

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
CURSO DE MESTRADO EM IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

MARCIO DAVY SILVA SANTOS

**RENDIMENTO DA ABÓBORA SOB DOIS MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO, DUAS
QUALIDADES DE ÁGUA E DIFERENTES NÍVEIS DE POTÁSSIO**

FORTALEZA-CE
2011

MARCIO DAVY SILVA SANTOS

**RENDIMENTO DA ABÓBORA SOB DOIS MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO, DUAS
QUALIDADES DE ÁGUA E DIFERENTES NÍVEIS DE POTÁSSIO**

Dissertação submetida à Coordenação do
Curso de Pós-Graduação em Engenharia
Agrícola da Universidade Federal do Ceará
como requisito parcial para a obtenção do
grau de Mestre em Irrigação e Drenagem.

Orientador: Ph.D. Renato Sílvio da Frota Ribeiro

**FORTALEZA-CE
2011**

MARCIO DAVY SILVA SANTOS

RENDIMENTO DA ABÓBORA SOB DOIS MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO, DUAS
QUALIDADES DE ÁGUA E DIFERENTES NÍVEIS DE POTÁSSIO

Dissertação submetida à Coordenação do
Curso de Pós-Graduação em Engenharia
Agrícola da Universidade Federal do Ceará
como requisito parcial para a obtenção do
grau de Mestre em Irrigação e Drenagem.

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Renato Sílvio da Frota Ribeiro, PhD. (Orientador)
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Raimundo Nonato Távora Costa (Co-Orientador)
Universidade Federal de Ceará – UFC

Dr. Almiro Tavares Medeiros (Conselheiro)
Universidade Federal do Ceará – UFC

À minha família, pela paciência, tolerância e principalmente compreensão,
pelos momentos em que estive ausente.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, responsável pelo ser que sou e por me ajudar nesse percurso da minha caminhada pelo conhecimento;

A Universidade Federal do Ceará, ao Departamento de Engenharia Agrícola onde passei momentos prazerosos durante a minha vida acadêmica;

Ao professor Renato Sílvio da Frota Ribeiro por sua contribuição no enriquecimento do saber bem como a sua dedicação e o seu companheirismo.

Ao professor Raimundo Nonato Távora Costa por sua contribuição no enriquecimento do saber bem como a sua dedicação e o seu companheirismo.

Ao CNPq, pela contribuição da bolsa de estudo;

Aos Amigos Haroldo, Olavo, Daniele, Lourenço e principalmente aos amigos de turma pelo seu companheirismo.

A minha esposa Meire, por me dar força, coragem e amor.

Aos meus pais Cláudio e Eliane por acreditar em mim e no meu saber.

Ao meu filho Antônio Cauã por ser compreensivo na minha ausência.

A minha irmã Rebeca, pelo companheirismo.

Ao meu Avô Valdemiro, a minha avó Jucilene e a minha tia Isabel pela contribuição na minha formação.

Ao meu avô Almir (in memoriam) e a minha avó Maristela (in memoriam).

Ao grupo de pesquisa GPEAS-Semiárido pelo apoio logístico possibilitando a realização deste trabalho.

Aos funcionários da Fazenda Experimental Vale do Curu (FEVC), em Pentecoste-CE; Calixto, Ironildo, Nicolau, Roberto, Socorro, Zé Hamilton e ao Diretor Valmir pelo apoio nos dados para realização deste trabalho e ainda o meu muito obrigado ao senhor Sebastião e família pelo apoio na condução para a FEVC.

Não se mede o valor de um homem pelas suas roupas ou pelos bens que possui. O verdadeiro valor do homem é o seu caráter, suas idéias e a nobreza dos seus ideais.

(Charlie Chaplin)

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de dois níveis de salinidade utilizando água de poço e de canal e doses de potássio aplicadas em sistemas de irrigação por sulco e por gotejamento, na produção e qualidade dos frutos das culturas da abóbora. O trabalho foi conduzido em uma área de 64 m x 55 m localizado no Setor D, Lote 59 do Perímetro Irrigado Curu Pentecoste, pertencente ao Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS. Os lotes agrícolas de 4,0 ha irrigados ou de sequeiro são de uso dos agricultores de base familiar com predominância das culturas do coqueiro e da bananeira. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados com cinco parcelas subdivididas e sete repetições, considerando trinta e cinco plantas por parcela e três plantas úteis por subparcela. O tratamento primário consistia de três manejos de irrigação baseados na evaporação do Tanque Classe A (ECA), o secundário consistia de cinco níveis de adubação potássica. Os parâmetros avaliados como peso médio, diâmetro e número de frutos serviram para reforçar o uso da irrigação por gotejamento utilizando água de canal em substituição à irrigação por sulcos. Foram estabelecidas produtividade e qualidade da cultura da abóbora em diversos níveis dos fatores de manejo da irrigação e adubo potássico. Os resultados obtidos permitiram as seguintes conclusões: O número de frutos por planta foi determinante na produtividade da cultura da abóbora, sendo que os maiores valores médios de produtividade e de eficiência de uso da água foram obtidos através do sistema de gotejamento com água do canal. O decréscimo de 10% na produtividade média da abóbora com o sistema de gotejamento com água do poço, comparativamente, ao sistema de gotejamento com água do canal é atribuída à condutividade elétrica da água do poço, superior em 54% à água do canal de irrigação. A cultura da abóbora utilizando o sistema de gotejamento com água do canal apresentou um incremento na receita líquida acumulada de 11% e 232%, se comparada ao cultivo da abóbora irrigada por gotejamento com água do poço e irrigada por sulcos com água do canal, respectivamente.

Palavras Chaves: *Cucurbita moschata*; Produtividade; Adubação potássica.

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the effect of two levels of salinity using well and channel water and levels of potassium applied in furrow and drip irrigation systems on yield and quality of pumpkin fruit. The work was conducted in an area of 64 m x 55 m located in Sector D, Lot 59 of the Curu Pentecoste Irrigated Perimeter, of the Departamento Nacional de Obras contra as Secas - DNOCS. The perimeter comprehends agricultural plots of 4.0 ha irrigated or rainfed, with a predominance of the cultures of coconut and banana. The experimental design was two-factor randomized complete-block, with thirty and five plants per plot and three plants per subplot. The primary factor consisted of three irrigation management based on Class A pan evaporation (ECA). The secondary factor consisted of five levels of potassium. It was established productivity and crop quality at various levels of management factors on irrigation and levels of potassium. The parameters evaluated were weight, diameter and number of fruits. The results allowed the following conclusions: The number of fruits per plant was determining the productivity of the pumpkin, with the highest average values of productivity and efficiency of water use were obtained through the drip system with canal water. The 10% decrease in average productivity of the pumpkin with the drip of water from the well compared to the drip of water in the channel is assigned to the electrical conductivity of well water, 54% higher than the canal water irrigation. The pumpkin crop using drip water channel showed an increase in net revenues of 11% and 232%, compared to the cultivation of pumpkin drip irrigated with well water and furrow irrigated with canal water, respectively.

Keywords: *Cucurbita moschata*; Productivity, Potassium compost.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| 01 Fases da irrigação por superfície | 30 |
| 02 Vista da área experimental no Perímetro Irrigado Curu-Pentecoste | 33 |
| 03 Espaçamento da cultura | 35 |
| 04 Preparação da área | 35 |
| 05 Fita gotejadora | 36 |
| 06 Sistema de bombeamento da água de poço | 37 |
| 07 Poço raso tubular situado próximo à área do experimento..... | 38 |
| 08 Bomba utilizada no sistema de bombeamento da água de canal..... | 39 |
| 09 Água captada de um canal não revestido..... | 39 |
| 10 Caixa d'água..... | 40 |
| 11 Condução da água..... | 40 |
| 12 Tanque classe A para medições diárias de evaporação | 41 |
| 13 Croqui da área experimental..... | 43 |
| 14 Colheita da abóbora | 44 |
| 15 Gráfico da produtividade média da água em função do volume de água aplicado em kg m ⁻³ , em diferentes métodos de irrigação..... | 50 |
| 16 Gráfico do peso médio em função do método de irrigação utilizado..... | 54 |
| 17 Gráfico da produtividade em função do número de frutos por planta..... | 56 |
| 18 Gráfico da produtividade em função do peso médio | 57 |
| 19 Gráfico da produtividade em função do diâmetro dos frutos | 57 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|----|--|----|
| 01 | Características físicas do solo da área experimental, Pentecoste-CE..... | 34 |
| 02 | Características químicas do solo da área experimental, Pentecoste-CE..... | 34 |
| 03 | Parâmetros físico-químicos da água utilizada do poço | 37 |
| 04 | Parâmetros físico-químicos da água utilizada (Canal) | 38 |
| 05 | Produtividade média da abóbora, em kg ha^{-1} , em função do método de irrigação e das doses de K_2O | 47 |
| 06 | Análise de variância da produtividade da abóbora em função do método de irrigação (Ta) e K_2O (Tb) | 48 |
| 07 | Análise das regressões para os modelos associados ao fator de produção potássio..... | 48 |
| 08 | Teste de Tukey para as médias do fator método de irrigação | 48 |
| 09 | Valores médios de eficiência do uso da água (kg m^{-3}) em função do volume total de água aplicado em diferentes métodos de irrigação | 49 |
| 10 | Valores médios de eficiência do uso da água ($\text{R\$ m}^{-3}$) em função volume total de água aplicado em diferentes métodos de irrigação | 49 |
| 11 | Número de frutos de abóbora por planta, em função do método de irrigação e das doses de K_2O | 50 |
| 12 | Análise de variância do número de frutos por planta de abóbora em função do método de irrigação (Ta) e K_2O (Tb) | 51 |
| 13 | Análise das regressões para os modelos associados ao fator de produção potássio..... | 51 |
| 14 | Teste de Tukey para as médias do fator método de irrigação | 52 |
| 15 | Peso médio dos frutos de abóbora por planta, em função do método de irrigação e das doses de K_2O | 52 |
| 16 | Análise de variância do peso médio dos frutos de abóbora em função do método de irrigação (Ta) e K_2O (Tb)..... | 53 |
| 17 | Análise das regressões para os modelos associados ao fator de produção potássio..... | 53 |
| 18 | Teste de Tukey para as médias do fator método de irrigação | 53 |
| 19 | Diâmetro dos frutos de abóbora em função dos tipos do método de irrigação e das doses de K_2O | 54 |
| 20 | Análise de variância do diâmetro dos frutos em função do método de irrigação (Ta) e K_2O (Tb)..... | 55 |
| 21 | Análise das regressões para os modelos associados ao fator de produção potássio..... | 58 |
| 22 | Teste de Tukey para as médias do fator método de irrigação | 55 |

| | | |
|----|--|----|
| 23 | Fluxo de caixa para produção da abóbora utilizando o método de irrigação por sulcos..... | 58 |
| 24 | Fluxo de caixa para produção da abóbora utilizando o método de irrigação por gotejamento com água de canal | 58 |
| 25 | Fluxo de caixa para produção da abóbora utilizando o método de irrigação por gotejamento com água do poço..... | 58 |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| LISTA DE FIGURAS | 9 |
| LISTA DE TABELAS | 10 |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 14 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA | 16 |
| 2.1 Cultura da abóbora: Aspectos Gerais..... | 16 |
| 2.2 Necessidade hídrica da cultura | 18 |
| 2.3 Adubação potássica em cucurbitáceas | 19 |
| 2.4 Qualidade da água para irrigação..... | 20 |
| 2.5 Efeitos da salinidade da água sobre as culturas | 22 |
| 2.6 Alterações fisiológicas na abóbora sob condições de salinidade..... | 25 |
| 2.7 Irrigação por Superfície (Sulcos)..... | 28 |
| 2.8 Irrigação Localizada | 30 |
| 2.9 Eficiência de uso da água..... | 32 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS..... | 33 |
| 3.1 Caracterização do experimento..... | 33 |
| 3.2 A cultura | 34 |
| 3.3 Condução do experimento | 35 |
| 3.4 Irrigação | 36 |
| 3.5 Delineamento experimental e variáveis analisadas | 42 |
| 3.6 Eficiência de uso da água..... | 43 |
| 3.7 Colheita dos frutos | 43 |
| 3.8 Análise estatística | 44 |
| 3.9 Análise econômica..... | 44 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 47 |
| 4.1 Produtividade da abóbora em função dos fatores manejo da irrigação e potássio | 47 |
| 4.2 Eficiência do uso da água (EUA) | 48 |

| | |
|---|----|
| 4.3 Número de frutos por planta da abóbora em função dos fatores manejo da irrigação e potássio | 50 |
| 4.4 Peso médio dos frutos de abóbora em função dos fatores manejo da irrigação e potássio | 52 |
| 4.5 Diâmetro dos frutos de abóbora em função dos fatores manejo da irrigação e potássio | 54 |
| 4.6 Análise entre variáveis..... | 56 |
| 4.6.1 Produtividade x Número de frutos por planta..... | 56 |
| 4.6.2 Produtividade x Peso médio dos frutos..... | 56 |
| 4.6.3 Produtividade x Diâmetro dos frutos | 57 |
| 4.7 Análise econômica..... | 58 |
| 5 CONCLUSÕES | 59 |
| 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 60 |
| APÊNDICES | 71 |

1 INTRODUÇÃO

A abóbora (*Cucurbita moschata*) é uma espécie que tem uma ampla participação na alimentação da população brasileira. Na região Nordeste, sua presença é ainda mais notável, no entanto, a evolução do quadro de escassez dos recursos hídricos vem promovendo mudanças na sua produção e no gerenciamento da oferta de água.

A questão da disponibilidade dos recursos hídricos é uma preocupação mundial. A projeção de cientistas para 2025 é que 3,3 bilhões de pessoas não terão água para a irrigação, atividade humana que mais consome o recurso. Esta preocupação também é sentida no Brasil onde leis e regulamentações federais e estaduais determinam as políticas de uso e conservação dos recursos hídricos. Uma das providências adotadas pelo governo brasileiro, para garantir uma melhor utilização da água nas propriedades agrícolas, foi instituir a cobrança pelo seu uso (COLETTI & TESTEZLAF, 2003).

Juntamente com as políticas públicas de uso dos recursos hídricos, a utilização correta da irrigação de forma a manejar eficientemente a água, é essencial para a manutenção do suprimento de alimentos, em equilíbrio com a sua crescente demanda, garantindo a conservação do meio ambiente.

Segundo GARJULLI (2003), a sustentabilidade dos perímetros irrigados tem como foco a produtividade e o ganho tecnológico que vêm sendo estudados por diversos pesquisadores, através de técnicas que maximizem a eficiência do uso da terra e da água, promovendo assim, a redução de custos operacionais e impactos ambientais.

No Estado do Ceará são poucos os Perímetros que mantêm uma sustentabilidade econômica. No caso do Perímetro Irrigado Curu Pentecoste, cuja irrigação utiliza sistema por sulcos em sua grande maioria, é necessário utilizar estratégias que visem economia no uso de água, levando-se em conta as dimensões econômicas, sociais e ambientais. A maioria dos produtores assentados, pouco capitalizados, nas áreas dos Perímetros Irrigados, pratica a irrigação através do sistema de sulcos, caracterizada por baixa eficiência na condução e aplicação da água na cultura, com gasto excessivo de água. A irrigação por sulcos é considerada de baixa eficiência por ser manejada de forma incorreta, com alto potencial para causar impactos ambientais. Todavia, este tipo de irrigação pode se tornar mais eficiente se houver condições edafológicas favoráveis e irrigantes experientes. Ao contrário, a irrigação por gotejamento pode ser uma alternativa viável, devido à possibilidade de trabalhar em locais com pouca disponibilidade hídrica, menor custo de energia associado com bombeamento,

comparativamente a outros sistemas pressurizados e, potencial para minimizar os impactos negativos da irrigação sobre o solo (GOMES & TESTEZLAF, 2003).

Na região Nordeste do Brasil, desde o início do século, a perfuração de poços tubulares vêm sendo utilizada como uma alternativa para suprir o abastecimento de água de pequenas comunidades e dos rebanhos. Entretanto, apenas a partir do início da década de 60, com a criação da SUDENE e, conseqüentemente, com o surgimento da Hidrogeologia no Brasil, os poços perfurados nessa região passaram a ter um acompanhamento técnico na locação e perfuração. Porém, pelo fato destas ações serem tomadas de forma emergenciais, muitos destes poços não eram instalados e, até mesmo, eram abandonados quando passava o período de estiagem.

Contudo é de suma importância que fontes alternativas de água como a de poços tubulares construídos nos aluviões e sem utilização até o presente momento, possam servir como opção. Estes poços apresentam vazões médias da ordem de $20 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ e níveis de salinidade que não limitam o cultivo de frutíferas via irrigação localizada.

Um dos inconvenientes da irrigação é salinizar o solo e, isso ocorre pelo fato da água apresentar sais dissolvidos que, mesmo em baixa concentração, podem ser incorporados ao solo, tornando-o salino em poucos anos (MEDEIROS, 2001).

Este problema é mais freqüente nas regiões áridas e semi áridas, onde a salinidade tem sido apontada como um dos principais fatores responsáveis pela diminuição no crescimento e na produtividade das culturas (MELONI et al., 2003; PEREIRA et al., 2007).

