

JOSÉ SILEREUDO DA SILVA

**EVAPOTRANSPIRAÇÃO E PRODUÇÃO DE MELANCIA SOB DIFERENTES
NÍVEIS DE NITROGÊNIO E DA SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO**

MOSSORÓ - RN

2010

JOSÉ SILEREUDO DA SILVA

**EVAPOTRANSPIRAÇÃO E PRODUÇÃO DE MELANCIA SOB DIFERENTES
NÍVEIS DE NITROGÊNIO E DA SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi - Árido, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Irrigação e Drenagem.

ORIENTADOR: Prof. D.Sc. Francisco de Queiroz Porto Filho
CO-ORIENTADOR: Prof. D.Sc. José Francismar de Medeiros

MOSSORÓ – RN

2010

**Ficha catalográfica preparada pelo setor de classificação e
catalogação da Biblioteca “Orlando Teixeira” da UFERSA**

S586e Silva, José Silereudo da.

Evapotranspiração e produção de melancia sob diferentes
níveis de nitrogênio e da salinidade da água de irrigação / José
Silereudo da Silva. -- Mossoró, 2010.
97 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem: Área de
concentração em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal
Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação.
Orientador: Prof^o. D. Sc. Francisco de Queiroz Porto Filho.
Co-orientador: Prof^o. D. Sc. José Francismar de Medeiros.

1. Melancia. 2. Salinidade. 3. Nitrogênio. I. Título.

CDD: 635.615

JOSÉ SILEREUDO DA SILVA

**EVAPOTRANSPIRAÇÃO E PRODUÇÃO DE MELANCIA SOB DIFERENTES
NÍVEIS DE NITROGÊNIO E DA SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi - Árido, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Irrigação e Drenagem.

APROVADA EM: 04 / 08 / 2010

BANCA EXAMINADORA

Prof. D.Sc. Francisco de Queiroz Porto Filho UFERSA
Orientador

Prof. D.Sc. José Francismar de Medeiros - UFERSA
Co-Orientador

Prof. D.Sc. Vladimir Batista Figueirêdo - UFERSA
Conselheiro

Prof. D.Sc. José Geraldo dos Santos -UFPB
Conselheiro

*“ Venha!
Meu coração está com pressa
Quando a esperança está dispersa
Só a verdade me liberta
Chega de maldade e ilusão*

*Venha!
O amor tem sempre a porta aberta
E vem chegando a primavera
Nosso futuro recomeça
Venha!
Que o que vem é Perfeição!... “*

(Renato Russo)

A minha esposa

Ivanisse

Aos meu filhos

Sanderson, Livia e Jonas

DEDICO E OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, acima de tudo.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido, pela oportunidade dada para a realização deste trabalho.

Aos Professores Francisco de Queiroz Porto Filho e José Francismar de Medeiros, pela dedicação, ensinamentos, orientação e amizade tão útil a mim concedida durante toda a execução deste trabalho.

Aos Professores Vladimir Batista Figueirêdo e José Geraldo dos Santos, pelas sugestões e contribuições na melhoria desta dissertação.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Irrigação e Drenagem da UFERSA.

Aos meus colegas de Pós-Graduação, em especial a Haroldo Márcio, Francisco Aécio, Daniele Silva, Júlio Justino e Clideonor Junior, pelo companheirismo ao longo do curso.

Aos colegas do experimento: Andréa, Ana Paula, Djanira, Fabricia, Claudia, Keiviane, Vagna e Flaubênio.

A amiga Talyana pela amizade e contribuição neste trabalho.

A todos que enfim contribuíram para a concretização deste trabalho.

Meus sinceros agradecimentos !

RESUMO

SILVA, José Silereudo da. **Evapotranspiração e produção de melancia sob diferentes níveis de nitrogênio e da salinidade da água de irrigação**. 2010. 92 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró – RN, 2010.

A água é um dos principais fatores que limitam o rendimento da cultura, reduzindo assim a eficiência da produção agrícola. Torna-se necessário então, um manejo adequado da irrigação de modo a permitir a manifestação do seu potencial produtivo. Assim para implantar programas estratégicos de desenvolvimento agrícola local ou regional baseados na disponibilidade de recursos hídricos é de fundamental importância o conhecimento da evapotranspiração da cultura nos seus diferentes estádios de desenvolvimento, bem como a qualidade da água de irrigação. No Nordeste, devido a escassez de água muitos agricultores são obrigados a utilizarem águas com salinidade alta, limitando com isso a produção da cultura. Diante do exposto este trabalho teve como objetivo determinar os coeficientes de cultivo durante o ciclo da cultura da melancia, na região de Mossoró - RN, bem como o efeito do nitrogênio e da salinidade na sua produção. Para tanto, foi realizado um experimento na cidade de Mossoró-RN. O experimento foi delineado em blocos inteiramente casualizados, usando o esquema em parcela subdivididas. Nas parcelas estudou-se cinco níveis de salinidade ($S_1 = 0,57$; $S_2 = 1,36$; $S_3 = 2,77$; $S_4 = 3,86$ e $S_5 = 4,91$ dS m^{-1}) e três níveis de nitrogênio nas subparcelas ($N_1 = 48,0$; $N_2 = 96,0$ e $N_3 = 144,0$ kg ha^{-1}). Para a estimativa da ETo foi utilizada a Equação Penman – Monteith – FAO. Os dados meteorológicos necessários para a estimativa da ETo foram coletados por uma estação agrometeorológica automática, instalada na área experimental. A ET foi medida em quatro lisímetros de pesagem, que ocupava uma área de 3,00 m^2 , instalados nos blocos 1 e 2, nos níveis de salinidade S_1 e S_5 . Os resultados mostraram que a ETc diminuiu entre a água de irrigação S_1 e S_5 , onde a evapotranspiração total durante o ciclo foi de 336,86 e 220,45 mm, respectivamente. Quanto aos Kc's verificaram-se os valores médios nos estádios fenológicos I, II, III e IV, de 0,15, 0,87, 1,38 e 0,82 para o tratamento S_1 e 0,15, 0,65, 0,83 e 0,51 para o tratamento S_5 , mostrando que os Kc's obtidos para o nível S_1 foram sempre maiores que os Kc's obtidos para o nível S_5 , excetuando-se a fase I. Não houve efeito significativo do nitrogênio sobre os componentes de produção. A produção total de frutos tanto para cultivar Quetzali quanto para a Shadow foram significativamente afetados pela qualidade da água de irrigação. Havendo uma redução linear da produtividade à medida que a salinidade da água de irrigação aumentou. Para a Quetzali a produtividade reduziu de 27,12 para 17,06 Mg ha^{-1} ; enquanto que para Shadow foi de 55,45 para 40,80 Mg ha^{-1} , respectivamente para os níveis de salinidade S_1 e S_5 .

Palavras – Chaves: Melancia, salinidade, nitrogênio, evapotranspiração.

ABSTRACT

SILVA, José Silereudo da. **Evapotranspiration and watermelon production under different levels of nitrogen and salinity of irrigation water**. 2010. 92 f. Dissertation (Master in Irrigation and Drainage) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró – RN, 2010.

Water is one of the main factors that limit agricultural yield, consequently reducing the efficiency of crop production. It makes necessary then a special management of irrigation that allows total capacity of production. This way, to implement strategic programs of local or regional development of agriculture based on the availability of water resources it is essential to have a good understanding of crop evapotranspiration on its different stages of development as well as of the quality of the water used in the irrigation process. In the northeast, due to water shortages many farmers are forced to use water containing high levels of salinity what reduces the production in crops with low tolerance to salinity. So, the main objective in this study is to determine the production coefficients during the watermelon production period, in the region of Mossoró city in the State of Rio Grande do Norte, Brazil, and the effect of nitrogen and salinity on watermelon production. Therefore an experiment was carried out in Mossoró city. The experiment was in a randomized block design in which was used a plan of subdivided parts. In these parts it was studied five levels of salinity ($S_1 = 0,57$; $S_2 = 1,36$; $S_3 = 2,77$; $S_4 = 3,86$ e $S_5 = 4,91$ dS m^{-1}) and three levels of nitrogen in subparts ($N_1 = 48,0$; $N_2 = 96,0$ e $N_3 = 144,0$ kg ha^{-1}). For the ETo estimate it was used the Penman Equation – Monteith – FAO. The meteorological data necessary for this ETo estimate were collected by an agrometeorological automatic weather station, located on the experimental area. The ET was measured by four weighting lisimeters, which covered an area of 3,00 m^2 and were installed in blocks 1 and 2, in the salinity levels S_1 and S_5 . The results have demonstrated that the ETc diminished between the irrigation water S_1 and S_5 , and the total evapotranspiration during the cycle was 336,86 and 220,45 mm respectively. It was realized that the average values referring to Kc in the fenological stages I, II, III and IV of 0,15, 0,87, 1,38 and 0,82 for treatment S_1 and 0,15, 0,65, 0,83 and 0,51 for treatment S_5 , demonstrating that the Kc's obtained for level S_1 were higher than the ones obtained for level S_5 , except for stage I. There was an expressive effect of nitrogen on the production components. The total production of fruit for Quetzali cultivar as much as for Shadow cultivar were severely affected by the quality of irrigation water. For the Quetzali cultivar the total production was reduced from 27,12 to 17,06 Mg ha^{-1} . While for the Shadow cultivar it was reduced from 55,45 to 40,80 Mg ha^{-1} , respectively for the salinity levels S_1 and S_5 .

Keywords: Watermelon, salinity, nitrogen, evapotranspiration

LISTA DE TABELAS

TABELA 01	Características químicas da água de irrigação e do solo antes do plantio da melancia. Mossoró-RN, UFERSA, 2009.	41
TABELA 02	Valores dos coeficientes de desempenho conforme Camargo e Sentelhas (1997).	53
TABELA 03	Resumo da análise de variância para salinidade do extrato de saturação do solo em diferentes profundidades durante o ciclo da melancia em função de diferentes doses de nitrogênio e níveis de salinidade da água de irrigação. Mossoró-RN - 2009. .	60
TABELA 04	Resumo da análise de variância para salinidade do extrato de saturação do solo em diferentes épocas de avaliação durante o ciclo da melancia em função de diferentes doses de nitrogênio e níveis de salinidade da água de irrigação. Mossoró-RN - 2009.	63
TABELA 05	Indicadores estatísticos “r”, “d” e “c” para as leituras realizadas pelos quatro lisímetros em relação às massas-padrão utilizadas. Mossoró - RN, 2009.	66
TABELA 06	Valores dos índices estatísticos “r”, “d” e “c”, na escala diária e semanal para (ETcLis) x(ETcFAO). Mossoró - RN, 2009.	71
TABELA 07	Valores médios de evapotranspiração da cultura no nível de salinidade S ₁ (ETcS ₁) e S ₅ (ETcS ₅) e evapotranspiração da cultura e de referência conforme metodologia recomendada pela FAO (ETcFAO e EToFAO, respectivamente) por estágio fenológico da cultura da melancia. Mossoró – RN, 2009.	73
TABELA 08	Valores médios do coeficiente de cultura no nível de salinidade S ₁ (KcS ₁), S ₅ (KcS ₅) e coeficiente recomendado pela FAO corrigido (Kc FAO) por estágio fenológico da cultura da melancia. Mossoró – RN, 2009.	75

TABELA 09	Resumo da ANAVA do peso médio comercial (PMC), total (PMT), produção comercial (PRC), total (PRT), número de frutos comercial (NFRC) e total (NFRT). (PMR) dos frutos de melancia cv Shadow submetidos a diferentes níveis de salinidade (Sal) e doses nitrogênicos (N).	76
TABELA 10	Resumo da ANAVA do peso médio comercial (PMC), total (PMT), produção comercial (PRC), total (PRT), número de frutos comercial (NFRC) e total (NFRT). (PMR) dos frutos de melancia cv Quetzali submetidos a diferentes níveis de salinidade (Sal) e doses nitrogênicos (N).	80

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 01 Croqui da área experimental, com a distribuição das linhas nas parcelas (salinidade) subparcelas (nitrogênio). Mossoró - RN, 2009.	43
FIGURA 02 Esquema do lisímetro, mostrando a balança, mecanismos de alavancas, caixa e célula de carga (dimensões em mm).	46
FIGURA 03 Temperatura mínima (Tmin), Temperatura média (Tmed) e Temperatura máxima (Tmax) do ar absolutas observados durante o ciclo da melancia. Mossoró – 2009.	56
FIGURA 04 Umidade relativa mínima (URmin), Umidade relativa média (URmed) e Umidade relativa máxima (URmax) do ar absolutas observados durante o ciclo da melancia. Mossoró – 2009.	57
FIGURA 05 Valores médios diários da Radiação solar global (RadGlob) e Radiação solar líquida (RadLiq) observados durante o ciclo da melancia. Mossoró – 2009.	58
FIGURA 06 Velocidade do vento mínima, velocidade do vento média e velocidade do vento máxima observados durante o ciclo da melancia. Mossoró – 2009.	59
FIGURA 07 Relação entre os valores de condutividade elétrica do extrato do solo (CEes) e a condutividade elétrica da água de irrigação (Cea) observados em diferentes profundidades durante o ciclo da melancia. Mossoró – 2009.	61
FIGURA 08 Salinidade do solo (CEes) para diferentes profundidades, no final do ciclo da cultura, em função dos tipos de água de irrigação. Mossoró – RN, 2009.	62
FIGURA 09 Relação entre os valores de condutividade elétrica do extrato do solo (CEes) e a condutividade elétrica da água de irrigação (Cea) observados em diferentes épocas do ciclo da melancia. Mossoró –	

	2009.	64
FIGURA 10	Evolução da salinidade do solo (CEes) ao longo do ciclo da melancia para diferentes tipos de água de irrigação. Mossoró – 2009.	65
FIGURA 11A	Equação de calibração dos lisímetros B ₁ S ₁ (a), B ₁ S ₅ (b). Mossoró – RN, 2009	67
FIGURA 11B	Equação de calibração dos lisímetros B ₂ S ₁ (a), B ₂ S ₅ (b). Mossoró – RN, 2009.	68
FIGURA 12	Evapotranspiração do lisímetro (ETcLis) e evapotranspiração da cultura pelo método da FAO (ETcFAO) durante o ciclo da melancia.	69
FIGURA 13	Análise de regressão entre os valores de evapotranspiração medidos (ETcLis) e estimados (ETcFAO) na escala diária (a) e semanal(b). Mossoró – RN, 2009.	70
FIGURA 14	Evapotranspiração da cultura da melancia no nível de salinidade S1 (ETcS ₁) e no nível S5 (ETcS ₅). Mossoró - RN, 2009.	72
FIGURA 15	Coeficiente de cultura da melancia no nível de salinidade S ₁ (KcS ₁) e no nível S5 (KcS ₅). Mossoró - RN, 2009.	74
FIGURA 16	Peso médio comercial (PMC) e Peso médio total (PMT) dos frutos de melancia cultivar Shadow irrigados com diferentes salinidades. Mossoró – 2009.	77
FIGURA 17	Produção comercial (PRC) e Produção total (PRT) dos frutos de melancia cultivar Shadow irrigados com diferentes salinidades. Mossoró – 2009.	78
FIGURA 18	Número de frutos comercial (NFRC) e Número de frutos totais (NFRT) de melancia cultivar Shadow irrigados com diferentes salinidades. Mossoró – 2009.	79
FIGURA 19	Peso médio comercial (PMC) e Peso médio total (PMT) dos frutos de melancia cultivar Quetzali irrigados com diferentes salinidades. Mossoró – 2009.	81
FIGURA 20	Produção comercial (PRC) e Produção total (PRT) dos frutos de	

	melancia cultivar Quetzali irrigados com diferentes salinidades. Mossoró – 2009.	82
FIGURA 21	Número de frutos comercial (NFRC) e Número de frutos totais (NFRT) de melancia cultivar Quetzali irrigados com diferentes salinidades. Mossoró – 2009.	84

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	15
2. REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA	18
2.2 ADUBAÇÃO NITROGENADA	21
2.3 EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA CULTURA	23
2.4 COEFICIENTE DE CULTURA (K_c)	27
2.5 QUALIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO	30
2.6 EFEITO DA SALINIDADE NAS PLANTAS	32
2.7 EFEITO DA SALINIDADE NO SOLO	36
3 MATERIAL E MÉTODOS	40
3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	40
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS	41
3.3 PLANTIO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	43
3.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS E ANÁLISES ESTATÍSTICAS	44
3.4.1 Evapotranspiração da cultura	44
3.4.2 Evapotranspiração de referência	46
3.4.3 Coeficiente de cultura	51
3.4.4 Correlação entre ET_c medida por lisímetro e estimada pela metodologia da FAO	53
3.4.5. Salinidade do solo	54
3.4.6. Componentes de produção	55
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
4.1. CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA	56
4.2. EVOLUÇÃO DA SALINIDADE DO SOLO	59
4.3 CALIBRAÇÃO DOS LISÍMETROS	66
4.4 EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA CULTURA	69
4.5. COEFICIENTE DA CULTURA	73
4.6 COMPONENTES DE PRODUÇÃO	75
5. CONCLUSÕES	85
6. REFERÊNCIAS	86

1 INTRODUÇÃO

A água é um dos fatores de produção que mais limita os rendimentos das plantas cultivadas. Em regiões áridas onde a distribuição de chuva é irregular, podem ocorrer perdas significativas no rendimento das culturas. Nesses casos, a irrigação é uma tecnologia que pode reduzir os riscos de baixa produção, além de propiciar um maior número de safras durante o ano.

A melancia (*Citrullus lanatus*) é uma espécie olerícola cultivada praticamente em quase todos os estados brasileiros, em especial na região Nordeste. Os fatores climáticos como a energia disponível e a temperatura, aliados ao uso de irrigação proporcionam uma boa produtividade da cultura da melancia podendo ser cultivada o ano inteiro. No entanto, a escassez de água aliada a problemas de salinidade são dois fatores limitantes ao rendimento da cultura, reduzindo a eficiência do sistema agrícola, necessitando, então, de um manejo de irrigação que atenda às necessidades das culturas, de modo a lhe proporcionar condições satisfatórias para a obtenção de um bom rendimento.

A produtividade da melancia, como de outras culturas, pode ser influenciada por diversos fatores, entre os quais o modo de aplicação de fertilizantes e a dosagem utilizada; além disso, a intensificação dos cultivos e o aspecto econômico requerem maior eficiência e controle das aplicações de fertilizantes e água (SHANI, 1981). Dentre os elementos que influenciam o desenvolvimento das plantas, o nitrogênio é de vital importância e, embora seja o mais abundante na natureza, representando cerca de 78% da composição do ar atmosférico (na forma gasosa não é disponível para a maioria das plantas) é o elemento que limita a produção das culturas (NEVES, 1981).

Diante desse fato, urge a necessidade de se realizar estudos que busquem definir as melhores doses e fontes desse fertilizante capaz de aumentar a produtividade e a qualidade dos frutos, fazendo com que o produto seja mais competitivo nos mercados nacional e internacional.

No Estado do Rio Grande do Norte, na região de Mossoró, onde se concentra a principal maior área irrigada do Estado, atualmente provem poços abertos no calcário Jandaíra, que apresentam elevados teores de sais, podendo trazer, como consequência, a salinização dos solos e decréscimos no rendimento das culturas mais sensíveis; além disso, devido a concentração de bicarbonato de cálcio na água, pode ocorrer elevação na alcalinidade do solo (OLIVEIRA; MAIA, 1998; MEDEIROS et. al., 2003).

As concentrações elevadas de sais na água de irrigação pode ser um fator determinante na produtividade e na produção das culturas. Sua ação pode ir além de uma simples diminuição no potencial hídrico do solo até uma injúria celular causada por um estresse oxidativo na planta. Portanto, o aproveitamento de água salina para o uso agrícola implica compatibilizar a produção da cultura com um estresse salino progressivo. O estresse salino, induzido por manejo, é um fator progressivo de distúrbios fisiológicos nas plantas que afeta, em última instância, a produção. As possibilidades de atenuar as perdas na agricultura decorrentes desses estresses são uma dessalinização do solo via lixiviação e emprego de culturas sabidamente resistentes à salinidade (GARCIA; MARTINS FILHO; REIS, 2008).

O uso da irrigação tem contribuído significativamente para o aumento da produção agrícola, em áreas cujo potencial para a exploração da agricultura é limitado em função dos seus regimes pluviométricos, entretanto a irrigação tem gerado vários problemas ao meio ambiente, nas regiões semi-áridas, principalmente com a salinização do solo (RHOADES; KANDIAH; MASHALI, 1992).

A necessidade de se produzir com qualidade, produtividade e maior quantidade de produtos alimentícios diversificados exige da comunidade científica novos conhecimentos sobre as reais necessidades hídricas das culturas, de determinada região, associados com sistemas ou métodos de irrigação, visando aplicar a quantidade certa e no momento oportuno que a planta requer. O conhecimento das variáveis climáticas ou elementos climatológicos registrados nas estações convencionais ou automáticas de agrometeorologia permite a quantificação da evapotranspiração das culturas, possibilitando, assim, conhecer os potenciais hídricos cultural diários, mensais e anuais da região, necessário para satisfazer as reais necessidades hídricas das culturas ali estabelecidas ou a serem implantadas (REIS et al., 2007).

Para a implantação de programas estratégicos de desenvolvimento agrícola local ou regional baseados na disponibilidade de recursos hídricos é de fundamental importância o conhecimento da evapotranspiração da cultura nos seus diferentes estádios de desenvolvimento.

A evapotranspiração da cultura pode ser determinada por métodos diretos ou indiretos. Os métodos diretos baseiam-se no balanço hídrico em volume de solo conhecido e os indiretos em parâmetros climáticos.

Uma vez quantificado a evapotranspiração da cultura, juntamente com a evapotranspiração de referência, através de dados meteorológicos, obtêm-se os coeficientes de cultivo (k_c), sendo esse o principal parâmetros da cultura que auxilia no planejamento de qualquer projeto de manejo de irrigação.

Segundo Maas e Hoffman (1977), o efeito acumulativo dos sais no solo faz com que a disponibilidade de água para a cultura diminua à medida que a salinidade aumenta; por isto, os efeitos da salinidade e da estiagem são praticamente homólogos e provocam estado de escassez de água na planta e redução no seu crescimento. Dessa forma, as plantas passam a consumir menos água reduzindo assim sua evapotranspiração e, conseqüentemente, implicará numa diminuição do coeficiente de cultivo.

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo determinar os coeficientes de cultivo durante o ciclo da cultura da melancia na região de Mossoró - RN, bem como o efeito da salinidade da água e de irrigação e da adubação nitrogenada na produção dessa cultura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA

A cultura da melancia (*Citrulus lanatus*) é uma espécie olerícola de origem africana cultivada praticamente em todo mundo, sendo uma das frutas mais importantes produzidas e comercializadas no Brasil. É uma fruta composta, basicamente de água (cerca de 97%), com sabor adocicado, possuindo características medicinais, por se tratar de uma fruta diurética, que auxilia no tratamento de problemas urinários, intestinais e respiratórios (AZEVEDO et al., 2005).

A melancia é uma planta herbácea de ciclo vegetativo anual. O sistema radicular é extenso, mas superficial, com um predomínio de raízes nos primeiros 60 cm do solo. Os caules são rastejantes angulosos, estriados, pubescentes, com gavinhas ramificadas. As folhas são profundamente lobadas. A espécie é monóica. As flores são solitárias, pequenas, de corola amarela, permanecem abertas durante menos de um dia, sendo polinizadas por insetos (ALMEIDA, 2003).

Entre as cucurbitáceas, a melancia é uma das espécies menos tolerantes a baixas temperaturas, principalmente durante a germinação e emergência, sendo uma cultura tipicamente de clima quente. As cultivares triplóides (sem sementes) são mais exigentes em temperatura que as demais, apresentando maiores problemas de germinação (RESENDE; DIAS; COSTA, 2006).

De acordo com Villas Bôas (2001), a cultura da melancia, como as outras cucurbitáceas, desenvolve-se melhor sob condições de clima quente e umidade relativa do ar baixa, com temperaturas variando de 18 a 25 °C e extremos de 10 a 32 °C. O melhor crescimento ocorre em temperaturas de 20 a 30 °C, sem muita variação entre as diurnas e noturnas. É bastante sensível ao frio e ventos fortes. Embora possa ser cultivada nos mais variados tipos de solos, os de textura areno-argilosa, profundos e bem estruturados, são os mais indicados. É levemente tolerante à acidez do solo, desenvolvendo-se bem em pH de 5,0 a 6,8. Sua necessidade hídrica em todo ciclo varia de 400 a 600 mm de água (DOORENBOS; KASSAM, 2000).

