estatística.

Tabela 7 - Resumo da análise de variância para sólidos solúveis (SS), diâmetro fruto (DF), espessura da polpa (EP), número de frutos (NF), comprimento do fruto (CF), massa do fruto (MF), e produtividade (PROD) da abobrinha em função do momento da supressão da irrigação, Fortaleza, Ceará, 2013.

FV	GL	Quadrado Médio						
		SS	DF	EP	NF	CF	MF	PROD
Tratamento	4	1,16 <sup>ns</sup>	2,67 <sup>ns</sup>	1,13 <sup>ns</sup>	0,61 <sup>ns</sup>	7,67 <sup>**</sup>	12,47 <sup>**</sup>	4,02 <sup>*</sup>
Bloco	3	0,08 <sup>ns</sup>	6,16 <sup>**</sup>	1,70 <sup>ns</sup>	1,46 <sup>ns</sup>	3,13 <sup>ns</sup>	2,56 <sup>ns</sup>	3,20 <sup>ns</sup>
Resíduo	12	0,10	11,78	1,58	0,25	1,56	4,919	26.589.179
Total	19		-	-	-	-	-	-
CV(%)	-	10,83	4,71	8,13	28,05	5,54	11,37	27,37

\*\* significativo a 1% pelo teste F; \* significativo a 5% pelo teste F; <sup>ns</sup> não significativo pelo teste F.  
FV - Fonte de variação; GL - Grau de liberdade.

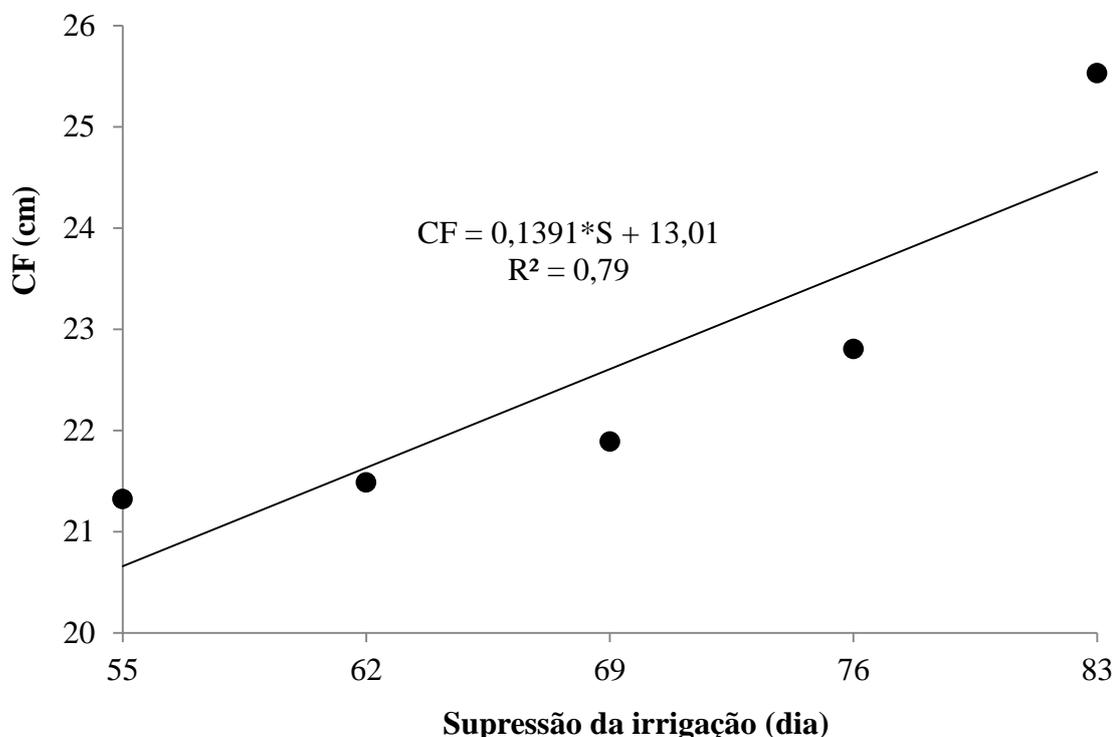
No que diz respeito às variáveis SS, DF, EP, NF, elas não diferiram estatisticamente, em função do momento da suspensão das irrigações. No entanto, observou-se que os menores valores, em termos absolutos, foram encontrados para o maior período de déficit hídrico, o que corresponde ao tratamento S55 (Supressão da irrigação aos 55 dias).

Para os sólidos solúveis, Dantas, Medeiros e Freire (2011) encontraram resultado diferente ao do presente trabalho. Os autores observaram efeito significativo para as características dos frutos de melão submetidos a diferentes déficits hídricos, quando obtiveram resposta linear para o SS, com o maior valor para os SS referente ao tratamento com menor déficit hídrico.

O comprimento do fruto foi afetado positivamente com o aumento do tempo em que a cultura recebeu irrigação, ou seja, quanto mais tarde foi aplicada a supressão, maior

resposta obteve-se no comportamento dessa variável, apresentado um comportamento linear crescente, com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,79 (Figura 15).

Figura 15 – Comprimento do fruto (CF) de abobrinha em função do momento da supressão da irrigação, Fortaleza, Ceará, 2013.



Sendo assim, a cultura da abobrinha, nas condições do estudo, teve pior desempenho com o tratamento de S55 (Supressão aos 55 dias). Ou seja, quanto maior disponibilidade de água à cultura, maior será o comprimento do fruto de abobrinha.

Bezerra *et al.* (2003), em Barbalha, Ceará, afirmam que na cultura do algodão, a supressão da irrigação afetou diretamente o comprimento da fibra. Freitas *et al.* (2010) e Pereira Filho *et al.* (2011), ambos avaliando o efeito de lâminas de irrigação em três cultivares de mamona, em Pentecoste, Ceará, observaram que o déficit hídrico também proporcionou menores valores de comprimento do racemo terciário, tendo o mesmo aumentado com o incremento da lâmina de irrigação aplicada.