Apesar da expansão do cultivo de abóboras no Brasil nos últimos anos, com utilização, entre outras práticas, da adubação mineral e orgânica, a produtividade tem sido variável, necessitando de uma recomendação exata de adubação para esta cultura (MAKISHIMA, 1991). Os poucos trabalhos de adubação em abóboras têm-se limitado ao estudo de adubos minerais, estabelecendo, na maioria das vezes, doses válidas para este tipo de fertilizante isoladamente (PEIXOTO et al., 1993).

Ainda são poucos os trabalhos existentes que abordem os aspectos de rendimento da cultura da abóbora. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de dois níveis de salinidade utilizando água de poço e de canal e níveis de potássio aplicadas em sistemas de irrigação por sulco e por gotejamento, na produção e qualidade dos frutos das culturas da abóbora.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura da abóbora: Aspectos Gerais

A família botânica das cucurbitáceas compreende cerca de 118 gêneros e 825 espécies (BISOGNIN, 2002), apresenta vários representantes de importância como hortaliças, dentre elas destacam-se o melão (*Cucumis melo*, L.), a melancia [*Citrillus lanatus* (Thunb.) Matsun et Nakai], as abóboras [*Cucurbita máxima*, Duchesne, *C. moschata*, Duchesne, *C. pepo*, L e diversos híbridos interespecíficos] e o pepino (*Cucumis sativus*, L.) (FILGUEIRA, 2003).

Originária do continente americano, provavelmente da América latina, com incidência especial no noroeste do México. Sendo desconhecida na Europa até finais do século XV e, segundo Ferrão (1992), teriam sido os portugueses e os espanhóis a introduzir a *Cucurbita moschata* neste continente, mas tudo leva a crer que as primeiras sementes vieram de Portugal Continental no século XVI. No Brasil, as abóboras têm sido cultivadas há muito tempo e já faziam parte da alimentação dos povos indígenas antes mesmo da sua colonização.

A China é considerada o maior produtor mundial de Cucurbitáceas, exportada sob várias formas: frutas frescas, sementes e frutas desidratadas para uso medicinal. As cucurbitáceas apresentam um papel significativo na nutrição humana, especialmente nos países tropicais onde o seu consumo é elevado (ROBINSON, 1997).

Na região Nordeste do Brasil, constata-se a existência de dois modelos de produção de abóbora. Por um lado, verifica-se o plantio de algumas variedades, como a ‘Jacarezinho’ e híbridos do tipo japonês como, por exemplo, o ‘Tetsukabuto’. Por outro lado, o cultivo mais difundido e com forte aceitação no mercado regional, é feito com os tipos locais que são popularmente denominados, em várias partes do Nordeste, de abóbora ‘Maranhão’ ou abóbora ‘comum’. Essas populações caracterizam-se por apresentar ampla variabilidade genética, que pode ser evidenciada pela extensa variação na coloração de casca e polpa dos frutos, tamanho, formato, espessura de polpa e diâmetro da cavidade interna dos frutos, entre outras (RAMOS et al., 1999).

O florescimento da abóbora, em geral possui hábito monóico, ou seja, apresentando flores unissexuais em pontos separados na mesma planta. Sendo que as flores masculinas são as primeiras a surgir e em maior número que as femininas. O período de floração vai de 35 a 40 dias após a semeadura prolongando-se por 15 a 30 dias

(CAMARGO, 1992). As flores apresentam coloração amarelas, sendo que as femininas apresentam ovário bem destacado, antecipando o formato do fruto.

As flores monóicas contribuem para polinização cruzada entomófila, comumente realizadas por abelhas que trabalham mais intensamente das seis horas da manhã até o início da tarde, com atividade máxima entre às 8:00 e 9:00 horas da manhã (STRASSBURGUER, 2007), proporcionando uma grande variabilidade genética; evidenciada pela extensa variação na coloração de casca e polpa dos frutos, tamanho, formato, espessura de polpa e diâmetro da cavidade interna dos frutos, entre outras.

As condições climáticas para o bom desenvolvimento vegetativo e frutificação da abóbora são temperaturas amena a quente e boa disponibilidade de água durante todo o ciclo. Dias curtos, com menor exposição do sol, favorecem a floração feminina, resultando em maior produtividade. Em regiões de inverno suave, é possível plantar o ano todo, desde que haja irrigação. Segundo Puiatti e Silva (2005) *apud* Araújo, (2002) e Molinar et al. (2007), a temperatura do ar ótima para o crescimento e produção da cultura está entre 18°C e 24°C, com uma tolerância de temperaturas entre o mínimo de 15°C e máximo de 32°C, limites inferior e superior, respectivamente.

A abóbora ou jerimum de leite, dentre as olerícolas é considerada a espécie mais importante na América Tropical, pela variabilidade genética que apresenta e pela vasta área que se expandiu. É um fruto rico em vitamina A e também fornece vitaminas do complexo B e os minerais cálcio e fósforo. Tem poucas calorias e é de fácil digestão (PEDROSA, 1997).

Segundo Puiatti e Silva, (2005) a abóbora é uma planta herbácea de crescimento rasteiro ou trepador. Seus frutos variam muito em forma, coloração interna e externa, formas de consumo e tamanho. São ricos em beta-caroteno e ácido ascórbico, além de minerais como cálcio, ferro e fósforo. É uma planta que se desenvolve bem em regiões de clima quente e seco, não tolerando geadas.

As espécies de abóboras, *C. máxima* e *C. moschata*, produzem frutos com forte sabor, alto teor de sólidos solúveis e forte intensidade de cor da polpa, por isso elas são preferencialmente comercializadas em conserva. Um importante fator para a comercialização em conserva refere-se à dureza da polpa processada que é altamente influenciada pelo amido e pelo conteúdo de sólidos solúveis. Devido à conversão de amido em açúcares aumentar durante o armazenamento, frutos recentemente colhidos são escolhidos para o processamento (ROBINSON; DECKER-WALTERS, 1997).

Na colheita, as abóboras têm alto teor de amido e baixo teor de açúcares. Segundo Irving et al. (1997), a rápida conversão de amido em açúcares resulta na melhora do flavor, textura e doçura. De acordo com Lima (1997), as mudanças mais importantes durante a maturação de muitos frutos são a hidrólise de carboidratos de reserva e sua conseqüente conversão em açúcares, contribuindo para o sabor agradável dos mesmos.

O consumo de produtos vegetais é cada vez maior, permitindo a previsão de um crescimento potencial elevado da demanda por hortaliças nas próximas décadas (ANDRIOLO, 2002). Uma comparação entre quatro pesquisas do IBGE que investigaram o consumo das famílias (ENDEF 1974/75 e POF 1987/1988, 1995/1996 e 2002/2003) 1, no Brasil o consumo per capita de abóbora aumentou de 1,6 kg em 1974 para 4,2 kg em 2003 (IBGE, 2003), evidenciando uma crescente demanda pelo produto.

É importante destacar que apesar do valor econômico e alimentar, o cultivo de curcubitáceas, no caso abóbora de leite, apresenta também grande importância social, tanto na geração de empregos diretos e indiretos, quanto no incremento da renda familiar, pois demanda grande quantidade de mão de obra em todas as fases ou etapas de seus sistemas de produção, desde a semeadura até a comercialização.

Peixoto (1987) afirma que o mercado consumidor nordestino, admite maior variação em peso e formato de fruto. De um lado há preferência por frutos maiores que são vendidos em fatias ou microprocessado em supermercados. Esses frutos são também direcionados às fábricas de doces e à alimentação de animais domésticos. Por outro lado, frutos menores e de peso variando num limite máximo de 3 kg são os preferidos do consumidor, quando vendidos inteiros. Frutos nesta faixa de peso facilitam o acondicionamento, transporte e armazenamento sob condições naturais e possibilita seu consumo em uma única refeição (PEIXOTO, 1987).

2.2 Necessidade hídrica da cultura

Na região nordeste devido ao fenômeno natural das secas, a irrigação é a principal alternativa, senão a única para que se tenha um rendimento economicamente viável de uma cultura agrícola. A irrigação é indispensável devido ao fato das chuvas não serem suficientes para manter uma umidade no solo adequada durante o ciclo da cultura.

A agricultura irrigada, em muitas situações, é a única maneira de se garantir a produção de alimentos, em bases sustentáveis e com segurança, principalmente, em períodos de escassez de chuvas. Ademais, apesar de representar apenas cerca de 18% das terras

cultivadas, as áreas irrigadas respondem por mais de 42% da produção mundial de alimentos, fato este que torna o uso da irrigação imperativo no mundo inteiro (CHRISTOFIDIS, 2002).

De fundamental importância aos seres vivos, a água é imprescindível na agricultura, entre as substâncias exigidas pela planta, a água é a que necessita em maiores quantidades, devido a mesma participar em todos os fenômenos físicos, químicos e biológicos, essenciais ao seu desenvolvimento (MEIRELES, 1999 *apud* PERDIGÃO, 2007 e LEITE, 2010).

O conhecimento da quantidade de água requerida por uma cultura é de suma importância na agricultura irrigada para que se torne possível um adequado manejo de irrigação.

A quantidade de água a ser aplicada é normalmente estimada pela necessidade hídrica da cultura, podendo ser através da sua evapotranspiração e/ou, por meio do balanço de água no solo. Assim como a aplicação de água atende às necessidades hídricas da planta, o uso de fertilizantes como correção do solo é prática indispensável para atender as exigências nutricionais das culturas, pelo qual garante o potencial produtivo e a manutenção da fertilidade do solo (SOUSA, 2000).

No semiárido e em zonas áridas nordestina a escassez e a irregularidade pluviométrica é a principal limitação à produção agrícola. Assim, a utilização da irrigação é indispensável à sustentabilidade do setor agrícola. O suprimento adequado de água por meio da irrigação possibilita à planta manter um fluxo contínuo de água e nutrientes do solo para as folhas, favorecendo os processos de crescimento, floração e frutificação da planta, o que acarretará em aumento da produtividade e melhoria da qualidade do produto (SANCHES, 1999; COELHO et al., 2003).

2.3 Adubação potássica em cucurbitáceas

O potássio desempenha muitas funções na bioquímica e fisiologia da planta, destacando-se sua participação nos processos de fotossíntese, transporte e armazenamento de assimilados. É requerido em grande quantidade pelas culturas, sendo o cátion mais abundante nos vegetais (MALAVOLTA e CROCOMO, 1982; MENGEL e KIRKBY, 1987; MARSCHNER, 1995).

Segundo Kano (2010) avaliando a influência de doses de potássio nos teores de macronutrientes em plantas e sementes de alface diz que ao lado do nitrogênio, o potássio é

um dos elementos mais extraídos pelas plantas e a deficiência de potássio ocasiona reduções no crescimento e na formação da “cabeça” de alface. Já Grangeiro e Cecílio Filho (2002), afirmam que a exigência de potássio pela cultura da melancia (*Citrullus lanatus*) é superior à de nitrogênio, sendo exigido em maior proporção após a frutificação.

Em quantidades adequadas, o potássio desempenha várias funções na planta, tais como: controle da turgidez celular, ativação de enzimas envolvidas na respiração e fotossíntese, regulação dos processos de abertura e fechamento de estômatos, transporte de carboidratos, transpiração, resistência à geada, seca, salinidade e às doenças; aumentar a resistência ao acamamento, além de estar diretamente associado à qualidade dos produtos agrícolas (Malavolta, 1980; Marschner, 1995; Davis *et al.*, 1997).

Segundo Faquin (1994), o requerimento de potássio para o ótimo desenvolvimento das plantas é de aproximadamente 20 a 50 g kg⁻¹ de massa seca, variando conforme a espécie, a época e o órgão analisado.

As principais fontes de potássio são: cloreto, nitrato e o sulfato de potássio, porém, devido ao íon acompanhante, os efeitos que proporcionam no crescimento e na produção podem ser distintos. Na cultura da melancia, o cloreto de potássio é a fonte mais utilizada por causa do menor preço. Entretanto, não existem pesquisas que comprovem a maior eficiência dessa fonte para a cultura Grangeiro e Cecílio Filho (2004).

2.4 Qualidade da água para irrigação

A agricultura irrigada, em muitas situações, é a única maneira de se garantir a produção de alimentos, em bases sustentáveis e com segurança, principalmente em períodos de escassez de chuvas.

A escolha de uma água superficial ou subterrânea baseia-se não somente na disponibilidade hídrica e nos custos de construção e de operação das obras hidráulicas, mas, principalmente, na qualidade da água dos mananciais. Mesmo de excelente qualidade, a água de irrigação pode ser um importante fator de salinização, acarretando um dos principais impactos negativos da agricultura irrigada (MOLLE, 1990). De fato, a não observância de determinados princípios básicos como a escolha de uma água de qualidade conveniente e do método de irrigação mais adequado conduz, quase sempre, à deterioração das propriedades físicas e químicas do solo, limitando o potencial produtivo das culturas sob condições irrigadas (BERNARDO, 1995). A salinização do solo tem contribuído para um dos mais sérios fatores limitantes à exploração de culturas agrícolas, especialmente em áreas sob

condições de aridez e semi-aridez, onde o problema pode se agravar ainda mais pelo uso de águas de qualidade inferior para irrigação. Estudos têm comprovado, em especial para o semi-árido do Nordeste brasileiro, que as águas normalmente utilizadas na irrigação se apresentam, na maioria das vezes, com concentrações de sais que têm concorrido para acelerar os problemas relacionados à salinidade e/ou à sodicidade dos solos. Este problema acaba reduzindo a produção agrícola nas áreas irrigadas (LEPRUN, 1983; COSTA *et al.*, 1982; LARAQUE, 1989).

A irrigação vem sendo praticada há vários milênios, porém, a importância da qualidade da água só começou a ser reconhecida a partir do início do século passado. O descaso a este aspecto é atribuído à abundância das fontes de água que, em geral, eram de boa qualidade e de fácil utilização. A rigor, todas as águas naturais, sejam elas de origem meteórica (precipitação pluviométrica), superficial (rios, lagos e açudes) ou subterrânea (poços e cacimbas), contêm sais dissolvidos em quantidades variadas (MOLLE, 1990).

A qualidade da água de irrigação é determinada pelo seu conteúdo total de sais, composição iônica e proporção relativa entre as espécies de íons. A composição iônica da água de irrigação não é estática, mas, sim, está num contínuo estado de mudança ou equilíbrio dinâmico. Fato este que altera as proporções relativas entre os íons presentes na água. Assim, a avaliação da qualidade de uma água para fins de irrigação deve ser baseada nas variações sazonais do seu conteúdo salino. Dentre as características que determinam a qualidade da água para a irrigação, a concentração de sais solúveis ou salinidade é um fator limitante ao desenvolvimento de algumas culturas (BERNARDO, 1995). Dessa forma, a classificação dos tipos de água para irrigação é baseada no conteúdo total de sais solúveis da água, responsável pelo efeito osmótico e no conteúdo de sódio, íon responsável pelas mudanças químicas e físicas no solo e por efeito tóxico ou de íon específico nas plantas.

O manejo da irrigação e drenagem tem grande influência na acumulação de sais no solo e na planta. Portanto o método e a frequência de irrigação interferem na adequação da água e na tolerância das plantas à salinidade (BERNARDO *et al.*, 2005). Isto porque a água por si mesma não tem qualidade inerente, exceto no contexto para o qual é usada. Assim, uma mesma qualidade de água pode ser considerada perfeitamente adequada para certo tipo de solo ou cultura, mas inadequada para outros.

2.5 Efeitos da salinidade da água sobre as culturas

O estudo de riscos de salinização em áreas irrigadas é imprescindível para o sucesso da agricultura como empreendimento. Para isso, o manejo da água nas áreas irrigadas, associada ao manejo do solo e das culturas é fundamental para manter a atividade da agricultura irrigada por várias gerações.

As plantas, em ambientes com alta concentração de sais, podem sofrer estresse de duas maneiras: em razão da baixa disponibilidade de água no solo, em consequência da diminuição do potencial osmótico na zona radicular, devido a grandes quantidades de sais na solução do solo, e pelo efeito tóxico de altas concentrações de íons específicos (MOURA, 2000; DIAS et al., 2003; MACÊDO et al., 2007). Já Medeiros et al. (2008a) afirmam que a salinidade afeta as plantas de três maneiras: diminuindo o potencial osmótico do meio, o que reduz a disponibilidade de água no solo; causando toxicidade através do acúmulo de íons específicos; e, proporcionando um efeito indireto de ordem nutricional, incluindo o que ocorre pela desestruturação do solo.

Os efeitos causados pela toxicidade acontecem quando as plantas absorvem os sais do solo, juntamente com a água, permitindo que haja toxidez na planta por excesso de sais absorvidos. Este excesso promove, então, desbalanceamento e danos ao citoplasma, resultando em danos principalmente na bordadura e no ápice das folhas, a partir de onde a planta perde, por transpiração, quase que tão somente água havendo, nessas regiões, acúmulo do sal translocado do solo para a planta e, obviamente, intensa toxidez de sais (DIAS et al., 2003).

A salinidade do solo reduz a disponibilidade da água no solo, no entanto, nem todas as culturas são igualmente afetadas pelo mesmo nível de salinidade, pois algumas são mais tolerantes que outras e podem extrair água com mais facilidade. Com base na resposta aos sais, as plantas são classificadas em glicófitas e halófitas. As glicófitas representam o grupo das plantas cultivadas e, na sua maioria, são as menos tolerantes à ação dos sais, enquanto as halófitas compõem o grupo de plantas que adquirem condições fisiológicas; portanto, ajustam-se osmoticamente e sobrevivem em meio altamente salino (DIAS et al., 2003).