Segundo Resende, Dias e Costa (2006), o desenvolvimento vegetativo e a floração são favorecidos por temperaturas na faixa de 23 e 28°C e 18 e 21°C, respectivamente, e

paralisados em temperatura de 11 a 13°C ou inferiores. Contudo, não permanecendo por muitos dias sob tais condições de temperatura, a planta voltará a crescer. E que a temperatura do ar ideal para o seu desenvolvimento deve estar em torno de 25°C. O crescimento das plantas de melancia é afetado quando a temperatura média do solo atinge valores igual ou inferiores a 16,7°C. Para temperatura elevada (acima de 35°C), há pouca formação de flores, com predominância de flores masculinas e, quando acompanhada de ventos quentes, provoca ruptura da casca dos frutos nos pontos mais fracos, devido à elevada transpiração, resultando em um aumento de pressão interna no fruto. A produtividade da cultura depende diretamente da eficiência da polinização, que, em condição natural, é feita pelas abelhas. A maior atividade destas ocorre em temperaturas altas, com ótimo entre 28 e 30°C. Assim, a temperatura pode afetar, também, de forma indireta, a produtividade. Com relação a umidade relativa os mesmos autores citam que de forma geral, a faixa ótima para o cultivo da melancia se situa entre 60 e 80%, sendo um fator determinante durante a floração, uma vez que associada a temperaturas mais amenas, favorece uma melhor fertilização das flores e um maior número de flores femininas. Umidade relativa elevada favorece ao aparecimento de doenças fúngicas, além disso resultam em desfolha precoce das plantas, reduzindo a fotossíntese e afetando diretamente a produtividade e a qualidade dos frutos, que se tornam aguados e com baixo teor de açúcares.

A cultura da melancia necessita de um período livre de geadas e de temperaturas médias elevadas pelo menos quatro meses. A melancia é susceptível a danos pelo frio quando as temperaturas são inferiores a 10 °C. Os sintomas são amarelecimento a folhagem e frutos pequenos e deformados (ALMEIDA, 2003).

De acordo com Klar (1988) a umidade do ar é uma variável que depende da temperatura e age indiretamente sobre a evapotranspiração. À medida que a temperatura do ar decresce numa mesma umidade absoluta, haverá aumento na umidade relativa e queda na evaporação. A umidade relativa do ar baixa associada a temperatura elevada e luminosidade alta, proporcionam condições climáticas ideais para uma boa produtividade da cultura e obtenção de frutos de ótima qualidade, pois aumentam o conteúdo de açúcares e melhoram o aroma, o sabor e a consistência dos frutos.

Em melancia, os caracteres de maior importância econômica são: a) precocidade, em virtude de as plantas apresentarem um ciclo menor e, com isso, um retorno mais rápido do capital investido; b) alta prolificidade, ou seja, plantas que apresentem maior número de frutos possível, o que resulta em maior produtividade; c) frutos pequenos, por

proporcionar consumo mais rápido do produto, facilitar o acondicionamento e o transporte, o que pode possibilitar incremento na exportação; d) polpa vermelha; e) maior espessura da polpa, que resulta em maior quantidade do produto a ser consumido; f) alto teor de açúcar, isto é, de sólidos solúveis; e g) menor número de sementes (FERREIRA et al., 2002).

As principais cultivares existentes no Brasil são de origem americana e japonesa, destacando-se Charleston Gray, Crimson Sweet, Sugar Baby, Jubilee, Fairfax, Flórida Gigante, Omaru Yamato, além de alguns híbridos que estão no mercado, como Crimson Glory, Emperor, Eureka, Rubi AG-8 e Safira AG-124. Também têm sido disponibilizados alguns híbridos de melancia sem sementes, dos quais os mais comuns na região de Mossoró são: Shadow, Leopard e Expezy. Entretanto, os híbridos são de cultivo muito restritos, devido a vários fatores, sendo o preço da semente um deles (R\$ 0,40 por semente). Apesar da disponibilidade de alguns genótipos, a cultivar Crimson Sweet é utilizada em todas as áreas cultivadas com melancia em todo o país (QUEIROZ et al., 1999).

De acordo com FILGUEIRA (2000), na região centro-sul, as cultivares atualmente utilizadas podem ser divididas em três grupos ou tipos, segundo o formato dos frutos e a presença de sementes, são eles: Tipo globular – preferido na maioria das regiões produtoras, que produz frutos globular ou globular-alongado, com polpa de boa qualidade, com peso de 10 a 13 kg, cuja cultivar típica é a americana Crimson Sweet; Tipo alongado – que produz frutos cilíndricos, com peso de 12 a 15 kg, cuja cultivar típica é a americana Charleston Gray; Tipo sem semente – que são híbridos auto-estéreis, introduzidos a partir do início da década de 90, que produzem frutos tipo globular, com polpa vermelha-viva, com peso de 5 a 8 kg atualmente as produz frutos menores (2 – 4 kg).

No Brasil, a cultura da melancia encontrou excelentes condições para o seu desenvolvimento, tornando-se hoje uma das mais importantes olerícolas produzidas e consumidas, devido principalmente ao seu alto potencial produtivo e relevante papel sócio econômico. Segundo dados do IBGE (2008), no país, em 2008, foram produzidos 1.995.206 toneladas em 89.336 ha, com um rendimento médio de 22.624 t.ha⁻¹. Segundo dados da Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará - ADECE, o Estado do Ceará foi o maior exportador brasileiro de melancia sem sementes nos anos de 2008 e 2009, sendo esse volume igual a US\$ 10.368.486 e US\$ 12.303.883, respectivamente.

Os principais pólos produtores estão no sul, onde os Estados do Rio Grande do Sul e São Paulo produziram respectivamente, 545.246 e 143.879 toneladas de frutos, no Nordeste,

destacam-se como maiores produtores a Bahia, com 275.017 toneladas, Pernambuco, com 98.583 toneladas e o Rio Grande do Norte, com 59.219 toneladas.

2.2 ADUBAÇÃO NITROGENADA

A nutrição mineral é um dos fatores que influenciam diretamente sobre a produtividade e qualidade dos frutos da melancia. Aumentos na produção, proporcionados pelo uso de fertilizantes, devem ser acompanhados pelo aumento ou manutenção da qualidade dos frutos produzidos. O nitrogênio e o potássio são os nutrientes mais exigidos pela melancieira e devem ser aplicados na quantidade adequada e na época correta (GRANGEIRO; CECÍLIO FILHO, 2004).

De acordo com Lopes (1989), o nitrogênio é um nutriente essencial à vida vegetal, pois se constitui de estrutura de protoplasma da célula, da molécula da clorofila, dos aminoácidos, proteínas e de várias vitaminas, além de influenciar as reações metabólicas das plantas; proporciona aumento do desenvolvimento vegetativo e do rendimento da cultura, porém o excesso pode tornar os frutos aquosos, além de afetar a frutificação; disso promove muitas modificações morfofisiológicas na planta e está relacionado à fotossíntese, respiração, ao desenvolvimento e a atividades das raízes, absorção iônica de outros nutrientes, crescimento, diferenciação celular genética (CARMELLO, 1999).

Segundo Taiz e Zeiger (2006), O sintoma característico da deficiência de nitrogênio é a clorose generalizada. Inicia-se pelas folhas mais velhas como resultado da alta mobilidade desse nutriente. Essa alta mobilidade se deve ao fato das proteínas, compostos que estão em constante síntese e degradação, liberarem compostos nitrogenados móveis no floema, conferindo ao nitrogênio ótima redistribuição.

A pesquisa por doses e fontes de nutrientes para a adubação de culturas como melancia e melão tem sido razão de diversos estudos no Brasil, dada a grande importância econômica destas culturas. No entanto, sabe-se que a disponibilidade de nutrientes no solo, principalmente de macronutrientes, é fator decisivo para a obtenção de altas produtividades do meloeiro, com frutos de boa qualidade (SOUZA et al., 2002).

Soares et al. (1998) avaliando a aplicação de diferentes doses de nitrogênio na produção da melancia, verificou que a dose de 60 Kg ha⁻¹ de N proporcionou uma produtividade de 48,06 t ha⁻¹, significativamente superior à testemunha, que não diferiu das obtidas com doses de 120 e 180 kg ha⁻¹ de N.

Analizando a resposta da melancia aos níveis de água e adubação nitrogenada, Soares et al. (2002), verificaram que a produtividade máxima de 64.908,9 kg ha⁻¹ foi obtida com a lâmina total de água de 227,3 mm e uma dosagem de 229,8 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

Garcia e Souza (2002), estudando a influência da adubação nitrogenada sobre a produção da melancia, verificaram que com o aumento do nível de N, houve incremento nas produtividades total (52.84 t ha⁻¹) e comercial (43.75 t ha⁻¹), alcançando um máximo com o emprego do nível de 35 g cova⁻¹ para produtividade total e 36 g cova⁻¹ para produtividade comercial, decrescendo a partir desses valores.

Em trabalhos realizados em Fortaleza, com a cultivar Crimson Swett, Mousinho et al. (2003), analisaram os fatores água e nitrogênio e verificaram que houve efeito significativo isolados desses dois fatores, no entanto não ocorreu efeito significativo da interação. E que o rendimento máximo foi de 30.806 kg ha⁻¹, obtido com o emprego de 693,5 mm de água e 222,1 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Comportamento semelhante foi verificado por Moraes et al. (2008) e que o melhor rendimento foi obtido quando se aplicou uma lâmina de 205 mm e um nível de nitrogênio de 225 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

Faria, Costa e Pinto (2003) em pesquisa realizada no Submédio do São Francisco, concluíram que a melancia apresenta pequena resposta a adubação nitrogenada, e que uma dose de 45,7 Kg ha⁻¹ de N, é suficiente para se obter uma produtividade máxima de frutos de boa qualidade, sendo esta igual a 111,57 t ha⁻¹ de frutos.

Em experimento realizado em Parnaíba – PI, Andrade Junior et al. (2006) avaliando o efeito da aplicação de cinco níveis de nitrogênio via fertirrigação (0, 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹) verificaram que os níveis de nitrogênio influenciaram significativamente as produções, total e comercial da melancia, seguindo um modelo quadrático de resposta. A produção comercial média obtida foi de 49,90 Mg ha⁻¹ e que as produções máximas totais e comerciais estimadas foram de 66,77 e 60,17 Mg ha⁻¹, respectivamente, obtidas com as doses de 104,48 e 97,61 kg ha⁻¹ de nitrogênio, respectivamente.

Resultados semelhantes foram verificados por Carmo (2009) que avaliando o efeito de diferentes doses de nitrogênio obteve resposta significativa com o aumento nas doses de N sobre a produtividade da melancia. A maior produtividade (67,9 Mg ha⁻¹) foi obtida aplicando-se a maior dose de N (156 kg ha⁻¹), e que com a da menor dose de N (55 kg ha⁻¹), foi possível obter elevada produtividade (57,7 Mg ha⁻¹), valor este menor em cerca de 17,8% em comparação com a maior produtividade obtida na maior dose de N.

2.3 EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA CULTURA

A evapotranspiração é a perda de água por evaporação do solo e a transpiração da planta, sendo um elemento climatológico fundamental que corresponde ao processo oposto da chuva (THORNTHWAITE, 1946 citado por KOBAYAMA; VESTENA, 2006).

Segundo Klar (1991), a evapotranspiração é a somatória de dois termos: transpiração, que é a água absorvida pelas raízes das plantas, utilizada na construção dos tecidos ou emitidas pelas folhas, reintegrando-se à atmosfera, e a evaporação, que é a água evaporada pelo terreno adjacente às plantas, por uma superfície das folhas quando molhadas por chuva ou irrigação for evaporada sem ser usada pela planta.

A evapotranspiração é controlada pela demanda evaporativa atmosférica e pela superfície terrestre que fisiológica e aerodinamicamente regula a evapotranspiração por meio de características como a atividade dos estômatos e rugosidade de dossel (MATSUMOTO et al., 2008).

Segundo Kobayama; Vestena (2006), a evapotranspiração pode ser classificada em dois tipos: a evapotranspiração real e evapotranspiração potencial. A evapotranspiração real refere-se a quantidade de água transferida para atmosfera por evaporação, nas condições reais de fatores atmosféricos e umidade do solo (TUCCI; BELTRAME, 2000), enquanto que a evapotranspiração de referência é definida como sendo a quantidade de água transferida à atmosfera por evaporação e transpiração, na unidade de tempo de uma superfície extensa e completamente coberta por vegetação de porte baixo e bem suprida de água, ou seja, considerando condições ideais para a mesma (PENMAN, 1956; citado por KOBAYAMA e VESTENA, 2006).

De acordo com Jensen (1973), o termo evapotranspiração de referência é definido como o limite superior ou a evapotranspiração máxima que ocorre numa cultura de alfafa (*Medicago sativa L.*), com altura de 0,3 a 0,5 m, numa dada condição climática, e com aproximadamente 100 m de área tampão.

Para Doorenbos e Pruitt (1977), evapotranspiração de referência é aquela que ocorre numa extensa superfície de grama com altura de 0,08 a 0,15 m, em crescimento ativo, cobrindo totalmente o solo e sem deficiência de água. A evapotranspiração de referência, assim definida, coincide com a evapotranspiração potencial.

Segundo os mesmos autores, através do boletim 24 da FAO, em 1975, o conceito de ETp tornou-se referência para estimar as necessidades hídricas das culturas.

De acordo com Pereira, Villa Nova e Sedyama (1977), a evapotranspiração é função da disponibilidade de energia incidente na superfície vegetada da demanda atmosférica, e da disponibilidade de água controlada pelo solo.

Peres (1994) define como evapotranspiração potencial o uso da água no solo, na forma de vapor d'água, decorrentes dos processos de evaporação e transpiração, em uma extensa superfície vegetada padrão, normalmente com gramas batatais (*Paspalum Notatum L.*) em crescimento ativo e cobrindo totalmente o terreno, sem restrição hídrica, ou seja, em nenhum momento a demanda atmosférica é restringida pela falta d'água no solo.

Em 2006, o boletim 56 da FAO (Allen et al., 2006) definiu a evapotranspiração de referência como sendo aquela de um gramado hipotético, com altura de 0,12 m, albedo igual a 0,23, e resistência da superfície ao transporte de vapor d'água igual a 70 s m^{-1} . Um gramado nessas condições possui índice de área foliar (IAF) ao redor de 3 m^2 de área foliar por m^2 de terreno ocupado e assemelha-se a uma superfície verde sombreando totalmente o solo, bem suprida de umidade e em crescimento ativo.

Segundo James (1988), se a água armazenada no solo não for fator limitante e se os estômatos estiverem totalmente abertos, as condições atmosféricas são os fatores que controlam a evapotranspiração. Os fatores atmosféricos mais importantes no processo são: a radiação solar, a umidade relativa, a temperatura, o vento e a precipitação.

Diversos fatores influenciam a taxa de evapotranspiração. Embora seja conhecido um grande número de fatores meteorológicos e físicos e os efeitos combinados de todos possam ser determinados, torna-se difícil separá-los por ordem de importância devido às complicadas relações entre eles, podendo ser assim especificadas: meteorológicos – radiação solar, temperatura do ar, umidade do ar, pressão barométrica e vento; geográficos – quantidade de água, profundidade, forma e tamanho da massa d'água; planta – abertura dos estômatos, potencial de água, coloração, massa vegetal e arquitetura da parte aérea (KLAR, 1991). Portanto, é muito importante a obtenção de dados climáticos regionais confiáveis visando às estimativas mais precisas da evapotranspiração e ao melhor aproveitamento das precipitações naturais no dimensionamento do sistema de irrigação. Quanto mais precisa for a determinação da evapotranspiração, melhor será a quantificação da lâmina de irrigação a ser aplicada.

Desde o plantio até a colheita, uma cultura vai progressivamente crescendo e ocupando área disponível. Evidentemente, nessas condições ocorre a evapotranspiração real, que, na prática, é denominada evapotranspiração da cultura (ETc). O conhecimento de ETc representa a quantidade de água a ser adicionada ao solo para manter o crescimento e a

produção em condições ideais, no entanto a determinação da ET_c está sujeita a muitos erros (PEREIRA; VILLA NOVA; SEDYAMA, 1997).

Segundo Doorenbos e Pruitt (1977), a evapotranspiração de uma cultura (ET_c) pode ser calculada a partir da evapotranspiração de referência (ET_o) e do coeficiente de cultivo (K_c) em seus diferentes estádios fenológicos.

A evapotranspiração da cultura é a variável mais importante num projeto de irrigação, pois indica a quantidade de água a ser reposta à cultura de modo a garantir um retorno satisfatório ao produtor. Como a ET_c é função da evapotranspiração de referência (ET_o), a determinação desta passa a ser importante nos projetos, no planejamento e no manejo da irrigação (MEDEIROS, 2002).

A estimativa da evapotranspiração pode ser obtida por métodos diretos e indiretos. Segundo Pereira; Villa Nova; Sedyama (1997), a medida direta da evapotranspiração é extremamente difícil e onerosa. Difícil devido à exigência de instalações e equipamentos especiais; onerosa porque tais estruturas são de alto custo, justificando-se apenas em condições experimentais. Os indiretos são menos onerosos e se baseiam na aplicação de métodos matemáticos que utilizam dados climatológicos medidos em estações meteorológicas. Dentre os métodos diretos, os lisímetros se destacam por oferecer o maior nível de precisão para a determinação da evapotranspiração.

Segundo Klar (1991), diversos tipos de lisímetros foram desenvolvidos, como os de drenagem, de pesagem e de flutuação, sendo que os mais convenientes para a micrometeorologia são os de pesagem. Os de flutuação são mais baratos, porém apresentam o problema de interferência da temperatura sobre o líquido ou gás que recebe o tanque. Os lisímetros de drenagem são os mais rústicos e restritos.

Em pesquisa, comparando-se lisímetros de drenagem, lençol freático constante e pesagem, Silva et al. (1997) concluíram que os lisímetros de pesagens são mais precisos e consistentes na determinação da evapotranspiração.

Santiago (2001) trabalhando com lisímetros de pesagens verificou que os avanços tecnológicos viabilizaram sistemas de pesagem (células de carga) mais precisos e mais sensíveis a pequenas variações de massa, sendo adequados a inúmeras aplicações cotidianas. Tais sistemas têm sido adaptados para medidas lisimétricas a campo e inúmeros são os relatos de resultados assim obtidos. No entanto, a maior sensibilidade dos sensores não implica necessariamente em melhor qualidade dos resultados, e este aspecto não tem sido abordado na análise dos resultados publicados. E que frequentemente os dias com ocorrência de chuvas são descartados das análises, mas um sistema tão sensível deve permitir medidas mesmo nesses

dias, pois a chuva efetiva captada pelo lisímetro fica registrada pela coleta contínua de sua variação de massa, dispensando inclusive a medida de chuva em pluviômetro.

Aboukhaled (1982) classificou os lisímetros, quanto à forma de obtenção dos dados em pesagem e não pesagem, atribuindo maior precisão ao primeiro tipo. Quanto aos de pesagem, esses foram classificados em quatro tipos: sistema mecânico, mecânico com célula de carga eletrônica e célula de carga hidráulica.

Allen et al. (1991), em trabalhos de revisão efetuados em diversos tipos de lisímetros, verificaram que os lisímetros de pesagens são mais precisos e que, dependendo da sensibilidade da balança pode-se medir a ET em diversos intervalos de tempo inferiores a um dia. O mesmo autor alerta sobre alguns cuidados que se deve ter na instalação e manejo de um lisímetro, destacando-se o problema de se manter as condições iguais dentro e fora do lisímetro para se evitar o efeito oásis (área úmida circundada por área seca) e buquê (plantas maiores dentro do lisímetro).

Apesar de simples, do ponto de vista teórico, a evapotranspiração é complexa e difícil quando se refere ao lado prático das medições a campo não só quanto à variabilidade espacial, mas, também, quanto as dificuldades operacionais. Mesmo usando lisímetros de pesagem, acoplados a sistemas modernos de aquisição de dados, alguns problemas operacionais dificultam sua instalação em larga escala, restringindo seu uso às instituições de pesquisa, tornando-os padrão comparativo para testes de equações e modelos de estimativas (SANTIAGO, 2001).

Na literatura específica, existem diversos métodos de estimativas e medidas diretas da evapotranspiração potencial. A escolha de um destes métodos dependerá basicamente de alguns fatores como a disponibilidade de dados climatológicos locais e do nível de conhecimentos dos técnicos responsáveis.

Em 1990, a FAO reuniu um grupo de especialistas em evapotranspiração para rever o Boletim 24. Dessa reunião saiu a resolução de adotar o método de Penman – Monteith como o mais adequado para estimar a evapotranspiração de uma cultura na escala diária, por evitar o uso de K_c na conversão E_{To} em E_{Tc} (PEREIRA; VILLA NOVA; SEDYAMA, 1997).

De acordo com os princípios envolvidos em seu desenvolvimento, Pereira; Villa Nova e Sedyama (1997) dividem os métodos de estimativa de evapotranspiração em cinco categorias, são eles: empíricos; aerodinâmicos; balanço de energia; combinados e correlação dos turbilhões.

Na literatura, existem trabalhos sobre aplicação de alguns métodos na determinação da evapotranspiração. Dentre esses destaca-se o de Alves Sobrinho et al. (1997), que,

comparando a ETo estimada pelos métodos Penman-FAO, Hargreaves, Radiação-FAO, Blaney-Cridlle-FAO e Tanque Classe A-FAO com o método Penman-Monteith, para período mensais para duas cidades do Mato Grosso do Sul, concluíram que, com exceção do método Tanque Classe A-FAO todos os demais apresentaram alto índice de correlação. De acordo com Oliveira et al. (2000), esse fato indica a possibilidade de se utilizar métodos que exigem poucas variáveis climatológicas na estimativa da ETo, baseados no método de Penman-Monteith.

Marcuzzo, Arantes e Wendland (2008), avaliando os métodos de estimativas de evaporação Tanque Classe A, Thornthwaite, Penman e Blaney-Criddle, Jensen e Haise, verificaram que a correlação anual entre esses métodos de evapotranspiração ficaram acima de 0,72, indicando uma boa correlação no sentido positivo, e que os métodos de radiação (Jensen; Haise) e temperatura (Thornthwaite e Blaney-Criddle) estão fortemente correlacionados, apresentando coeficiente de correlação acima de 0,90.

Segundo Bernardo (2002), o método de Penman apresenta boa precisão, porém exige a determinação de grande número de dados meteorológicos e o seu cálculo é bastante trabalhoso. A maior limitação ao seu emprego reside na dificuldade em se obter todos os dados meteorológicos necessários, o que tem levado vários pesquisadores a sugerirem modificações almejando aperfeiçoá-lo e simplificá-lo (VANZELA; HERNANDEZ; FERREIRA, 2007).

2.4 COEFICIENTE DE CULTURA (K_c)

O coeficiente de cultura (K_c) é obtido experimentalmente através da relação entre a E_{Tc} e a E_{To} , e representa a integração dos efeitos de quatro características que distinguem a evapotranspiração da cultura da evapotranspiração de referência: a altura da cultura, a resistência do dossel vegetativo, o albedo da superfície cultura-solo e a evaporação da água na superfície do solo (PEREIRA; ALLEN, 1997).

Enquanto a E_{To} representa um indicador de demanda climática, o valor de K_c varia principalmente em função das características particulares da cultura, variando somente numa pequena proporção em função do clima. Isto permite a transferência de valores padrão do coeficiente de cultivo entre diferentes áreas geográficas e climas, constituindo, assim, na principal razão de aceitação e utilização dos valores de K_c desenvolvidos em pesquisas anteriores (ALLEN et al., 2006).

Inicialmente o K_c é baixo, pois a cultura cobre uma pequena porcentagem do terreno. Com o crescimento das plantas, essa porcentagem aumenta e o K_c também aumenta, até atingir o valor máximo quando as plantas cobrem totalmente o solo. No período de senescência das folhas, o K_c volta a decrescer. Geralmente no período de senescência a irrigação não é mais necessária, sendo até prejudicial à colheita e à qualidade dos frutos (PEREIRA; VILLA NOVA; SEDYAMA, 1997).