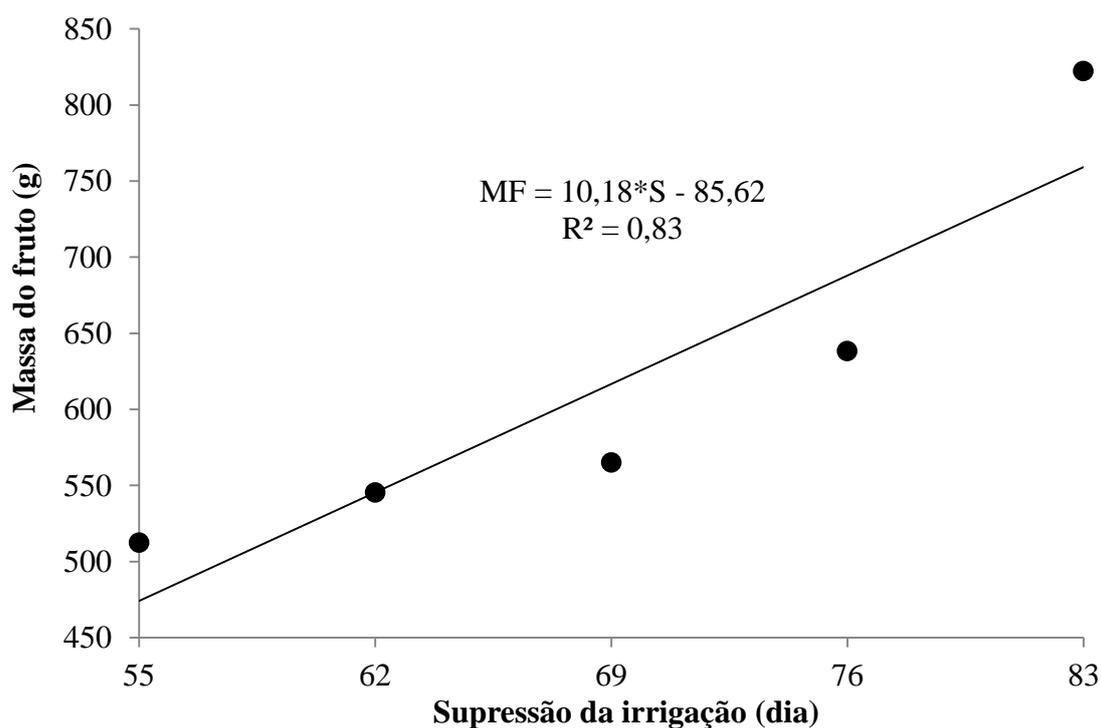
Janoude *et al.* (1993) afirmam que, para o cultivo do pepino, o déficit hídrico provoca uma diminuição da fotossíntese, em consequência do fechamento dos estômatos e da diminuição dos assimilados nas folhas, provocando uma mudança no ponto de compensação do  $CO_2$  e, conseqüentemente, reduzindo os aspectos produtivos da cultura. Da mesma forma, Araújo e Ferreira (1997) e Tasso Júnior, Marques e Nogueira (2004) afirmam que no cultivo do amendoim, o déficit hídrico provoca o fechamento dos estômatos, diminuindo a

assimilação de CO<sub>2</sub> e, conseqüentemente, as atividades fisiológicas das plantas, em especial o crescimento e a divisão das células, causando dificuldades na formação e na função dos nódulos. Tais afirmações podem explicar a redução do comprimento do fruto quando a planta foi submetida ao suprimento da irrigação mais precoce.

Por outro lado, Azevedo *et al.* (2011), trabalhando em condições de campo em Fortaleza, Ceará, observaram que os diferentes estresses hídricos do solo não afetaram estatisticamente o comprimento da vagem da feijão-de-corda de cor preta.

Para a variável massa do fruto de abobrinha foi observado comportamento similar, tendo a mesma apresentado crescimento linear crescente em função do momento da supressão da irrigação, com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,83. O menor desempenho correspondeu ao período onde ocorreu maior estresse hídrico (S55), ou seja, quando a supressão da irrigação ocorreu no 55° DAP (Figura16).

Figura 16 – Massa do fruto (MF) de abobrinha em função do momento da supressão da irrigação, Fortaleza, Ceará, 2013.



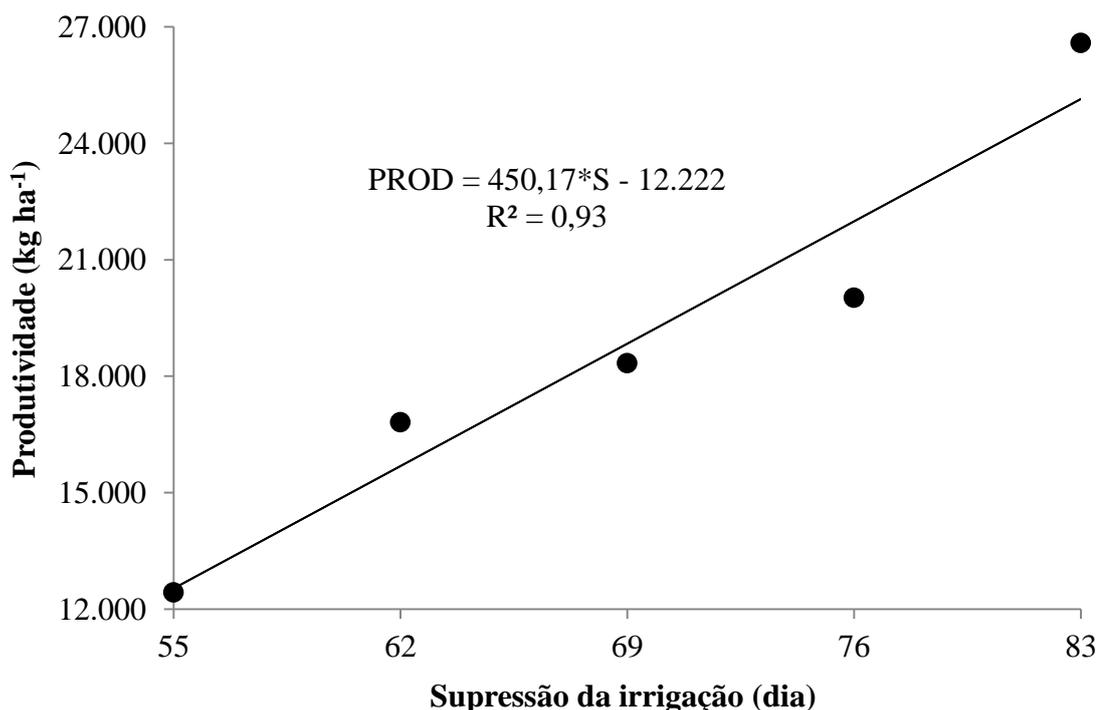
Comportamento semelhante ao do presente estudo, foi observado por outros autores, como Lima *et al.* (2013) que, avaliando o rendimento da pimenta cayenne em função das diferentes tensões de água no solo, observaram a redução da massa do fruto a medida que se aumentava o estresse hídrico. O mesmo comportamento foi observado por: Sousa *et al.* (2014) em amendoim; Bilibio *et al.* (2011) em canola e Martin-Vertedor *et al.* (2011) na

cultura da oliva. Todos esses autores constataram que à medida que o déficit hídrico era aumentado a planta a massa do fruto diminuía.

Segundo Epstein (2006), as plantas quando são expostas a situações de déficit hídrico exibem respostas fisiológicas que resultam de modo indireto, na conservação da água no solo, o que gera reposição de água para períodos posteriores, diminuindo a superfície transpiratória, no caso de perda de folhas, ou no simples fato de parar o crescimento foliar, reduzindo a área foliar e mantendo o peso da parte aérea.

Ao se analisar o efeito do momento da supressão da irrigação sobre a produtividade da cultura da abobrinha através da análise de regressão, constatou-se que o modelo que melhor se ajustou aos dados foi o linear crescente, com  $R^2$  de 0,93 (Figura 17). A produtividade é considerada, em muitos casos, a variável mais importante, pois se refere à rentabilidade do cultivo e à fonte de receita para os agricultores.