A adequação da água de irrigação não depende unicamente do teor total, mas também dos tipos de sais. À medida que o conteúdo total de sais aumenta, os problemas de solo e das culturas agravam-se, o que requer o uso de práticas especiais de manejo, para manter rendimentos aceitáveis. A qualidade da água e/ou sua adaptabilidade à irrigação

radicular não afetam, assim, as culturas. Determinam-se, também, pela gravidade dos problemas que podem surgir depois do uso a longo prazo. Inúmeros são os problemas associados à qualidade da água de irrigação, quais sejam: salinidade, infiltração de água, toxicidade de íons específicos e outros problemas (AYERS; WESTCOT, 1991).

Sabe-se que as espécies e cultivares de plantas se comportam diferentemente à salinidade. A disponibilidade da literatura sobre tolerância das culturas (MAAS; HOFFMAN, 1977; AYERS; WESTCOT, 1999) à salinidade, permite escolher culturas compatíveis aos níveis de sais existentes em determinada área; no entanto, é importante reconhecer que tais dados de tolerância aos sais não podem fornecer, com precisão, as perdas de produtividade quantitativas em função da salinidade, para todas as situações, uma vez que a resposta das plantas à salinidade varia com outras condições de crescimento, como condições climáticas e de solo, manejo agrônomico e de irrigação, variedade da cultura, estágio de crescimento etc. Embora os valores não sejam exatos, porque existem interações entre salinidade e outros fatores, os mesmos podem ser usados para previsões de comportamento de uma cultura em relação a outras sob condições salinas (MEDEIROS et al., 2008a).

A abóbora e a melancia são plantas herbáceas anuais que se desenvolvem bem em ambientes secos, quentes e bem ensolarados como o Nordeste brasileiro (PUIATTI; SILVA, 2005). Essas áreas, onde, preferencialmente, se cultivam essas hortaliças-fruto, apresentam alta predisposição à salinização dos solos, principalmente por suas características climáticas. Embora a ocorrência de solos salinos possa ser verificada nas mais distintas condições ambientais, este problema é mais frequente nas regiões áridas e semiáridas. Nestas regiões, a salinidade tem sido apontada como um dos principais fatores responsáveis pela diminuição no crescimento e na produtividade das culturas (MELONI et al., 2003; PEREIRA et al., 2005).

Em pesquisas realizadas com diferentes espécies da família das cucurbitáceas, tem-se verificado redução nos rendimentos das culturas quando cultivadas em condições de elevada salinidade. A abóbora tem decréscimo no rendimento potencial de 50% quando a salinidade da água é de $4,2 \text{ dS.m}^{-1}$, assemelhando-se a melancia, isto em condições normais de manejo do solo e água. Entretanto, esses decréscimos de rendimentos podem, também, variar com as cultivares entre outros fatores (AYERS; WESTCOT, 1991).

Aragão et al. (2009) avaliando cultivares de melão (AF682, Gaúcho e Sancho) sob condições de salinidade, verificaram que o estresse salino produziu efeito negativo para todas as características avaliadas (porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência de plântulas, matéria fresca de plantas, comprimento de ramos, o número de folhas por planta e o índice relativo de clorofila) a partir de 2 dS.m^{-1} nas três cultivares

avaliadas, no entanto, a cv. AF 682 mostrou-se menos tolerante às concentrações salinas, quando comparada às demais cultivares.

Marinho et al. (2002) estudando cultivares de melancia Crimson Sweet, Charleston Gray e Fairfax submetidos a níveis de salinidade da água de irrigação, observaram que a Fairfax teve maior decréscimo vegetativo com o aumento dos níveis de salinidade da água de irrigação e que a partir de $2,27 \text{ dS.m}^{-1}$ houve decréscimos vegetativos em todas as cultivares.

Medeiros et al. (2009b) estudando a tolerância da cultura do pepino a salinidade em ambiente protegido verificaram que os níveis iniciais de salinidade (1,5; 2,5; 3,5; 4,5; 5,5 e $6,5 \text{ dS.m}^{-1}$) dos solos estudados afetaram a cultura, para as condições em referência e que a mesma apresentou redução da produção em percentagem, por aumento de uma unidade de salinidade.

Segundo Doorenbos e Kassam (1994), a tolerância da melancia à salinidade se assemelha muito a do pepino, nas condições de manejo do solo, adubação, irrigação e tratos culturais comuns à melancia. De maneira geral, têm-se verificado para diversas culturas diminuição da fotossíntese, da transpiração e da condutância estomática sob condições de estresse salino (PEREIRA et al., 2005).

Tomaz et al. (2007) estudando a produtividade da melancia irrigada com águas de diferentes níveis de salinidade ($\text{CE} =$ de 0,55, 1,65, 2,35, 3,45 e $4,5 \text{ dS.m}^{-1}$), verificaram que o incremento da salinidade da água de irrigação reduziu linearmente a produtividade da cultura.

Dados contendo abordagens quanto aos efeitos do estresse salino sobre plantas de abóboras são escassos, principalmente, se levarmos em consideração o comportamento fisiológico da planta. De maneira geral, têm-se verificado para diversas culturas diminuição da fotossíntese, da transpiração e da condutância estomática sob condições de estresse salino (PEREIRA et al., 2005).

A complexidade dos problemas de salinização em áreas irrigadas é de tal magnitude que sua solução exige o acompanhamento de profissionais qualificados, para evitar que esses problemas não cheguem a níveis tão elevados, onde a principal consequência do aumento da concentração total de sais solúveis do solo é a diminuição do seu potencial osmótico que afeta o crescimento e produção das plantas cultivadas, como a abóbora e a melancia, causada pelo decréscimo da disponibilidade de água e limitação da absorção dos nutrientes disponíveis no solo.

2.6 Alterações fisiológicas na abóbora sob condições de salinidade

A salinidade, tanto de solos como de águas, é uma das principais causas da queda de rendimento das culturas, em razão dos efeitos de natureza osmótica, tóxica e/ou nutricional. Algumas espécies produzem rendimentos aceitáveis, sob condições salinas, em virtude da melhor adaptação osmótica, tendo maior capacidade de absorção de água, mesmo em potenciais osmóticos muito baixos. As respostas das plantas ao estresse hídrico provocado pela salinidade incluem mudanças fisiológicas, como o fechamento dos estômatos, redução das taxas fotossintéticas, acúmulo de moléculas orgânicas e alterações nos níveis de hormônio (FLOWERS, 2004).

Uma elevada salinidade da água de irrigação ou do solo pode provocar problemas de fitotoxicidade e redução da absorção de alguns nutrientes. As modificações no metabolismo, induzidas pela salinidade, são consequências de várias respostas fisiológicas da planta, dentre as quais se destacam as modificações em balanço iônico, comportamento estomático e eficiência fotossintética. A redução da fotossíntese em função da salinidade decorre de fechamento estomático e de inibição na atividade de fixação do carbono fotossintético (HEUER, 1997).

Outro efeito verificado pela elevação da concentração salina na solução do solo é a redução na fotossíntese. Essa redução é verificada pela diminuição na aquisição e fixação do CO₂, devido ao fechamento dos estômatos para evitar a perda excessiva de água, que é absorvida de maneira limitada pelas raízes sob menor potencial osmótico na solução do solo. A etapa bioquímica da fotossíntese pode ser afetada de maneira indireta por condições salinas como consequência do desbalanço nutricional e da queda do potencial de turgescência das folhas. Estes fatores proporcionam o fechamento dos estômatos e aumento na resistência à difusão do CO₂, acarretando diminuição na taxa fotossintética (LU; ZHANG, 1998).

Os efeitos indiretos da salinidade ocorrem devido à concentração elevada de sódio ou outros cátions na solução, que interferem nas condições físicas do solo ou na disponibilidade de outros elementos, afetando indiretamente o desenvolvimento das plantas. Em muitos casos a concentração de sais não atinge níveis osmóticos ou tóxicos capazes de prejudicar a absorção de água pelas plantas, no entanto, a concentração de íons diversos pode provocar interferências indiretas e ser um obstáculo à boa absorção de elementos essenciais e, conseqüentemente, ao desenvolvimento de um processo metabólico normal (MEDEIROS; GHEYI, 1997).

Calbo e Moraes (1997) afirmam que isso permite a manutenção de uma turgescência positiva em potenciais hídricos relativamente mais baixos. Diminuição na transpiração e na condutância estomática podem ocorrer antes de decréscimos acentuados das taxas de assimilação.

A salinidade e a área foliar são inversamente correlacionadas. Assim, plantas submetidas à salinidade perdem menos água com a transpiração, isto se deve não somente a diminuição da área foliar, mas também pela diminuição da taxa de fixação de CO₂ por área foliar. Desse modo, há um aumento da respiração levando a uma drástica redução do CO₂ acumulado durante o dia. As baixas taxas de fixação de CO₂ durante o dia podem ser causadas pelo déficit hídrico, pela clorose parcial estomatal, pelas perdas do turgor das células do mesofilo através da acumulação do sal no apoplasma ou pelos efeitos diretamente tóxicos dos íons (MARSCHNER, 1995).

Os processos bioquímicos da planta são alterados pelo estresse salino, restando esclarecer quais são os mecanismos, a nível molecular, de ação e regulação desses agentes estressantes e os passos metabólicos mais limitantes em determinada situação de estresse. O ajustamento osmótico constitui-se num importante mecanismo de tolerância das plantas a condições de baixo potencial hídrico no ambiente radicular como ocorre em solos salinos (OLIVEIRA NETO, 2008).

As plantas sensíveis à salinidade tendem, em geral, a excluir os sais na absorção da solução do solo, mas não são capazes de realizar o ajuste osmótico descrito e sofrem com decréscimo de turgor, levando as plantas ao estresse hídrico por osmose. Embora o crescimento da parte aérea das plantas se reduza com o acentuado potencial osmótico do substrato, a redução da absorção de água não é necessariamente a causa principal do reduzido crescimento das plantas em ambientes salinos (LAUCHI; EPSTEIN, 1984).

O efeito da salinidade nas plantas aparece primeiramente no desvio de energia do processo de crescimento para manter o potencial osmótico. Um dos primeiros processos dos quais a energia é desviada é a alongação celular. As células dos tecidos foliares se dividem, mas não se alongam. A ocorrência de mais células por unidade de área faz com que apareçam em cor verde escura, sintoma típico de planta estressada osmoticamente. Adicionalmente, o efeito osmótico vai depender da sensibilidade da planta a determinado íon específico na água de irrigação ou na solução (FURTINI et al., 2002).

O desequilíbrio nutricional pode resultar do efeito da salinidade na disponibilidade de nutrientes, competição nos processos de absorção, transporte, disponibilidade de nutrientes, competição nos processos de absorção ou distribuição na planta, ou pode ser causado por

inativação fisiológica de dado nutriente, resultando num aumento do requerimento interno por elementos essenciais (FERNANDES, 2000).

As plantas submetidas ao estresse salino podem, por exemplo, reduzir a área foliar ou perder as folhas por abscisão, justamente durante episódios de estresse osmótico. Além disso, as mudanças na expressão gênica, associadas ao estresse osmótico estão similarmente associados ao estresse causados pela salinidade. No entanto, é necessário ter em mente que, além da aclimação a um ambiente com baixo potencial hídrico, as plantas sob estresse salino precisam fazer frente à toxicidade de concentrações iônicas altas presentes nestes ambientes. As plantas minimizam o dano causado pelo sal ao excluí-lo de meristemas, em particular na parte aérea, e de folhas que estão se expandindo de forma ativa e fotossintetizando. Em plantas sensíveis ao sal, a resistência a níveis moderados de salinidade no solo depende em parte da capacidade das raízes de impedir que íons potencialmente prejudiciais alcancem as partes aéreas (TAIZ; ZEIGER, 2006).

O efeito do estresse salino sobre a eficiência fotoquímica do fotossistema II (FS II) tem sido extensivamente investigado, no entanto, os dados sobre os efeitos desse estresse sobre a fase fotoquímica são bastante conflitantes. O fotossistema (ou centro de reação fotossintético) utiliza a luz para reduzir moléculas, produzindo a energia para a cadeia transportadora de elétrons. Moléculas de clorofila, aceptores de elétrons, pigmentos acessórios e enzimas que participam da fotossíntese encontram-se organizadas nas membranas dos cloroplastos, formando unidades funcionais chamadas fotossistemas. Alguns estudos têm demonstrado que o estresse salino inibe a atividade do FS II, onde outros têm indicado o contrário, ou seja, que o estresse salino não afeta o FS II (LU et al., 2002).

Em melão tipo 'Honey Dew', Pereira et al. (2007) verificaram redução 6,2% na fotossíntese entre a menor (0,57 dS m⁻¹) e a maior (4,50 dS m⁻¹) salinidade da água de irrigação. A condutância estomática seguiu a mesma tendência de redução com o aumento da concentração salina (MELONI et al., 2003). Redução na transpiração em plantas sob estresse salino também tem sido o mais comum, pois, acredita-se ser maior a perda de água da planta para o ambiente acontece via estômato (LORETO; ALVINO, 1997; MELONI et al., 2003).

No entanto, dados contendo abordagens quanto aos efeitos do estresse salino sobre plantas de abóboras são escassos, principalmente, se levarmos em consideração o comportamento fisiológico da planta. De maneira geral, têm-se verificado para diversas culturas diminuição da fotossíntese, da transpiração e da condutância estomática sob condições de estresse salino (PEREIRA et al., 2005).

2.7 Irrigação por Superfície (Sulcos)

A irrigação é uma técnica alternativa que visa o aumento na produtividade das culturas, principalmente em regiões áridas e semi-áridas, onde os recursos hídricos são escassos. Esta técnica apresenta um grande impacto nas disponibilidades hídricas dos mananciais d'água, isto devido ao grande consumo de água requerido nos sistemas de irrigação, em especial nas regiões com elevada concentração de áreas irrigadas, na época seca.

Os métodos de irrigação podem ser divididos em pressurizados e não-pressurizados. No primeiro a água é conduzida em tubulações sob pressão até o ponto de aplicação, e o segundo a água é conduzida até o ponto de aplicação por gravidade, nestes são exigidas áreas sistematizadas e com declividades de 0 a 6% de acordo com o tipo de irrigação.

Quanto à irrigação, sua finalidade básica é proporcionar à cultura um suprimento hídrico adequado, possibilitando altos rendimentos e produtos de boa qualidade. Os métodos mais utilizados para culturas anuais são: aspersão e a irrigação por sulco, cada um apresentando, suas vantagens e desvantagens, quanto aos custos de implantação, do manejo da água e de operacionalização. A irrigação também tem de ser bem manejada, já que os solos das várzeas, bastante argilosos, apresentam-se com drenagem deficiente que, associada à alta demanda evaporativa, pode resultar em sérios problemas de salinização (Bernardo, 2006).

Conforme Walker & Skogerboe (1987) a irrigação por superfície foi o primeiro método de irrigação a ser utilizado no mundo. Há 6.000 anos a civilização da antiga Mesopotâmia cresceu entre os Vales dos Rios Tigres e Eufrates, utilizando esse método de irrigação, ainda que de forma rumimentar.

No ano de 2002 a área irrigada estimada no Brasil foi de 3,15 milhões de hectares, distribuídos entre os seguintes métodos: irrigação por superfície (33,65%), irrigação subsuperficial (18,23%), irrigação por aspersão convencional (19,54%), irrigação por pivô central (20,69%) e irrigação localizada (7,89%).

No Estado do Ceará conforme informações obtidas por Girão (2001) segundo o Censo Agropecuário 1995-1996, a área irrigada no Estado é de 108.998 ha (cerca de 8,5% do estado) pertencentes a 29.030 estabelecimentos que equivalem a 7,4% dos estabelecimentos agrícolas do Estado. Tendo um crescimento de 162% se comparado ao Censo de 1985 (67.275 ha). De acordo com resultados obtidos (61,2%) usam o método de irrigação por superfície, (33,6%) por aspersão e (11,3%) outros métodos.

Segundo Costa & Souza (2006), a irrigação por superfície tem como um dos principais problemas, a baixa eficiência de aplicação, sendo esta relacionada às perdas de água por escoamento superficial e percolação, na maioria das vezes, superior a 40%. Esta baixa eficiência pode ser devido à inadequação do projeto hidráulico e do manejo da irrigação.

Walker (1989) destaca entre os componentes de um sistema de irrigação por superfície as fontes hídricas, as estruturas de condução, de medição, de controle e de derivação da água, as parcelas irrigadas e as estruturas de drenagem do excesso de água.

De acordo com Andrade *et al.* (1998) a irrigação por sulcos consiste na aplicação da água através de sulcos situados lateralmente às linhas de plantio, durante o tempo necessário para que a água se infiltre tanto vertical como lateralmente. O processo típico de uma irrigação por sulcos compõe-se de quatro fases: avanço, armazenamento, depleção e recessão, as quais permitem, em conjunto, a análise do desempenho do sistema. A simplicidade da irrigação por sulcos contrasta com o estudo de seu escoamento hidráulico, que é complexo e se assemelha ao movimento de água em um canal de terra aberto à pressão atmosférica, com o leito inicialmente seco e permeável. Em cada seção do sulco a vazão é variável com o tempo, ainda que no início seja fornecida uma vazão constante; essas características definem um regime não permanente, gradualmente variado sobre o meio poroso.