Segundo Sedyama, Ribeiro e Leal (1998), durante o período vegetativo, o valor de K_c varia à medida que a cultura cresce e se desenvolve, do mesmo modo que varia com a fração de cobertura da superfície do solo pela vegetação à medida que as plantas envelhecem e atingem a maturação.

O coeficiente de cultura (K_c) é uma relação empírica entre a evapotranspiração de uma cultura (E_{Tc}), sob condições de não estresse hídrico, e a evapotranspiração de referência (E_{To}). Este coeficiente relata o desenvolvimento fenológico e fisiológico de uma cultura particular em relação a evapotranspiração de referência e também representa o uso de água de uma cultura específica, que é de importância relevante para a estimativa do seu requerimento hídrico, necessário para o dimensionamento do sistema de irrigação quanto para a operacionalização de perímetros irrigados (MOHAN; ARUMUGAM, 1994). Portanto, o K_c varia, essencialmente, de acordo com as características da cultura, traduzindo em menor escala a variação dos elementos climáticos o que torna possível a transferência de valores de K_c de um local para outro e de um clima para outro.

Teoricamente, o K_c pode ser decomposto em dois componentes, um relacionado à planta (K_{cb}), ou basal, e outro relacionado ao solo (K_{cs}). Portanto, o novo K_c inclui o efeito da evaporação de ambos, da planta e da superfície do solo, e depende da disponibilidade de água no interior da zona radicular e da umidade exposta na superfície do solo (FIGUEIREDO, 2008).

Em síntese, o K_c é função do índice de área foliar, e que, segundo Camargo e Pereira (1990), em termos práticos, pode ser considerado como uma função da porcentagem de cobertura do terreno pela folhagem da cultura.

Segundo Allen et al. (2006), o valor de K_c representa o limite máximo de evapotranspiração da cultura quando não existem obstáculos ao crescimento da mesma, devido a limitações de água, densidade da cultura, enfermidades, mazelas, insetos e excessiva salinidade.

Vários trabalhos relatam ser inadequado o uso de um simples valor de K_c durante todo o ciclo da cultura, exigindo-se, com isso, a determinação valores de K_c para cada estágio de desenvolvimento da cultura representando assim as reais necessidades hídricas da cultura.

O Boletim Técnico da FAO, número 24, descrito por Doorenbos e Pruitt (1977) apresenta um procedimento para obtenção do K_c . Para cada estágio de desenvolvimento da cultura, os dados de K_c podem ser obtidos através de uma curva suavizada, denominada de curva de cultura. As informações locais que relacionam a época de plantio, emergência das plantas até a cobertura efetiva e, finalmente, datas de colheita para culturas anuais são extremamente importantes e devem ser consideradas no estabelecimento da curva de K_c (FIGUEIREDO, 2008).

Allen et al. (2006) apresentaram uma revisão do manual da FAO - 24 para determinação das necessidades hídricas das culturas, recomendando a adoção do método de Penman-Monteith como padrão para estimativa da evapotranspiração de referência (ETo), apresentando novos valores de coeficientes de cultivo (K_c) para diferentes culturas e propondo um novo método de aproximação dos coeficientes de cultivo, em que apenas três valores de K_c (para os estádios inicial, intermediário e final) seriam utilizados para se traçar um gráfico de variação do K_c ao longo do ciclo da cultura.

O Boletim 56 da FAO, descrito por Allen et al. (2006), atualiza os procedimentos de cálculo de evapotranspiração de referência (ETo), analisa aspectos relacionados à determinação do coeficiente de cultura (K_c) e recomenda procedimentos de avaliação de dados empregados nas estimativas da ETo .

Valores experimentais de K_c para melancia e outras culturas são encontrados na literatura (DOORENBOS e PRUITT, 1977; ALLEN et al., 2006).

Doorenbos e Kassam (1979) apresentaram os coeficientes de cultura médios, nos seguintes estádios de desenvolvimento: 0,4 a 0,5 no estágio inicial; 0,7 a 0,8 no estágio de desenvolvimento; 0,95 a 1,05 no estágio intermediário; 0,8 a 0,9 no estágio final e 0,65 a 0,75 no período da colheita.

Irrigando melancia por sulcos no município de Pentecoste – CE, Ferreira (1990), encontrou um coeficiente de cultura médio de 0,96 para o ciclo total da cultura.

Trabalhando com a cultivar de melancia Crimson Sweet, Bezerra e Oliveira (1999) encontraram valores de K_c durante o estágio inicial de 0,32; durante o estágio de desenvolvimento 0,67; no estágio intermediário de 1,27 e durante o estágio final de 1,18.

Utilizando os valores de ETo estimados pelo método Penman Monteith, Miranda, Oliveira e Souza (2004), obtiveram valores de Kc de 0,30 para a fase inicial; 1,15 para a fase intermediária e 0,58 para a fase final e como duração das fases fenológicas 23, 14, 19 e 14, respectivamente para os períodos inicial, de crescimento, intermediário e final.

Allen et al. (2006) recomenda para a melancia os Kc's de 0,20; 1,05 e 0,75 para as fases inicial, intermediária e final, respectivamente. Com relação a duração das fases fenológicas os mesmos autores encontraram para melancia cultivada sob condições do deserto do Oriente Médio, os valores de 10, 20, 20 e 30 dias, respectivamente, para os períodos inicial, de crescimento, intermediário e final.

Utilizando métodos diferentes na estimativa da ETo, Carvalho, Bezerra e Carvalho (2007), trabalhando com melancia sem sementes na região de Fortaleza encontraram valores Kc iguais a 0,38; 0,52; 0,98 e 0,58 para os estádios inicial, vegetativo, intermediário e final respectivamente, quando se utilizou o método de Penman Monteih e 0,28; 0,51; 1,01 e 0,61 quando se utilizou o método do Tanque Classe A. Sendo verificado 10; 22; 24 e 5 dias como o período de duração das fases inicial, crescimento, intermediário e final.

Figueiredo (2008), avaliando o efeito da salinidade da água de irrigação sobre o rendimento da melancia cultivar Mickylee, verificou que os Kc's do lisímetro irrigado com água de menor salinidade, 0,57 dS m⁻¹, foram de 0,24; 0,74; 1,10 e 0,56, respectivamente, para as fases inicial, desenvolvimento, intermediária e final. Para a água de maior salinidade, 4,5 dS m⁻¹, os Kc's foram 0,22; 0,64; 0,98 e 0,40 para as fases inicial, desenvolvimento, intermediária e final, respectivamente. Com relação a duração das fases, o mesmo autor encontrou 17 dias para fase inicial, 18 dias para o desenvolvimento, 23 dias para a fase intermediária e 20 dias para a fase final.

2.5 QUALIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

O conceito de qualidade da água refere-se às características que podem afetar as necessidades do usuário, definidas por uma ou mais propriedades físicas, químicas e/ou biológicas. Assim, uma água pode ser considerada de melhor qualidade se produzir melhores resultados (FIGUEIREDO, 2008).

O termo salinidade se refere à presença, no solo, de sais solúveis; quando a concentração de sais se eleva ao ponto de prejudicar o rendimento econômico das culturas, diz-se que tal solo está salinizado.

A salinização é um dos processos chave, que pode conduzir à desertificação. É um fenômeno crescente afetando milhões de hectares de solos em todo o Mundo. Esse fenômeno ocorre principalmente em regiões áreas áridas e semi-áridas, onde os sais solúveis se concentram à superfície ou no interior do solo.

As águas de irrigação contêm mistura de sais de origem natural. Consequentemente, os solos irrigados com essas águas contêm mistura similar, mas geralmente com concentrações mais elevadas. A intensidade da acumulação de sais do solo depende da qualidade da água, do manejo de irrigação e da eficiência de drenagem. Para evitar as perdas de rendimentos das culturas, ocasionadas pela acumulação excessiva de sais, estes devem ser mantidos numa concentração inferior àquela que afetaria seus rendimentos (AYERS e WESTCOT, 1999).

A qualidade das águas para a irrigação pode variar no tempo e no espaço, sabendo-se que, na época de estiagem seus níveis de sais são mais elevados, quando também são mais altas as temperaturas e a evapotranspiração na região, além das culturas exigirem maior suprimento de água, a fim de atender às suas necessidades fisiológicas, sendo afetadas, portanto, com maior intensidade; assim, observa-se a importância do conhecimento de sua qualidade para evitar os problemas conseqüentes (COSTA, 1982; LARAQUE, 1989; MEDEIROS, 1992; e SILVA JÚNIOR et al., 1999).

Na região semi-árida do Nordeste brasileiro, a qualidade da água de irrigação é de crucial importância principalmente devido a sua escassez, sendo o agricultor obrigado a utilizar águas de qualidade inferior. Assim a utilização de águas salinas na irrigação podem representar um risco para a produção agrícola das culturas. Em certos casos, essas águas promovem alterações nas condições físico-químicas que não existiam inicialmente no solo em proporções que desfavorecem o crescimento e o desenvolvimento da maioria das culturas (ALENCAR et al., 2003).

A utilização na irrigação de águas com elevadas concentrações de sais deve ser seguida de práticas que impeçam a acumulação excessiva de sais no solo em níveis prejudiciais ao desenvolvimento das culturas. A lixiviação, passagem de água através do perfil do solo, é uma alternativa prática e eficiente para reduzir o excesso de sais solúveis nos solos a uma taxa que permita manter a salinidade média na zona radicular em valores toleráveis às culturas (RHOADES; CHANDUVI; LESCH, 1999).

Segundo Rhoades, Kandiah e Mashali (1992), a utilização das águas para irrigação depende das condições de uso, incluindo-se cultura, clima, solo, métodos de irrigação e práticas de manejo, o que torna as classificações de água quanto à salinidade não aconselhadas para avaliar a adequabilidade da água de irrigação. Os mesmos autores sugerem uma classificação da água dividida em classes baseada na condutividade elétrica. As águas seriam classificadas em não salina, quando a CE for menor que $0,7 \text{ dS m}^{-1}$; ligeiramente salina, quando a CE fique entre $0,7$ e $2,0 \text{ dS m}^{-1}$; moderadamente salina, quando a CE ficar entre $2,0$ e $10,0 \text{ dS m}^{-1}$; altamente salina, quando a CE ficar entre 10 e 25 dS m^{-1} ; excessivamente salina quando a CE ficar entre 25 e 45 dS m^{-1} , sendo considerada como salmoura quando a CE for maior que 45 dS m^{-1} .

Analisando a qualidade das águas nos aquíferos da região da Chapado do Apodi, Oliveira e Maia (1998) verificaram que as águas de poços tubulares rasos (influenciados pelo calcário) e profundos (confinados no arenito) apresenta maiores valores de pH e concentrações de íons bicarbonatos.

Embora a maioria das águas dos aquíferos da região do agropolo Mossoró / Assu possuam água de boa qualidade são relativamente elevadas as concentrações de sais, às vezes superando 2000 mg L^{-1} , aproximadamente $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ (Medeiros, 1992; Oliveira; Maia (1998). Neste caso, sua utilização fica condicionada à tolerância das culturas à salinidade e ao manejo de práticas culturais como irrigação e adubação, com vistas ao controle da salinização das áreas (MEDEIROS, 2003).

2.6 EFEITO DA SALINIDADE NAS PLANTAS

A concentração elevada de sais no solo é um fator de estresse para as plantas, pois acarreta um gradiente osmótico retendo água, além de promover a ação dos íons no protoplasma. Um estresse salino progressivo inibe os mecanismos de crescimento das plantas, afeta o desenvolvimento da gema apical, provoca o atrofiamento dos ramos e o amarelecimento e o dessecamento das folhas (MARSCHNER, 1995).

O excesso de sais no solo reduz a disponibilidade de água para as plantas, além de trazer problemas pelo efeito de íons tóxicos específicos, a ponto de afetar seu rendimento e a qualidade da produção (USSL Staff, 1954; MEIRI et al., 1982; ALENCAR et al., 2003;

FARIAS et al., 2003).

A salinidade pode afetar o comportamento das plantas de forma diferente, em função do seu estágio de desenvolvimento (HEBRON, 1967; SHANNON; FRANÇOIS, 1978). As espécies e cultivares se comportam de forma diferente a salinidade, isto é, cada espécie de planta ou cultivar tolera até certa salinidade (Salinidade limiar – SL) sem reduzir o seu rendimento potencial, a partir da qual passa a diminuir a produtividade à medida que a salinidade do solo é incrementada (MAAS; HOFFMAN, 1977; RHOADES; LOVEDAY, 1990; MEDEIROS, 1998).

A salinidade afeta o desempenho das plantas através de déficit de água, toxidez provocadas por íons, desequilíbrio nutricional (MUNNS; TERMAAT, 1986) e indiretamente mediando competições inter-específicas (PENNING; CALLAWAY, 1992). As consequências lesivas da elevada salinidade foram notadas na planta inteira, resultando em morte ou diminuição da produtividade.

Os sais, além de afetarem a disponibilidade de água, causam distúrbios nutricionais na planta, dependendo do sal e do genótipo vegetal. A presença de íons em excesso pode impedir a absorção de elementos essenciais ao crescimento da planta, levando ao desbalanceamento nutricional (TESTER; DAVENPORT, 2003).

O excesso de sais na zona radicular tem, em geral, tem efeito deletério no crescimento das plantas, que se manifesta por uma redução na taxa de transpiração e crescimento. O excesso de sais reduz o desenvolvimento da planta em razão do aumento de energia que precisa ser desprendida para absorver água do solo, e ao ajustamento bioquímico necessário para sobreviver sob estresse (RHOADES; KANDIAH; MASHALI, 1992).

A salinização pode causar efeitos negativos nas plantas, que diferem entre espécies e cultivares. A tolerância das culturas aos sais é afetada por vários fatores, incluindo-se aí o estágio de desenvolvimento, a duração da exposição, as condições ambientais, as propriedades do solo, o tipo e a intensidade do manejo (MAAS, 1990).

Durante o efeito da salinidade, determinados processos são danificados, tais como: síntese de proteínas, metabolismo de lipídios e fotossíntese. Uma das respostas iniciais é a redução da expansão da superfície foliar, acompanhado de uma intensificação do estresse (WANG; NIL 2000).

De acordo com Ayers e Westcot (1999), nem todas as culturas respondem igualmente à salinidade; algumas produzem rendimentos economicamente aceitáveis sob altos níveis de salinidade, enquanto outras são sensíveis a níveis relativamente baixos; tal fato se deve à melhor capacidade de adaptação osmótica de algumas plantas, capacidade

esta que permite absorver, mesmo em meio salino, quantidade suficiente de água. Para esses autores, é muito útil esta variabilidade genética entre as espécies, permitindo a seleção das culturas mais tolerantes e capazes de produzir rendimentos economicamente aceitáveis, quando não se pode manter a salinidade do solo abaixo do nível de tolerância das plantas tradicionalmente cultivadas. A amplitude desta tolerância relativa permite maior uso das águas de qualidade inferior e aumento da faixa aceitável da salinidade do solo (MEDEIROS; DIAS; BARROS, 2008)

Assim, em resposta aos danos causados pelo excesso de sal, muitas plantas ampliaram os mecanismos de tolerância, através de exclusão e/ou compartimentalização de sais (ESTEVES; SUZUKI, 2008).

As plantas têm diferenciado níveis de tolerância às concentrações letais de sais, utilizando-se de uma variedade de mecanismos entre as distintas espécies (IYENGAR; REDDY 1996). Essa tolerância pode variar entre genótipos e o estágio de desenvolvimento da planta (GHEYI, 1997). Ainda que a mudança na concentração de sais da água ocasione um declínio no crescimento, a contribuição de processos subsequentes como divisão, expansão e aceleração da morte celular não foram ainda bem elucidadas (HASEGAWA *et al.* 2000).

Os mecanismos de tolerância aos sais podem ser simples ou extremamente complexos. Os meios mais simples envolvem alteração de algumas vias bioquímicas. Os mais complexos envolvem maior proteção do sistema respiratório e fotossintético (MUNNS, 1993), uso eficiente da água (MUNNS, 2002), manutenção da parede celular (WINICOV, 1998) e cromossomos (BOTELLA *et al.*, 1994).

As culturas sensíveis à salinidade sofrem redução progressiva do crescimento e da produção à medida em que a concentração salina aumenta. De acordo com Lima (1997), os efeitos da acumulação excessiva dos sais solúveis sobre as plantas podem ser causados pelas dificuldades de absorção de água, pela toxicidade de íons específicos e pela interferência dos sais nos processos fisiológicos (efeitos indiretos), reduzindo o crescimento das plantas.

Espécies e cultivares têm tolerância variável à salinidade (GORHAM, 1995), o que faz com que a necessidade e o manejo da lixiviação de sais no solo seja específica para cada cultura. Em certos casos, as águas salinas promovem alterações nas condições físico-químicas, que não existiam inicialmente no solo, em proporções que desfavorecem o crescimento e desenvolvimento da maioria das culturas (LÄUCHLI; EPSTEIN, 1990). Uma mesma água pode ser recomendada para um certo tipo de solo ou cultura, mas ser inadequada para outros (VAN HOORN, 1981).

A tolerância à salinidade das plantas é a capacidade de desenvolverem e completarem seu ciclo de vida sobre um substrato que contém elevada concentração de sais solúveis (FLOWERS; TROKE; YEO, 1977; GREENWAY; MUNNS, 1980). Plantas que podem tolerar estas elevadas quantidades de sais na rizosfera sem afetar seu crescimento são denominadas halófitas (FLOWERS *et al.* 1977), enquanto que plantas que não conseguem desenvolver-se sobre o substrato com elevado conteúdo de sais solúveis são as glicófitas (CHEESEMAN, 1988). A vantagem das halófitas sobre as glicófitas advém da melhor atuação em novos mecanismos de tolerância, que proporcionam um manejo mais eficiente em acumular e compartimentar os solutos.

O efeito negativo da salinidade sobre diversas culturas de importância econômica já foi demonstrado (DANTAS *et al.*, 2002; BROETTO *et al.*, 1995; AMORIM *et al.*, 2002; CARMO *et al.*, 2003), comprovando a perda de produtividade causada por este fator. O aumento da salinidade diminui o potencial osmótico da solução do solo e dificulta a absorção de água pelas raízes ao mesmo tempo em que íons Na^+ e Cl^- se acumulam nas folhas e afetam os processos fisiológicos da planta (NOBLE; ROGERS, 1992; LAZOF; BERNSTEIN, 1999).

Em pesquisas realizadas com melão e melancia em diferentes salinidades, Sousa *et al.* (1999), verificou que as plântulas de melancia apresentaram maior vigor do que as de melão e, com aumento dos níveis de salinidade, as melancieiras tendem a recuperar mais o crescimento da parte aérea do que os meloeiros.

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. Esse mesmo autor relata que a redução do rendimento devido à salinidade seja de 50%, quando se utiliza água de irrigação com salinidade de 4,2 dS m^{-1} . 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).

Marinho, Santos e Santos (2002), trabalhando com as 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 dS m^{-1} houve decréscimos vegetativos em todas as cultivares.

Tomaz *et al.* (2007) estudando a produtividade da melancia irrigada com águas

de diferentes níveis de salinidade ($CE = 0,55; 1,65; 2,35; 3,45$ e $4,5 \text{ dS m}^{-1}$), verificaram que a salinidade da água de irrigação reduziu linearmente a produtividade da cultura, onde para cada incremento de 1 dS m^{-1} da salinidade da água de irrigação ocorreu uma redução de 2730 kg ha^{-1} .

Avaliando o rendimento da melancia cultivar Mickylee, FIGUEIRÊDO (2008) verificou que não houve efeito significativo da salinidade da água de irrigação na produção comercial e nem na produção total de frutos, no entanto, mesmo não havendo efeito significativo, verificou-se que houve uma tendência de decréscimo linear para PRT e PRC de $2,733$ e $2,730 \text{ Mg ha}^{-1}$ para cada incremento de 1 dS m^{-1} na salinidade da água de irrigação, respectivamente. Não houve redução significativa devido as elevadas chuvas que ocorreram no período, fazendo que ocorresse lixiviação de sais.

Carmo (2009) trabalhando com a cultivar Quetzali, verificou que a produtividade da melancia foi reduzida linearmente em resposta ao aumento da salinidade da água de irrigação. Essa redução foi cerca de $9,4 \text{ Mg ha}^{-1}$ por aumento unitário da salinidade, estimando a máxima produtividade para as plantas irrigadas com água de menor salinidade ($0,66 \text{ dS m}^{-1}$), obtendo-se 80 Mg ha^{-1} , enquanto que a menor produtividade foi estimada para as plantas irrigadas com água de maior salinidade ($3,98 \text{ dS m}^{-1}$), com $48,1 \text{ Mg ha}^{-1}$. O incremento da salinidade provocou redução total em cerca de $31,8 \text{ Mg ha}^{-1}$, o que equivale a $39,8\%$.

2.7 EFEITO DA SALINIDADE NO SOLO

A origem dos problemas de salinidade se confunde com a própria formação do solo, que é um produto da intemperização das rochas, envolvendo processos físicos, químicos e biológicos, mediante a ação de fatores como clima, relevo, organismos vivos e o tempo. Durante a intemperização, os diversos constituintes das rochas são liberados na forma de compostos simples (RICHARDS, 1954)

A salinização do solo, que pode ser de origem natural ou causada pela ação antrópica, constitui um processo de degradação do solo, que em alguns casos, é responsável por perdas irreparáveis na capacidade produtiva dos solos, tornando estéreis grandes extensões de terras cultivadas.

Segundo Williams (1987) são identificados dois tipos de salinização: primária e secundária. A salinização primária é um processo natural onde ocorrem poucas chuvas, elevada evaporação e acumulação gradual de íons oriundos do intemperismo. Em contrapartida, a salinização secundária resulta de um evento antrópico causada por atividades humanas como práticas de irrigação inadequadas, normalmente com águas de elevado teor de sais e/ou acompanhadas de uma drenagem insuficiente.

De acordo com Oliveira (1997), em alguns casos, a salinização secundária é responsável por perdas irreparáveis na capacidade produtiva dos solos, tornando estéreis grandes extensões de terras cultivadas. Assim, águas de qualidade duvidosa (com elevados riscos de salinidade e sodicidade), adubos com elevado índice salino (cloreto de potássio, nitrato de sódio e nitrato de amônio), drenagem ineficiente, dentre outros fatores, podem acelerar o processo de salinização secundária.

A salinização de solos representa um grave problema para agricultura mundial, especialmente sob condições de irrigação, uma vez que a água é o agente transportador dos sais através do perfil do solo. As taxas anuais de perdas de solo no mundo atingem cerca de 1.500.000 ha (FAO,1997).

Os problemas de salinidade do solo são decorrentes principalmente das altas taxas de evaporação e da baixa precipitação pluviométrica, aliados ao manejo inadequado da água de irrigação (OLIVEIRA et al., 2002).

De acordo com Silva et al. (2008), o problema da salinidade em áreas irrigadas se agrava quando o balanço de sais revela maior entrada que saída, promovendo acréscimo da concentração salina na área considerada.

Segundo Ayers e Westcot (1999), o fato que mais agrava os problemas de salinidade dos solos pela água de irrigação é o uso indiscriminado das fontes de água, sem levar em consideração a qualidade da água que está sendo usada.

De acordo com Silva Filho et al. (2000) e D'Almeida et al. (2005), a salinização do solo está ligada também às características físico-químicas do solo em seu estado natural e das técnicas de manejo a ele aplicado, visto que é comum o surgimento da salinidade em áreas irrigadas cujas técnicas de manejo não visam a conservação da capacidade produtiva dos solos, bem como onde há uso excessivo de fertilizantes.

A quantidade de sais adicionados ao solo via irrigação é proporcional à quantidade de água aplicada, ou seja, a concentração de sais no solo cresce em função da lâmina de irrigação aplicada. Atualmente, a principal causa do aumento da salinização dos solos agrícolas tem sido o manejo da irrigação. O excesso de fertilização, o uso de água salina e a

ausência de drenagem adequada, são fatores que resultam em situações desfavoráveis que podem favorecer a degradação de solos (SILVA et al., 2008).

O efeito da irrigação com água salina sobre o solo varia em função do sistema que está sendo utilizado na aplicação de água. Os métodos de irrigação afetam a eficiência de aplicação da água e a salinidade, enquanto os sistemas por inundação e aspersão são projetados de forma que distribuam a água uniformemente sobre toda a área irrigada, produzindo um perfil de salinidade, no qual a maior parte dos sais se acumula na parte inferior da zona radicular. Em contraste com os sistemas por inundação e aspersão, os sistemas por sulco e por gotejamento aplicam água somente em parte do terreno (GARCIA; MARTINS FILHO; REIS, 2008).