Figura 17 – Produtividade (PROD) da cultura da abobrinha em função do momento da supressão da irrigação, Fortaleza, Ceará, 2013.



Segundo os resultados desse experimento, a maior produtividade estimada para a cultura da abobrinha, 25.142 kg ha<sup>-1</sup>, seria obtida com o tratamento S83 (sem supressão da irrigação, aos 83 DAP). A produtividade média do cultivo foi de 20.149 kg ha<sup>-1</sup>. E, o pior desempenho foi apresentado com o tratamento S55, quando a supressão da irrigação ocorreu no 55º DAP, que implicou em um maior período de estresse hídrico.

Os resultados encontrados nesta pesquisa são semelhantes aos encontrados por Azevedo *et al.* (2014) que, ao trabalharem com a cultura do amendoim, em Fortaleza, Ceará,

observaram que a supressão da irrigação, em qualquer momento do ciclo de cultivo, inibiu os componentes de produção da cultura. Os resultados obtidos com o tratamento sem supressão da irrigação foram os mais expressivos.

A frequência e a intensidade do déficit hídrico são dois dos fatores que mais limitam a produção. Segundo Ortololani e Camargo (1987), sem se considerar os efeitos extremos, estas limitações são as responsáveis por 60 a 70% da variabilidade da produção de um cultivo. Carlesso (1995) afirma que o suprimento da água para os cultivos é determinado pela capacidade de resposta da planta na utilização da água armazenada no solo.

Em condições de campo, Lima *et al.* (2010) comprovaram que, na cultura do mamoeiro, a produtividade varia com a intensidade e o período de estresse hídrico. Duarte (2010), também, realizou a mesma afirmação quando avaliou a cultura do girassol, sendo o déficit hídrico apontado como principal fator de decréscimo na produtividade.

Araújo e Ferreira (1997) comprovaram que à medida que o amendoineiro era submetido a déficit hídrico, as variáveis de peso seco da parte aérea, área foliar e produtividade de grãos e vagens eram reduzidas.

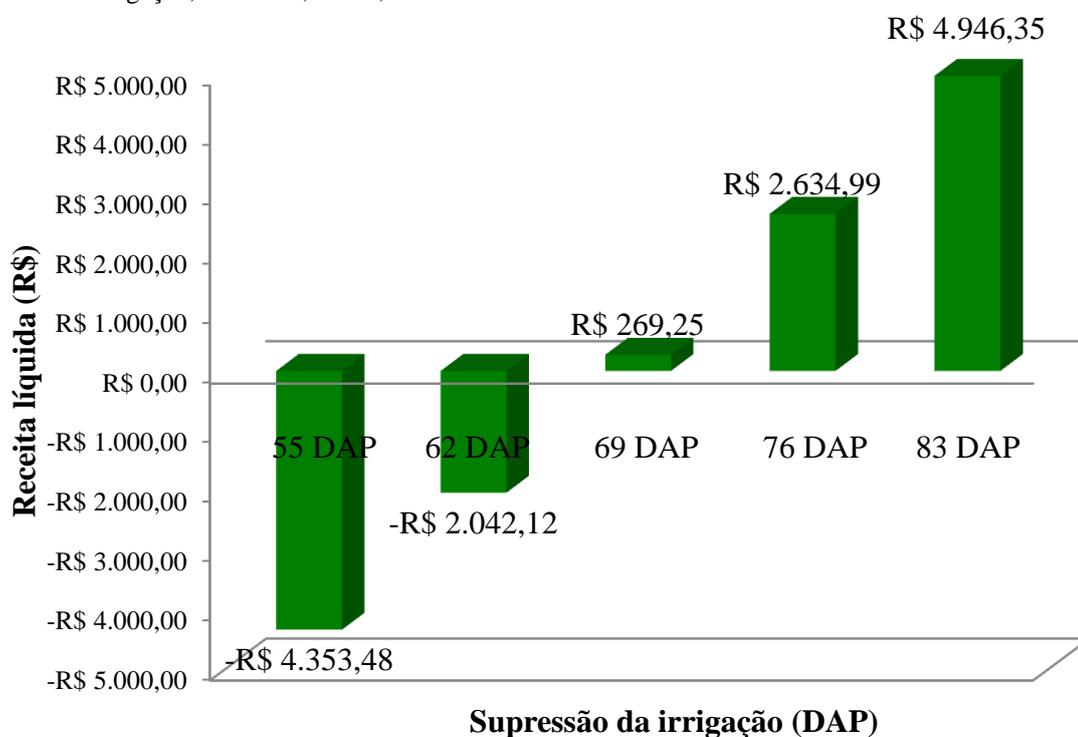
Solos argilosos com textura mais fina são capazes de reter água em maior quantidade, se comparados com solos de textura arenosa, devido à maior área superficial e ao menor tamanho de suas partículas, o que leva a um maior volume de poros (TAIZ; ZEIGER, 2004). Assim, baseado no fato de que o solo da área onde se realizou esse estudo apresenta classificação textural como areia franca, pode-se afirmar que a baixa capacidade de armazenamento de água foi crucial para a ocorrência de baixos valores das variáveis analisadas nos tratamentos com supressão da irrigação mais precoce.

Segundo Bergamaschi (1992), à medida que o solo vai secando, torna-se mais difícil às plantas retirarem água do mesmo, porque aumenta a força de retenção, diminuindo a disponibilidade de água no solo para as plantas. Segundo Freitas *et al.* (2010), caso a irrigação não seja bem conduzida, o agricultor pode causar irregularidades nos frutos, com consequente redução da produtividade.

### 6.1.1 Análise econômica

Observando a receita líquida resultante da análise econômica simplificada em função do momento de supressão da irrigação (Figura 18), pode-se perceber que, somente a partir do tratamento T3 (supressão da irrigação aos 69 DAP) é que se obteve receita líquida positiva, sendo o valor para esse tratamento de R\$ 269,25 por hectare. Observa-se, ainda, que a maior receita líquida, R\$ 4.946,35 por hectare, foi obtida quando se irrigou a cultura até o final do ciclo, ou seja, a cultura da abobrinha não sofreu estresse hídrico em nenhum dos seus estágios.

Figura 18 – Receita líquida, em reais (R\$), obtida com a cultura da abobrinha em função do momento da supressão da irrigação, Fortaleza, Ceará, 2013.



Pelos resultados observados, pode-se afirmar que é conveniente ao produtor realizar a irrigação na cultura até o final do ciclo para que o mesmo possa alcançar o maior valor de receita líquida, uma vez que, o suprimento da irrigação à apenas sete dias antes do final da colheita foi o suficiente para causar uma redução de 47% na receita obtida pelo agricultor, caindo de R\$ 4.944,35 para R\$ 2.634,99, por hectare.