Costa & Souza (2006), confirmam que as fases da irrigação por superfície são: fase de avanço – tem início com a aplicação de água e se encerra quando a água chega no final da parcela irrigada, este processo é representado por uma equação do tipo potencial; fase de reposição – inicia-se no final da fase de avanço, quando a água atinge o final da parcela irrigada, e se conclui quando a vazão é cortada no início da área; fase de depleção – é o período de tempo entre o corte de fornecimento de água no início da parcela e o surgimento de um ponto de remoção de água ao longo da área, na irrigação por sulcos esta fase é quase imperceptível, podendo ser desprezada; fase de recessão – tem início ao final da fase de depleção e finaliza quando não há mais água na superfície do solo (figura 1).

O principal problema, associado ao dimensionamento da irrigação por sulcos, de acordo com Scaloppi (1983) apud Andrade *et al.* (1998) consiste na previsão das taxas de avanço e da recessão de água na superfície do solo. A fase de avanço fica difícil de ser prevista, devido à natureza do escoamento da água no sulco, classificado como não

permanente e gradualmente variado, diminuindo a vazão com a distância, em virtude da infiltração (TABUADA, 1989) apud Andrade *et al.* (1998).

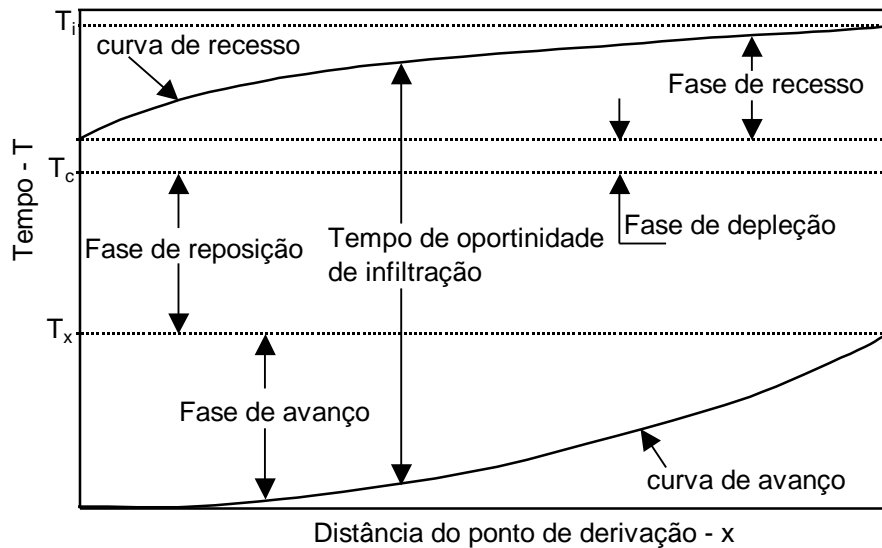


Figura 1. Fases da irrigação por superfície

A infiltração da água no solo é um processo complexo, depende das propriedades físicas do solo, do seu conteúdo inicial de água, da forma de umedecimento e das variações de permeabilidade devido ao movimento da água na superfície e ao ar retido nos poros do solo (FRIZZONE, 1993).

2.8 Irrigação Localizada

A irrigação localizada via gotejamento ou microaspersão, tem sido bastante difundida no cultivo de fruteiras, sendo despertado principalmente pelas expectativas de economia de água e no aumento da produtividade e qualidade da cultura. Um dos principais parâmetros usados na avaliação de um sistema de irrigação é a uniformidade das quantidades de água aplicada sobre a área irrigada, medidas pelo coeficiente de uniformidade de distribuição (C_u). Uma baixa uniformidade de distribuição de água reduz a eficiência de aplicação de água e a produtividade (GOMES, 2003).

A uniformidade de distribuição de água em áreas irrigadas influencia diretamente o manejo, a qualidade, a eficiência e o custo da irrigação, assim como o desempenho da cultura no campo. Uma baixa uniformidade de distribuição de água faz com que determinadas plantas irrigadas pelo sistema recebam mais água que outras, resultando em um

desenvolvimento desuniforme dentro do cultivo. Acrescenta-se a isso o fato de que, o excesso de água no solo provoca a lixiviação de nutrientes, a redução na concentração de oxigênio disponível às raízes e aumenta a incidência de pragas e doenças, enquanto que a escassez aumenta os riscos de salinização do solo e inibe o potencial produtivo da planta (FEVALE, 2005). A uniformidade de aplicação de água em um sistema de irrigação é influenciada pelos fatores construtivos que determinam o coeficiente de variação de fabricação, pelos fatores hidráulicos, pelas obstruções dos emissores e até mesmo pela temperatura da água. Por isto é importante no dimensionamento e operação de um sistema de irrigação por gotejamento, observar a qualidade do equipamento, a topografia do terreno e manejar bem o sistema, segundo as recomendações do fabricante e da literatura (GOMES, 2003).

Para Reis *et al.* (2002) a avaliação do desempenho de um sistema de irrigação é uma etapa fundamental antes que qualquer estratégia de manejo de irrigação seja implementada. Mantovani e Ramos (1994) afirmam que a uniformidade da irrigação tem como objetivo básico melhorar a produtividade e/ou a rentabilidade da propriedade. Segundo Bernardo (1995), é de fundamental importância determinar a uniformidade de distribuição d'água em qualquer método de irrigação, sendo na irrigação por gotejamento recomendável após a instalação do sistema e a cada dois anos de funcionamento.

A irrigação por gotejamento se caracteriza pela aplicação da água e de produtos químicos numa fração do volume de solo explorado pelas raízes das plantas, de forma pontual ou em faixa contínua. O volume de solo umedecido por um gotejador é denominado bulbo molhado, cuja forma e dimensões dependem da vazão do emissor, do volume de água aplicado por irrigação, da textura e perfil do solo. As dimensões e formato do bulbo molhado são de fundamental importância para a escolha do sistema de irrigação por gotejamento, uma vez que influi diretamente no dimensionamento do sistema e no manejo de água. Devido à grande variação pedológica dos solos do Nordeste brasileiro, especialmente dos solos do Submédio São Francisco, recomenda-se que esse parâmetro seja determinado em condições de campo para cada mancha de solo (ALBUQUERQUE; ALBUQUERQUE, 1988).

A relação entre a área molhada e a área ocupada por uma planta é denominada percentagem de área molhada, destacando-se, também, como um parâmetro importante para o dimensionamento do sistema de irrigação por gotejamento (BERNARDO, 1995).

2.9 Eficiência de uso da água

A eficiência de uso da água (EUA) ou produtividade da água pode ser definida como a produtividade agrícola por unidade de volume de água aplicado, podendo ser expressa em termos de kg m^{-3} ou alternativamente, em termos de $\text{R\$ m}^{-3}$ (PLAYÁN E MATEOS, 2006). Segundo Sousa et al. (2000), a EUA relaciona a acumulação de biomassa ou produção comercial com a quantidade de água aplicada ou evapotranspirada pela cultura.

O termo EUA sugere como se pode melhorar de forma eficaz o resultado ou o rendimento de uma cultura com a água atualmente em uso. Para aumentar a EUA faz-se necessária a redução do volume de água aplicado sem que ocorra a redução na produtividade. Santos et al. (2010) aumentou a EUA reduzindo o volume de água aplicado e maximizando a produtividade da cultura da abóbora utilizando irrigação por gotejamento comparativamente com a irrigação por superfície.

Os fatores agronômicos como oportunidade de semeadura, uniformidade de estabelecimento da cultura, utilização de herbicidas, e o padrão do cultivo anterior podem afetar a produtividade da água.

Uma das tecnologias para melhorar a produtividade da água e o manejo dos recursos hídricos é a irrigação com déficit que tem como objetivo otimizar o uso da água. A irrigação com déficit consiste em atender parcialmente a demanda de água da cultura por evapotranspiração, podendo ser praticado em condições de irrigação total ou suplementar.

Quando se fala em aumentar a EUA diversas metodologias surgem, entretanto, necessitamos associar a maximização do uso da água ao rendimento econômico da cultura, sendo uma maneira bastante eficaz, aumentar a produtividade e reduzir os desperdícios de água. Uma alternativa no âmbito do Perímetro Irrigado Curu-Pentecoste seria o reuso de água oriundo da irrigação por superfície.

Um incremento na produtividade da água constitui num avanço de muita relevância em um Perímetro Irrigado, porquanto permite ao agricultor pagar sem maiores problemas a tarifa mensal de água (K_2) e, portanto, garantir que o Distrito de Irrigação possa efetivamente desempenhar a contento sua função de manutenção e operação na infraestrutura de uso comum, contribuindo, por conseguinte com a sustentabilidade do Perímetro Irrigado.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização do experimento

O experimento foi conduzido no período de agosto de 2010 a dezembro de 2010, em área de Agricultor Familiar, medindo 64 m x 55 m (Figura 02) localizado no Setor D, Lote 59 do Perímetro Irrigado Curu Pentecoste.

O tipo climático da região, de acordo com a classificação de Köppen (1918), é BSw'h', pertencente ao grupo de clima semi árido, com precipitação média anual de 800,9 mm concentrada nos meses de janeiro a abril, temperatura média de 26,6 °C e umidade relativa média do ar de 75 % e demanda evaporativa média mensal de 181,5 mm. A vegetação predominante é floresta caducifolia que corresponde ao tipo climático BSw'h' e ao bioclima de 4bTh de Gaussen, tropical quente de seca média (JACOMINE *et al.*, 1973).

De acordo com o DNOCS (2007), o Perímetro Irrigado Curu Pentecoste apresenta solos do tipo NEOSSOLOS de textura entre média e pesada. A área do experimento apresenta solo classificado como NEOSSOLO, com relevo tipicamente plano com textura franco-arenosa para as camadas de 0 a 0,30 m e 0,30 a 0,60 m e atributo físicos e químicos, conforme Tabelas 01 e 02, respectivamente.



Figura 02 - Vista da área experimental no Perímetro Irrigado Curu-Pentecoste.

A caracterização física do solo das camadas 0,00 m a 0,30 m e 0,30 m a 0,60 m (Tabela 01) foi realizada no Laboratório de Análises de Solo e Água da UFC. Os valores dos

atributos físicos demonstram tratar-se de um solo de textura franco arenosa com predominância de areia fina, no entanto com capacidade de água disponível (CAD) que permite uma frequência de irrigação de dois dias. O pH se apresenta um pouco fora da faixa ideal para a cultura que é de 6,0 a 6,5. Verifica-se ainda que o solo não apresenta limitações para a cultura quanto ao aspecto de salinidade.

Tabela 01 - Atributos físicos do solo da área do experimento, Pentecoste-CE.

| Comp. Granulométrica (%) | | | | | Classe Textural | Densidade do solo (kg.m ⁻³) | pH | CE (dS/m) | Capacidade de água disponível (g.100g ⁻¹) | | CAD (mm) |
|--------------------------|--------------|------------|-------|--------|-----------------|---|-----|-----------|---|---------|----------|
| Camadas (m) | Areia Grossa | Areia Fina | Silte | Argila | | | | | 0,033 MPa | 1,5 MPa | |
| 0 - 0,3 | 40 | 540 | 320 | 100 | Franco | 1330 | 7,4 | 0,44 | 17 | 7,64 | 37,3 |
| 0,3 - 0,6 | 30 | 550 | 310 | 110 | Arenosa | 1400 | 7,8 | 0,42 | 15,9 | 6,55 | 39,3 |

A caracterização química do solo das camadas 0,00 m a 0,30 m e 0,30 m a 0,60 m (Tabela 02) foi realizada no Laboratório de Análises de Solo e Água da UFC. Os valores dos atributos químicos apresentam a saturação por bases com 94% da CTC, acima da faixa ideal de 80%, conforme recomenda Borges (2004) para as condições do Nordeste brasileiro. A relação (Ca+Mg)/CTC apresenta um valor de 90% e de acordo com MALAVOLTA (1976), a proporção adequada da CTC do solo ocupada por Ca + Mg deve ser maior que 65%. O solo não apresenta alumínio assim como a maioria dos solos do Ceará.

Tabela 02 - Atributos químicos do solo da área do experimento, Pentecoste-CE.

| Complexo Sortivo (cmol _c /kg) | | | | | | | |
|--|------------------|----------------|-----------------|----------------------------------|------------------|-----|-----|
| Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | K ⁺ | Na ⁺ | H ⁺ +Al ³⁺ | Al ³⁺ | S | T |
| 4,3 | 2,5 | 0,12 | 0,19 | 0,49 | 0 | 7,1 | 7,6 |
| 5,2 | 2,4 | 0,09 | 0,27 | 0,33 | 0 | 7,9 | 8,2 |

S: soma de bases; T: capacidade de troca de cátions.

3.2 A cultura

No estudo utilizou-se a cultura da abóbora (*Cucurbita moschata*), cultivar jacarezinho, semeada manualmente no dia 23 de agosto de 2010 com sementes certificadas.

Utilizou-se uma planta por cova no espaçamento de 3,0 m entre linha e 2,0 m entre plantas (Figura 03).



Figura 03 – Espaçamento da cultura

3.3 Condução do experimento

O preparo do solo consistiu de roçagem, aração e gradagem (figura 4). Sete dias após foi realizado o coveamento e a adubação de fundação que constituiu-se de três litros de esterco bovino curtido e 60 kg ha^{-1} de superfosfato simples. A adubação de cobertura foi realizada em duas parcelas, 25 e 50 dias após a germinação, divididas em iguais partes; sendo aplicados 120 kg ha^{-1} de uréia durante todo o ciclo. Quanto à adubação potássica também realizada em cobertura, de acordo com cada tratamento secundário, conforme a análise de solo.



Figura 4 – Preparação da área

O controle de plantas daninhas foi realizado manualmente através de capinas. No controle de pragas foi utilizada inseticida do grupo cloronicotínico e organofosforados conforme incidência de pragas na cultura.

3.4 Irrigação

A irrigação foi realizada utilizando dois métodos, um sistema de irrigação localizado por gotejamento e um sistema de irrigação por superfície por sulcos. O sistema localizado era constituído de uma tubulação secundária (PVC) de 50 mm de diâmetro, com linhas laterais de fita gotejadora de polietileno flexível de 16 mm e gotejadores “in line” (Figura 05), espaçados de 0,3 m, apresentando vazão de 2 L h^{-1} , com seis emissores por planta.



Figura 05 – Fita gotejadora.

O sistema localizado era dividido em dois: um sistema utilizando água de poço que era acionado por um conjunto motobomba elétrica, trifásico, cuja bomba apresentava vazão máxima de $4 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ (Figura 06). A fonte hídrica que abastecia o sistema foi um poço raso tubular situado próximo à área do experimento (Figura 07), cuja água foi classificada como C_3S_1 (Tabela 03), ou seja, possui alto risco de salinidade (C_3), pois apresenta uma condutividade elétrica (CE) de $1,23 \text{ dS.m}^{-1}$ e não oferecendo risco de sodificação (S_1), uma vez que a relação de adsorção de sódio (RAS) foi de 3,23. Segundo VITTI et. al, (1994) a

salinidade limiar (SL) para a cultura da abóbora é $2,5 \text{ dS m}^{-1}$, apresentando nível de salinidade média da zona radicular tolerável pela cultura.

Tabela 03 - Atributos físico químicos da água utilizada do poço.

| Cátions ($\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$) | | | | | Ânions ($\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$) | | | | | CE (dS.m^{-1}) |
|--|------------------|---------------|--------------|--|---|--------------------|-------------------------------|--------------------|----------|---------------------------|
| Ca^{2+} | Mg^{2+} | Na^+ | K^+ | Σ | Cl^- | SO_4^{2-} | HCO_3^- | CO_3^{2-} | Σ | |
| 3,5 | 2,8 | 5,7 | 0,1 | 12,1 | 6,0 | 0,4 | 5,8 | - | 12,2 | 1,23 |
| RAS | | pH | | Sólidos Dissolvidos (mg.L^{-1}) | | | Classificação | | | |
| 3,23 | | 6,9 | | 1230 | | | C ₃ S ₁ | | | |



Figura 06 – Sistema de bombeamento da água de poço.



Figura 07 - Poço raso tubular situado próximo à área do experimento

E outro sistema localizado acionado por duas motobombas elétrico, monofásico, cuja bomba apresentava vazão máxima de $0,8 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ (Figura 08), utilizando outra fonte de água captada de um canal não revestido (Figura 09), proveniente do sistema de distribuição de água do Perímetro Irrigado Curu – Pentecoste e conduzida por meio de tubulações e armazenada em caixas d’água instaladas em uma área com cota inferior, sendo conduzida por gravidade (Figuras 10 e 11). Essa água tem a mesma classificação C_3S_1 (Tabela 04), ou seja, possui médio risco de salinidade (C_3), e não oferecendo risco de sodificação (S_1), porém, com CE de $0,80 \text{ dS m}^{-1}$ e RAS de 2,9. Segundo VITTI et. al, (1994) a salinidade limiar (SL) para a cultura da abóbora é $2,5 \text{ dS m}^{-1}$, apresentando nível de salinidade média da zona radicular tolerável pela cultura.