O acúmulo de sais no solo está intimamente relacionado com o processo de evapotranspiração (SILVA et al., (2008). Conforme a água é absorvida pelas plantas ou evapora na superfície do solo, os sais se acumulam. A maneira pela qual os sais são transportados e acumulados no perfil do solo depende da quantidade e da qualidade da água de irrigação o que, em junção com os fatores ambientais, como evapotranspiração, sequência de cultivos e intensidade e distribuição das chuvas, promovem o desenvolvimento de um perfil salino característico para diferentes tipos de solo.

Observa-se nas regiões áridas e semi-áridas, que, em áreas irrigadas, a solução do solo é frequentemente mais salina que a água de irrigação. Isto se deve à ocorrência de alto índice evaporativo, que proporciona um acúmulo de sais da água de irrigação no solo e a dissolução de alguns minerais existentes no solo (MEIRELES et al., 2003). Silva et al. (2008) afirmam que em solos com irrigações mal manejadas, excesso de fertilização, uso de água salina e a ausência de drenagem adequada, a quantidade de sais adicionada ao solo via irrigação é proporcional à quantidade de água aplicada e que a concentração de sais no solo cresce em função da lâmina de irrigação adicionada.

Nas regiões de baixa precipitação pluvial, a lavagem dos sais deve ser realizada como forma de manter a salinidade do solo em um nível aceitável. Já em regiões onde essa precipitação é relativamente alta, a sua ocorrência durante a estação chuvosa, pode assegurar a lavagem dos sais (ANDRADE et al., 2004; BEN-HUR, 2001).

A salinização pode ser provocada tanto pela presença de sais na água usada para irrigação quanto por deficiência na drenagem da área. Em áreas onde o solo já está salinizado, a recuperação é um processo muito caro e raramente viável. Para aproveitamento dessas áreas se faz necessário o desenvolvimento de genótipos mais tolerantes à salinidade, viabilizando a exploração em solo salino (ARAÚJO, 1994). O

acúmulo de sais no solo também pode ser um processo natural, observado principalmente quando há deficiência de drenagem no solo.

Assim, como outras propriedades químicas e físicas, a salinidade do solo e da água é um atributo bastante variável no espaço e no tempo. Os fatores mais diretamente responsáveis por esta salinidade são: a natureza química dos solos, as interações com outros fatores, aumentando na perda de permeabilidade e elevação do nível do lençol freático, e as variáveis climáticas, como pluviosidade, irregularidade de distribuição das chuvas, além das perdas hídricas por evaporação e evapotranspiração (GURGEL et al., 2003).

De acordo com Rhoades e Loveday (1990) e Van Hoorn e Van Alphen (1994), para se manter a solução do solo num nível de salinidade compatível com o sistema de cultivo, a remoção de sais na zona radicular depende da manutenção do balanço de sais. Esta lixiviação é o fator mais importante para reduzir a intensidade da salinização de uma área irrigada.

Embora os solos afetados por sais apresentem diversos problemas para as plantas, estes podem ser aproveitados para várias finalidades, desde que se adote um manejo adequado do sistema solo-água-plantas na área afetada (RHOADES et al., 1992); assim, é de grande importância que se estabeleçam a tolerância das culturas à salinidade e o controle eficiente da irrigação para a cada cultura, a fim de promover a lavagem, mantendo a salinidade do solo na zona radicular até um nível tolerado pelas plantas.

DIAS et al. (2004), avaliando a evolução da salinidade do solo em diferentes camadas, durante o ciclo do melão para diferentes salinidades de água de irrigação, verificaram que os maiores valores de salinidades foram observados para as camadas superficiais do solo, ao longo do ciclo, e que a salinidade média do solo, para todos os níveis de salinidade de água diminui com a profundidade.

Carmo (2009), avaliando o efeito da salinidade aos 16, 38 e 51 DAT, encontrou valores de condutividade elétrica significativamente superiores na época intermediária que decresceram ao final, devido à lixiviação dos sais para camadas mais profundas por consequência do aumento da lâmina de irrigação na época intermediária para atender às necessidades hídricas da cultura estudada.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, localizada na comunidade de Alagoinha ($5^{\circ}03'37''\text{S}$; $37^{\circ}23'50''\text{W}$ e altitude de 72 m), pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, distante 20 km da cidade de Mossoró-RN.

De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima de Mossoró é do grupo BSw h' , isto é, clima seco, muito quente e com estação chuvosa no verão atrasando-se para o outono, apresentando temperatura média de $27,4^{\circ}\text{C}$, precipitação pluviométrica anual muito irregular, com média de 673,9 mm e umidade relativa do ar de 68,9% (CARMO FILHO; OLIVEIRA, 1995).

O solo da área experimental é classificado como um Argissolo Vermelho Amarelo Latossólico, fase caatinga hiperxerófito e relevo plano (EMBRAPA, 1999).

A água de irrigação disponível na Fazenda Experimental é proveniente de um poço perfurado do aquífero Arenito Açú, com profundidade aproximada de 1000 m, com condutividade elétrica (CEa) em torno de $0,57\text{ dS m}^{-1}$.

Foram coletadas amostras de solo na área experimental, a fim de promover a adubação das parcelas e seguir a recomendação de adubação para a cultura, onde a adubação foi realizada por fertirrigação. Também foi realizada a análise da água disponível, proveniente do poço profundo (Tabela 1).

Tabela 1. Características químicas da água de irrigação e do solo antes do plantio da melancia. Mossoró-RN, 2009.

Análise de água (poço profundo)										
CE	Ca ²⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Cl ⁻	CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	PH	RAS	RAS _{aj}
dS m ⁻¹	mmol _c dm ⁻³									
0,57	3,1	0,44	0,9	2,16	2,4	1,4	4,6	8,8	1,97	1,80
Análise de solo (profundidade 0 – 20 cm)										
CE	Ca ²⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Al + H		pH	M.O	P	
dS m ⁻¹	cmol _c dm ⁻³							g kg ⁻¹	mg dm ⁻³	
0,27	1,30	0,13	2,30	0,02	0,80		6,61	11,2	37	

A condução da cultura em campo constou de capinas regulares, principalmente no início de desenvolvimento da cultura, visto que a época de cultivo ser a chuvosa na região. Dessa forma, os cuidados voltaram-se para o controle fitossanitário devido ao elevado aparecimento de doenças e pragas da melancia como mosca-minadora e míldio.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

Adotou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas 5 x 3, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos dos níveis de salinidade: S₁ = 0,57; S₂ = 1,36; S₃ = 2,77; S₄ = 3,86 e S₅ = 4,91 dS m⁻¹ (valores médios obtidos durante o ciclo da cultura) e os níveis de nitrogênio: N₁ = 48,0; N₂ = 96,0 e N₃ = 144,0 kg ha⁻¹. Sendo a dose N₂ a recomendada para a cultura da região.

As parcelas experimentais foram constituídas de três fileiras de plantas de 21 m de comprimento espaçadas de 2,00 m; sendo duas fileiras bordaduras e a fileira central a parcela útil. Da mesma forma as subparcelas foram constituídas de três fileiras de plantas sendo a fileira central a subparcela útil, considerando-se um comprimento de 5,0 m (cada subparcela) para a colheita.

A água de menor salinidade (S₁) foi a do poço profundo, e a água de maior salinidade (S₅) produzida previamente, em tanque com capacidade para 5000 litros, com a mistura dos sais NaCl, CaCl₂.H₂O e MgSO₄.6H₂O, de modo que a relação catiônica Na:Ca:Mg fosse de 7:2:1 (Na = 31,3; Ca = 9,8 e Mg = 4,5 mmol_c L⁻¹). A

proporcionalidade utilizada para Na:Ca:Mg é, de acordo com Medeiros (1992), uma aproximação representativa da maioria das fontes de água disponíveis para irrigação no Nordeste brasileiro. Os outros três níveis de salinidade da água foram obtidos da mistura dessas duas águas, sendo monitorados diariamente com o uso de condutivímetro portátil, a partir de amostras coletadas durante toda a irrigação em emissores distribuídos na área.

Os níveis de nitrogênio foram aplicados via fertirrigação, sendo a dose padrão de $96,0 \text{ kg ha}^{-1}$ (100%), valor aproximado ao usualmente utilizado em cultivos comerciais pelos produtores da região. Os três níveis de nitrogênio foram produzidos com o arranjo das linhas de gotejadores da seguinte forma: em todo o experimento foram instaladas duas linhas de gotejadores por fileira de planta, onde, em uma dessas duas linhas era fornecida a adubação nitrogenada, onde os níveis N_1 (50%) e N_3 (150%) de cada parcela foram obtidos com a utilização de gotejadores espaçados de 0,6 m e 0,2 m, respectivamente, e vazão de $1,3 \text{ L h}^{-1}$, o que forneceu assim vazões diferentes por metro linear, conseqüentemente o nível de adubação diferente em cada parcela. A outra linha de gotejadores foi instalada apenas para compensar o volume de água aplicado em cada parcela, isto é, onde se tinha gotejadores espaçados de 0,2 m na linha do nitrogênio se tinha gotejadores espaçados de 0,6 m na outra linha dentro da parcela e vice-versa. Já para o nível N_2 , as duas linhas tinham gotejadores espaçados de 0,3 m, proporcionando assim uma vazão igual por metro linear e adubação nitrogenada média nesta parcela. Esse sistema proporcionou lâminas de irrigação idênticas e níveis de N variáveis, conforme o tratamento. O croqui da área experimental com o detalhe dos tratamentos encontra-se na Figura 1.

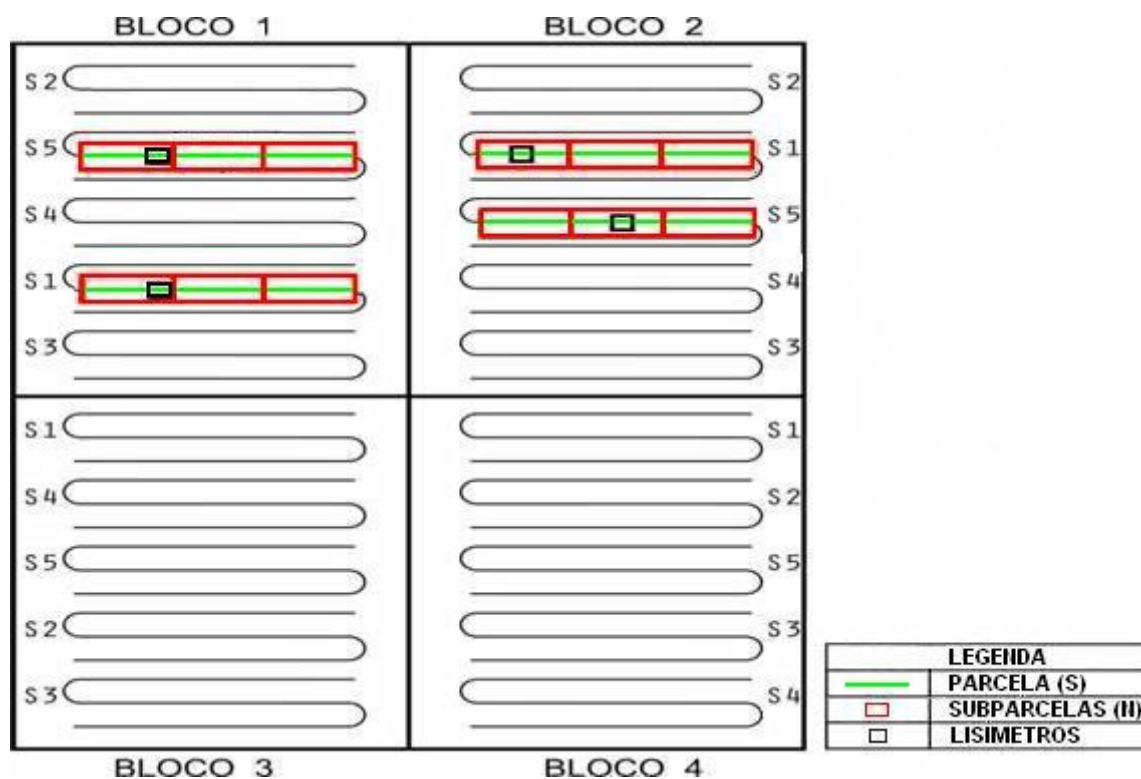


Figura 1. Croqui da área experimental, com a distribuição das linhas nas parcelas (salinidade) subparcelas (nitrogênio). Mossoró - RN, 2009.

3.3 PLANTIO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

A área do experimento foi de 0,24 hectares, plantada com melancia, cultivares Quetzali e Shadow, sendo transplantadas para o campo 14 dias após a semeadura, sendo semeadas em bandejas de polietileno de 200 cédulas, preenchidas com substrato comercial GOLDEN MIX® à base de fibra de coco.

O espaçamento utilizado no experimento foi o de 2,0 x 0,5 m entre plantas. O arranjo das plantas foi feito de modo que ficasse uma planta polinizadora (2n), no caso a cultivar Quetzali, alternada com uma planta tetraplóide (4n), cultivar Shadow, em cada linha da parcela experimental. O experimento foi conduzido com o uso de mulching, utilizando como cobertura do solo, filme de polietileno dupla face prata - preto.

O manejo da irrigação foi realizado com base na estimativa da evapotranspiração máxima da cultura (ET_m) diariamente, conforme método proposto pela FAO 56 (Allen et al., 2006), aplicando-se a metodologia do K_c dual. Os valores de K_{cb} (K_c basal da cultura) recomendados pela FAO 56 são iguais a 0,15; 0,95 e 0,70 para a melancia, nas fases inicial, intermediária e final, respectivamente.

3.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS E ANÁLISES ESTATÍSTICAS

3.4.1 Evapotranspiração da cultura

Para a determinação da evapotranspiração da cultura (ET_c) nos diversos estádios de desenvolvimento da planta, foram utilizados quatro lisímetros de pesagens idênticos, com duas repetições, que estavam instalados nas parcelas de menor e maior salinidade, isto é, S₁ e S₅, respectivamente, nos blocos 1 e 2.

A balança eletrônica utilizada foi da marca Açores, modelo específico, cuja capacidade de peso é de 5000 kg. A balança possui uma barra de pesagem (braço de apoio), ao qual se ligava ao elemento sensível (célula de carga) transferindo o peso do conjunto lisimétrico à célula de carga com uma redução na proporção de 1:50 nos lisímetros do bloco 1. Para os lisímetros do bloco 2, foi utilizado um contra-peso ligado ao braço, o qual aumentava a sensibilidade da célula de carga. As células de carga utilizadas foram da Alfa Instrumentos modelo SV50 e SV100, e os dados foram coletados por um “data logger” modelo CR23X da Campbell Scientific.

Em cada lisímetro, instalado na linha de plantio, haviam três plantas, espaçadas de 0,4 m. As plantas dos lisímetros tiveram o mesmo tratamento que as demais, considerando-se aspectos como data de transplântio, fertirrigação e controle fitossanitário.

A irrigação nos lisímetros foi feita através de um sistema independente, instalado próximo a cada lisímetro, utilizando-se espaguete para distribuição de água às plantas. Essa técnica foi utilizada, para se ter um maior controle no volume de água que entrava no sistema (lisímetro). A lâmina de água aplicada foi calculada com base no tempo de

irrigação aplicado no resto da área experimental.

Os lisímetros possuíam dimensões de 1,5 x 1,5 m de área e 1,0 m de profundidade útil (dimensões internas), constituídos de chapa de aço de 0,3 mm, com uma saída para drenagem localizada ao fundo da caixa. Assim, a área que cada cultivar ocupava por lisímetro era de 3,0 m² (1,5 x 2,0 m).

A caixa interna de aço (lisímetro) estava instalada em cima de uma balança eletrônica de precisão que, por sua vez, estava assentada em uma laje de concreto com espessura de 12 cm. Externamente a esta caixa, estava instalada uma outra caixa constituída do mesmo material da primeira, também assentada na mesma laje de concreto, ficando espaçada da caixa interna aproximadamente 5,5 cm, com dimensões internas de 1,66 x 1,66 cm. A Figura 2 apresenta o esquema dos lisímetros utilizados.

Anteriormente ao transplântio da cultura, foi realizada a calibração de todos os lisímetros, para posterior conversão da leitura feita pelo datalogger, dada em mili volts (mV), para massa (kg). Para isto, foi realizada a adição unitária e sucessiva e posterior subtração, de massas-padrão, com peso conhecido, sobre a superfície do lisímetro, efetuando-se simultaneamente as medições com leituras correspondentes no sistema de aquisição de dados, de forma a coletar valores para aferição posterior.

Maiores detalhes do processo de calibração de lisímetros podem ser encontrados em Miranda, Yoder e Souza (1999).

De acordo com a metodologia apresentada por Medeiros, Sentelhas e Lima (2003), para efeito do cálculo da evapotranspiração, os dados do lisímetro devem ser tomados a partir da diferença de massa do conjunto solo-caixa no início do dia (0 h) e a massa obtida no final do dia (24 h). No entanto, a metodologia utilizada neste trabalho foi a mesma recomendada por Silva (2003). Segundo o autor, todas as leituras do lisímetro devem ser analisadas diariamente para que ocorrências de chuva, irrigação ou drenagem do volume de solo controlado sejam identificadas e desconsideradas do cálculo da ETc.

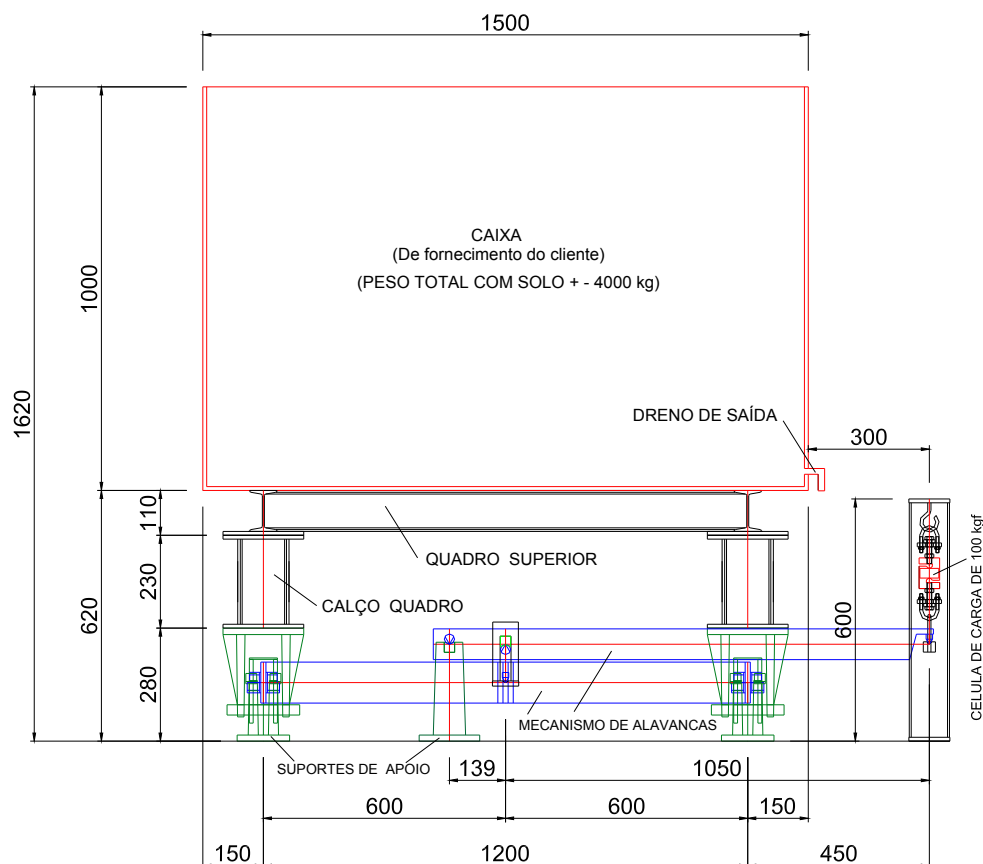


Figura 2. Esquema do lisímetro, mostrando a balança, mecanismos de alavancas, caixa e célula de carga (dimensões em mm).

Uma vez realizado esse procedimento diário, a massa era obtida pela conversão do sinal elétrico, utilizando a equação de calibração, e a lâmina evapotranspirada obtida pela relação entre a massa e a área ocupada pelas plantas do lisímetro (1,5 x 2,0 m).

3.4.2 Evapotranspiração de referência

Para a determinação da ETo foi utilizada a equação de Penman-Monteith FAO 56, Equação 3, parametrizada por Allen et al. (2006). As variáveis meteorológicas foram obtidas de uma estação climatológica semi-automática instalada no local do experimento, ao qual se tinha sensores de temperatura do ar e do solo, umidade relativa do ar, velocidade do vento a 2 metros de altura, radiação global e radiação líquida, precipitação pluviométrica e medidor do fluxo de calor do solo. Todos esses sensores estavam ligados a um datalogger (CR23X, Campbell Sci. Inc.) em que as leituras foram computadas a cada 5 segundos e armazenadas as médias a cada 1

hora. Assim para o cálculo da ETo foram feitas leituras de temperatura e de umidade relativa do ar médias, máximas absolutas e mínimas absolutas; média da velocidade do vento; soma diária da radiação global e líquida; soma diária do fluxo de calor do solo e soma total da precipitação pluviométrica.

$$ET_o = \frac{0,408 \cdot \Delta \cdot (R_n - G) + \gamma \cdot \frac{900}{(T + 273)} \cdot U_2 \cdot (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma \cdot (1 + 0,34 \cdot U_2)} \quad (1)$$

em que:

ETo = evapotranspiração de referência, mm dia⁻¹;

Δ = declividade da curva de pressão de saturação de vapor, kPa · °C⁻¹;

γ = Constante psicrométrica, kPa · °C⁻¹;

Rn = Saldo de radiação, MJ m⁻² dia⁻¹;

G = fluxo de calor no solo, MJ m⁻² dia⁻¹;

T = temperatura média do ar diária a 2 m de altura, °C;

U2 = velocidade do vento a 2 metros, m.s⁻¹;

ea = pressão atual de vapor, kPa;

es = pressão de saturação de vapor, kPa.