## 6.2 Experimento II: Frequência de irrigação

O resumo da análise de variância, em função dos diferentes momentos de supressão da irrigação, que foram avaliadas neste trabalho, está apresentado na Tabela 8. Verifica-se que a massa do fruto (MF) respondeu significativamente a 1% ( $P < 0,01$ ), enquanto que a produtividade (PROD) foi significativa a 5% ( $P < 0,05$ ), à frequência de irrigação. As demais variáveis: sólidos solúveis (SS), diâmetro do fruto (DF), espessura da polpa (EP), número de frutos (NF) e comprimento do fruto (CF) não apresentaram diferença estatística.

Tabela 8 – Resumo da análise de variância para sólidos solúveis (SS), diâmetro do fruto (DF), espessura da polpa (EP), número de frutos (NF), comprimento do fruto (CF), massa do fruto (MF) e produtividade (PROD) da abobrinha em função da frequência de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2013.

FV	GL	Quadrado Médio						
		SS	DF	EP	NF	CF	MF	PROD
Tratamento	5	1,46 <sup>ns</sup>	0,70 <sup>ns</sup>	0,47 <sup>ns</sup>	1,25 <sup>ns</sup>	0,72 <sup>ns</sup>	5,49 <sup>**</sup>	3,59 <sup>*</sup>
Bloco	3	0,47 <sup>ns</sup>	0,86 <sup>ns</sup>	0,007 <sup>**</sup>	0,71 <sup>ns</sup>	0,40 <sup>ns</sup>	0,61 <sup>ns</sup>	0,90 <sup>ns</sup>
Resíduo	15	0,10	23,39	2,86	0,26	6,62	4.263	27.893.325
Total	23		-	-	-	-	-	-
CV(%)		9,91	7,02	11,32	24,70	11,36	12,59	29

\*\* significativo a 1% pelo teste F; \* significativo a 5% pelo teste F; <sup>ns</sup> não significativo pelo teste F; FV - Fonte de variação; GL - Grau de liberdade.

Apesar das variáveis SS, DF, EP, NF, CF não diferirem estatisticamente, em função da frequência de irrigação adotada, os menores valores absolutos foram encontrados para o maior turno de rega, sendo nesse caso a cada seis dias ( $F_{i6}$ ), enquanto que os maiores valores foram relacionados aos tratamentos com aplicação de água mais frequente. Tal fato indica a forte dependência da cultura por umidade constante na zona radicular e a baixa tolerância a déficit hídrico no solo, mesmo que por curto período de tempo.

Azevedo *et al.* (2005) observaram que os sólidos solúveis da polpa dos frutos de melancia, quando testaram cinco níveis de irrigação (25, 50, 75, 100 e 125 da evaporação do tanque de Classe “A”), diminuíam com o acréscimo de água aplicada à cultura. Também para melancia, Fernandes (2012) encontrou diferença significativa utilizando diferentes frequências de irrigação (100% de manhã, 100% de tarde, 50% de manhã e 50% de tarde, a cada dois dias, a cada três dias e a cada quatro dias) para as variáveis: produtividade comercial; massa; diâmetros polar e equatorial; espessura da casca e sólidos solúveis dos frutos. Os tratamentos com frequência de irrigação influenciaram significativamente todas as

variáveis, sendo que a irrigação diária (DMT - 50% de manhã e 50% de tarde) foi responsável pela maior produtividade ( $69,79 \text{ t ha}^{-1}$ ).

No que diz respeito ao diâmetro do fruto, Silva *et al.* (2013) realizaram um experimento sobre o cultivo de tomate com cinco taxas de reposição da evapotranspiração da cultura (33, 66, 100, 133 e 166%), obtendo um aumento linear do diâmetro com o acréscimo na aplicação de água ao tomateiro.

Campelo *et al.* (2014), testando seis frequências de irrigação no meloeiro em Cruz, Ceará, encontraram que, para a espessura da polpa, diâmetro equatorial e polar do fruto de melão, os melhores valores obtidos foram para frequências de irrigação diária. Frizzone, Gonçalves e Rezende (2008) afirmam que, para o pimentão amarelo submetido a diferentes potenciais matriciais (-15; -35; -50 e -65 kPa), a espessura da polpa também teve um resultado significativo, sendo o melhor resultado obtido na condição de menor estresse hídrico no solo.

Coelho, Simões e Lima (2010) testaram três frequências de irrigação (2, 3 e 4 dias de acumulação da  $ET_0$ ) no mamoeiro, cultivar Sunrise Solo, quando o comprimento do fruto não foi afetado pela frequência de irrigação.

Sousa *et al.* (2013) encontraram diferença significativa no número de vagens por planta na cultura do amendoim submetida a cinco frequências de irrigação. A relação do número de vagens por planta diminuiu à medida que o intervalo de irrigação era prolongado, fato semelhante ao observado nesse trabalho, onde mesmo não apresentando diferença estatística, observou-se redução do número de frutos com o aumento do intervalo entre as irrigações.

Para as variáveis: massa do fruto (Figura 19) e produtividade da abobrinha (Figura 20), em função das diferentes frequências de irrigação, constatou-se por meio da análise de regressão, que o modelo que melhor se ajustou aos dados foi o linear decrescente, com coeficientes de determinação ( $R^2$ ) de 0,90, em ambos os casos.

Com relação à massa do fruto, ela alcançou o maior valor estimado (616 g) com o tratamento com menor intervalo entre irrigações,  $Fi_1$  (irrigação diária). Enquanto que, o menor valor (421 g) foi relativo ao tratamento com maior intervalo entre as irrigações,  $Fi_6$  (irrigação a cada seis dias). Essa diferença, entre a maior e a menor massa do fruto, foi equivalente a 68% do valor encontrado com o melhor tratamento.

Figura 19 – Massa do fruto (MF) de abobrinha em função da frequência de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2013.