Tabela 04 - Atributos físicos e químicos da água utilizada (Canal)

| Cátions ($\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$) | | | | | Ânions ($\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$) | | | | | CE (dS.m^{-1}) |
|--|------------------|---------------|--|----------|---|--------------------|------------------|--------------------|----------|---------------------------|
| Ca^{2+} | Mg^{2+} | Na^+ | K^+ | Σ | Cl^- | SO_4^{2-} | HCO_3^- | CO_3^{2-} | Σ | |
| 2,5 | 2,2 | 4,5 | 0,2 | 9,4 | 5,5 | 0,6 | 2,8 | - | 8,9 | 0,80 |
| RAS | | pH | Sólidos Dissolvidos (mg.L^{-1}) | | | Classificação | | | | |
| 2,9 | | 8,2 | - | | | C_3S_1 | | | | |



Figura 08 – Bomba utilizada no sistema de bombeamento da água de canal.



Figura 09 - Água captada de um canal não revestido



Figura 10 – Caixa d'água para armazenamento de água do canal.



Figura 11 – Condução da água

A frequência de irrigação era a cada dois dias, sendo a evapotranspiração de referência (ETo) calculada a partir da evaporação do tanque Classe “A”, este instalado em uma área próxima do experimento (Figura 12).



Figura 12 - Tanque classe A para medições diárias de evaporação.

As irrigações tinham turno de rega de dois dias, sendo o tempo de irrigação (T_i) calculado de acordo com a equação 01.

$$T_i = \frac{ECA.Kt.Kc.KrAp}{N.qe} \quad (01)$$

sendo:

T_i : tempo de irrigação (h); ECA: evaporação do tanque classe A (mm); Kt: coeficiente do tanque; Kc: coeficiente de cultivo da cultura; Kr: coeficiente de redução; Ap: área útil por planta; qe: vazão do emissor ($L.h^{-1}$) e N: número de emissores.

Na irrigação por sulcos, de acordo com Alazba (1997), a lâmina de irrigação requerida é a considerada no projeto como a lâmina mínima infiltrada no final do sulco. O tempo de oportunidade necessário para infiltração dessa lâmina foi calculado pela seguinte expressão:

$$T = \left(\frac{LL}{k} \right)^{\frac{1}{a}} \quad (2)$$

em que:

T é o tempo de oportunidade para infiltrar a lâmina requerida (minutos),

LL é a lâmina de irrigação necessária (mm) e

K e a são os coeficiente da equação de infiltração acumulada.

Os coeficientes K e a foram obtidos através do método de entrada e saída de água no sulco.

3.5 Delineamento experimental e variáveis analisadas

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados com parcelas subdivididas, constando de sete blocos ou repetições (Figura 13).

Os tratamentos primários consistiram de um sistema de irrigação por sulco e dois sistemas de irrigação por gotejamento, utilizando água de poço e água de canal. Os valores de Kc para os diferentes estádios de desenvolvimento foram obtidos por Lunardi et al. (1999), sendo de 0,66 (semeadura/início da floração), 1,44 (início da floração/início da colheita) e 2,04 (colheita).

Os tratamentos secundários foram dispostos nas subparcelas, aplicando-se as seguintes dosagens de adubação potássica, 0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de cloreto de potássio.

As variáveis analisadas foram produtividade, número de frutos por planta, peso médio e diâmetro dos frutos.

O cálculo da produtividade foi realizado com base no peso dos frutos por subparcela relacionado à respectiva área da subparcela. O peso médio dos frutos foi calculado pela relação entre o peso total dos frutos por subparcela e o número de frutos. O diâmetro dos frutos foi obtido a partir da medida de sua circunferência.

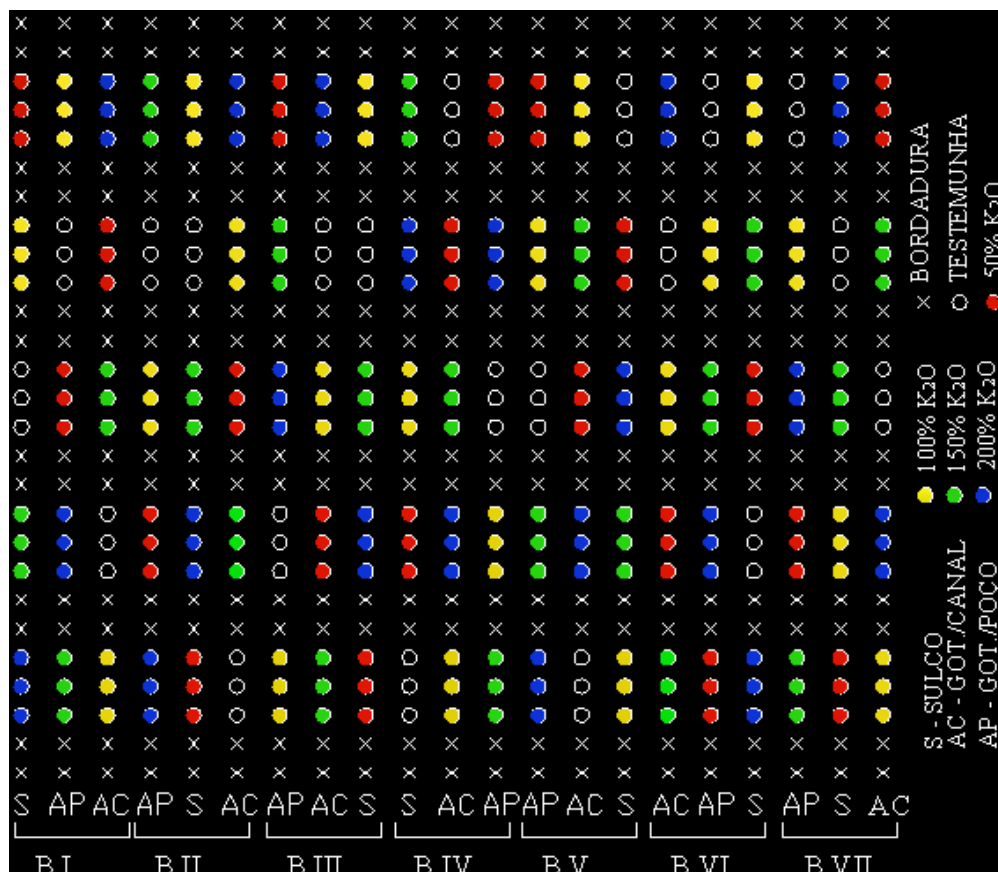


Figura 13- Croqui da área experimental

3.6 Eficiência de uso da água

A eficiência do uso da água (EUA) foi obtida pelo quociente entre a produtividade da cultura e o volume total de água aplicado durante o ciclo, de acordo com a equação 03:

$$EUA = \frac{Y}{I} \quad (03)$$

sendo:

EUA: Eficiência de uso da água (kg m^{-3})

Y: Produtividade (kg ha^{-1})

I: Volume de água aplicado ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$)

Através do teste de infiltração pelo método de entrada e saída da água no sulco, obteve-se a equação de infiltração acumulada para a unidade textural de solo, a qual foi utilizada para fins de cálculo do tempo de reposição de água ao final do sulco.

$$I = 14,60 \cdot T^{0,285} \quad (\text{textura franca}) \quad (4)$$

sendo:

I: lâmina infiltrada (mm);

T: tempo de oportunidade (min).

Considerando a estratégia de irrigação sem déficit, calculou-se o tempo de oportunidade de infiltração para que a lâmina líquida fosse infiltrada no final do sulco, a partir das equações de infiltração acumulada representativas de cada unidade textural, substituindo o valor de LL e explicitando o valor de T.

3.7 Colheita dos frutos

A colheita dos frutos (Figura 14) foi realizada nos dias 25 de novembro a 22 de dezembro de 2010, sendo cada fileira previamente identificada com uma plaqueta, contendo o bloco e o respectivo tratamento. As subparcelas foram identificadas com piquetes coloridos

onde cada cor representava um tratamento secundário. A pesagem foi realizada de forma individual para cada parcela e subparcela, em balança digital com precisão de 0,5 g, diretamente no campo. Sua comercialização foi realizada pelo próprio agricultor, por um preço médio de venda correspondente a R\$0,50 kg.



Figura 14 – Colheita da abóbora

3.8 Análise Estatística

A análise de variância (Anova) e o teste de regressão foram realizadas no programa estatístico Sanest seguindo os critérios estabelecidos no delineamento.

3.9 Análise Econômica

A análise econômica ajuda a interpretar os resultados obtidos nos diferentes sistemas de cultivo e deve ser empregada, tendo como objetivo auxiliar na tomada de decisões, sobretudo no que se refere à irrigação.

Em termos econômicos, a implantação e a operação de sistemas de irrigação envolvem custos elevados e, normalmente, a máxima produtividade física não corresponde à maior receita líquida, devido à natureza complexa da resposta das culturas à irrigação, variabilidade climática e flutuações das condições econômicas (ALGOZIN et al., 1988).

A função de receita bruta para a unidade técnica foi expressa pela seguinte equação:

$$RB = PV * Y \quad (5)$$

sendo:

RB: receita bruta da unidade técnica por unidade de área, R\$. ha⁻¹;

PV: preço unitário do produto da unidade técnica, R\$. kg⁻¹;

Y: produtividade média da cultura da respectiva unidade técnica, kg ha⁻¹.

O custo total foi composto pelo custo de produção da cultura (variável) acrescido do custo anual relativo ao investimento no sistema de irrigação (custo fixo), conforme a equação a seguir:

$$CT = CF + CV \quad (6)$$

sendo:

CT: custo total por unidade de área da unidade técnica, R\$.ha⁻¹;

CF: custos fixos por unidade de área, R\$.ha⁻¹, e

CV: custos variáveis por unidade de área, R\$.ha⁻¹.

O custo da água (R\$*ha⁻¹) para o sistema de irrigação por gotejamento utilizando água de poço não contempla o pagamento da tarifa de água denominada K₂, referente à manutenção da infraestrutura de uso comum do Perímetro Irrigado e a perfuração do poço tubular raso, tendo em vista, que o referido já estava disponível na área.

O custo para o sistema de irrigação por gotejamento utilizando água de canal não contempla a construção de uma caixad'água de alvenaria para 1,0 ha, pois tornaria o sistema inviável economicamente, então, considerou-se que o recurso hídrico foi retirado do Rio Curu, próximo a área e que apresenta o mesmo nível de salinidade da água do canal.

O valor da tarifa de energia elétrica é formado pela soma do custo do consumo efetivo da energia e do custo de demanda da potência elétrica. De acordo com as normas da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), só existe tarifa de demanda quando a potência instalada é superior a 75 KVA. Tendo em vista que para as condições da pesquisa o sistema operou com uma potência instalada bem inferior, então, o custo de demanda foi nulo, sendo a tarifa de energia composta apenas pelo custo do consumo.

O custo do consumo de energia elétrica foi estimado com base na equação 07.

$$CE = 0,7457 \times Pot \times Tf \times Pkwh \quad (07)$$

sendo:

CE: custo da energia elétrica durante o ciclo da cultura, em R\$.

0,7457: fator de conversão de cv para kw.

Pot: potência do motor, em cv.

Tf: tempo de funcionamento do sistema necessário para repor a ECA, em horas, durante o ciclo e considerando uma área irrigada de 1,0 ha.

Pkwh: preço do kwh, em R\$.

O preço do kwh, foi obtido junto a Coelce (Companhia Energética do Ceará) e refere-se ao valor de 1,0 kwh considerando que o sistema funcionou nos horários de ponta. Portanto, o preço do kwh utilizado no horário de ponta foi de R\$ 0,27.

Os recursos financeiros para custeio e investimento na unidade técnica relativo a 1,0 ha de abóbora foram contratados junto ao Banco do Nordeste, através da linha de financiamento do Pronaf Agricultor Familiar. O Programa destina-se a agricultores familiares com enquadramento no Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), que exploram parcela de terra na condição de proprietários, posseiros, arrendatários ou parceiros e possuam renda bruta anual acima de R\$ 6.000,00 e até R\$ 110.000,00, excluídos benefícios sociais e proventos previdenciários decorrentes de atividades rurais (PRONAF, 2011).

Em cada uma das unidades técnicas realizou-se um fluxo de caixa considerando os níveis de produtividade média da abóbora em relação aos tipos de sistemas de irrigação, e ainda as condições de amortização do contrato, o qual estabelece para os investimentos um prazo de até 10 anos, com carência de até três anos e taxas de juros que variam de 1% ao ano para valor contratado de até R\$ 10 mil e 2% ao ano de R\$ 10 mil a R\$ 50 mil. Para os custeios, a amortização ocorre em três anos com acréscimo 1,5% de juros ao ano para o valor contratado de até R\$ 10 mil, de R\$ 10 mil a R\$ 20 mil – 3% ao ano e de R\$ 20 mil a R\$ 50 mil – 4,5% ao ano, não possuindo período de carência (PRONAF, 2011).

Calcularam-se as receitas líquidas acumuladas ao longo de três anos, desconsiderando o período de carência e tendo em vista o prazo do contrato, sendo que nos anos subsequentes consideraram-se os mesmos níveis de produtividade e custos de produção.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produtividade da abóbora em função dos fatores métodos de irrigação e potássio:

Os valores médios de produtividade da abóbora em função do método de irrigação e de adubação potássica são apresentados na Tabela 05.

A máxima produtividade média observada, de 30.681 kg ha⁻¹ foi obtida no tratamento equivalente a irrigação por gotejamento utilizando água do canal e 30 kg ha⁻¹ de K₂O aplicado, sendo esta reposição correspondente a 50% da dose de K₂O do nível sugerido pela análise de solo. Moreira et al. (2010) avaliando resposta da cultura da abóbora aos fatores de produção água e adubo nitrogenado com reuso de água da irrigação por sulcos em sistema de irrigação localizada obteve uma produtividade máxima de de 17818,1 kg ha⁻¹ foi obtida no tratamento, equivalente a 2817,0 m³ ha⁻¹ de água e 180 kg ha⁻¹ de nitrogênio aplicado, sendo esta reposição correspondente a 150% da lâmina requerida pela cultura (ETc).

Grangeiro e Cecílio Filho (2002) afirmam que a exigência de potássio pela cultura da melancia (*Citrullus lanatus*) é superior à de nitrogênio, sendo exigido em maior proporção após a frutificação.

Segundo (AYERS; WESTCOT, 1991) a abóbora tem decréscimo no rendimento potencial de 50% quando a salinidade da água é de 4,2 dS.m⁻¹, assemelhando-se a melancia, isto em condições normais de manejo do solo e água. Entretanto, esses decréscimos de rendimentos podem, também, variar com as cultivares entre outros fatores (AYERS; WESTCOT, 1991).

Tabela 05 - Produtividade média da abóbora, em kg ha⁻¹, em função do método de irrigação e das doses de K₂O.

| Método de irrigação | Doses de k ₂ O (kg/ha) | | | | | Média |
|---------------------|-----------------------------------|----------------|---------|---------|---------|---------|
| | 0 | 30 | 60 | 90 | 120 | |
| Sulco | | | | | | |
| Água/Canal | 10296,4 | 8663,1 | 7298,8 | 7567,4 | 9216,7 | 8608,5 |
| Gotejamento | | | | | | |
| Água/poço | 13928,6 | 25365,0 | 17900,0 | 23421,4 | 17564,3 | 19635,9 |
| Gotejamento | | | | | | |
| Água/Canal | 18361,9 | 30681,0 | 20519,0 | 13085,7 | 26361,9 | 21801,9 |
| Média | 14195,6 | 21569,7 | 15239,3 | 14691,5 | 17714,3 | |

O resumo da análise de variância da produtividade da abóbora, em kg ha⁻¹ é apresentado na Tabela 06. O fator de produção potássio e a interação entre os fatores método de irrigação e adubação potássica proporcionaram diferença significativa em nível de 5% e o

fator método de irrigação apresentou efeito altamente significativo sobre a produtividade da cultura.

Tabela 06 – Análise de variância da produtividade da abóbora em função do método de irrigação (Ta) e K₂O (Tb).

| Causa de variação | G.L | F | Prob.>F |
|-------------------|-----|---------|---------|
| Blocos | 6 | | |
| Trat-a (Ta) | 2 | 20,0469 | 0,00031 |
| Resíduo (a) | 12 | | |
| Parcelas | 20 | | |
| Tra-b (Tb) | 4 | 3,4709 | 0,01197 |
| Interação | 8 | 2,6542 | 0,01306 |
| Resíduo (b) | 72 | | |
| Total | 104 | | |

Os resultados das análises de regressões apresentados na Tabela 07 demonstraram efeito não significativo associada aos níveis de potássio e significativo em nível de 1% para o fator método de irrigação na tabela 08, pelo teste de Tukey.

Tabela 07 – Análise das regressões para os modelos associados ao fator de produção potássio.

| Causa da Variação | G. L. | F | Prob>F |
|----------------------|-------|---------|---------|
| Regr. Linear | 1 | 0,00095 | 0,97411 |
| Regr. Quad. | 1 | 0,22740 | 0,64022 |
| Desvios Regr. | 2 | 6,82767 | 0,00230 |
| Resíduo | 72 | | |

Tabela 08 – Teste de Tukey para as médias do fator método de irrigação.

| NOME | MEDIAS | MEDIAS ORIGINAIS | 5% | 1% |
|--------|--------------|------------------|----|----|
| GOT AC | 21801,868750 | 21801,868750 | A | A |
| GOT AP | 19635,857143 | 19635,857143 | A | A |
| SULCOS | 8608,442756 | 8608,442756 | B | B |

4.2 Eficiência de uso da água (EUA)

Nas Tabelas 09 e 10 apresentam-se os valores médios de eficiência de uso da água relacionada à cultura da abóbora em função do volume de água aplicado, expressos em kg m⁻³ e R\$ m⁻³, respectivamente.