A evapotranspiração de referencia (ETo) vem sendo estudada por vários pesquisadores, e, portanto vários procedimentos para o seu cálculo requer, por parte do pesquisador, a obtenção dos parâmetros acima citados ao qual, dependendo dos dados climáticos que se tenha, pode-se fazer uso de procedimentos diferentes. Aqui se descreve o procedimento utilizado para o calculo da ETo, utilizando a metodologia apresentada por Allen et al. (2006), a mais apropriada para o cálculo:

a) Calor latente de evaporação (λ)

$$\lambda = 2,501 - (2,361 \cdot 10^{-3})T \quad (2)$$

onde:

T - temperatura média diária, °C.

b) Declividade da curva de pressão de Vapor (Δ)

$$\Delta = \frac{4098 * es}{(T + 237,3)^2} \quad (3)$$

onde:

es = pressão de saturação de vapor, kPa.

c) Pressão de saturação de vapor (es)

$$es = \left(\frac{es_{\max} + es_{\min}}{2} \right) \quad (4)$$

$$es_{\max} = 0,6108 * \exp \left(\frac{17,269 * T_{\max}}{T_{\max} + 237,3} \right) \quad (5)$$

onde:

$T_{\max}$ = temperatura máxima absoluta diária, °C.

$$es_{\min} = 0,6108 * \exp \left(\frac{17,269 * T_{\min}}{T_{\min} + 237,3} \right) \quad (8)$$

onde:

$T_{\min}$ = temperatura mínima absoluta diária, °C.

d) Pressão atual de vapor (ea)

$$ea = \left(\frac{es_{\min} \cdot UR_{\max} + es_{\max} \cdot UR_{\min}}{2} \right) \quad (7)$$

onde:

$UR_{\max}$ = umidade relativa máxima diária, decimal;

$UR_{\min}$ = umidade relativa mínima diária, decimal.

e) Constante Psicrométrica (γ)

$$\gamma = 0,0016286 * \frac{P}{\lambda} \quad (8)$$

onde:

P = pressão atmosférica local, kPa;

λ = calor latente de evaporação, MJ.kg⁻¹.

f) Radiação solar total (R_a), MJ m⁻² dia⁻¹ no topo da atmosfera

$$R_a = 37,586 * dr * (H \sin \phi * \sin \delta + \cos \phi * \cos \delta) \quad (9)$$

onde:

dr = distância relativa Terra – Sol;

H = ângulo horário do pôr do Sol, rad;

ϕ = Latutude local, rad;

δ = declinação solar, rad.

g) Declinação solar (δ), rad

$$\delta = 0,40938 \sin\left(\frac{2\pi}{365} * J - 1,405\right) \quad (10)$$

onde:

J = Dia Juliano.

h) Ângulo do horário do por do sol (H), rad

$$H = ar \cos(-\tan \phi * \tan \delta) \quad (11)$$

i) Distância relativa sol-terra (dr)

$$dr = 1 + 0,033 * \cos\left(\frac{2\pi}{365} J\right) \quad (12)$$

j) Radiação solar em um dia claro (Rso)

$$Rso = (0,75 + 0,00002 \cdot z) Ra \dots \quad (13)$$

onde:

z= altitude local, m.

k) Saldo de radiação de ondas curtas (Rns), MJ m⁻² dia⁻¹

$$Rns = (1 - \alpha) Rs \quad (14)$$

onde:

α = albedo da superfície (0,23);

Rs = radiação solar global, MJ.m⁻².dia⁻¹.

l) Saldo de radiação de ondas longas (Rb), MJ m⁻² dia⁻¹

$$Rb = (0,34 - 0,14 \cdot \sqrt{ea}) \cdot \sigma \cdot \left(\frac{T_{\max,k}^4 + T_{\min,k}^4}{2} \right) \cdot \left(1,35 \cdot \frac{Rs}{Rso} - 0,35 \right) \quad (15)$$

onde:

σ = constante de Stefan-Boltzmann (4,903.10⁻⁹, MJ.m⁻².dia⁻¹);

T_{max, k} = temperatura máxima diária absoluta, K;

T_{min,k} = temperatura mínima diária absoluta, K.

m) Saldo de radiação (Rn), MJ m⁻² dia⁻¹

$$Rn = Rns + Rb \quad (16)$$

Neste procedimento de cálculo se considerou o fluxo de calor do solo como sendo 0 (zero), pois como relata Allen et al. (2006), para períodos diários ou de 10 dias, a magnitude de calor abaixo da superfície do solo se torna desprezível.

3.4.3 Coeficiente de cultura

A determinação dos k_c 's (coeficientes de cultura) nos níveis S_1 ($KcS_1 = KcLis$) e S_5 ($KcS_5 = KcLis$) foi realizada pela relação da equação $Kc = ET_c/ET_o$, onde a ET_c (evapotranspiração da cultura) que foi medida pelos lisímetros de pesagem ($ET_{cLis} = ET_{cS_1}$) e a evapotranspiração de referência estimada pelo método Penman-Monteith-FAO 56 (ET_{oFAO}).

Para efeito do cálculo dos Kc 's médios, o ciclo das duas culturas foi dividido em quatro fases fenológicas, definidas da seguinte forma: I) fase inicial: do plantio até 10% de cobertura do solo; II) fase de crescimento: do final da fase inicial até 80% da cobertura do solo; III) fase intermediária: de 80% de cobertura do solo até início da maturação dos frutos; IV) fase final: do início da maturação até a colheita dos frutos. A princípio, adotou-se os seguintes períodos contados da semeadura para as respectivas fases: 1 – 15, 16 – 30, 31 – 50 e 51 a 60 dias.

Os Kc 's da fase de crescimento (II) e final (IV) foram obtidos por meio da Eq. 17.

$$Kci = Kcprev + \left[\frac{i - \sum(Lprev)}{Letapa} \right] (Kcprox - Kcprev) \quad (17)$$

em que,

i = número do dia dentro da fase de crescimento;

Kci = coeficiente de cultura para o dia i dentro da fase;

$Kcprev$ = coeficiente de cultura da fase anterior;

$\sum(L_{prev})$ = soma das durações das fases anteriores, dias;

L_{etapa} = duração da fase considerada (II), dias;

K_{cprox} = coeficiente de cultura da fase posterior.

Posteriormente, os valores dos kc 's foram ajustados para as condições climáticas local (segundo recomendação da FAO 56 quando os kc 's das fases II e III forem superiores a 0,45 os mesmos deverão ser ajustados), de acordo com a Eq. 18.

$$K_{ci} = K_{ctab} + [0,04(u_2 - 2) - 0,004(UR_{min} - 45)] \left(\frac{h}{3} \right)^{0,3} \quad (18)$$

em que,

K_{ci} = coeficiente de cultura ajustado para o dia i ;

K_{ctab} = coeficiente de cultura, recomendado pelo Boletim FAO 56, para cada fase;

u_2 = velocidade do vento a 2 metros de altura, $m\ s^{-1}$;

UR_{min} = umidade relativa mínima para o dia i , %, e

h = altura da planta no dia i , m.

A altura da planta (h) foi estimada por meio de planilha eletrônica, considerou como altura máxima 0,35 m e que atingiu o máximo no final da fase II.

Dessa forma a ET_{cFAO} foi determinada pela multiplicação da ET_o obtida pela equação de Penman-Monteith e os K_c 's estimados para cada dia.

A evapotranspiração de referência (ET_o) foi calculada a partir de dados climáticos obtidos numa estação climatológica semi-automática instalada no local. Dessa forma a lâmina de irrigação foi calculada de modo a repor as perdas por evapotranspiração das culturas

calculados para a fase de desenvolvimento da planta pelo método da FAO 56 e periodicamente se ajustava conforme leituras dos lisímetros instalados na água de menor salinidade e acrescentada uma lâmina para proporcionar uma lixiviação, considerando o tratamento que recebeu a água menos salina.

3.4.4 Correlação entre ETc medida por lisímetro e estimada pela metodologia da FAO

Uma correlação entre os valores de evapotranspiração medida e estimada foi feita com base em indicadores estatísticos de precisão, dada pelo coeficiente de correlação (r), indicando o grau de dispersão dos dados obtidos em relação à média, de exatidão (d), que está associada ao desvio entre valores estimados e medidos, dado pelo índice de Willmott e o coeficiente de desempenho (c) que é o produto de r e d ($c = r \cdot d$) (CAMARGO; SENTELHAS, 1997), apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Valores dos coeficientes de desempenho conforme Camargo e Sentelhas (1997).

Valor de “ c “	Desempenho
> 0,90	Ótimo
0,81 a 0,90	Muito bom
0,71 a 0,80	Bom
0,51 a 0,70	Mediano
0,41 a 0,50	Mau
< 0,30	Péssimo

A seguir é apresentada a equação do índice de concordância de Willmott:

$$d = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^n (|P_i - O| + |O_i - O|)^2} \quad (19)$$

onde:

P_i = valores de ET_c medidos pelo lisímetro S_1 ;

O_i = valores de ET_c estimados pela equação de Penman-Monteith-FAO 56 (PM-FAO); O : valor médio de ET_{cFAO} .

O índice de concordância d , varia de 0 a 1, em que o valor 1 significa uma concordância perfeita entre dados medidos e estimados, enquanto que o valor 0 significa não haver concordância entre os valores analisados.

3.4.5. Salinidade do solo

Para a análise da salinidade do solo foram realizadas três coletas de solos respectivamente, aos 19, 39 e 59 dias após o transplântio, em três diferentes profundidades (0 a 15 cm; 15 a 30 cm e 30 a 45 cm).

As amostras de solo, em cada parcela experimental, constituíram de duas amostras compostas de 3 pontos a 12 cm do gotejador e da planta, em forma de triângulo. As amostras foram coletadas com um trado de solo tipo holandês, de 30 mm de diâmetro; secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de malha 2 mm, onde foi determinada a salinidade.

A salinidade do solo (condutividade elétrica do extrato de saturação- CE_{es}) foi estimada a partir da $CE_{1:2,5}$, medida no sobrenadante obtido numa mistura de uma parte de solo para duas e meia de água destilada. A metodologia utilizada na determinação da $CE_{1:2,5}$ consistiu de se colocar em erlenmyer de 125 mL, 30 g do solo previamente seco ao ar e peneirado, adicionando-se 75 mL de água destilada e agitando-se a mistura em um agitador por 10 min a 350 rpm. A solução foi deixada em descanso por um período de 2 horas para decantação das partículas de solo e a leitura da condutividade elétrica (CE) feita com a célula do condutivímetro colocada na suspensão solo/água, sempre com referência a temperatura de 25°C.

Para estimar a CE_{es} , medida padrão para a análise de resposta das culturas à salinidade, a partir da $CE_{1:2,5}$, estabeleceu-se uma equação de regressão determinada a partir de medidas destas CE's do extratos, obtidas da pasta de saturação, em parte das amostras (MEDEIROS et al., 1993; RHOADES; MIYAMOTO, 1990), representando todas as épocas e

profundidades de amostragem e tratamentos. A obtenção de extrato, após uma noite do preparo da pasta, seguiu o método padrão que consiste na separação do extrato da pasta utilizando-se um funil de buckner com papel de filtro, acoplado a um kitasato e uma bomba de sucção, sendo que essas medições realizadas segundo os padrões do U.S. Salinity Laboratory Staff, apresentados por Richards (1954), com a salinidade expressa como a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CE_{es}), em $dS\ m^{-1}$ a $25^{\circ}C$.

Para análise estatística dos dados de salinidade, adotou-se dois procedimentos: considerou-se a salinidade média obtidas nas três épocas para cada profundidade e assumiu-se como terceiro fator, sub-subparcela; no segundo caso, para cada época obteve-se a salinidade média no perfil, adotando-se a época de coleta como um terceiro fator, sub-subparcela.

3.4.6. Componentes de produção

Foram realizadas três colheitas, nos dias 10, 18 e 20 de novembro de 2009, onde todos os frutos de cada parcela foram pesados e classificados em frutos comerciáveis ou refugo.

Foram avaliados os seguintes componentes de produção: peso médio dos frutos comerciais (PMC) e peso médio dos frutos totais (PMT), expressos em kg; número médio de frutos comerciais (NFRC) e número médio de frutos totais (NFRT) obtidos na área de $10\ m^2$. Para a produtividade, foram tomados os dados de produtividade comercial (PRC) e produtividade total (PRT), expressos em $Mg\ ha^{-1}$.

Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias do fator nitrogênio comparadas através do teste de Tukey a 0,05 de probabilidade e os efeitos do fator salinidade avaliados por análise de regressão, utilizando o desdobramento dos graus de liberdade dos polinômios ortogonais. Utilizou-se para tanto o software livre SISVAR, versão 5.0 (FERREIRA, 2003) e o SAEG versão 9.0 (RIBEIRO JUNIOR, 2001).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. CARATERIZAÇÃO CLIMÁTICA

As temperaturas do ar médias, máximas e mínimas podem ser vistas na Figura 3. Observou-se que no período de cultivo da melancia a temperatura média foi de 26,0 °C, sendo inferior a preconizada por Carmo Filho e Oliveira (1989) para a região, que é igual a 27,4 °C. A temperatura média máxima e média mínima foi de 31,9 °C e 23,2 °C. Segundo Resende, Dias e Costa (2006), a temperatura do ar ideal para o desenvolvimento da melancia deve está em torno de 25 °C.

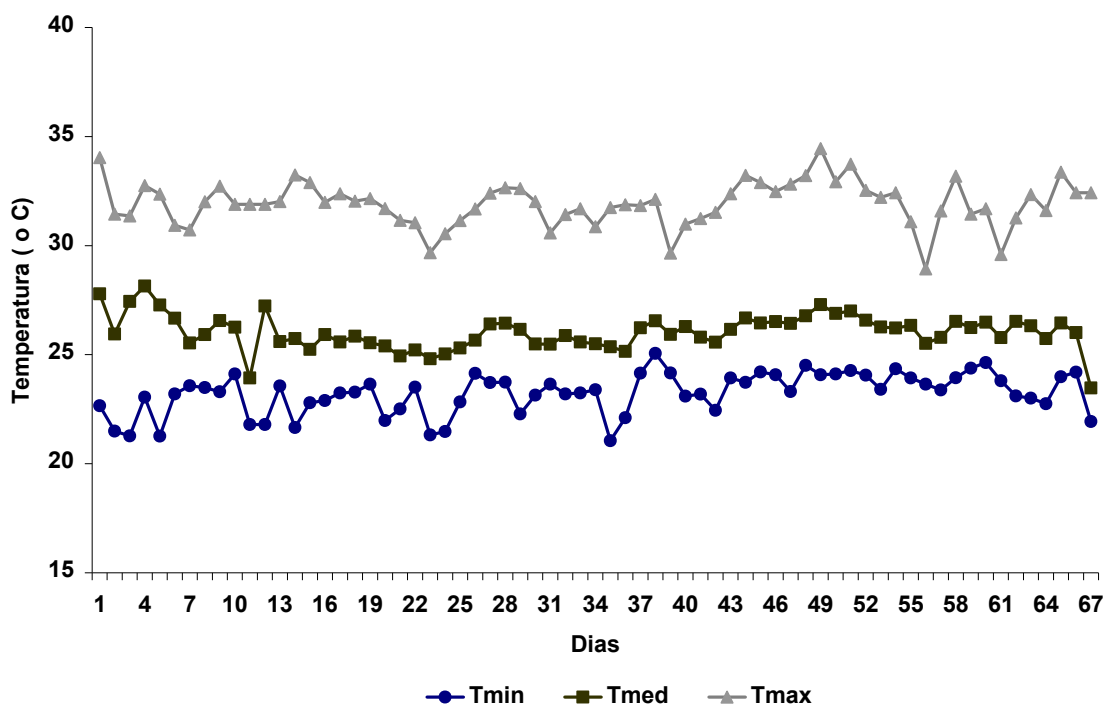


Figura 3. Temperaturas do ar mínima (Tmin), média (Tmed) e máxima (Tmax) observadas durante o ciclo da melancia. Mossoró – RN, 2009.

Na Figura 4, verifica-se que os valores médios da umidade relativa do ar no período variaram entre 62,2% e 83,0%, com média de 68,9%, sendo igual a média da região (CARMO FILHO; OLIVEIRA, 1989), estando dentro da margem ideal para o desenvolvimento da cultura, que segundo Resende, Dias e Costa (2006), é de 60,0 e 80%. A umidade do ar é uma variável que depende da temperatura e age indiretamente sobre a evapotranspiração (KLAR, 1988). À medida que a temperatura do ar decresce numa mesma umidade absoluta, haverá aumento na umidade relativa e queda na evaporação, e consequentemente uma redução na evapotranspiração da cultura.

Os valores médios encontrados para as umidades relativas máximas e mínimas foram de 80,2% e 41,8%, respectivamente.

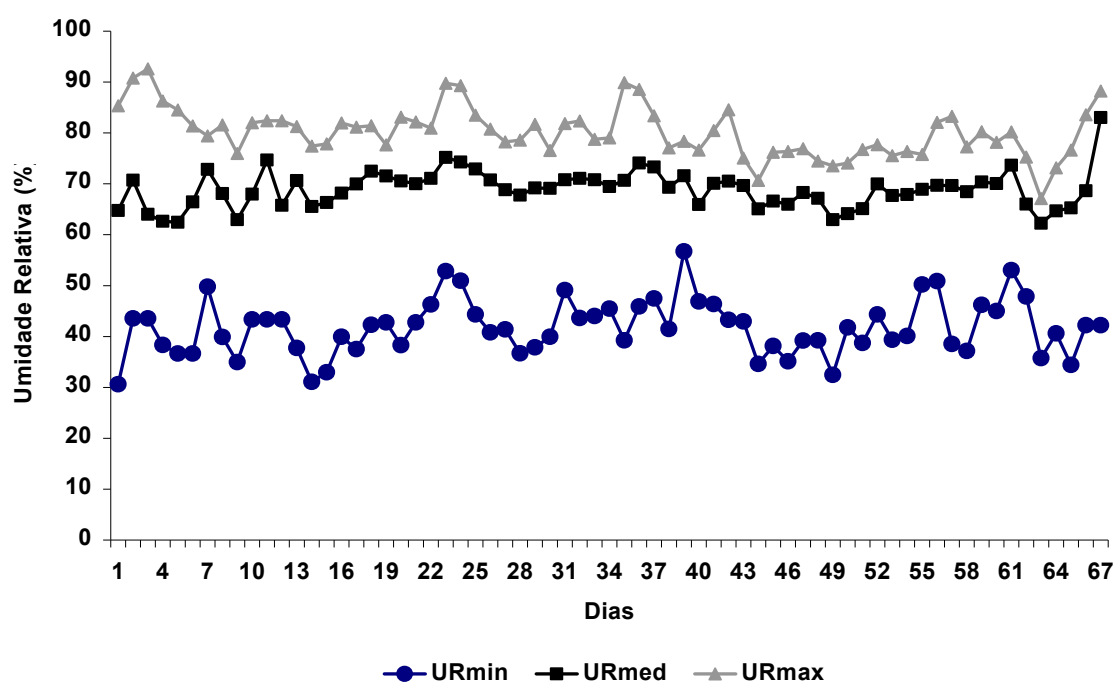


Figura 4. Umidade relativa mínima (URmin), média (URmed) e máxima (URmax) encontradas durante o ciclo da melancia. Mossoró – RN, 2009.

Os valores médios diários da radiação solar global e radiação solar líquida encontram-se na Figura 5. Nota-se que a radiação global variou de 10,4 a 22,1 com média de $16,6 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, enquanto a radiação líquida ficou entre 5,9 e 13,2 com média de $10,0 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, ou seja, a radiação líquida representou 60,2% da global. O nível de radiação líquida adequado como limite mínimo necessária para a produção e manutenção da cultura é de aproximadamente $8,4 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ (ADRIOLO, 1999).

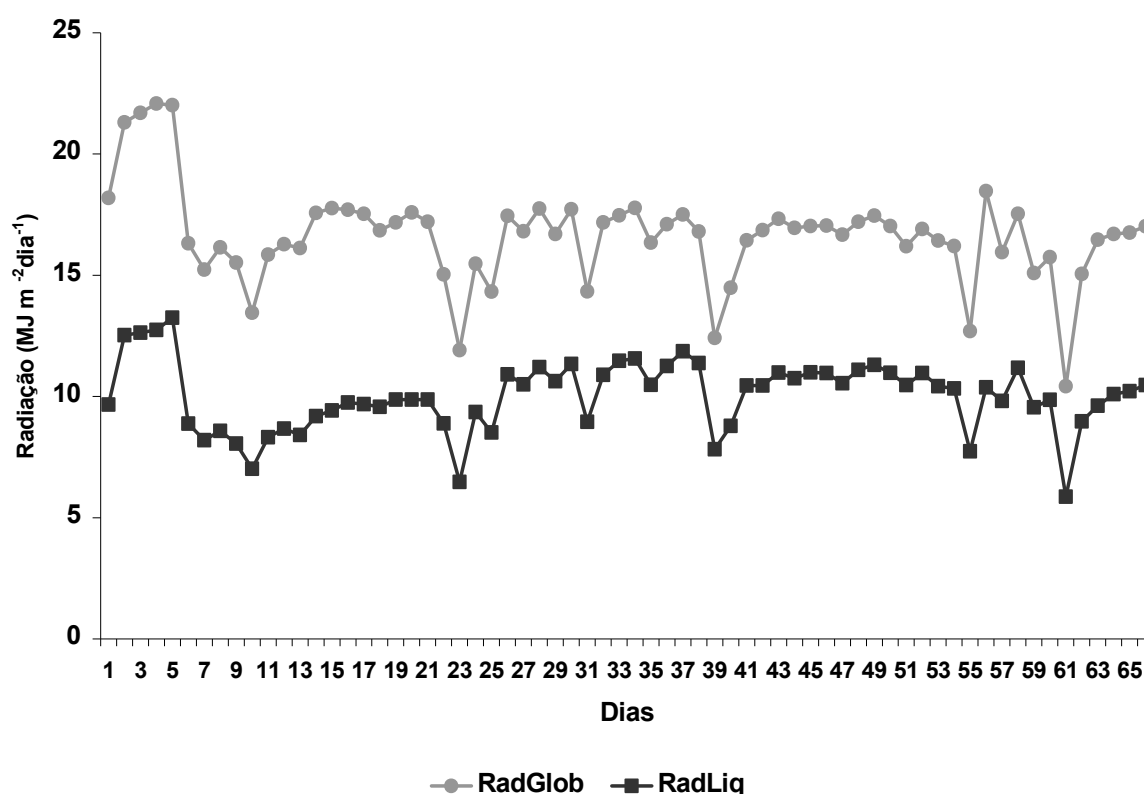


Figura 5. Valores médios diários da Radiação solar global (RadGlob) e Radiação solar líquida (RadLiq) observados durante o ciclo da melancia. Mossoró – RN, 2009.

Na Figura 6 observa-se a variação a velocidade do vento mínima, média e máxima ao longo do ciclo da cultura. Verifica-se que os valores mínimos variaram de $0,52$ a $1,56 \text{ ms}^{-1}$; os médios de $2,38$ a $3,76 \text{ ms}^{-1}$ e os máximos de $4,21$ a $6,89 \text{ ms}^{-1}$. A predominância de ventos fortes dificulta a prática do penteamento, em razão da movimentação das ramas, causando uma maior incidência de danos mecânicos às plantas (RESENDE; DIAS; COSTA, 2006).

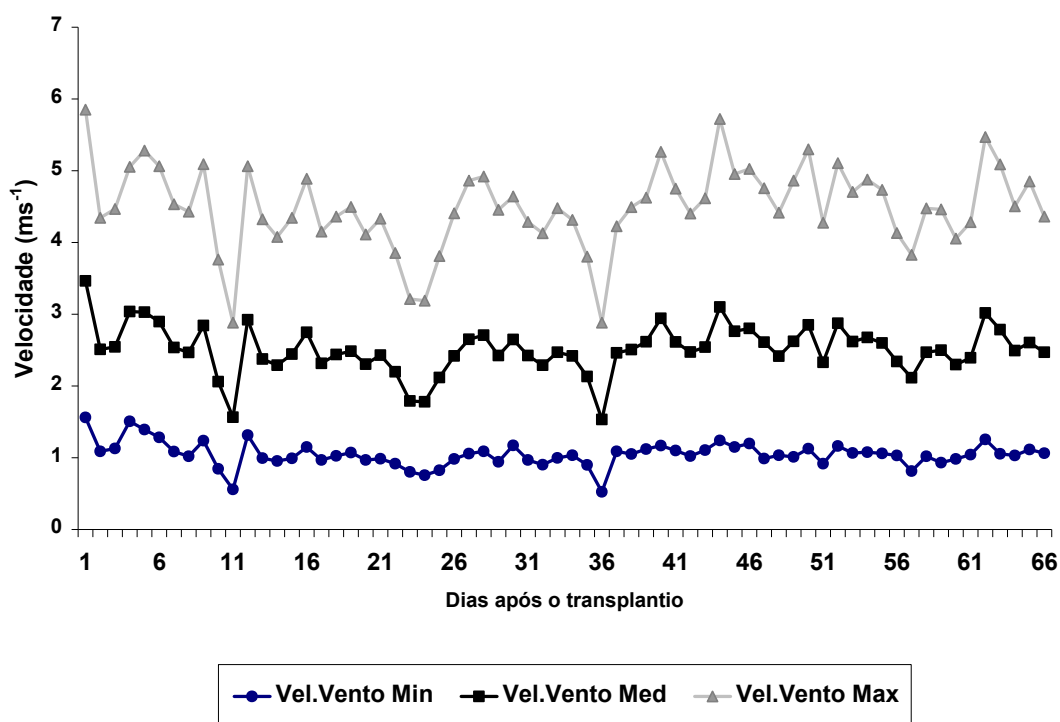


Figura 6. Velocidade do vento mínima, média e máxima observados durante o ciclo da melancia. Mossoró – RN, 2009.

4.2. EVOLUÇÃO DA SALINIDADE DO SOLO

Na Tabela 3, encontra-se o resumo da análise de variância para a salinidade média do extrato de saturação do solo obtida durante o ciclo da cultura, considerando cada camada de solo. Verifica-se efeitos significativos ($p < 0,01$) isolados para os fatores salinidade e profundidade, bem como para a interação Profundidade x Salinidade. No entanto não apresentou efeito significativo para as demais interações, nem para o efeito isolado do nitrogênio.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para salinidade do extrato de saturação do solo em diferentes profundidades médias, durante o ciclo da melancia, em função de diferentes doses de nitrogênio e níveis de salinidade da água de irrigação. Mossoró-RN - 2009.