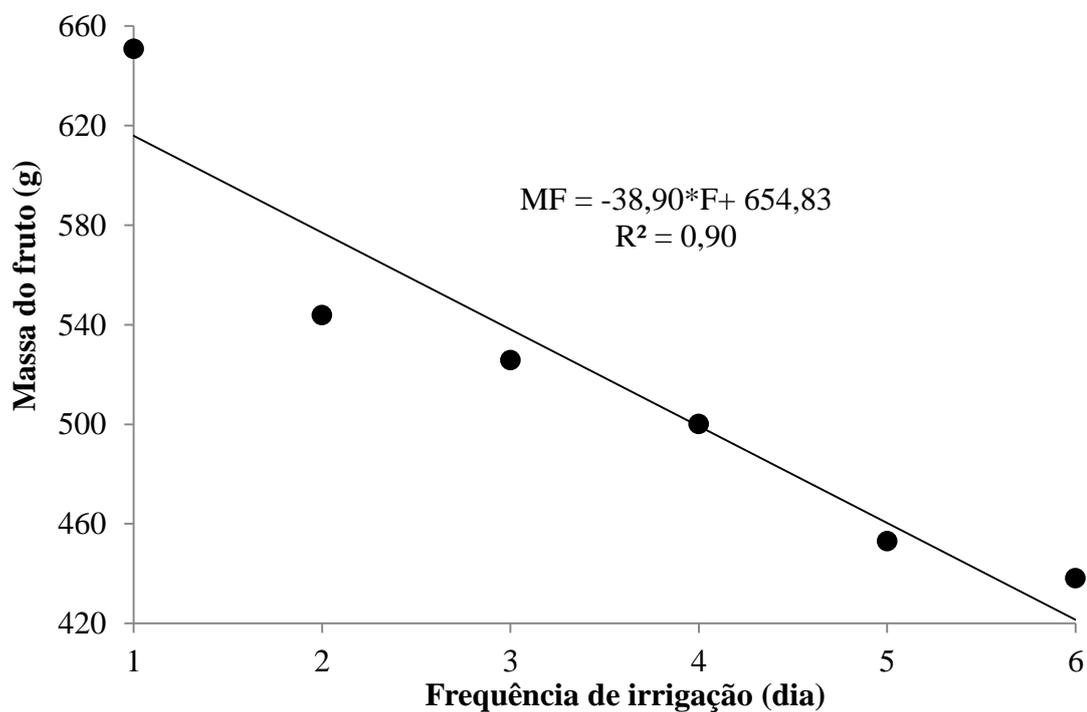
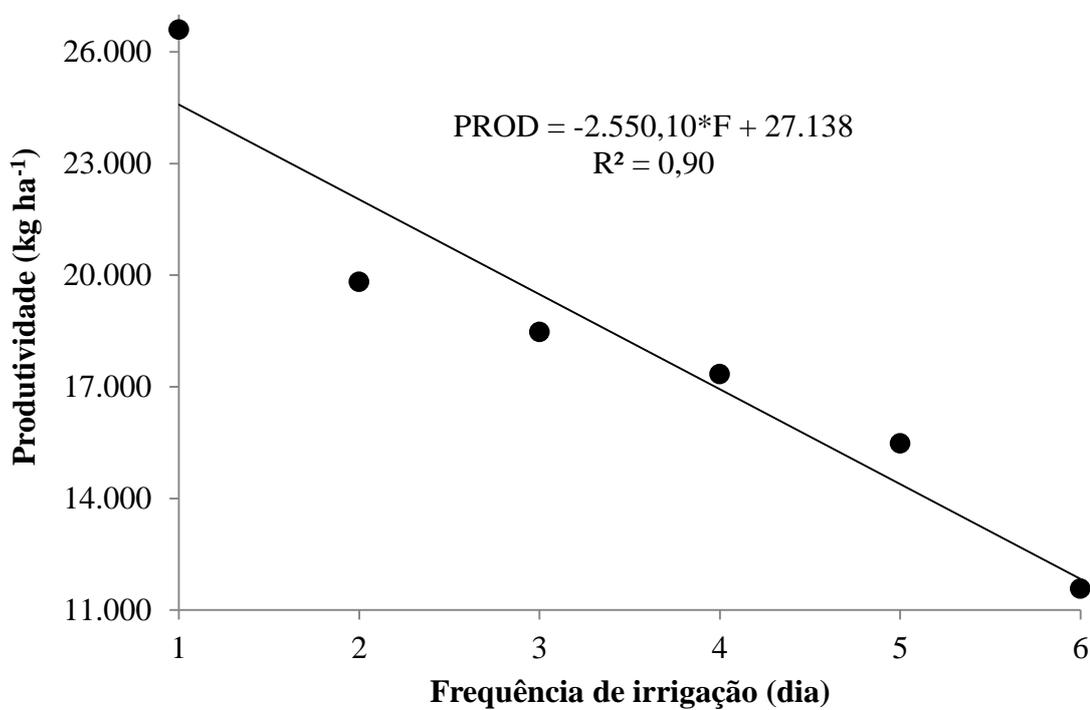


Figura 20 – Produtividade (PROD) da abobrinha em função da frequência de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2013.



A maior produtividade estimada nessa pesquisa, 24.588 kg ha<sup>-1</sup>, seria obtida com a frequência de irrigação diária (Fi<sub>1</sub>), o menor intervalo testado, e a menor produtividade foi

estimada em 11.837 kg ha<sup>-1</sup>, com o tratamento Fi<sub>6</sub>, que tinha o maior intervalo entre as irrigações, seis dias. Observou-se uma variação de 12.751 kg ha<sup>-1</sup>, entre a maior e a menor produtividade estimada para a cultura da abobrinha, sendo a menor produtividade equivalente a apenas 48% da maior produtividade estimada.

A redução observada na massa do fruto e na produtividade da abobrinha, quando os intervalos entre as irrigações eram maiores que um dia, pode estar atribuída a períodos com déficit hídrico ocorrido entre duas irrigações sucessivas (FERNANDES *et al.*, 2014). MIRANDA *et al.* (2004) afirmam que intervalos entre irrigações maiores que dois dias podem provocar um déficit hídrico nas plantas, possivelmente isso pode ser atribuído ao confinamento das raízes em um volume de solo limitado, com consideráveis reduções nas quantidades de água e nutrientes disponíveis para as plantas. Araújo e Ferreira (1997) e Tasso Júnior, Marques e Nogueira (2004) afirmaram que, para o amendoineiro, o déficit hídrico pode provocar o fechamento dos estômatos, diminuindo a assimilação de CO<sub>2</sub> e, conseqüentemente, as atividades fisiológicas das plantas, em especial o crescimento e divisão das células, e, por conseguinte, reduzindo a produtividade do cultivo.

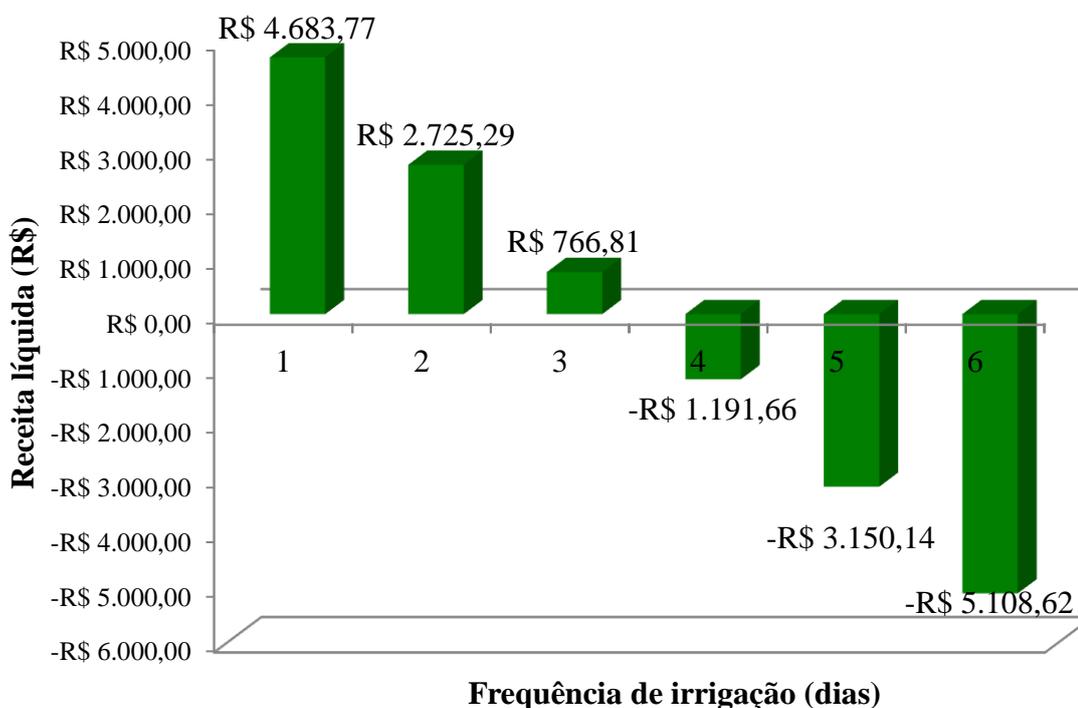
Taiz e Zeiger (2004) afirmam que a expansão ou alongamento celular é um processo dependente da sua turgescência, sendo extremamente ligado à disponibilidade de água para as plantas. Um dos processos fisiológicos mais sensíveis à deficiência hídrica é o crescimento celular, que afeta diretamente o crescimento e a produtividade das plantas (LARCHER, 2006). Bergamaschi (1992) afirma que uma baixa disponibilidade de água no solo pode provocar redução na área foliar, levando a uma diminuição da capacidade fotossintética da planta e reduzindo a taxa de crescimento e sua produção.