A máxima produtividade média da água observada comparando os métodos de irrigação foi de $22,3 \text{ kg m}^{-3}$ e $11,16 \text{ R\$ m}^{-3}$, compreendendo o método de irrigação por gotejamento utilizando água de canal. O método de irrigação por superfície (Sulcos) apresentou o menor valor da produtividade média da água de $1,3 \text{ kg m}^{-3}$ e $0,65 \text{ R\$ m}^{-3}$. Moreira et al. (2010) avaliando a eficiência do uso da água residuária na cultura da abóbora obteve uma eficiência de $18,7 \text{ kg m}^{-3}$ para o sistema de irrigação localizado com microjets.

Lopes (1989) constatou que a eficiência do uso da água aumenta com a prática da adubação, desde que a produtividade também aumente.

Estes valores obtidos traduzem a importância da adoção criteriosa do método de irrigação, pois os mesmos mostram perda na eficiência ao se aumentar o volume de água aplicado, como se observa na Figura 15.

Tabela 09 - Valores médios de eficiência do uso da água (kg m^{-3}) em função do volume total de água aplicado por hectare em diferentes métodos de irrigação.

| Lâmina de água ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) | | Doses de K_2O (kg m^{-3}) | | | | | Médias |
|---|---------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------|
| | | K_0 | K_1 | K_2 | K_3 | K_4 | |
| | | 0,0 | 30,0 | 60,0 | 90,0 | 120,0 | |
| SULCOS | 6645,00 | 1,55 | 1,30 | 1,10 | 1,14 | 1,39 | 1,30 |
| GOT AP | 976,89 | 14,26 | 25,97 | 18,32 | 23,98 | 17,98 | 20,1 |
| GOT AC | 976,89 | 18,80 | 31,41 | 21,00 | 13,40 | 26,99 | 22,3 |

Tabela 10 - Valores médios de eficiência do uso da água ($\text{R\$ m}^{-3}$) em função volume total de água aplicado por hectare em diferentes métodos de irrigação.

| Lâmina de água ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) | | Doses de K_2O ($\text{R\$ m}^{-3}$) | | | | | Médias |
|---|---------|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------|
| | | K_0 | K_1 | K_2 | K_3 | K_4 | |
| | | 0,0 | 30,0 | 60,0 | 90,0 | 120,0 | |
| SULCOS | 6645,00 | 0,77 | 0,65 | 0,55 | 0,57 | 0,69 | 0,65 |
| GOT AP | 976,89 | 7,13 | 12,98 | 9,16 | 11,99 | 8,99 | 10,05 |
| GOT AC | 976,89 | 9,40 | 15,70 | 10,50 | 6,70 | 13,49 | 11,16 |

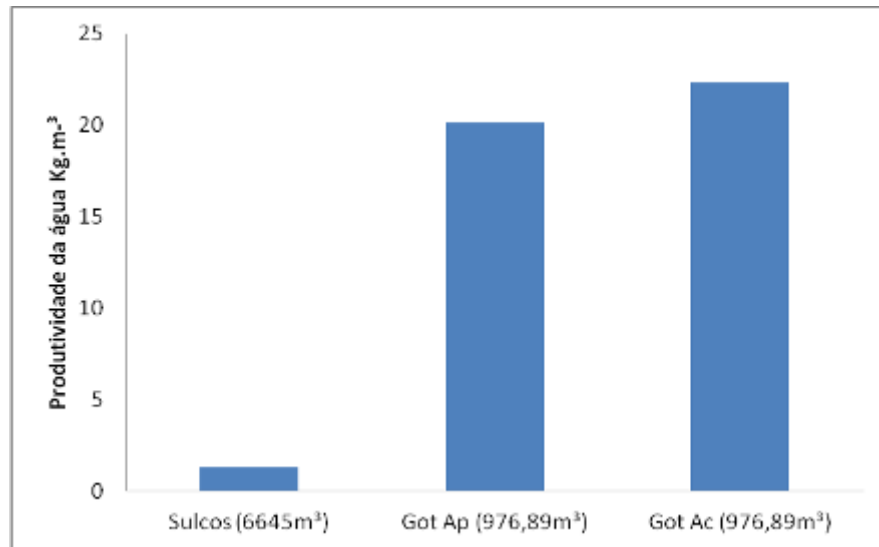


Figura 15 – Produtividade média da água para os sistemas de irrigação estudados

4.3 Número de frutos por planta da aboboreira em função dos fatores método de irrigação e potássio

Os valores médios do número de frutos por planta da aboboreira em função do método de irrigação e de adubação potássica são apresentados na Tabela 11.

O número máximo de frutos observado foi de 12 unidades por planta obtida no tratamento equivalente a irrigação por gotejamento utilizando água do canal e 30 kg ha⁻¹ de K₂O aplicado, sendo esta reposição correspondente a 50% da dose de K₂O do nível sugerido pela análise de solo. E segundo (Amaral e Mitidieri, 1996) a produção de frutos das cucurbitáceas é dependente da polinização realizada pelos insetos, pois essas espécies vegetais apresentam flores masculinas e femininas. Mas, o aumento do número de frutos produzidos pelas plantas, entretanto, não está associado apenas a uma maior proporção de flores femininas ou masculinas. O potencial produtivo das plantas é limitado também pela presença de água e nutrientes no solo (Stephenson, 1981).

Tabela 11 – Número de frutos de abóbora por planta, em função do método de irrigação e das doses de K₂O.

| Método de irrigação | Doses de K ₂ O (kg/ha) | | | | | Média |
|---------------------------|-----------------------------------|-------------|-----|-----|------|-------|
| | 0 | 30 | 60 | 90 | 120 | |
| Sulco Água/Canal | 5,0 | 4,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 3,8 |
| Gotejamento Água/poço | 5,0 | 8,0 | 5,0 | 7,0 | 5,0 | 6,0 |
| Gotejamento Água/Canal | 8,0 | 12,0 | 8,0 | 6,0 | 10,0 | 8,8 |
| Média | 6,0 | 8,0 | 5,3 | 5,3 | 6,3 | |

O resumo da análise de variância do número de frutos por planta de abóbora é apresentado na Tabela 12. O fator K₂O e a interação entre os fatores método de irrigação e adubação potássica proporcionaram diferença significativa em nível de 5% e o fator de produção método de irrigação apresentou efeito altamente significativo sobre o número de frutos da cultura.

Segundo (Malavolta, 1980; Marschner, 1995; Davis *et al.*, 1997), o potássio em condições ideais, desempenha várias funções na planta, tais como: controle da turgidez celular, ativação de enzimas envolvidas na respiração e fotossíntese, regulação dos processos de abertura e fechamento de estômatos, transporte de carboidratos, transpiração, resistência à geada, seca, salinidade e às doenças; aumentar a resistência ao acamamento, além de estar diretamente associado à qualidade dos produtos agrícolas.

Tabela 12 – Análise de variância do número de frutos de abóbora em função do método de irrigação (Ta) e K₂O (Tb).

| Causa de variação | G.L | F | Prob.>F |
|-------------------|-----|---------|---------|
| Blocos | 6 | | |
| Trat-a (Ta) | 2 | 27,7662 | 0,00011 |
| Resíduo (a) | 12 | | |
| Parcelas | 20 | | |
| Tra-b (Tb) | 4 | 3,0073 | 0,02331 |
| Interação | 8 | 2,0460 | 0,05234 |
| Resíduo (b) | 72 | | |
| Total | 104 | | |

Os resultados das análises de regressões apresentados na Tabela 13 demonstraram efeito não significativo associada aos níveis de potássio e significativo em nível de 1% para o fator método de irrigação na tabela 14, pelo teste de Tukey.

Tabela 13 – Análise das regressões para os modelos associados ao fator de produção potássio.

| Causa da Variação | G. L. | F | Prob>F |
|----------------------|-------|---------|---------|
| Regr. Linear | 1 | 0,22793 | 0,63984 |
| Regr. Quad. | 1 | 0,02210 | 0,87694 |
| Desvios Regr. | 2 | 5,88951 | 0,00460 |
| Resíduo | 72 | | |

Tabela 14 – Teste de Tukey para as médias do fator método de irrigação.

| NOME | MEDIAS | MEDIAS ORIGINAIS | 5% | 1% |
|--------|----------|------------------|----|----|
| GOT AC | 8,742857 | 8,742857 | A | A |
| GOT AP | 6,228571 | 6,228571 | B | B |
| SULCOS | 3,800000 | 3,800000 | C | C |

4.4 Peso médio dos frutos de abóbora em função dos fatores método de irrigação e potássio

Os valores médios do peso dos frutos em função do método de irrigação e de adubação potássica são apresentados na Tabela 15.

O peso médio máximo de frutos observado foi de 2,05 kg obtidos no tratamento equivalente a irrigação por gotejamento utilizando água do poço e 60 kg ha⁻¹ de K₂O aplicado, sendo esta reposição correspondente a 100% da dose de K₂O do nível sugerido pela análise de solo.

Peixoto (1987) afirma que o mercado consumidor nordestino, admite maior variação em peso e formato de fruto. De um lado há preferência por frutos maiores que são vendidos em fatias ou microprocessado em supermercados. Esses frutos são também direcionados às fábricas de doces e à alimentação de animais domésticos. Por outro lado, frutos menores e de peso variando num limite máximo de 3 kg são os preferidos do consumidor, quando vendidos inteiros. Frutos nesta faixa de peso facilitam o acondicionamento, transporte e armazenamento sob condições naturais e possibilita seu consumo em uma única refeição (PEIXOTO, 1987).

Tabela 15 – Peso médio dos frutos de abóbora por planta, em função do método de irrigação e das doses de K₂O.

| Método de irrigação | Doses de K ₂ O (kg/ha) | | | | | Média |
|-----------------------|-----------------------------------|------|-------------|------|------|-------|
| | 0 | 30 | 60 | 90 | 120 | |
| Sulco | | | | | | |
| Água/Canal | 1,38 | 1,43 | 1,16 | 1,63 | 1,33 | 1,39 |
| Gotejamento | | | | | | |
| Água/poço | 1,69 | 2,00 | 2,05 | 1,99 | 1,79 | 1,90 |
| Gotgotejamento | | | | | | |
| Água/Canal | 1,39 | 1,50 | 1,61 | 1,25 | 1,58 | 1,47 |
| Média | 1,49 | 1,64 | 1,61 | 1,62 | 1,57 | |

O resumo da análise de variância do peso médio dos frutos é apresentado na Tabela 16. O fator K₂O e a interação entre os fatores método de irrigação e adubação

potássica não apresentaram diferença significativa e o fator método de irrigação apresentou efeito altamente significativo sobre o peso médio dos frutos da cultura.

Tabela 16 – Análise de variância do peso médio dos frutos de abóbora em função do método de irrigação (Ta) e K₂O (Tb).

| Causa de variação | G.L | F | Prob.>F |
|-------------------|-----|---------|---------|
| Blocos | 6 | | |
| Trat-a (ta) | 2 | 13,3584 | 0,00118 |
| Resíduo (a) | 12 | | |
| Parcelas | 20 | | |
| Tra-b (Tb) | 4 | 0,3138 | 0,86809 |
| Interação | 8 | 0,8749 | 0,54245 |
| Resíduo (b) | 72 | | |
| Total | 104 | | |

Os resultados das análises de regressões apresentados na Tabela 17 não demonstraram efeito significativo para o modelo linear e quadrático associada aos níveis de potássio. No entanto, apresentou efeito altamente significativo em nível de 1% para o fator método de irrigação na tabela 18, pelo teste de Tukey.

Tabela 17 – Análise das regressões para os modelos associados ao fator de produção potássio.

| Causa da Variação | G. L. | F | Prob>F |
|----------------------|-------|---------|---------|
| Regr. Linear | 1 | 0,16067 | 0,69229 |
| Regr. Quad. | 1 | 0,80689 | 0,62455 |
| Desvios Regr. | 2 | 0,14384 | 0,86654 |
| Resíduo | 72 | | |

Tabela 18 – Teste de Tukey para as médias do fator método de irrigação.

| NOME | MEDIAS | MEDIAS ORIGINAIS | 5% | 1% |
|--------|----------|------------------|----|----|
| GOT AP | 1,905429 | 1,905429 | A | A |
| GOT AC | 1,465143 | 1,465143 | B | B |
| SULCOS | 1,385429 | 1,385429 | B | B |

A tabela anterior é bem mais representada pela figura 16, observamos que a irrigação por sulcos obteve os maiores valores de peso médio e os menores valores foram encontrados na irrigação por gotejamento utilizando água de canal.

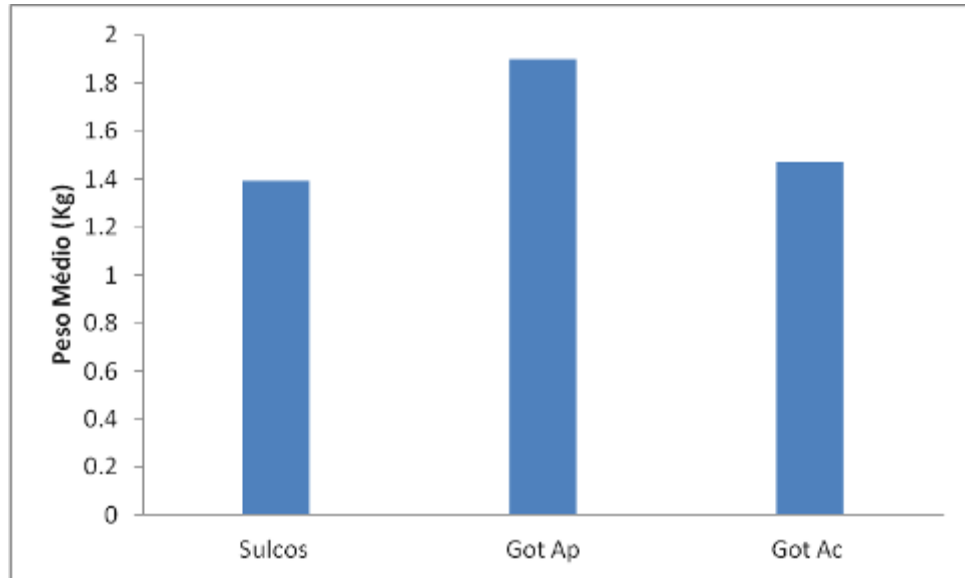


Figura 16 - Peso médio da abóbora em função do método de irrigação utilizado.

4.5 Diâmetro médio dos frutos de abóbora em função dos fatores método de irrigação e potássio

Os valores médios do diâmetro dos frutos de abóbora em função do método de irrigação e de adubação potássica são apresentados na Tabela 19.

O diâmetro máximo observado foi de 15,72 unidades por planta obtida no tratamento equivalente a irrigação por gotejamento utilizando água do poço e 60 kg ha⁻¹ de K₂O aplicado, sendo esta reposição correspondente a 100% da dose de K₂O do nível sugerido pela análise de solo.

Tabela 19 – Diâmetro dos frutos de abóbora em função dos tipos do método de irrigação e das doses de K₂O.

| Método de irrigação | Doses de K ₂ O (kg/ha) | | | | | Média |
|------------------------------|-----------------------------------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| | 0 | 30 | 60 | 90 | 120 | |
| Sulco Água/Canal | 14,96 | 15,23 | 15,30 | 15,80 | 15,47 | 15,4 |
| Gotejamento Água/poço | 14,27 | 15,43 | 15,72 | 15,43 | 14,93 | 15,2 |
| Gotgotejamento Água/Canal | 14,21 | 14,67 | 15,25 | 13,77 | 14,58 | 14,5 |
| Média | 15,1 | 15,1 | 15,4 | 15,0 | 15,0 | |

O resumo da análise de variância do diâmetro dos frutos de abóbora é apresentado na Tabela 20. O fator K₂O, o método de irrigação e a interação entre os fatores não

proporcionaram diferença significativa sobre o diâmetro dos frutos da cultura da abóbora. Esse fato ocorre, segundo (STRASSBURGUER, 2007), devido a abóbora apresentar flores monóicas, necessitando de uma polinização cruzada, proporcionando uma grande variabilidade genética; evidenciada pela extensa variação na coloração de casca e polpa dos frutos, tamanho, formato, espessura de polpa e diâmetro da cavidade interna dos frutos, entre outras.

Tabela 20 – Análise de variância do diâmetro dos frutos em função do método de irrigação (Ta) e K₂O (Tb).

| Causa de variação | G.L | F | Prob.>F |
|-------------------|-----|--------|---------|
| Blocos | 6 | | |
| Trat-a (ta) | 2 | 2,9846 | 0,08764 |
| Resíduo (a) | 12 | | |
| Parcelas | 20 | | |
| Tra-b (Tb) | 4 | 1,0505 | 0,38797 |
| Interação | 8 | 0,5795 | 0,79252 |
| Resíduo (b) | 72 | | |
| Total | 104 | | |

Os resultados das análises de regressões apresentados na Tabela 21 demonstraram efeito não significativo para o modelo linear e quadrático associada aos níveis de potássio e também, não significativo em nível de 1% para o fator método de irrigação na tabela 22, pelo teste de Tukey.