FV	GL	F
Bloco	3	1,62 ^{ns}
Salinidade	4	36,92 ^{**}
Erro (A)	12	
Nitrogênio	2	3,06 ^{ns}
Nitrogênio *Salinidade	8	0,51 ^{ns}
Erro (B)	30	
Profundidade	2	163,1 ^{**}
Prof.*Nitrogênio	4	0,91 ^{ns}
Prof.*Salinidade	8	8,96 ^{**}
Prof.*Nitrogênio*Salinidade	16	0,49 ^{ns}
Resíduo (C)	90	
C.V1. (%)		31,01
C.V2. (%)		22,34
C.V3. (%)		13,84

** significativo a 0,01 de probabilidade; * significativo a 0,05 de probabilidade; n.s. não significativo, pelo teste F.

Nas Figuras 7 e 8 observa-se na a relação encontrada para a condutividade elétrica da água de irrigação e a condutividade elétrica do extrato do solo.

Avaliando-se a salinidade média durante o ciclo para as diferentes profundidades (Figura 7) verifica-se que o modelo linear apresentou bom ajuste, sendo os coeficientes de determinação iguais a 0,94; 0,98 e 0,99, respectivamente, para as coletas realizadas nas camadas de 0 a15, 15 a 30 e 30 a 45 cm de profundidade. Verifica-se que, para cada unidade de CE da água de irrigação adicionada houve um aumento de 0,536; 0,298 e 0,321 unidades de CE do extrato do solo coletados respectivamente a 0 a15, 15 a 30 e 30 a 45 cm de profundidade, com interseptos de 1,31; 1,22 e 0,93 dS m⁻¹. Significando dizer que, para aumento unitário da água de irrigação, houve aumentos de 43,4%, 20,2% e 29,5% da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo, em relação aos valores iniciais estimados com base na salinidade da água de 0,57 dS m⁻¹, nas profundidades de 0 a 15, 15 a 30 e 30 a 45, respectivamente.

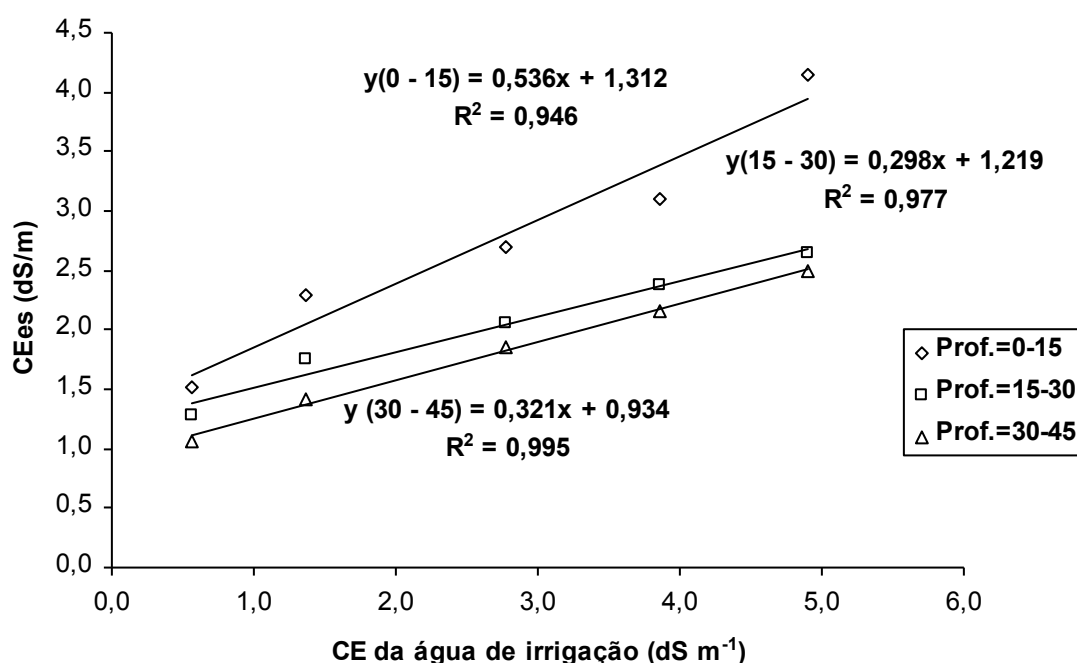


Figura 7. Relação entre os valores de condutividade elétrica do extrato do solo (CEes) e a condutividade elétrica da água de irrigação (Cea), observados em diferentes profundidades durante o ciclo da melancia. Mossoró – RN, 2009.

Esse resultado é semelhante ao encontrado por Carmo (2009), que, analisando a produção de melancia em diferentes salinidades da água de irrigação e em diferentes profundidades verificou aumento na salinidade do extrato de saturação do solo à medida que se incrementou a salinidade da água utilizada na irrigação, para todas as profundidades analisadas, sendo mais acentuada na camada de 0 a 15 cm.

A evolução da salinidade do solo, em diferentes camadas, durante o ciclo da melancia, para as diferentes salinidades de água de irrigação, é mostrado na Figura 8. Observa-se que houve acúmulos de sais no solo, nas três profundidades estudadas, em relação ao solo original, sendo diretamente proporcionais aos níveis de salinidade da água de irrigação e que a intensidade de acumulação aumentou com a diminuição da profundidade, provavelmente, devido à elevada evaporação da água em virtude de altas temperaturas ambientais e do aumento do nível de salinidade da água de irrigação, estando de acordo com os estudos de Rhoades (1994) e Santos (1997). O primeiro afirma que a concentração de sais no solo aumenta em razão da maioria da água aplicada ser removida pela evapotranspiração, deixando permanecer os sais e, como nas irrigações muito frequentes, 60% de toda água absorvida pela planta provêm do quarto superior da zona radicular, os sais tenderão a se acumular em maior

quantidade, próximo a zona radicular da cultura. O segundo, constatou que os acúmulos de sais no solo aumentam com a redução da profundidade, sendo diretamente proporcional aos níveis de salinidade da água de irrigação. O fato também pode ser explicado pela utilização de um turno de rega diário (aumento da frequência de irrigação), que, segundo Bernstein e François (1973), pode resultar numa mudança para cima do pico da salinidade no perfil de distribuição de sais, fazendo com que aumente a concentração média de sais na porção superior da zona radicular. Tal teoria é corroborada por Medeiros (1998), Silveira (1999) e Blanco e Folegatti (2002), ao afirmarem que o acúmulo dos sais é maior na camada superficial do solo quando são feitas irrigações localizadas durante períodos curtos.

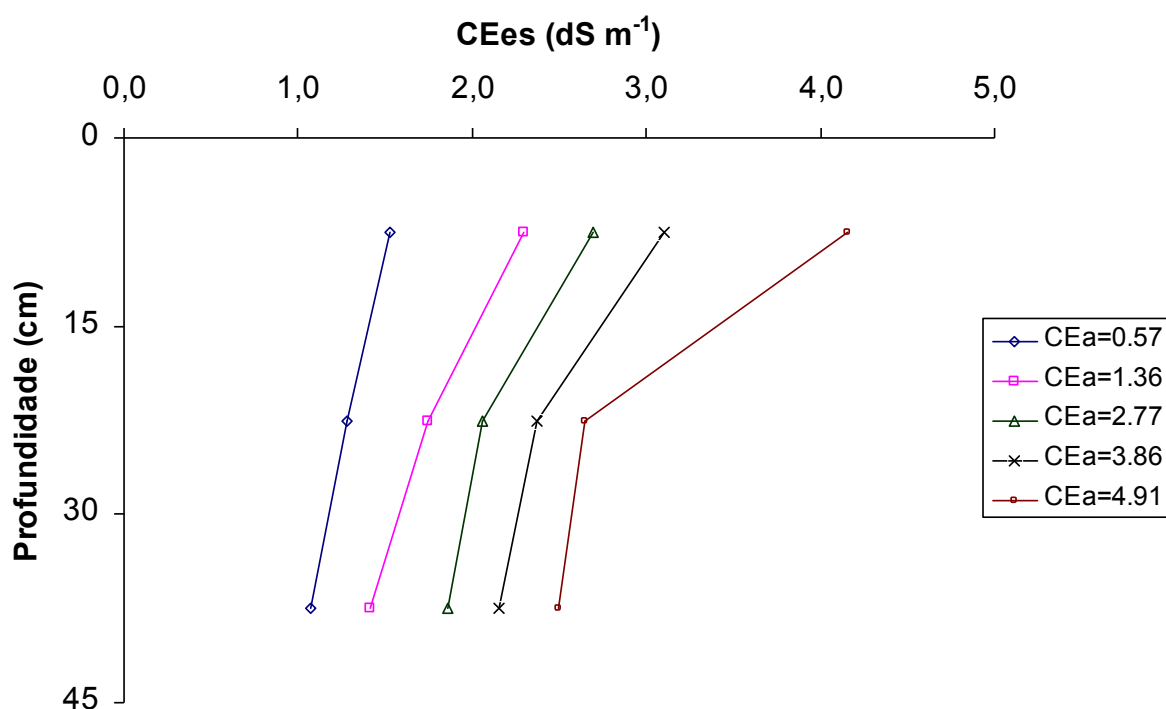


Figura 8. Salinidade do solo (CEes) para diferentes profundidades, no final do ciclo da cultura, em função dos tipos de água de irrigação. Mossoró – RN, 2009.

No geral os tratamentos proporcionaram curvas paralelas entre as camadas de solo com uma redução dos seus valores no final do ciclo da cultura. Essa redução nos valores da salinidade do solo, em cada camada, pode ser atribuída ao fato de que a planta já tem diminuído o seu consumo de água, pois esta é a fase da colheita, onde tanto a irrigação com água salina foi diminuída bem como o consumo de água pela planta. Esses resultados

corroboram com encontrados por Dias et al. (2004) e Carmo (2009), onde verificaram que a salinidade média do solo diminuiu com a profundidade.

Avaliando a salinidade média do extrato de saturação do solo no perfil de solo na camada de 0 a 45 cm (Tabela 4), verifica-se interação significativa entre época de avaliação e as doses de nitrogênio ($p < 0,05$), enquanto para as demais interações (N x Sal, Tempo x Sal, e Tempo x N x Sal) não houve efeito significativo, assim como não foi observado quando se analisou o efeito das doses de nitrogênio isoladamente. No entanto, foi observado efeito significativo ($p < 0,01$) dos fatores salinidade e época de avaliação quando avaliados isoladamente (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da análise de variância para salinidade do extrato de saturação do solo em diferentes épocas de avaliação, durante o ciclo da melancia, em função de diferentes doses de nitrogênio e níveis de salinidade da água de irrigação. Mossoró-RN, 2009.

FV	GL	F
Bloco	3	1,62 ^{ns}
Salinidade	4	36,92 ^{**}
Erro (A)	12	
Nitrogênio	2	3,06 ^{ns}
Nitrogênio *Salinidade	8	0,51 ^{ns}
Erro (B)	30	
Tempo	2	16,44 ^{**}
Tempo*Nitrogênio	4	3,40 [*]
Tempo*Salinidade	8	1,31 ^{ns}
Tempo*Nitrogênio*Salinidade	16	1,11 ^{ns}
Resíduo	90	
CV1		31,01
CV2		22,34
CV3		20,00

** significativo a 0,01 de probabilidade; * significativo a 0,05 de probabilidade; n.s. não significativo, pelo teste F.

Com relação aos níveis de salinidade nas diferentes épocas de avaliação (Figura 9), considerando a média no perfil, também observa-se que o modelo linear foi o que melhor se ajustou e que para cada unidade de CE da água de irrigação adicionada verificou-se incrementos de 0,36; 0,44 e 0,34 respectivamente aos 19, 39 e 59 dias após o plantio, com interseptos de 0,98; 1,21 e 1,25 dS.m⁻¹, significando dizer que para aumento unitário da CE da água de irrigação houve aumentos de 31,0; 30,8 e 24,1% na CE do extrato de saturação do solo,

em relação aos valores iniciais estimados, nas épocas 19 DAT, 39 DAT e 59 DAT, respectivamente.

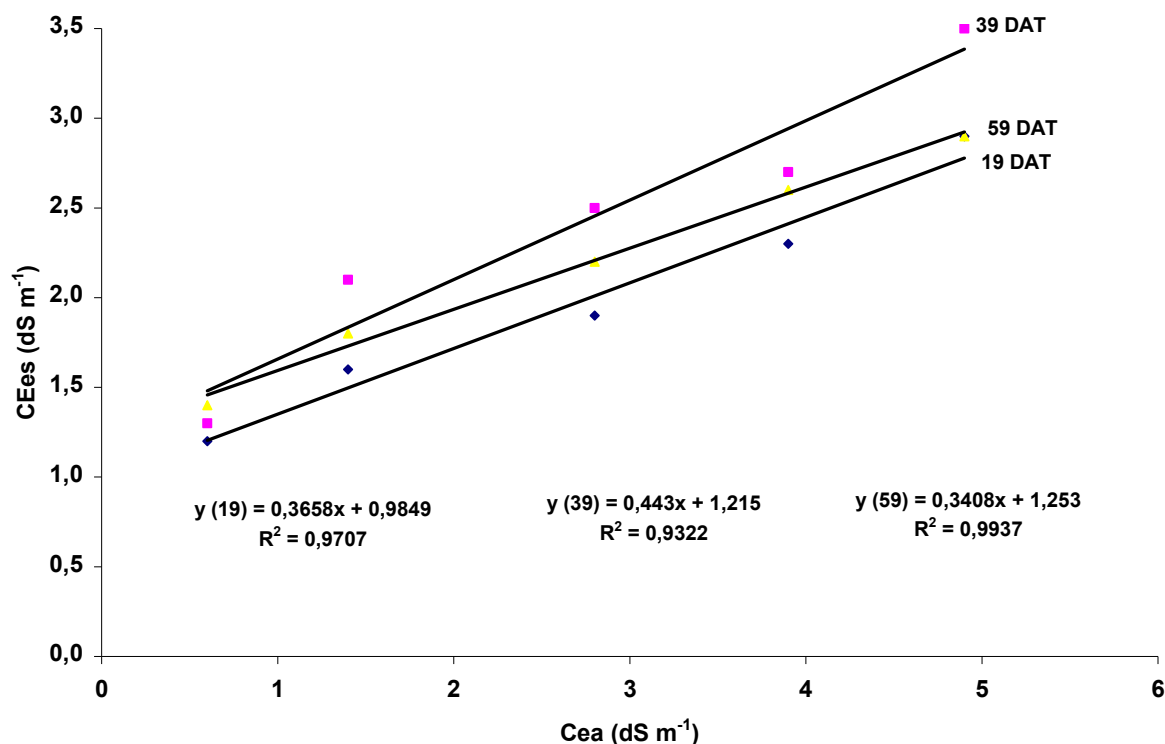


Figura 9. Relação entre os valores de condutividade elétrica do extrato do solo (CE_{es}) e a condutividade elétrica da água de irrigação (C_{ea}) observados em diferentes épocas do ciclo da melancia. Mossoró – RN, 2009.

A evolução da salinidade no solo para as diferentes águas de irrigação em função do tempo é mostrada na Figura 10. Observa-se que os tratamentos proporcionaram curvas de salinização aproximadamente paralelas e que houve um aumento na salinidade entre os 19 e 39 dias após o transplântio e uma redução no final do ciclo para todas as águas de irrigação, exceto para a água de menor salinidade. Comportamento semelhante foi verificado por Dias (2004) trabalhando com melão irrigado com diferentes águas salinas e também por Carmo (2009) trabalhando com melancia.

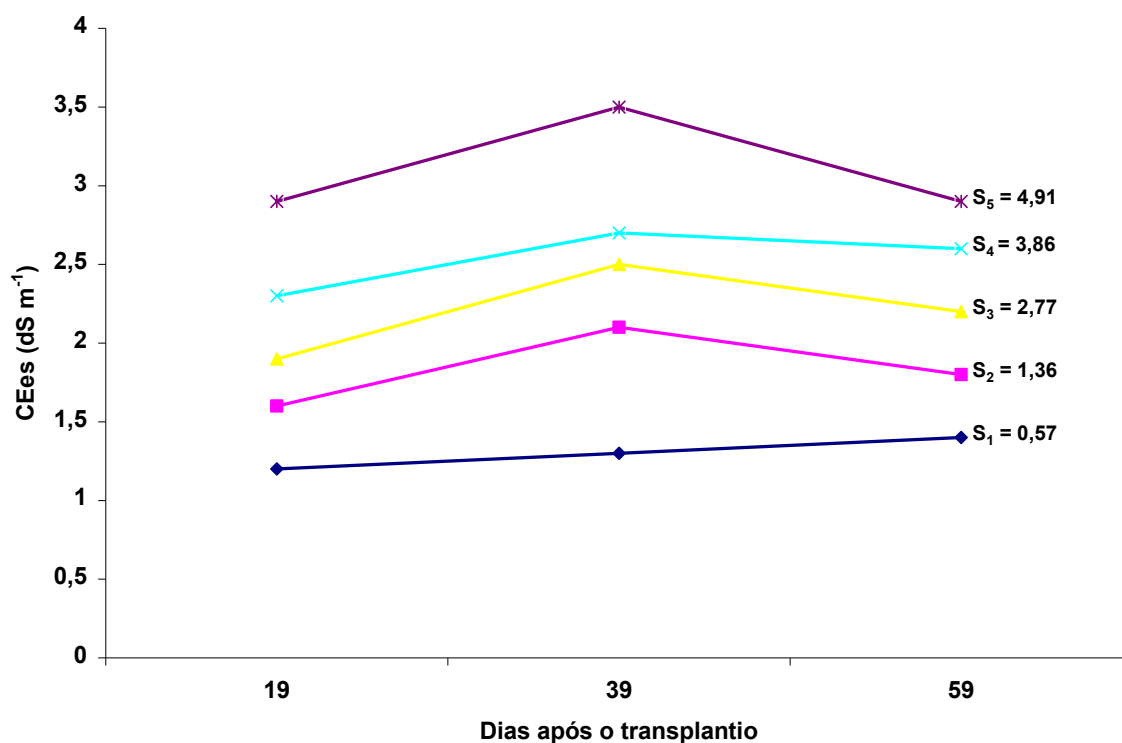


Figura 10. Evolução da salinidade do solo (CEes), ao longo do ciclo da melancia, para diferentes tipos de água de irrigação. Mossoró – RN, 2009.

A redução da salinidade do solo no final do ciclo para as águas mais salinas pode está refletindo o aumento da fração de lixiviação nesses tratamentos, devido a redução da ETc nesses tratamentos, proporcionados pela redução da área foliar das plantas nestas condições.

O aumento da salinidade aos 39 DAT pode se explicado pela maior quantidade de fertilizantes adicionados na fertirrigação, corroborando com a afirmação de Dias (2001), que estudando a evolução da salinidade de um Luvisolo Crômico cultivado com melão fertirrigado, observou, no período de maior exigência nutricional da cultura, incrementos de até 1,60 dS m⁻¹ na salinidade da água de irrigação provenientes da adição de adubos. Desse modo, pode-se inferir que mesmo quando se utiliza água com uma composição salina original média, a salinidade induzida pelo uso de fertilizantes pode se estabelecer.

4.3 CALIBRAÇÃO DOS LISÍMETROS

Os dados de calibração dos lisímetros podem ser vistos nas Figuras 11A e 11B. Observa-se nesta Figuras que os lisímetros tiveram respostas aceitáveis com relação ao emprego das massas-padrão, o que pode ser comprovado pelos autos coeficientes de correlação encontrados.

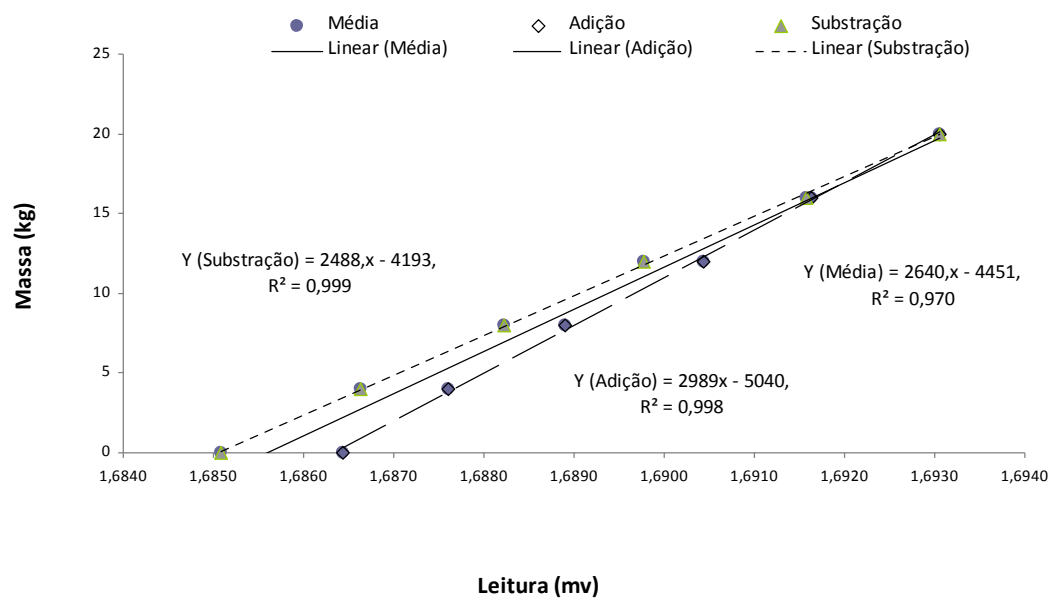
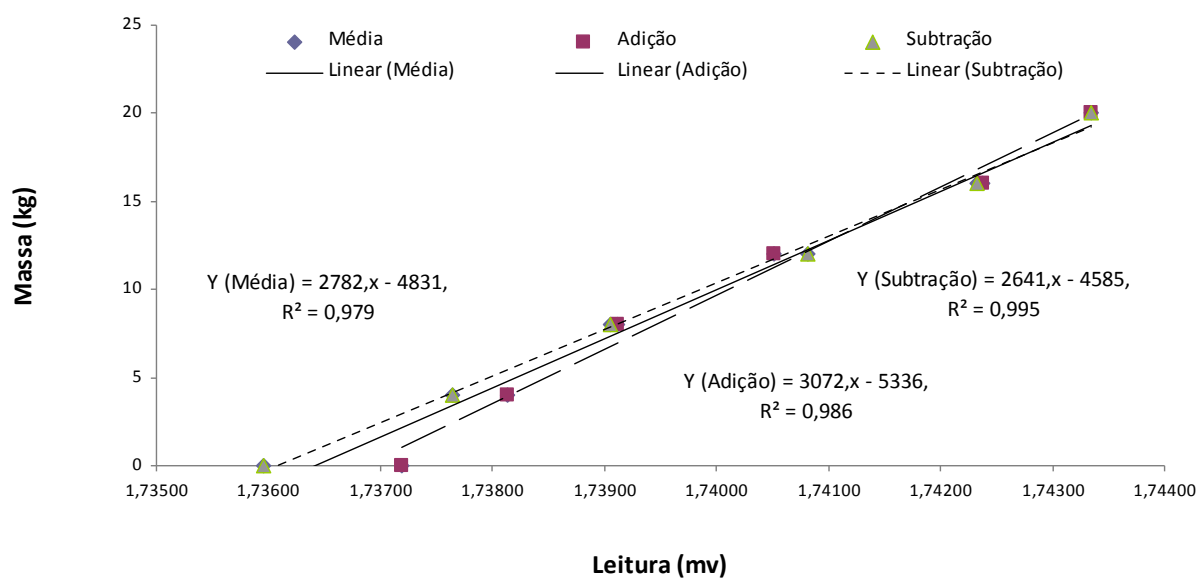
Como a resolução das leituras é de 0,0001 mV/V no datalogger, o lisímetro B₁S₁ trabalhou fazendo leituras a cada 0,2750 kg de peso adicionado ou retirado do lisímetro, o lisímetro B₁S₅ a cada 0,2838 kg, o lisímetro B₂S₁ a cada 0,0804 e o B₂S₅ a cada 0,0949. Isso implica dizer que os lisímetros tem resoluções de 0,1222, 0,1261, 0,0357 e 0,04218 mm, respectivamente.

Devido a grande importância das medidas lisimétricas, faz-se necessário o uso de outros indicadores estatísticos, pois são estas medidas que serão usadas na demanda hídrica das culturas.