A realização de irrigações com baixa frequência e lâminas mais elevadas favorece a lixiviação de nutrientes e o surgimento de doenças, afetando o desenvolvimento e produção dos cultivos agrícolas (WENDLING; GATTO, 2002). Reichardt (1990) afirma que a água é retida no solo devido a fenômenos de capilaridade e adsorção, sendo que o principal fator responsável pela retenção de água no solo é a sua textura, uma vez que ela determina diretamente a área de contato entre as partículas sólidas e a água, assim como as proporções de poros de diferentes tamanhos. Ainda segundo o mesmo autor, quanto menor o tamanho dos poros maior deverá ser a retenção de água. Desta forma, os solos arenosos, por possuírem uma grande quantidade de macroporos e uma pequena quantidade de argila, apresentam baixa capacidade de retenção de água, fazendo com que irrigações com baixa frequência e lâminas elevadas não sejam adequadas, devido à percolação da água e a conseqüente lixiviação de nutrientes.

### 6.2.1 Análise econômica

Na Figura 21, pode-se observar a receita líquida resultante da análise econômica simplificada em função das diferentes frequências de irrigação testadas na cultura da abobrinha. Percebe-se que o tratamento com aplicação de água mais frequente ( $Fi_1$ ) é aquele que deve proporcionar o maior valor de receita líquida para o produtor (R\$ 4.683,77 ha), sendo esta reduzida à medida que se elevou o intervalo entre as irrigações, de forma que, a partir do tratamento  $Fi_4$  (irrigação a cada quatro dias) a receita líquida passou a ser negativa alcançando o menor valor (-R\$ 5.108,62 ha) com o tratamento  $Fi_6$  (irrigação a cada seis dias).

Figura 21 – Receita líquida, em reais (R\$), obtida com a cultura da abobrinha em função da frequência de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2013.



Resultado semelhante foi observado por Fernandes *et al.* (2014) para a cultura da melancia. Os autores obtiveram maior receita líquida (R\$ 4.759,44 ha) para o tratamento com menor intervalo entre irrigações (frequência de irrigação diária), esse valor ficou próximo do maior valor obtido para a receita líquida nesta pesquisa.

De acordo com Andrade Júnior *et al.* (2001), em regiões áridas e semiáridas, onde há limitação da água, a frequência de irrigação deve ser considerada no planejamento da irrigação, sendo necessária a otimização dos recursos hídricos disponíveis, objetivando a maximização da receita líquida por unidade de volume de água aplicado. Assim, analisando o

comportamento da receita líquida, pode-se afirmar que a estratégia de adotar frequência de irrigação diária constitui-se na melhor estratégia de manejo para produtor agrícola, uma vez que, o aumento de apenas um dia, passando o intervalo de irrigação para dois dias, ocasionaria uma redução de 42% na receita líquida.

## **7 CONCLUSÕES**

### **7.1 Conclusões do experimento I: Supressão de irrigação**

A supressão da irrigação, em todos os momentos testados, provocou a redução do comprimento do fruto, da massa do fruto e da produtividade da cultura da abobrinha nas condições estudadas.

O tratamento onde a irrigação não foi suprimida promoveu a maior produtividade da cultura da abobrinha (25.142 kg ha<sup>-1</sup>), proporcionando também a maior receita líquida para os agricultores, estimada em R\$ 4.946,35 por hectare.

### **7.2 Conclusões do Experimento II: Frequências de irrigação**

O aumento do intervalo entre as irrigações provocou redução da massa do fruto e da produtividade da cultura da abobrinha nas condições deste estudo.

A frequência de irrigação diária promoveu a maior produtividade da cultura da abobrinha (24.588 kg ha<sup>-1</sup>), sendo também responsável pelo maior retorno econômico para o produtor agrícola, com receita líquida de R\$ 4.683,77 por hectare.

## REFERÊNCIAS

AL-HARBI, A. R.; AL-OMRAN, A. M.; SHETA, A. S.; FALATAH, A. M. Effects of growing media and water regimes on growth, yield and water use efficiency of squash (*Cucurbita pepo*). **Acta Horticulturae**, v. 697, p.231-241, 2005.

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S. ; RAES, D.; SMITH, J. **Evapotranspiration del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos**. Roma: FAO, 2006. 298 p. (Estudio Riego e Drenaje Paper, 56).

AMARO, G. B. **Abobrinha**, Globo Rural, 2009. Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/GloboRural/0,6993,EEC1703472-4529,00.html>>. Acesso em: 15 mar 2014.

ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; FRIZZONE, J. A.; BASTOS, E. A.; CARDOSO, M. J.; RODRIGUES, B. H. N. Estratégias ótimas de irrigação para a cultura da melancia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 2, p. 301-305, 2001.

ARAÚJO, W. F.; FERREIRA, L. G. R. Efeito do déficit hídrico durante diferentes estádios do amendoim. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, n.5, 1997.

ÁVILA, A. C. de; REIS, A. **Doenças do meloeiro (*Cucumis melo*) causadas por vírus**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007. (Circular Técnica, 54).

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1999. 153 p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).

AZEVEDO, B. M. de; BASTOS, F. G. C.; VIANA, T. V. de A.; RÊGO, J. de L.; D'ÁVILA, J. H. T. Efeitos de níveis de irrigação na cultura da melancia. **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, n. 1, p. 9-15, 2005.

AZEVEDO, B. M. de.; FERNANDES, C. N. V.; PINHEIRO, J. A.; BRAGA, E. S.; CAMPELO, A. R.; VIANA, T. V. A.; CAMBOIM NETO, L. F.; MARINHO, A. B. Efeitos de lâminas de irrigação na cultura do feijão *vigna* de cor preta, **Agropecuária Técnica**, v. 32, n. 1, p 152–159, 2011.