Tabela 21 – Análise das regressões para os modelos associados ao fator de produção potássio.

| Causa da Variação | G. L. | F | Prob>F |
|----------------------|-------|---------|---------|
| Regr. Linear | 1 | 0,76428 | 0,61109 |
| Regr. Quad. | 1 | 2,62326 | 0,10575 |
| Desvios Regr. | 2 | 0,40716 | 0,67270 |
| Resíduo | 72 | | |

Tabela 22 – Teste de Tukey para as médias do fator método de irrigação.

| NOME | MEDIAS | MEDIAS ORIGINAIS | 5% | 1% |
|--------|-----------|------------------|----|----|
| GOT AC | 15,352286 | 15,352286 | A | A |
| GOT AP | 15,156000 | 15,156000 | A | A |
| SULCOS | 14,496000 | 14,496000 | A | A |

4.6 Análise entre variáveis:

4.6.1 Produtividade x Número de frutos por planta

A Figura 17 apresenta a relação funcional entre produtividade e número de frutos por planta, pela qual se visualiza a correlação positiva e linear entre as variáveis. Stephenson (1981) observou que o aumento do número de frutos produzidos pelas plantas, entretanto, não está associado apenas a uma maior proporção de flores femininas ou masculinas, mas o potencial produtivo das plantas é limitado também pela presença de água e nutrientes no solo.

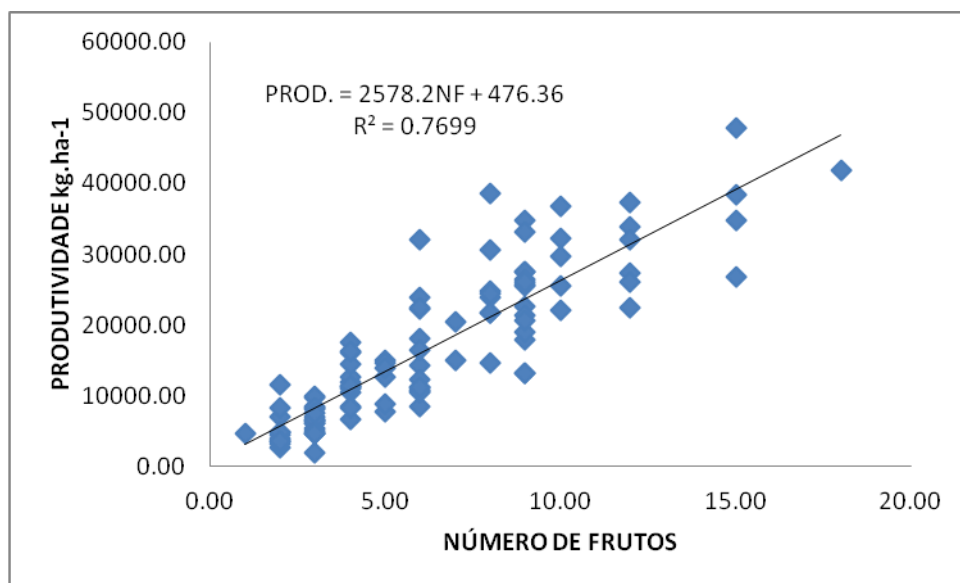


Figura 17 - Gráfico da produtividade em função do número de frutos.

4.6.2 Produtividade x Peso médio dos frutos

Na Figura 18, a dispersão de pontos entre produtividade e peso médio dos frutos demonstra que, apesar da relação funcional entre as variáveis ser linear, ela é muito fraca. Desta forma assume relevância ações no sentido de se promover uma polinização entomofílica na cultura.

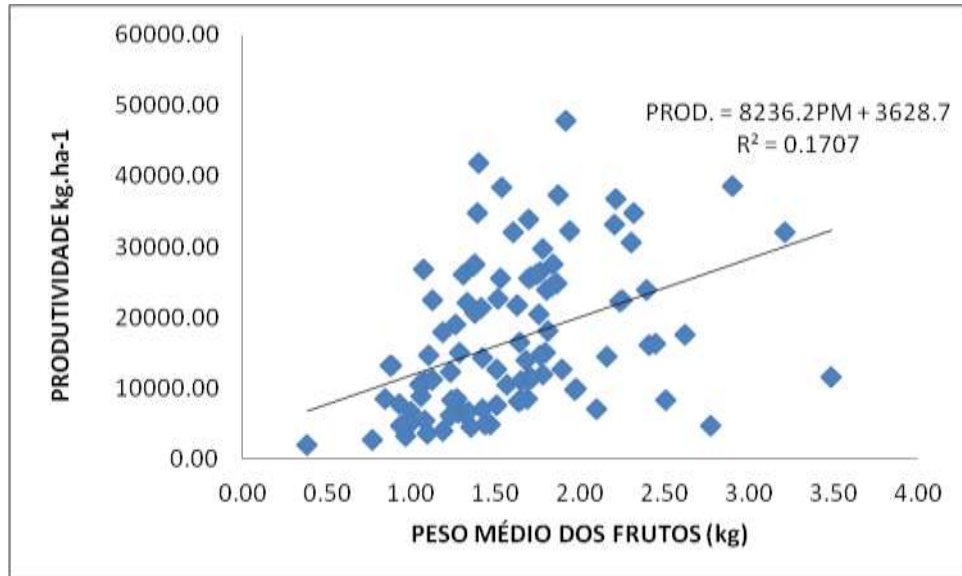


Figura 18 - Gráfico da produtividade em função do peso médio.

4.6.3 Produtividade x Diâmetro dos frutos

Na Figura 19 se visualiza de forma mais acentuada, uma dispersão dos pontos na relação funcional entre produtividade e diâmetro médio dos frutos, demonstrando portanto ser uma variável de pouco significado quanto ao aspecto da produtividade. Há que se considerar, entretanto, que esta variável pode assumir importância relevante para um determinado tipo de consumidor. De acordo com STRASSBURGUER (2007), tal fato ocorre devido uma grande variabilidade genética; evidenciada pela extensa variação na coloração de casca e polpa dos frutos, tamanho, formato, espessura de polpa e diâmetro da cavidade interna dos frutos, entre outras.

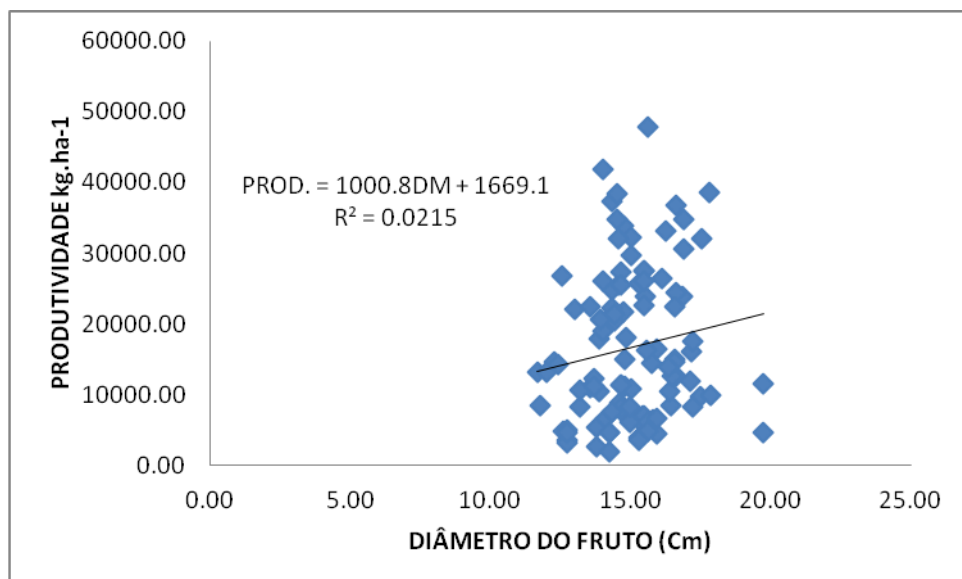


Figura 19 - Gráfico da produtividade em função do diâmetro dos frutos.

4.7 Análise econômica

Nas Tabelas 23, 24 e 25 são apresentados os fluxos de caixa obtidos pela produção de 1,0 hectare de abóbora var. Jacarezinho para cada tratamento, não considerando o valor investido na terra.

Conforme se observa, o sistema de gotejamento com água de canal apresentou a maior receita líquida acumulada, tendo como fator determinante a maior produtividade associada a este tratamento, visto que os custos de produção foram mais elevados nesse tratamento. Comparativamente, a irrigação por sulcos obteve a menor receita líquida Tabela 23, mesmo sem custo com energia elétrica.

Tabela 23 – Fluxo de caixa do cultivo abóbora através do sistema de irrigação por sulcos .

| FLUXO DE CAIXA SULCOS (R\$) | | | | | | |
|-----------------------------|----------|----------------|----------|---------------------|----------|--------------|
| ANO | RB | Custeio (1,5%) | Anuidade | Investimento (1,0%) | Anuidade | RL Acumulada |
| 1 | 4.304,25 | 6.032,34 | 2.101,27 | 600,00 | 206,00 | 1.996,98 |
| 2 | 4.304,25 | | 2.071,10 | | 204,00 | 4.026,13 |
| 3 | 4.304,25 | | 2.040,94 | | 202,00 | 6.087,45 |

Tabela 24 – Fluxo de caixa do cultivo da abóbora irrigada por gotejamento com água de canal .

| FLUXO DE CAIXA (Gotejamento/água de canal) (R\$) | | | | | | |
|--|-----------|----------------|----------|---------------------|----------|--------------|
| ANO | RB | Custeio (1,5%) | Anuidade | Investimento (1,0%) | Anuidade | RL Acumulada |
| 1 | 10.900,95 | 6.008,22 | 2.092,86 | 6.000,00 | 2.060,00 | 6.748,09 |
| 2 | 10.900,95 | | 2.062,82 | | 2.166,67 | 13.419,55 |
| 3 | 10.900,95 | | 2.032,77 | | 2.083,33 | 20.204,39 |

Tabela 25 – Fluxo de caixa do cultivo da abóbora irrigada por gotejamento com água de poço

| FLUXO DE CAIXA (Gotejamento/água de poço) (R\$) | | | | | | |
|---|----------|----------------|----------|---------------------|----------|--------------|
| ANO | RB | Custeio (1,5%) | Anuidade | Investimento (1,0%) | Anuidade | RL Acumulada |
| 1 | 9.818,00 | 6.008,22 | 2.092,86 | 5.000,00 | 1.716,67 | 6.008,47 |
| 2 | 9.818,00 | | 2.062,82 | | 1.700,00 | 12.063,65 |
| 3 | 9.818,00 | | 2.032,77 | | 1.683,34 | 18.165,53 |

Fachini (2009) estudando a cultura da abóbora obteve um custo operacional total de R\$7.280,43/ha, sendo que os custos excederam a receita esperada frente à produtividade média de 12.897,40 kg.ha⁻¹ obtida no experimento. Entretanto, para a abóbora, o período de plantio apresentou índices de chuva abaixo das médias mensais, o que pode ter influenciado na sua produtividade.

Para a cultura da abóbora não foram encontrados relatos na literatura sobre a produtividade e viabilidade econômica de seu cultivo o que dificulta realizar comparação sobre o resultado encontrado.

5 CONCLUSÕES

- O número de frutos por planta foi determinante na produtividade da cultura da abóbora, sendo que os maiores valores médios de produtividade e de eficiência de uso da água foram obtidos através do sistema de gotejamento com água do canal.
- O decréscimo de 10% na produtividade média da abóbora com o sistema de gotejamento com água do poço, comparativamente, ao sistema de gotejamento com água do canal é atribuída à condutividade elétrica da água do poço, superior em 54% à água do canal de irrigação.
- A cultura da abóbora utilizando o sistema de gotejamento com água do canal apresentou um incremento na receita líquida acumulada de 11% e 232%, se comparada ao cultivo da abóbora irrigada por gotejamento com água do poço e irrigada por sulcos com água do canal, respectivamente.

6 REFERÊNCIAS

- ALAZBA, A. A. Design procedure for border irrigation. **Irrigation Science**, v.18, n.1, p.33-43, 1997
- ALBUQUERQUE, J. A. S.; ALBUQUERQUE, T. C. S. **Prática de cultivo para maracujá na região do submédio São Francisco**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1988. 12p.
- ALGOZIN, K.A.; BRALTS, V.F.; RITCHIE, J.T. **Irrigation strategy selection based on crop yield, water, and energy use relationships: A Michigan example**. Journal of Soil and Water Conservation, Ankeny, USA, p.428-31. 1988.
- AMARAL, E.; MITIDIARI, J. **Polinização da abóbora**. Anais da Esc. Sup. de Agric. Luiz de Queiroz, Piracicaba, v. 23, p. 121-128, 1996.
- ANDRADE JÚNIOR, A. S. de et al. **Produtividade e qualidade de frutos de melancia em função de diferentes níveis de irrigação**. Horticultura Brasileira, v. 15, n. 01, p. 43 – 46, 1998.
- ANDRIOLO, J. L. **Olericultura geral: princípios e técnicas**. Santa Maria: Ed. UFSM, 2002, 158p.
- ANEEL - Agência nacional de energia elétrica. Resolução n. 456 de 29. Novembro de 2000. **Condições de fornecimento de energia elétrica**, 2000. 80 p. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 15 ago. 2010.
- ARAGÃO, C. A.; SANTOS, J. S.; QUEIROZ, S. O. P.; FRANÇA, F. **Avaliação de cultivares de melão sob condições de estresse salino**. Revista Caatinga, Mossoró, v. 22, n. 2, p. 161-169, 2009.
- ARAÚJO, W. F. **Aplicação de água carbonatada em abobrinha cultivada em solo com e sem cobertura plástica**. 2002. 86f. Tese (Doutorado), ESALQ, Piracicaba-SP.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Tradução de GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F; DAMASCENO, F. A. V. 2. ed. Campina Grande, PB, 153 p. (Estudos FAO Irrigação e Drenagem, 29). 1999.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Tradução de H. R. GHEYI, J. F. MEDEIROS e F. A.V. DAMASCENO. Campina Grande, PB., 218 p. (FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 29). 1991.

BERNARDO, S.; Manual de irrigação. UFV, Imprensa Universitária. 6ª edição. 657p. 1995.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 7 ed., Viçosa - MG (s. n.), 2005.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 8.ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2006. 596p.

BISOGNIN, D. A. **Origin and evaluation of cultivated cucurbits**. Ciência Rural, Santa Maria, v.32, n.5, p.715-723, 2002

BORGES, A. L. Nutrição mineral, calagem e adubação. In: _____. **Maracujá : Produção e qualidade na passicultura**. 1. ed. Cruz das almas-BA: Embrapa, 2004. cap. 7, p. 119 - 149.

CALBO, M. E. R.; MORAES, J. A. P. V. **Fotossíntese, condutância estomática, transpiração e ajustamento osmótico de plantas de buriti submetidas a estresse hídrico**. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, Jaboticabal, v. 9, n. 1, p. 117-123, 1997.

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

CAMARGO, P. M. P.; COSTA, R. C.; BARRETO, A. G. T.; O. NETO, C. F.; CRUZ, F. J. R. Mecanismos de tolerancia ao estresse salino relacionados com o metabolismo de nitrogenio e ajustamento osmótico em plantas de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. In. XII Seminário de Iniciação Científica da EMBRAPA/Amazônia Oriental, [S. I.]. **Anais**. 2008.

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

CARVALHO, F. T. ; CAVAZZANA, M. A. **Eficácia de herbicidas no manejo de plantas para o plantio direto de soja**. R. Bras. Herb., v.1, n.2, p. 167-172, 2000.

CARVALHO, H.P. *Irrigação, balanço hídrico climatológico e uso eficiente da água na cultura do café*. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Piracicaba. 173 f. 2008.

CHRISTOFIDIS, D. **Irrigação, a fronteira hídrica na produção de alimentos**. Irrigação e Tecnologia Moderna (ITEM), Brasília, n.54, p. 46-55, 2002.

COELHO, E. F.; SILVA, J. G. F. da; ALVES, A. A. C.; CRUZ, J. L. **Irrigação do mamoeiro. Cruz das Almas: Embrapa mandioca e fruticultura**, jul. 2003. 8p. (Embrapa-CNPMPF. Série Circular Técnica, 54).

COLETTI, C.; TESTEZLAF, R. **Avaliação do uso da irrigação por sulcos na cultura do tomate sobre a disponibilidade hídrica em uma bacia hidrográfica**. In: WORKSHOP TOMATE NA UNICAMP: PERSPECTIVAS E PESQUISAS, 2003, Campinas. *Anais...*Campinas, 28 de maio de 2003. 1 CD-ROM.

COSTA, M.H. **Modelo de otimização dos recursos hídricos para irrigação, conforme a época de plantio**. Viçosa: UFV, 1991. 111p. Dissertação de mestrado.

COSTA, R.N.T.; COLARES, D.S.; SAUNDERS, L.C.U. e SOUZA, F. de. Análise das eficiências de aplicação e de usos da água em cultivo de arroz no Perímetro Irrigado Morada Nova, CE. **Irriga**, Botucatu, v.10,n.4, p. 372-382, nov-dez, 2005.