A Tabela 5 mostra os indicadores estatísticos; r, d e c; encontrados para os quatro lisímetros. Verifica-se que os valores dos indicadores se os valores desses indicadores são muito próximos de 1 o que indica que as medições foram realizadas sem o risco de ocorrer distorções nas leituras obtidas e estimadas em relação ao valor real.

Tabela 5. Indicadores estatísticos “r”, “d” e “c” para as leituras realizadas pelos quatro lisímetros em relação às massas-padrão utilizadas. Mossoró - RN, 2009.

Indicadores Estatísticos	S ₁ B ₁	S ₁ B ₂	S ₅ B ₁	S ₅ B ₂
r	0,9849	0,9990	0,9894	0,9990
d	0,9999	0,9975	0,9999	0,9999
c	0,9849	0,9965	0,9894	0,9989

a) B₁S₁b) B₁S₅Figura 11A. Equação de calibração dos lisímetros B₁S₁ (a), B₁S₅ (b). Mossoró – RN, 2009.

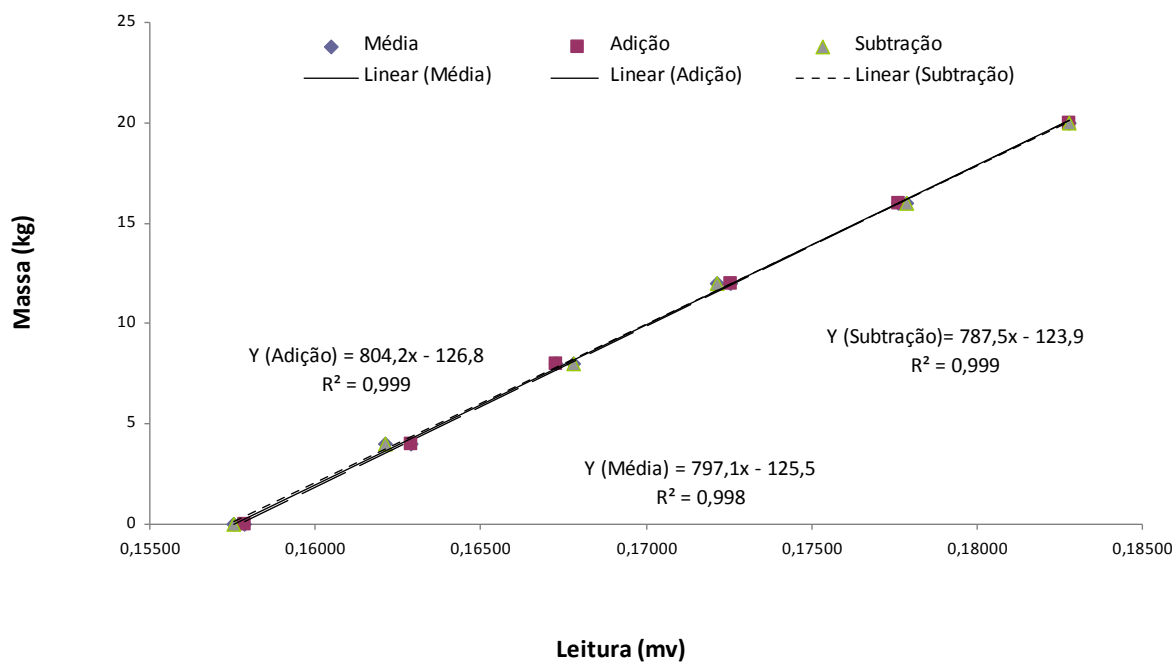
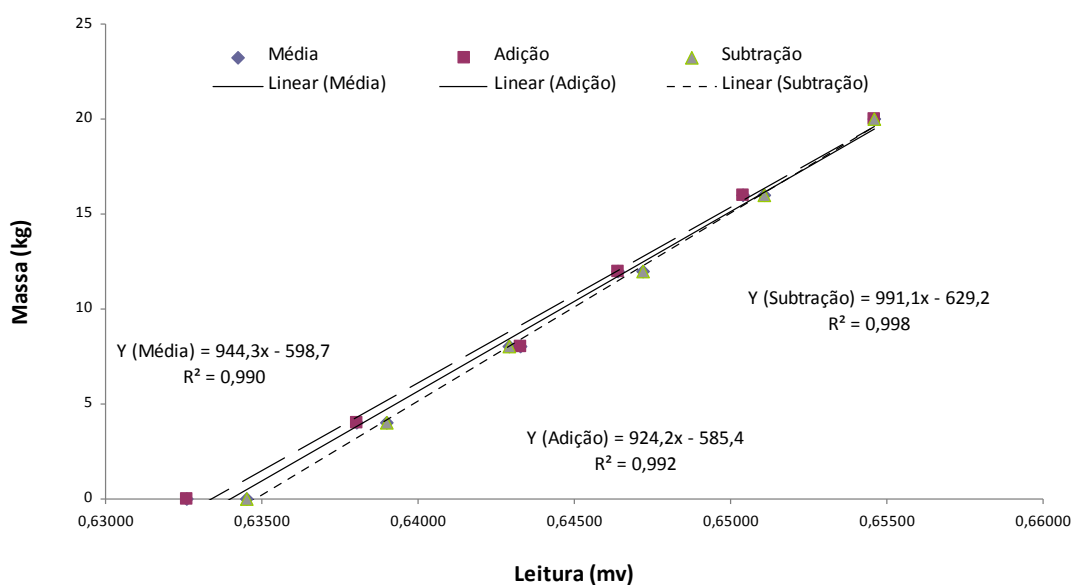
a) B₂S₁b) B₂S₅

Figura 11B. Equação de calibração dos lisímetros B₂S₁ (a), B₂S₅ (b). Mossoró – RN, 2009.

4.4 EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA CULTURA

Na Figura 12 pode ser observada a evapotranspiração da cultura obtida pelo lisímetro no nível de salinidade S_1 (ETcLis) e pelo método da FAO (ETcFAO) durante o ciclo da melancia, onde se utilizou a metodologia de obtenção do coeficiente de cultura (K_c) pelo método K_c basal, para a determinação de ETcFAO (Allen et al., 2006). Observa-se que a ETcLis e a ETcFAO tiveram comportamentos semelhantes, isto é, valores baixos no começo do ciclo (menores que 2 mm dia^{-1}), aumentando até um certo período e decréscimos posteriormente. Miranda, Oliveira e Souza (2004) trabalhando com a melancia cultivar Crimson Sweet, e Figueiredo (2008) com a variedade Mickylee, encontraram comportamento semelhante ao verificado neste trabalho. Os valores médios da ETcLis e ETcFAO verificados na primeira fase (1 a 16 DAT) para ETcLis e ETcFAO foi igual a 0,95.

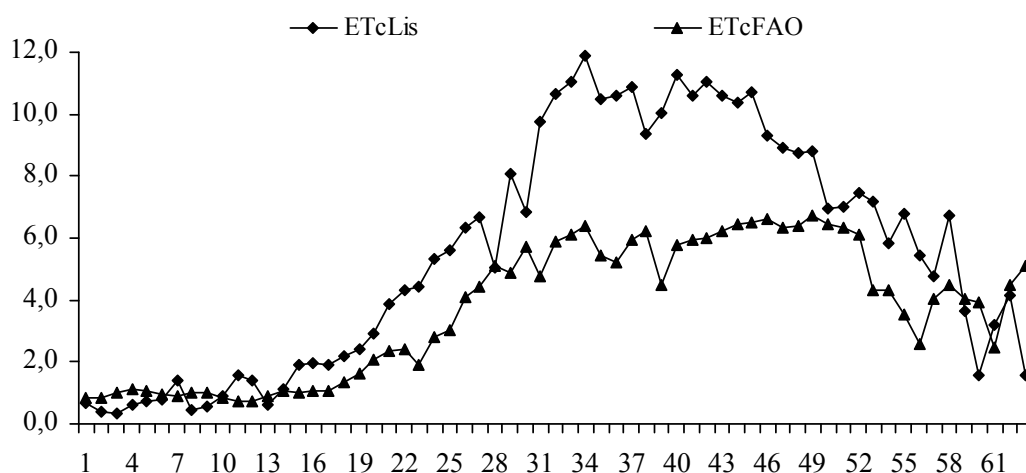


Figura 12. Evapotranspiração do lisímetro (ETcLis) e evapotranspiração da cultura pelo método da FAO (ETcFAO) durante o ciclo do melancia.

Nota-se também na Figura 12, que a ETcLis foi superior a ETcFAO principalmente nas fases de desenvolvimento (17 a 32 DAT) e intermediária (33 a 54 DAT). Esse comportamento foi semelhante ao verificado por Figueiredo (2008) com melancia, cultivar Mickylee. Dentre os fatores que podem ter contribuído para a divergência entre os valores de ETc medidos por lisímetro e estimados pela metodologia da FAO, pode-se citar a cultura, o local e o clima (ALLEN et al., 2006).

Com os dados de evapotranspiração da cultura medida por lisímetro (ETcLis), efetuou-se a comparação com a evapotranspiração da cultura estimada pela metodologia

recomendada pela FAO (ETcFAO), a partir dos dados coletados em estação agrometeorológica automatizada. Para tanto, foram utilizadas: a análise de regressão, os índices de correlação (r), de concordância (d) e de confiança (c). Na Figura 13 observa-se os resultados da análise de regressão, para os dados na escala diária (a) e semanal (b).

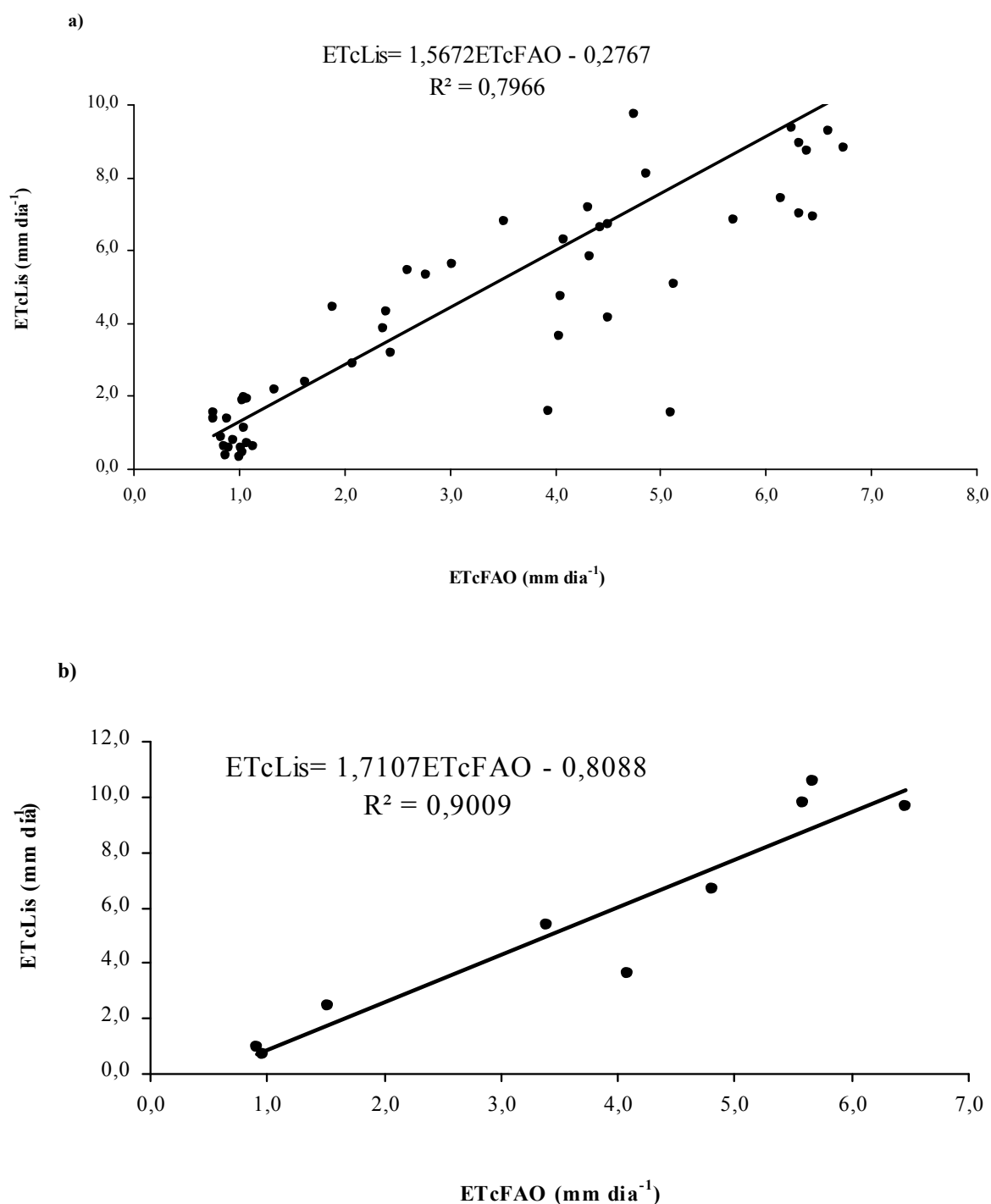


Figura 13. Análise de regressão entre os valores de evapotranspiração medidos (ETcLis) e estimados (ETcFAO) na escala diária (a) e semanal (b). Mossoró – RN, 2009.

Na Tabela 6 encontram-se os valores dos índices estatísticos associados às medidas efetuadas pelo lisímetro, em relação às estimativas obtidas pelo método da FAO, com base em dados diários e semanais.

Tabela 6. Valores dos índices estatísticos “r”, “d” e “c”, na escala diária e semanal para (ETcLis) x(ETcFAO). Mossoró - RN, 2009.

Escala de tempo	r	d	c
Diária	0,89	0,76	0,68
Semanal	0,95	0,81	0,77

Observa-se na escala semanal o lisímetro produziu resultados com precisão ($r = 0,95$), exatidão ($d = 0,81$) e desempenho ($c = 0,77$), o que lhe conferiu, de acordo com o índice c proposto por Sentelha (1997), um desempenho bom. Já na escala diária, observa-se que os valores dos índices estatísticos foram inferiores àqueles obtidos na escala semanal, obtendo-se um desempenho mediano entre os valores medidos e estimados, com $r = 0,89$; $d = 0,76$ e $c = 0,65$.

Na Figura 14, pode ser observada a variação da evapotranspiração da cultura (ETc) obtida pelos lisímetros, ao longo do ciclo vegetativo, nos dois níveis de salinidade S_1 (ETc S_1) e S_5 (ETc S_5). Verifica-se que no período de 1 aos 16 dias após o transplântio (DAT), não houve muita diferença entre os valores de ETc obtidos com as duas salinidades.

Isto pode ser explicado, uma vez que a água de irrigação aplicada foi a mesma ($CE = 0,57 \text{ dS m}^{-1}$) para os dois tratamentos até os 5 DAT. Após os 17 DAT, observa-se que os valores da evapotranspiração da cultura no nível de menor salinidade S_1 (ETc S_1) tenderam a ser maiores que a ETc obtida no tratamento de maior salinidade S_5 , e isto continuou até o final do ciclo da cultura.

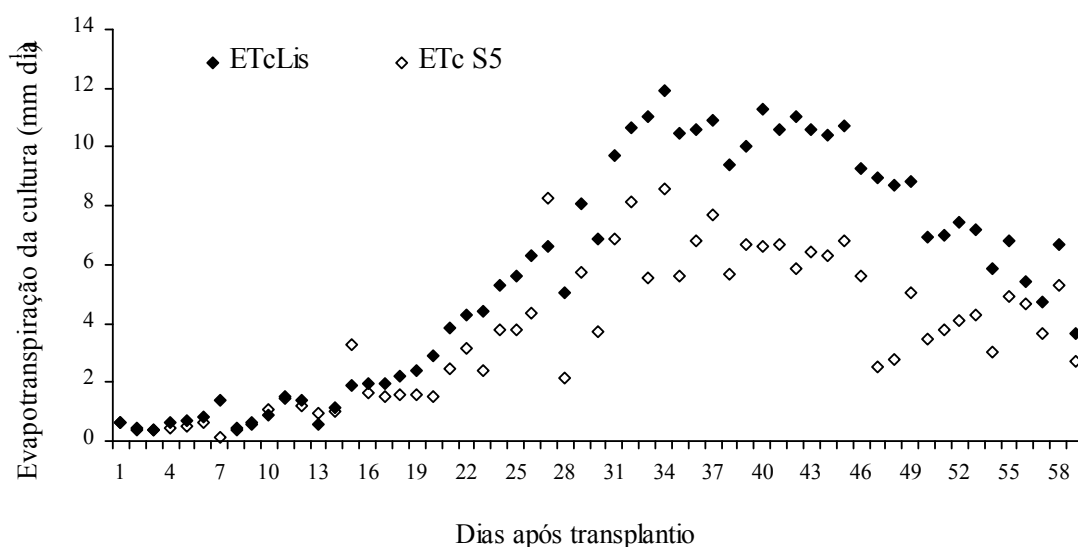


Figura 14. Evapotranspiração da cultura da melancia no nível de salinidade S_1 (ETc S_1) e no nível S_5 (ETc S_5). Mossoró - RN, 2009.

A ETc média durante a fase III (Tabela 7), apresentou valores de 9,27 e 5,45 mm dia⁻¹ para os tratamentos S_1 e S_5 . Na fase IV, esses valores foram reduzidos para 4,62 e 2,74 mm dia⁻¹, respectivamente. Este resultado pode ser explicado uma vez que a presença dos sais na água de irrigação diminuem a disponibilidade da mesma para a cultura. Resultado semelhante foi obtido por Alves (2002), que, utilizando águas de irrigação com três níveis de salinidade (1,1; 2,6 e 3,9 dS m⁻¹) na cultura do melão, verificou que a evapotranspiração diminuiu com o aumento da salinidade, com redução mais acentuada a partir da quinta semana.

Figueirêdo (2008), ao determinar a evapotranspiração no melão, verificou uma redução do consumo de água pela cultura, ao comparar níveis de água de irrigação de menor e maior salinidade (S_1 : 0,55 e S_5 : 4,5 dS m⁻¹), verificando uma redução de 289,7 para 216,5 mm da lâmina evapotranspirada do nível S_1 para o S_5 , durante o ciclo da cultura.

Já Melo (2009), também determinando a evapotranspiração no melão, encontrou valores da ETc variando de 204,5 a 172,4 mm, respectivamente para $S_1 = 0,65$ dS m⁻¹ e $S_5 = 4,73$ dS m⁻¹.

Tabela 7. Valores médios de evapotranspiração da cultura no nível de salinidade S_1 ($ETcS_1$) e S_5 ($ETcS_5$) e evapotranspiração da cultura e de referência conforme metodologia recomendada pela FAO ($ETcFAO$ e $EToFAO$, respectivamente) por estágio fenológico da cultura da melancia. Mossoró – RN, 2009.

Estádio Fenológico	Período (dias)		$ETcS_1$	$ETcS_5$	$ETcFAO$	$EToFAO$
	S_1	S_5	mm dia ⁻¹			
Inicial	16	17	0,95	0,96	0,95	6,32
Desenvolvimento vegetativo	16	15	5,40	3,97	3,34	6,23
Intermediária	20	22	9,80	5,45	6,09	6,66
Final	11	9	4,62	2,74	3,94	5,92
Total	63	63	348,69	220,45	233,61	399,01
Média			5,53	3,50	3,71	6,33

A evapotranspiração da cultura, do transplantio até os 63 DAT foi de 336,86 mm, reduzindo em 34,5% (220 mm) quando a salinidade da água de irrigação aumentou de 0,57 para 4,91 dS m⁻¹. Na Figura 14 podemos observar também que nos dias de maior demanda de água pela cultura os valores máximos atingidos nos tratamentos S_1 e S_5 , foram: 11,89 e 8,56 mm dia⁻¹ aos 34 DAT.

4.5. COEFICIENTE DE CULTURA

Na Figura 15, encontram-se os dados de K_c obtidos pelos tratamentos S_1 ($K_c S_1$) e S_5 ($K_c S_5$), utilizando-se a ETo determinada pelo método FAO 56 (ALLEN et al., 2006). Observa-se que até os 16 DAT os K_c 's variaram muito pouco entre si, uma vez que água de irrigação aplicada foi a mesma ($CE = 0,57$ dS m⁻¹) até os 5 DAT. Quanto aos baixos valores observados, nesta primeira fase, os quais alcançaram no máximo 0,52, a explicação pode ser dada pelo fato de que como o cultivo foi realizado utilizando o mulch, isto reduziu drasticamente a evaporação do solo, fazendo com que as perdas de água fossem ocasionadas somente pela transpiração das plantas, isto é, o K_c basal. Os valores médios encontrados para o

Kc's são apresentados na Tabela 8, onde observa-se que os kc's iniciais nos tratamentos S₁ e S₅ foram de 0,15, para ambos os tratamentos.

No período de maior demanda de água pela planta, ocorrida entre os 33 e 52 DAT, os Kc's encontrados variaram bastante, atingindo valores máximos de 2,1 aos 39 DAT no tratamento S₁ e 1,35 nesse mesmo dia no tratamento S₅ (Figura 15). Considerando-se somente esta fase de alta demanda (33 aos 52 DAT), as médias encontradas foram de 1,38 e 0,83 para os tratamentos S₁ e S₅, respectivamente (Tabela 8). Essa diferença entre os valores do Kc S₁ e do KcS₅ nas fases II, III e IV constata que há uma diminuição do consumo d'água com o aumento da salinidade da água de irrigação. Dentre os fatores que podem justificar essa redução da evapotranspiração da cultura é de que, quando se irriga com águas salinas, há uma diminuição do potencial osmótico do solo, além da formação de crostas na superfície do solo e efeitos nocivos devido à toxidez de certos sais, como o cloreto de sódio, que interfere indiretamente na disponibilidade e absorção de nutrientes, causando também desequilíbrios nutricionais.

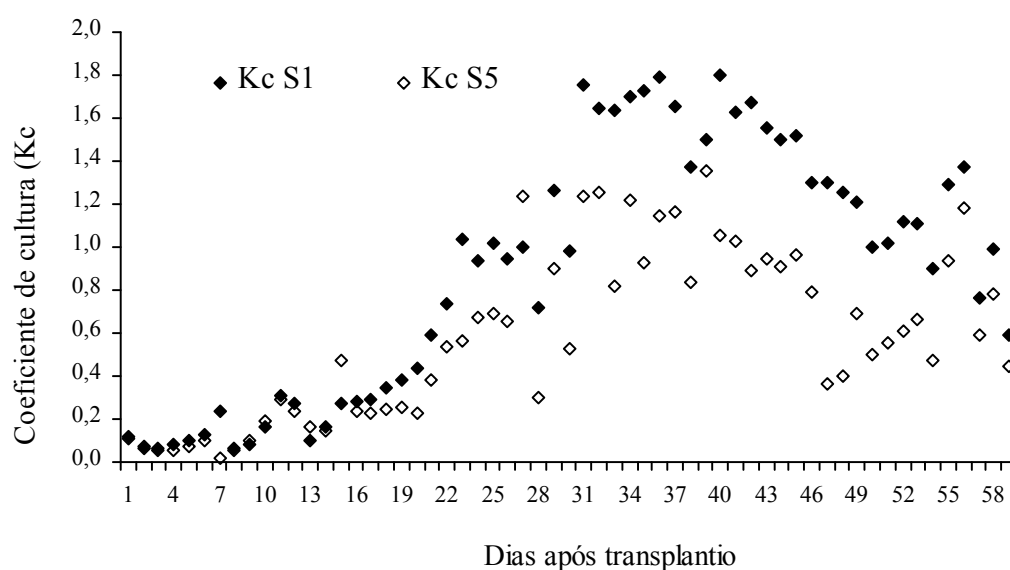


Figura 15. Coeficiente de cultura da melancia no nível de salinidade S₁ (KcS₁) e no nível S₅ (KcS₅). Mossoró - RN, 2009.

Tabela 8. Valores médios do coeficiente de cultura no nível de salinidade S_1 (KcS_1), S_5 (KcS_5) e coeficiente recomendado pela FAO corrigido (Kc FAO) por estágio fenológico da cultura da melancia. Mossoró – RN, 2009.