AZEVEDO, B. M. de; SOUSA, G. G. de; PAIVA, T. F. P.; MESQUITA, J. B. R. de; VIANA, T. V. de A. Manejo da irrigação na cultura do amendoim. **Magistra**, v. 26, n. 1, p. 11-18, 2014.

BERGAMASCHI, H. Desenvolvimento de déficit hídrico em culturas. In: BERGAMASCHI, H. **Agrometeorologia aplicada à irrigação**. Porto Alegre: UFRGS, Ed. Universidade, 1992. p.25-32.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8 ed. Viçosa: Ed. UFV, 2009. p. 23-625.

BEZERRA, J. R. C.; LUZ, M. J. D. S.; PEREIRA, J. R.; DIAS, J. M.; DOS SANTOS, J. W.; SANTOS, T. D. S. Rendimento e qualidade da fibra do algodoeiro herbáceo em diferentes épocas de interrupção da irrigação. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.7, n. 2-3, 2003.

BILIBIO, C.; CARVALHO, J. A.; HENSEL, O.; RICHTER, U. Effect of different levels of water deficit on rapeseed (*Brassica napus* L.) crop. **Revista Ciência e Agrotecnologia**. v. 35, n. 4, p. 672-684, 2011.

CAMARGO, L. S. **As hortaliças e seu cultivo**. Campinas: Fundação Cargill, 3ª ed., 252p., 1992.

CAMPELO, A. R.; AZEVEDO, B. M. de; NASCIMENTO NETO, J. R. do; VIANA, T. V. A.; PINHEIRO NETO, L. G. Manejo da cultura do melão submetida a frequências de irrigação e fertirrigação com nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 2, 2014.

CARLESSO, R. Absorção de água pelas plantas: água disponível versus extraível e a produtividade das culturas. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, n.1, p.183-188,1995.

CARPES, R. H., **Variabilidade da fitomassa de abobrinha italiana e de tomate e o planejamento experimental**. 2008. 92f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2008.

CARPES, R. H.; LÚCIO, A. D.; STORCK, L.; LOPES, S. J.; ZANARDO, B.; PALUDO, A. L. Ausência de frutos colhidos e suas interferências na variabilidade da fitomassa de frutos de abobrinha italiana cultivada em diferentes sistemas de irrigação. **Revista Ceres**, v.55, p.590-595, 2008.

CARVALHO, L. C. C. de; BEZERRA, F. M. L.; CARVALHO, M. A. R. de; Evapotranspiração e coeficientes de cultivo da melancia sem sementes. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 01, p. 53-59, 2007.

CEAGESP - Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo. **Padrão mínimo de qualidade**. 2013. Disponível em:  
<<http://www.hortibrasil.org.br/jnw/images/stories/biblioteca/padraominimo/ficha%20da%20abobrinha.pdf>>. Acesso em: 18 mar 2013.

CERMEÑO, Z. S. **Estufas – instalações e manejo**. Lisboa: Litexa, 1990. 355p.

CHRISTIANSEN, J. E. **Irrigation by sprinkling**. Berkeley: California Agricultural Experimental Station, 1942. 124p. (Bulletin, 670).

COELHO, E. F.; SIMÕES, W. L.; LIMA, D. M. de. Crescimento e produtividade do mamoeiro cultivar Sunrise solo sob irrigação nos tabuleiros costeiros da Bahia. **Magistra**, v. 22, n. 2, p. 96-102, 2010.

COUTO, L.; COSTA, E. F.; VIANA, R. T. **Efeito do veranico sobre a produção de cultivares de milho** In: Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo 1980-1984. Sete Lagoas, MG: EMBRAPA-CNPMS. p.77-78, 1986.

DANTAS, D. da C.; MEDEIROS, J. F. de; FREIRE, A. G. Produção e qualidade do meloeiro cultivado com filmes plásticos em respostas à lâmina de irrigação. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 652-661, 2011.

DECKER-WALTERS, D. S.; STAUB, J. E.; CHUNG, S. M.; NAKATA, E.; QUEMADA, H. D. Diversity in free-living populations of *Cucurbita pepo* (Cucurbitaceae) as assessed by random amplified polymorphic DNA. **Systematic Botany**, v. 27, n. 1, p. 19-28, 2002.

DELGADO-GONZALEZ, J. **El cultivo de calabacín en el Levante de Almería. Técnicas de producción de frutas y hortalizas en los cultivos protegidos**. Instituto la Rural 3, p. 55-98, 1999.

DOMINGUEZ, J. M. S.; AVILA, E. C.; VELEZ, O. L. P.; NAVARRO L. A. A.; LÓPEZ J. F. F. Respuesta del cultivo de sandía al potencial del agua en el suelo. **Revista de Fitotecnia Mexicana**. v. 25, n. 2, p. 127-133, 2002.

DUARTE, J. M. L. **Diferentes níveis de suspensão hídrica aplicadas a cultura do girassol na região de Russas, CE**, 2010. 45f. (Curso de Graduação em Agronomia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA HORTALIÇAS (EMBRAPA). Brasília: **Catálogo brasileiro de hortaliças**, 2010. 60p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas**. 1. ed. Planta. Londrina, 2006, 401p.

FAO (Roma, Italy). **Agricultural production, primary crops**. 2012. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Acesso em 18 abr 14.

FERNANDES, C. N. V. **Frequência de irrigação e de fertirrigação com nitrogênio e fósforo na cultura da melancia**. 2012, 79f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

FERNANDES, C. N. V.; AZEVEDO, B. M. de; NASCIMENTO NETO, J. R. do; VIANA, T. V. de A.; CAMPELO, A. R. Desempenho produtivo e econômico da cultura da melancia submetida a diferentes turnos de rega. **Irriga**, v. 19, n. 1, p. 149-159, 2014.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2ª ed. revisada e ampliada. Viçosa: UFV, 412p., 2003.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**. 3.ed, Ed. UFV, 2012. 421p.

FREITAS, C. A. S.; BEZERRA, F. M. L.; SILVA, A. R. A.; PEREIRA FILHO, J. V.; FEITOSA, D. R. C. Comportamento de cultivares de mamona em níveis de irrigação por gotejamento em Pentecoste, CE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 10, p.1059-1066, 2010.

FRIZZONE, J. A.; GONÇALVES, A. C. A.; REZENDE, R. Produtividade do pimentão amarelo, *Capsicum annuum* L., cultivado em ambiente protegido, em função do potencial mátrico de água no solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 23, p. 1111-1116, 2008.

GHEYI, H.R.; MEDEIROS, J.F.; BATISTA, M.A.F. Prevenção, manejo e recuperação dos solos salinos e sódicos. Curso de Especialização em Irrigação e Drenagem. Mossoró: ESAM, 1991. 56p. Apostila.

GOMES, H. P. **Engenharia de irrigação** – Hidráulica dos sistemas pressurizados - Aspersão e gotejamento. 3. ed. Campina Grande: Ed.UFPB, 1999. 411p.