DAVIS RM; SUBBARAO KV; RAID RN; KURTZ EA. 1997. **Compendium of lettuce diseases**. California: Academic Press. 79p.

DIAS, N. S.; GHEYI, H. R.; DUARTE, S. N. **Prevenção, manejo e recuperação dos solos afetados por sais**. Piracicaba, SP: Universidade de São Paulo/Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Departamento de Engenharia Rural, 2003. (Série Didática).

DNOCS - DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS. Perímetro Irrigado Curu-Pentecoste. Disponível em:

<http://www.dnocs.gov.br/201.30.148.11/~apoena/php/projetos/projetos.php>. Acesso em: 29 jan. 2007.

DOORENBOS, J.; KASSAN, A.H. **Yield response to water**. Rome: FAO, 1979. 193p. (Irrigation and Drainage Paper, 33).

ENGLISH, M.J.; MUSICK, J.T.; MURTY, V.V.N. **Deficit irrigation**. In.: Glen, J.H.; Howel, T.A.; Salomon, K.H. (eds.) Management of farm irrigation systems. St. Joseph: ASAE Monograph, 1990. p.631-663.

FACHINI, C. **Viabilidade econômica das culturas de feijão, abóbora e mandioca para indústria em consórcio com eucalipto, região de capão bonito, estado de são paulo** Informações Econômicas, SP, v.39, n.5, maio 2009.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: ESAL-FAEPE, 1994. 227 p.

FERNANDES, A. R. **Nutrição mineral e crescimento de mudas de pupunheira (Bactris gasipaes H.B.K.), em solução nutritiva, em função do balanço de nutrientes e níveis de salinidade**. Lavras, 2000. 145 p.

FERRÃO, José Eduardo Mendes, "A **Aventura das Plantas e os Descobrimentos Portugueses**", Instituto de Investigação Científica Tropical, Comissão Nacional para as Comemorações dos Descobrimentos Portugueses e Fundação Berrado, 1992.

FEVALE – FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DO VALE DO JEQUITINHONHA – UEMG. **Seminário**. Disponível em <http://www.fevale.edu.br/seminario/cd/files/pdf/1749.pdf>. Acesso em: 25 de Nov de 2008.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa, MG, 2003. 402 p.

FLOWERS, T.J. **Improving crop salt tolerance**. Journal of Experimental Botany, Oxford, v. 55, n. 396, p. 307-319, 2004.

FURTINI, A. E.; SILVA, S. C.; FAQUIN, V. **Adaptação de plantas a solos salinos**. Universidade Federal de Lavras. Departamento de Ciência do Solo. Lavras, MG, 2002.

FRIZZONE, J.A. **Irrigação por Superfície**. São Paulo: ESALQ/USP, 1993. 183p.

GARJULLI, R. **Os recursos hídricos no semi-árido**. Ciência e Cultura, v.55, n.4, p. 38-39, out/dez. 2003.

GIRÃO, A. R.; DUTRA, I.; SOUZA, F. Área irrigada e métodos de irrigação no Estado do Ceará segundo o Censo Agropecuário 1995-1996. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 5, n. 1, p. 161-165, 2001.

GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. **Qualidade de frutos de melancia em função de fontes e doses de potássio.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 22, n. 3, p. 647-650. 2004.

GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. **Exportação de nutrientes pelos frutos de melancia em função de épocas de cultivo, fontes e doses de potássio.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 22, n. 4, p. 740-743, out-dez 2004.

GOMES, E. P.; MARQUES, S. R.; CAMPOS, M. A.; BERTOLUCI, A. C. F.; MATSURA, E. E.; **Avaliação da uniformidade de irrigação por gotejamento na cultura de tomate de mesa in: WORKSHOP TOMATE NA UNICAMP: perspectivas e pesquisas,** Campinas, 2003. Anais... Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2003. p. 2.

HARVEY, W. J.; GRANT, D. G. Effect of maturity on the sensory quality of buttercup squash. **Proceedings Agronomy Society of New Zealand,** v. 22, p. 25-30. 1992.

HART, W. E.; NORUN, D.; PERI, G. **Optimal seasonal irrigation application analysis.** Journal of irrigation and Drainage Division. Asce, New York, 106(3):221-235, 1980.

HEUER, B. **Photosynthetic carbon metabolism of crops under salt stress.** In: PESSARAKLI, M. (Ed). Handbook of photosynthesis. New York: Marcel Dekker, 1997. p .887-896.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de orçamento familiar (2002-2003).** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 de Out. 2010.

IRVING, D. E.; HURST, P. L.; RAGG, J. S. Changes in carbohydrates and carbohydrates metabolizing enzymes during the development, maturation and ripening of buttercup squash (*Cucurbita maxima* D. 'Delícia'). **Journal of the American Society for Horticultural Science.** v. 122, n. 3, p. 310-314, 1997.

JACOMINE, P.K.T.; ALMEIDA, J.C. & MEDEIROS, L.A.R. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Ceará.** Recife, 1973. 2v. 830p. (DPP, Boletim Técnico, 28. SUDENE, Série Pedologia, 16).

KANO C; CARDOSO AII; VILLAS BÔAS RL. 2010. **Influencia de doses de potássio nos teores de macronutrientes em plantas e sementes de alface.** *Horticultura Brasileira* 28: 287-291.

KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra.** Mexico: Fondo de Cultura Economica, 1918. 478p.

LAUCHLI, A.; EPSTEIN, E. **Mechanisms of salt tolerance in plants.** California Agriculture, v. 38, n. 10, p. 18-21, 1984.

LARAQUE, A. **Estudo e previsão da qualidade química da água dos açudes do Nordeste.** Recife: SUDENE, 1989. 97p. Série Hidrológica, 26.

LEITE, K. N., **Análise Econômica da resposta do cajueiro anão precoce BRS 189 aos fatores de produção água e adubo potássio.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceara (UFC), Fortaleza. 2010.

LIMA, L. C. de O. **Tecido esponjoso em manga Tommy Atkins: transformações químicas e bioquímicas no mesocarpo durante o armazenamento.** 1997. 151f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG, 1997.

LOPES, A. S. **Manual de fertilidade do solo.** São Paulo: ANDA/POTAFOS, 1989. 153p.

LORETO, F.; ALVINO, A. **On the contribution of mesophyll resistance to CO₂ diffusion to photosynthesis limitation during water and salt stress.** Acta Horticulturae, v. 449, n. 2, 1997.

LU, C.; QIU, N.; LU, Q.; WANG, B.; KUANG, T. **Does salt stress lead to increased susceptibility of photosystem II to photoinhibition and changes in photosynthetic pigment composition in halophyte Suaeda salsa grown outdoor.** Plant Science, v. 163, p. 1063-1068, 2002.

LU, C.; ZHANG, J. **Thermostability of photosystem II is increased in salt-stressed sorghum.** Australian Journal of Plant Physiology, v. 25, p. 317-324, 1998.

LUNARDI, D.M.C.; KLOSOWSKI, E.S.; SANDANIELO, A. **Consumo hídrico e coeficiente de cultura da abóbora italiana na região de Botucatu-SP.** Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, n.2, v.7, p.179-182, 1999.

MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. **Crop salt tolerance - current assessment.** Journal of the Irrigation and Drainage. Division. Riverside, California, v.103, n.1R2, p.115 - 134, 1977.

- MACÊDO, L. de S.; SOUSA, M. R.; MORRILL, W. B. B. **Drenagem para Controle da Salinidade**. Tecnologia & Ciência Agropecuária, João Pessoa, v.1., n.2, p.69-71, 2007.
- MAKISHIMA, N. **Situação das cucurbitáceas no Brasil**. Horticultura brasileira, v. 9, n.2, p. 99-101, 1991.
- MALAVOLTA E. 1980. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres. 251p.
- MALAVOLTA, E.; CROCOMO, O. J. **Funções do potássio nas plantas**. In: YAMADA, T.; IGUE, K.; MUZILLI, O.; USHERWOOD, N. R. Potássio na agricultura brasileira. Piracicaba: POTAFOS, 1982. p. 95- 162.
- MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 528p.
- MANTOVANI, E.C.; RAMOS, M.M. **Manejo da irrigação**. In: COSTA, E.F.; VIEIRA, R.F.; VIANA, P.A. Quimigação: aplicação de produtos químicos e biológicos via irrigação. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa de Milho e Sorgo. – Brasília: EMBRAPA-SSI, 1994. p. 129-158.).
- MARINHO, C. S. et al. **Fontes e doses de nitrogênio e a qualidade dos frutos do mamoeiro**. Scientia Agricola, Piracicaba, v. 58, n.2, p. 345-348, abril/junho. 2001
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2 ed., California: Academic Press, 1995. 889 p.
- MEDEIROS, D. C. **Produção e qualidade de melancia fertirrigada com nitrogênio e potássio. 2008**, 70p. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Mossoró, RN, 2008.
- MEDEIROS, J. F.; GHEYI, H. R. **Manejo do sistema solo-água-planta em solos afetados por sais**. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande, PB, SBEA, 1997. cap. 8, p. 239-284.
- MEDEIROS, J. F. **Salinização em áreas irrigadas: manejo e controle**. In: FOLEGATTI, M.V. et al. Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças. Guaíba: Agropecuária, 2001. v.2, cap. 2, p. 201-240.

MEDEIROS, J.F. de; GHEYI, H.R.; DIAS, N. da S.; CARMO, G.A. do. **Riscos e medidas mitigadoras para a salinidade em áreas Irrigadas.** Reunião Sulamericana para manejo e sustentabilidade da irrigação em regiões áridas e semi-áridas. Salvador – Bahia – Brasil, 21 a 23 de outubro de 2009a.

MEDEIROS, J. F.; DUARTE, S. R.; FERNANDES, P. D.; DIAS, N. S.; GHEYI, H. R. **Crescimento e acúmulo de N, P e K pelo meloeiro irrigado com água salina.** Horticultura Brasileira, Brasília, v.26, n.4, p.452-457, 2008b.

MEIRELES, A. C. M. **Salinidade da água de irrigação e desenvolvimento de mudas de cajueiro-anão-precoce (*anacardium occidentale L.*).** Fortaleza, 1999. 60f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal do Ceara, Fortaleza, 1999.

MELONI, D. A.; OLIVA, M. A.; MARTINEZ, C. A.; CAMBRAIA, J. Photosynthesis and activity of superoxide dismutase, peroxidase and glutathione reductase in cotton under salt stress. *Environmental and Experimental Botany*, v. 49, p. 69-76, 2003.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. Copper, further elements of importance. In: MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition.** 4. ed. Berne: International Potash Institute, 1987. p. 537-588.

MOLINAR, R; AGUIAR, J; GASKELL, M; MAYBERRY, K. **Summer Squash Production in California.** University of California – Division of Agriculture and Natural Resources. Disponível em: < <http://anrcatalog.ucdavis.edu/pdf/7245.pdf> >. Acesso em: 08 de outubro de 2010.

MOLLE, F. **Aspectos do processo de salinização dos açudes.** SUDENE/Cooperação francesa - ORSTOM, Recife, 1990, 21.

MOURA, R. F. **Efeitos das lâminas de lixiviação de recuperação do solo e da salinidade da água de irrigação sobre os componentes de produção e coeficiente de cultivo da beterraba.** 2000, 119 f.. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

MOREIRA, O.C. **Resposta da cultura da abóbora aos fatores de produção água e adubo nitrogenado com reuso de água da irrigação por sulcos em sistema de irrigação localizada, CE.** UFC Monografia (graduação), Fortaleza, 2010.

OLIVEIRA, A. P.; OLIVEIRA, A. N. P.; ALVES, A. U.; ALVES, E. U.; SILVA, D. F. da; SANTOS, R. R.; LEONARDO, F. de A. P. **Rendimento do maxixeiro adubado com doses de nitrogênio.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 26, n. 4, p.533-536, 2008.

PEDROSA, J. F. Cultura da melancia. 2 ed. Mossoró: ESAM, 1997. 53 f. (Apostila).

PEREIRA, F. H. F.; ESPINULA NETO, D.; SOARES, D. C.; OLIVA, M. A. **Trocas gasosas em plantas de tomateiro submetidas a condições salinas.** Horticultura Brasileira, Campo Grande, v. 22, n. 2, 2005. CD-ROM.

PEREIRA, F. H. F.; MEDEIROS, J. F.; DOMBROSKI, J. L. D.; FIGUEIREDO, V. B.; OLIVEIRA, C. J. S.; FREITAS, L. D. A. **Alterações fisiológicas em plantas de melão tipo ‘honey-dew’ submetido a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação.** CONIRD, Mossoró, 2007. CD-ROM.

PEREIRA P. R. G.; FONTES P. C. R. **Nutrição mineral de hortaliças.** In FONTES P. C. R. (ed). Olericultura: teoria e prática. Viçosa, UFV. p. 39-55. 2005.

PEIXOTO, N. **Melhoramento genético de abóbora (Cucurbita moschata Duch.) do grupo baianinha.** I. Obtenção, seleção de linhagens e avaliação de híbridos F1 braquíticos. 1987. 110p., Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1987.

PEIXOTO, N., SILVA, S. D. A., SANTOS, G. **Efeitos de níveis de adubação e densidade sobre a produção de abóbora do grupo baianinha.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 11, p.30-31, 1993.

PERDIGÃO, P. D. (2007). **Efeitos de níveis de água e adubação potássica no desenvolvimento do cajueiro anão-precoce, clone brs – 189.** Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, 2007

PLAYÁN, E.; MATEOS, L., 2006. **Modernization and optimization of irrigation systems to increase water productivity.** Agric. Water Manage. 80, 100-116.

PRONAF - Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar. **Cartilha de Acesso ao PRONAF.** Saiba como obter crédito para a agricultura familiar. Brasília/DF, 2011.

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

RAMOS, S. R. R.; QUEIRÓZ, M. A.; WAGNER, V.; CASALI, D.; CRUZ, C. D. **Recursos genéticos de Cucurbita moschata: caracterização morfológica de populações locais coletadas no Nordeste brasileiro**. Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro, 1999.

REIS, E.F.; POSSE, R.P.; BARROS, F.M.; LIMA, J.S.S.; PEZZOPANE, J.E.M. **Uniformidade de aplicação de água em sistema de irrigação localizada no sul do Estado do Espírito Santo - ES**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 31, 2002, Salvador. **Anais...** Salvador: UFBA/SBEA,2002.

ROBINSON, R.W. **Cucurbits**. British Library: London. 1997, 217 p.

SANCHES, N. F.; DANTAS, J. L. L. **O cultivo do mamão**. Circular Técnica, 34. EMBRAPA, 105 p., 1999.

SANTOS, M. D., MOREIRA, O. C., COSTA, R. N., BRANCO, L. M., & MACEDO, A. B. **Análise comparativa de dois sistemas de irrigação através da relação da relação tarifa de água/valor bruto da produção na cultura da abóbora**. Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola (CONBEA). Vitória. 2010.

SANTOS, M. D., MOREIRA, O. C., COSTA, R. N., BRANCO, L. M., & MACEDO, A. B. **Eficiência de Uso a Água na Cultura da Abóbora em Sistemas de Irrigação Por Gotejamento e Sulcos**. Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola (CONBEA). Vitória. 2010.

SCALOPPI, E. J. **Modelos matemáticos para simulação da irrigação superficial**. Botucatu, 983. 115p. (Livre Docência– Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP).

SOUSA, V. F. de **Níveis de irrigação e doses de potássio aplicados via fertirrigação por gotejamento no maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis Sims. F. flavicarpa Deg*)**. Piracicaba, 2000. 178p. Dissertação (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

SOUSA, V.F. DE; COÊLHO, E.F.; FIZZONE, J.A.; FOLEGATTI, M.V.; ANDRADE JÚNIOR, A.S.; OLIVEIRA, F. DAS C. **Eficiência do uso da água pelo meloeiro sob diferentes frequências de irrigação**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.4, n.2, p.183-188, 2000.

SOUZA, L. O. C. de. **Análise técnica de sistemas de irrigação por gotejamento utilizados na cafeicultura irrigada.** 2000. 85 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2000.

STEPHENSON, A.G. Flower and fruit proximate causes and ultimate functions. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, Palo Alto, v. 12, p. 253-279, 1981.

STRASSBURGUER, A. **Crescimento da abobrinha italiana cultivada em substrato de casca de arroz in natura com recirculação da solução nutritiva em duas estações de cultivo.** 2007, 119f. Dissertação (mestrado) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS.

TABUADA, M. A. **Modelação bidimensional e tridimensional da rega por sulcos.** Lisboa, 1989. 237p. (Doutorado – Universidade de Lisboa).

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 3a. ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2006. 722 p.

TOMAZ, H. V. Q.; FIGUEIRÊDO, V. Q.; PORTO FILHO, F. Q.; MEDEIROS, J. F.; QUEIROZ, R. F.; TOMAZ, H. Q. **Produtividade da melancia irrigada com águas de diferentes níveis de salinidade.** XXXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Bonito, MS, 2007.

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

WALKER, W.R. and Skogerboe, G.V. **Surface irrigation. Theory and practice.** Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey. 1987. 386 p.

WALKER, W. R. **Guidelines for designing and evaluating surface irrigation systems.** Roma, FAO, 1989. 137p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 45).