HARGREAVES, G. H.; SAMANI, Z. A. Economic considerations of deficit irrigation. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v. 110, n. 4, p. 343-358, 1984.

JANOUDI, A. K.; WIDDERS, I. E.; FLORE, J. A. Water deficits and environmental factors affect photosynthesis in leaves of cucumber (*Cucumis sativus*). **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 118, n. 3, p. 366-370, 1993.

KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design**. Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation, 133 p. 1975.

KLOSOWSKI, E. S.; LUNARDI, D. M. C.; SANDANIEL, A. Determinação do consumo de água e do coeficiente de cultura da abóbora na região de Botucatu, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.3, n.3, p.409-412, 1999.

KOPPEN, W. **Dieklimate dererde-grundrib der kimakunde**. Berlin, Walter de gruyter verlag, 1923.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. 2 ed. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2006. 550p.

LEÓN, J. **Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales**. San José, Costa Rica: IICA, 1987. 487p.

LIMA JÚNIOR, J. A.; PEREIRA, G. M.; GEISENHOF, L. O.; COSTA, G. G.; REIS, R. P.; OLIVEIR, L. F. C. Avaliação econômica da produção de alface americana em função de lâminas de irrigação. **Engenharia Agrícola**, v. 35, n. 2, p. 392-398, 2011.

LIMA, A. D.; VIANA, T. V. A.; MARINHO, A. B.; NOBRE, J. A. G.; FEITOSA, D. R. C. AZEVEDO, B. M. de. Efeitos de diferentes épocas de estresse hídrico sobre a cultura da mamoneira. **Agropecuária Técnica**, v. 31, n.1, p.41-48, 2010.

LIMA, E. M. D. C.; CARVALHO, J. D. A.; REZENDE, F. C.; THEBALDI, M. S.; GATTO, R. F. Rendimento da pimenta cayenne em função de diferentes tensões de água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 17, n.11, p.1181-1187, 2013.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação, princípios e métodos**. 3 ed, Ed. UFV. 2009. 355p.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. Frequência de irrigação por gotejamento durante o estágio vegetativo do tomateiro para processamento industrial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 7, p.661-666, 2005.

MARTIN-VERTEDOR, A. J.; RODRIGUES, J. M. P.; LOSADA, H. P.; CASTIEL, E. F. Interactive responses to water deficits and crop load in olive (*Olea europaea L.*, cv. *Morisca*). II: Water use, fruit and oil yield. **Agricultural Water Management**, n. 98, p. 950-858, 2011.

MIRANDA, F. R de; OLIVEIRA, J. J. G.; SOUZA, F. de. Evapotranspiração máxima e coeficientes de cultivo para a cultura da melancia irrigada por gotejamento. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 35, n. 1, p. 36-43, 2004.

ORTOLANI, A. A.; CAMARGO, M. B. P. **Influência dos fatores climáticos na produção**. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. Ecofisiologia da produção agrícola. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato, 1987. p.71-100.

PAIVA, A. S.; FERNANDES, E. J.; RODRIGUES, T. J. D.; TURCO, J. E. P. Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido a diferentes regimes de irrigação. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n.1, p.161-169, 2005.

PEREIRA FILHO, J. V.; BEZERRA, F. M. L.; SILVA, A. R. A. da; FREITAS, C. A. S.;

PUIATTI, M.; SILVA, D. J. H. **Abóboras e morangas**. In: FONTES, P. C. R. (Ed.). Olericultura: teoria e prática. Viçosa: DFT - Setor de Olericultura (UFV), 2005. p. 279-297.

RECHE, M. J. **Cultivo de calabacín en invernadero**. Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas de Almería. 1997. 213p.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**, Ed. Manole LTDA, Piracicaba, 1990, 188p.

ROBINSON, R. W.; DECKER-WALTERS, D. S. **Cucurbits**. Cambridge: CAB International, 1999. 226p.

ROMANO, C. M.; STUMPF, E. R. T.; BARBIERI, R. L.; BEVILAQUA, G. A. P.; RODRIGUES, W. F. **Polinização manual em abóboras**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 27 p. (Documentos Embrapa, 225).

SILVA, J. M. da; FERREIRA, R. S.; MELO, A. S. de; SUASSUNA, J. F.; DUTRA, A. F.; GOMES, J. P. Cultivo do tomateiro em ambiente protegido sob diferentes taxas de reposição da evapotranspiração. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 1, p. 40-46, 2013.

SILVA, M. L. S. Growth, gas exchange and yield of peanut in frequency of irrigation. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 1, p. 27-33, 2013.

SILVA, V. G. F.; ANDRADE, A. P.; FERNANDES, P. D.; SILVA, I. F.; AZEVEDO, C. A. V.; ARAÚJO, J. S. Productive characteristics and water use efficiency in cotton plants under different irrigation strategies. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n. 05, p.451-457, 2010.

SOUSA, C. C. M.; SANTOS, P. B. Desempenho produtivo da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio, no Vale do Curú, CE. **Agropecuária Técnica**, v. 32, n. 1, p 115–124, 2011.

SOUSA, G. G. de; AZEVEDO, B. M. de, LIMA, R. H.; SILVA, J. E. da; VIANA, T. V. A. Growth and yield of peanut with diferent irrigation levels applied by drip irrigation. **Irriga**, v. 19, n. 2, p. 186-195, 2014.

SOUSA, M. A.; LIMA, M. D. B; SILVA, M. V. V; ANDRADE, J. W. S. Estresse hídrico e profundidade de incorporação do adubo afetando os componentes de rendimento do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. V.39, n.2, p. 175-182, 2009.

SOUSA, V. F.; COÊLHO E. F.; SOUZA, V. A. B. Frequência de irrigação em meloeiro cultivado em solo arenoso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 4, p. 659-664, 1999.

SOUZA, D. L. R. **Estudo das vantagens competitivas do melão no Ceará**. Fortaleza: Instituto Agropólos, 2006. 56 p

SOUZA, I. H.; ANDRADE, E. M. **Manejo da irrigação**. In: Andrade, E. M.; Pereira, O, J.; Dantas, F. E. R. (Eds). *Semiárido e manejo dos recursos naturais: uma proposta de uso adequado do capital natural*. Fortaleza, p. 239-260, 2010.

SOUZA, J. L. de; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**, 2 ed. Viçosa: Ed. Aprenda Fácil, 2011. 843p.

TAIZ, L.; ZIEGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TASSO JR, L. C. MARQUES, M. O.; NOGUEIRA, G. A., L. **A cultura do amendoim**. 1. ed. Jaboticabal: UNESP, 2004. 218 p.

TEPPNER, H. Notes on lagenaria and cucurbita (Cucurbitaceae) – Review and new contributions. **Phyton**, v. 44, p. 245-308, 2004.

VITTI, G. C., BOARETTO, A. E., Fertilizantes fluidos. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE FERTILIZANTES FLUIDOS. Piracicaba: Potafós. 1993. 1994.

WENDLING, I.; GATTO, A. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002. 166 p.