Estádio Fenológico	Período (dias)		KcS_1	KcS_5	$KcFAO$ Corrigido
	S_1	S_5			
Inicial	16	17	0,15	0,15	0,15
Desenvolvimento vegetativo	16	15	0,88	0,65	0,53
Intermediária	20	22	1,46	0,83	0,91
Final	11	9	0,82	0,51	0,66

A Tabela 8 mostra que houve aumento de Kc com a idade da planta até a fase intermediária para ambos os níveis de salinidade, no entanto, no nível de salinidade maior o aumento foi menor, mostrando que o consumo de água pelas plantas é menor nos níveis de salinidades maiores.

Ainda observa na Tabela 8, os valores médios dos Kc 's nos diferentes estádios fenológicos. Verifica-se que os Kc 's encontrados para o tratamento S_1 foram maiores que os recomendados pela FAO (Allen et al. 2006), exceto para a fase inicial de cultivo. Esse comportamento também foi verificado por Figueiredo (2008) que encontrou valores de Kc iguais a 0,24, 0,74, 1,10 e 0,56, respectivamente para as fases I, II, III e IV para a cultura da melancia cultivar Mickylee.

4.6 COMPONENTES DE PRODUÇÃO

A Tabela 9 mostra a análise de variância para os componentes de produção da melancia cultivar Shadow (sem sementes). Verifica-se que não houve efeito significativo dos níveis de salinidade da água de irrigação sobre os componentes PMC (peso médio dos frutos comerciais), PMT (peso médio dos frutos totais), PRC (produção de frutos comerciais) e NFRC (número de frutos comerciais), bem como para as doses de nitrogênio e a interação nitrogênio x salinidade. Observa-se ainda que ocorreram efeitos significativos para a PRT (produção de frutos total) e NFRT (número de frutos totais), respectivamente a 1 e 5% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 9. Resumo da ANAVA do peso médio comercial (PMC), total (PMT), produção comercial (PRC), total (PRT), número de frutos comercial (NFRC) e total (NFRT). (PMR) dos frutos de melancia cv Shadow submetidos a diferentes níveis de salinidade (Sal) e doses nitrogenadas (N). Mossoró – RN, 2009.

F.V.	GL	PMC	PMT	PRC	PRT	NFRC	NFRT
Bloco	3	0,8 ^{ns}	2,09 ^{ns}	5,62 ^{**}	3,38 [*]	5,42 ^{**}	2,35 ^{ns}
Salinidade	4	1,63 ^{ns}	2,22 ^{ns}	2,41 ^{ns}	4,78 ^{**}	1,46 ^{ns}	3,81 [*]
Erro (A)	12						
N	2	0,15 ^{ns}	0,73 ^{ns}	0,74 ^{ns}	2,23 ^{ns}	1,12 ^{ns}	2,57 ^{ns}
N*Sal.	8	0,49 ^{ns}	1,57 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,97 ^{ns}	0,62 ^{ns}	1,30 ^{ns}
Erro (B)	30						
CV1(%)		9,53	8,06	34,23	28,60	28,26	24,69
CV2(%)		9,68	10,64	33,07	21,00	32,54	19,78
Nitrogênio		Médias					
		----- Kg -----	----- Mg ha ⁻¹ -----	Unid. por Planta			
N ₃		5,29 a	5,08 a	42,69 a	53,48 a	1,60 a	2,11 a
N ₂		5,35 a	5,07 a	39,44 a	46,71 a	1,46 a	1,83 a
N ₁		5,26 a	4,94 a	37,49 a	44,68 a	1,41 a	1,80 a

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey;

^{ns} não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; Res. 1: quadrado médio do resíduo nas parcelas; Res. 2: quadrado médio do resíduo nas subparcelas.

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Na Figura 16 temos as médias do PMC e PMT não havendo efeito significativo de regressão. O peso médio dos frutos comerciais foi 6,30 kg e o de frutos comerciais foi de 5,03 kg.

Por outro lado, as análises de regressão (Figura 17) mostraram haver ajustes significativos da produção de frutos, tanto comerciais como totais, em função da salinidade da água de irrigação. O comportamento dessas seguiu modelo linear decrescente, indicando que a redução da produção acompanhou o incremento da salinidade. Verifica-se que houve uma redução linear de 2,75 e de 3,38 Mg ha⁻¹ para cada incremento de 1,0 dS m⁻¹ na salinidade da água de irrigação respectivamente para PRC e PRT.

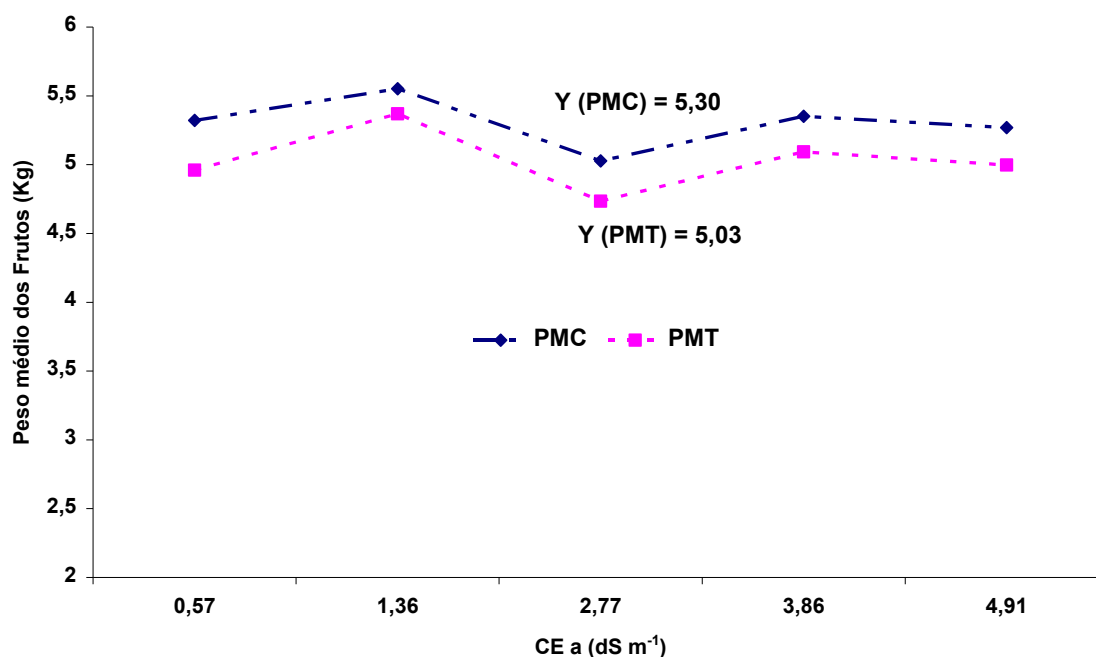


Figura 16. Peso médio comercial (PMC) e Peso médio total (PMT) dos frutos de melancia cultivar Shadow irrigados com diferentes salinidades. Mossoró – RN, 2009.

A produção estimada pela equação de regressão variou $33,82 \text{ Mg ha}^{-1}$, obtida no tratamento $S_5 = 4,95 \text{ dS m}^{-1}$, a $45,66 \text{ Mg ha}^{-1}$, obtida com o tratamento $S_1 = 0,57 \text{ dS m}^{-1}$, para a PRC. Já para a PRT essa variação foi de $40,80$ a $55,47 \text{ Mg ha}^{-1}$, respectivamente para as salinidades S_5 e S_1 . Implicando numa redução no rendimento da cultura de $25,90$ e $26,45\%$, respectivamente para PRC e PRT.

Constata-se, desta forma, que nas condições em que realizou o experimento, a produção da melancia cultivar Shadow foi influenciada negativamente pelo incremento da salinidade.

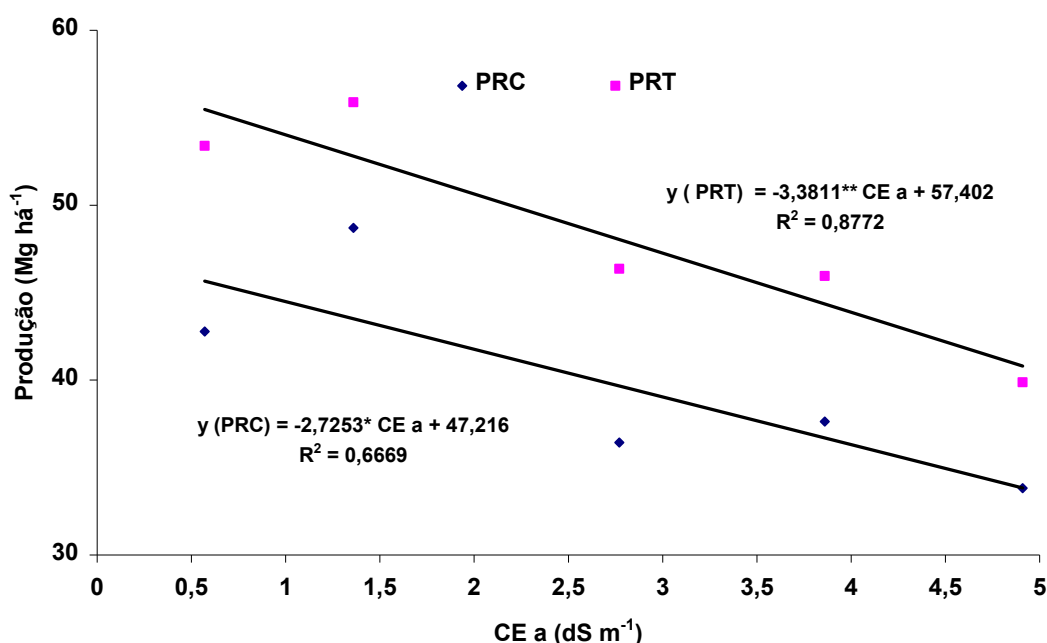


Figura 17. Produção comercial (PRC) e Produção total (PRT) dos frutos de melancia cultivar Shadow irrigados com diferentes salinidades. Mossoró – RN, 2009.

Os dados de regressão do NFRC e NFRT encontram-se na Figura 18. Observa-se que também houve o comportamento semelhante ao verificado na produção de frutos, ou seja, ocorreu um comportamento linear decrescente, indicando uma redução do número de frutos à medida que há o nível de salinidade da água de irrigação foi aumentando.

Considerando-se os valores estimados pelas equações de regressão, verifica-se que houve decréscimos lineares de 22,35 e 23,81%, respectivamente, para NFRC e NFRT, quando comparou-se os valores obtidos por $S_1 = 0,57 \text{ dS m}^{-1}$ e $S_5 = 4,91 \text{ dS m}^{-1}$.

O NFRC variou de 1,30 a 1,67, respectivamente para os níveis de salinidade $S_5 = 4,91 \text{ dS m}^{-1}$ e $S_1 = 0,57 \text{ dS m}^{-1}$, em quanto o NFRT variou de 1,65 a 2,17, para os mesmos níveis de salinidade.

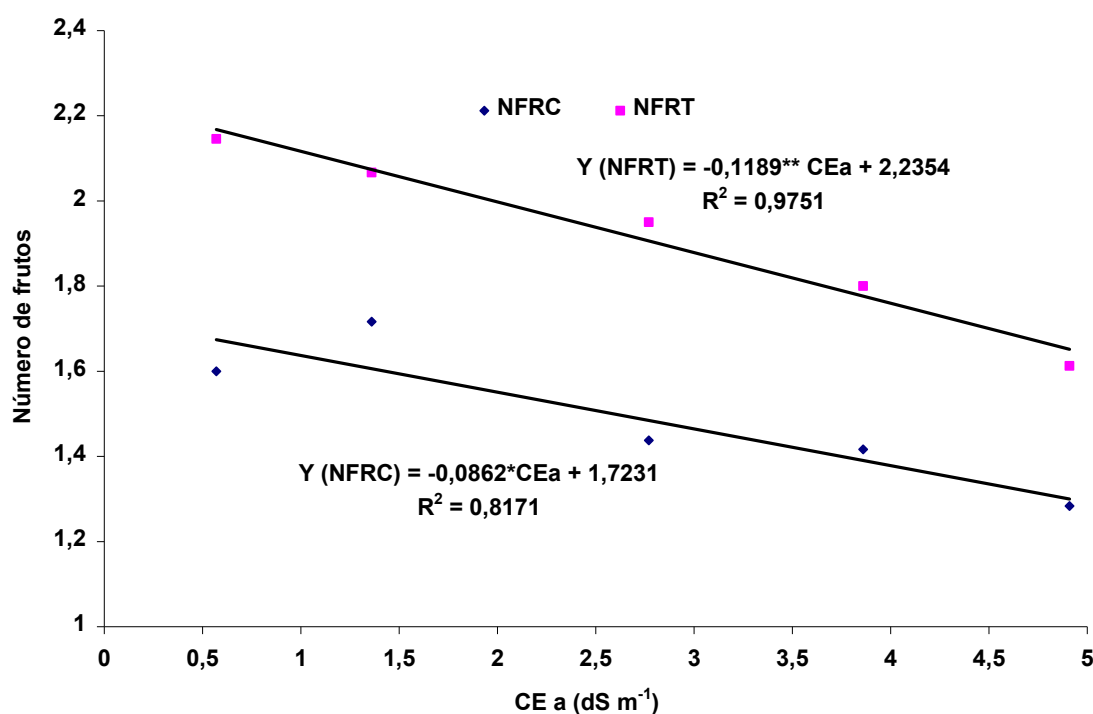


Figura 18. Número de frutos comercial (NFRC) e Número de frutos totais (NFRT) de melancia cultivar Shadow irrigados com diferentes salinidades. Mossoró – RN, 2009.

Na Tabela 10, é apresentada a análise de variância para os componentes de produção da melancia cultivar Quetzali (com sementes). Verifica-se que não houve efeito significativo dos níveis de salinidade da água de irrigação sobre os componentes PMC (peso médio dos frutos comerciais), NFRC (número de frutos comerciais) e NFRT (número de frutos totais). Observa-se ainda que ocorreram efeitos significativos para a PMT (peso médio dos frutos totais), PRC (produção de frutos comerciais) e PRT (produção de frutos total). Com relação as doses de nitrogênio não houve efeito isolado dos mesmos, nem da interação nitrogênio x salinidade, resultado semelhante ao verificado na cultivar Shadow. No entanto, esses resultados são diferentes dos relatados por Soares (1998), Garcia e Souza (2002), Mousinho et. al. (2003), Andrade Junior et al.(2006), Moraes et al. (2008) e Camargo (2009), que verificaram efeitos significativo do nitrogênio sobre o rendimento da melancia.

Tabela 10. Resumo da ANAVA do peso médio comercial (PMC), total (PMT), produção comercial (PRC), total (PRT), número de frutos comercial (NFRC) e total (NFRT). (PMR) dos frutos de melancia cv Quetzali submetidos a diferentes níveis de salinidade (Sal) e doses nitrogenadas (N).

		PMC	PMT	PRC	PRT	NFRC	NFRT
Bloco	3	0,32 ^{ns}	0,78 ^{ns}	1,17 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,98 ^{ns}	0,20 ^{ns}
Salinidade	4	2,38 ^{ns}	3,96 ^{**}	3,60 [*]	5,12 ^{**}	2,14 ^{ns}	0,84 ^{ns}
Erro (A)	12						
N	2	0,80 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,35 ^{ns}	1,01 ^{ns}	0,48 ^{ns}	1,25 ^{ns}
N*Sal.	8	1,29 ^{ns}	1,67 ^{ns}	1,97 ^{ns}	1,33 ^{ns}	1,44 ^{ns}	1,55 ^{ns}
Resíduo	30						
CV1		14,54	17,62	43,82	36,54	41,00	35,69
CV2		19,04	25,41	20,83	34,06	44,02	40,04
Nitrogênio		Médias					
		----- Kg -----		----- Mg ha ⁻¹ -----		Unid. por Planta	
N ₃		4,628 a	4,026 a	17,674 a	24,214 a	0,765 a	1,227 a
N ₂		4,556 a	4,012 a	15,772 a	20,662 a	0,675 a	1,027 a
N ₁		4,374 a	3,816 a	16,450 a	21,714 a	0,735 a	1,157 a

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey;

^{ns} não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; Res. 1: quadrado médio do resíduo nas parcelas; Res. 2: quadrado médio do resíduo nas subparcelas.

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Observa-se, na Figura 19, que não houve efeito significativo para o peso médio dos frutos comerciais, e que o peso médio foi igual a 4,52 kg. Considerando os valores dos pesos médios dos frutos totais estimados pela equação de regressão verifica-se que houve uma redução de 26,73% para o PMT, quando comparados seus valores entre a água de irrigação com menor salinidade ($S_1 = 0,57 \text{ dS m}^{-1}$) com a de maior salinidade ($S_5 = 4,91 \text{ dS m}^{-1}$).

As médias dos pesos dos frutos comerciais variaram de 3,33 kg, para o nível de salinidade $S_5 = 4,91 \text{ dS m}^{-1}$, a 4,54 kg, para o nível de salinidade $S_1 = 0,57 \text{ dS m}^{-1}$. Miranda, Montenegro e Oliveira (2005) também trabalhando com a cv Crimson Sweet na cidade de Paraipaba – CE, encontraram para o PMC variação de 7,58 a 9,43 Kg. Houve efeito linear significativo, ao nível de 5% de probabilidade, para a característica PMT, onde ocorreu uma redução de 0,28 kg no peso médio do fruto a cada incremento de $1,0 \text{ dS m}^{-1}$ do nível de salinidade da água de irrigação. Carmo (2009) trabalhando com a cv Quetzali verificou que o

peso médio dos frutos foram reduzidos com o aumento da salinidade da água de irrigação, sendo estimada redução de 0,28 kg por fruto, em resposta ao incremento de uma unidade na condutividade elétrica da água de irrigação. Os maiores valores foram observados nas plantas irrigadas com água de menor salinidade (0,66 dS m⁻¹), onde o peso médios dos frutos encontrado foi de 4,9 kg e que para a água de maior salinidade (3,98 dS m⁻¹), o peso chegou a 3,9 kg, sendo inferiores aos verificados nesse experimento.

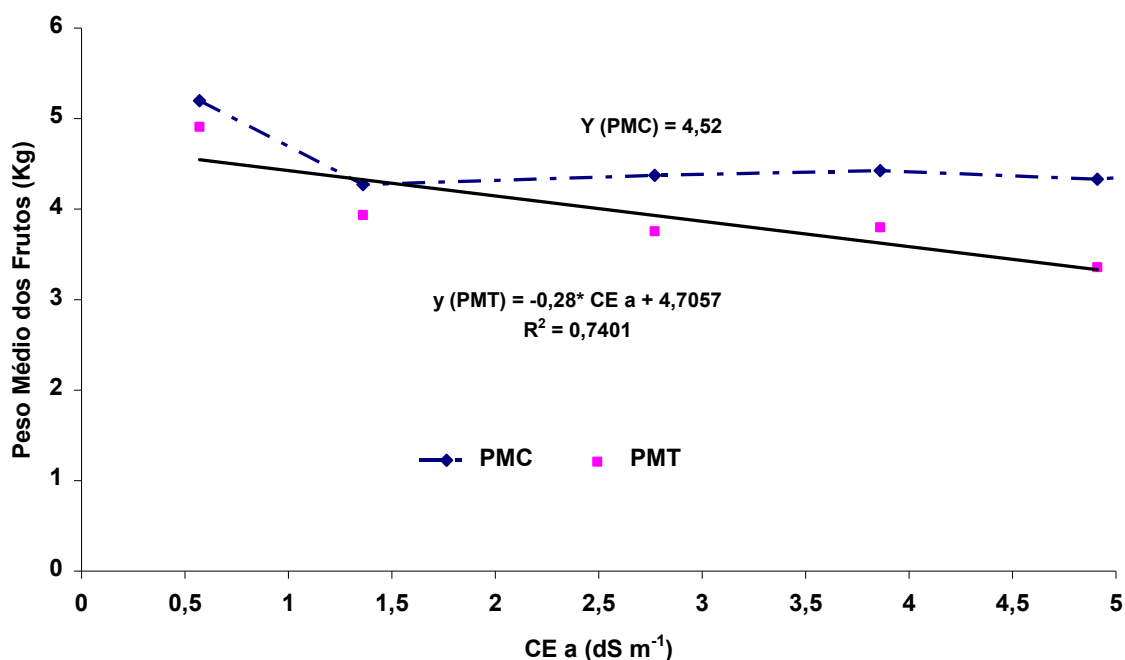


Figura 19. Peso médio comercial (PMC) e peso médio total (PMT) dos frutos de melancia cultivar Quetzali irrigados com diferentes salinidades. Mossoró – RN, 2009.

As curvas de respostas da produtividade comercial e total da melancia cultivar Quetzali, em relação aos níveis de salinidade da água de irrigação, podem ser visualizadas na Figura 20. Verifica-se para ambas as características, ajustou-se a uma equação linear decrescente. Para cada incremento de 1 ds m⁻¹ na salinidade da água de irrigação houve uma redução de 2,33 e 2,32 Mg ha⁻¹, respectivamente para, PRC e PRT. Considerando os valores estimados pelas equações de regressão, verifica-se que em termos percentuais essa redução foi de 46,87 % e 37,09%, respectivamente, quando a água de irrigação passou de 0,57 dS m⁻¹ para 4,91 dS m⁻¹. Esse comportamento foi semelhante aos verificados por Tomaz et al. (2007),

Figueiredo (2008) e Carmo (2009) onde a produtividade foi reduzindo-se linearmente à medida que a salinidade da água de irrigação aumentava.

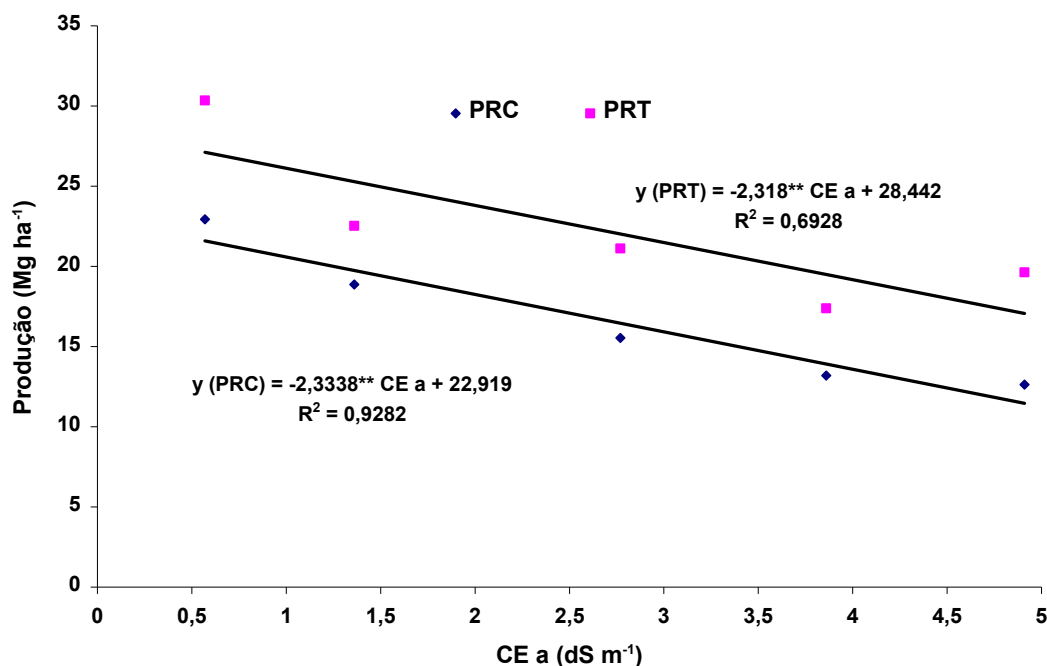


Figura 20. Produção comercial (PRC) e Produção total (PRT) dos frutos de melancia cultivar Quetzali irrigados com diferentes salinidades. Mossoró – RN, 2009.

A média da produtividade total encontrada variou de 17,06 Mg ha⁻¹, para o nível de salinidade S₅ = 4,91 dS m⁻¹, a 27,12 Mg ha⁻¹, para o nível de salinidade S₁ = 0,57 dS m⁻¹, enquanto a produção comercial variou de 11,46 Mg ha⁻¹ a 27,12 Mg ha⁻¹, respectivamente para os níveis de menor e maior salinidade.

Esses resultados foram inferiores aos verificados com a cultivar Shadow onde a produção média variou 33,82 Mg ha⁻¹, obtida no tratamento S₅ = 4,95 dS m⁻¹, a 45,66 Mg ha⁻¹, obtida com o tratamento S₁ = 0,57 dS m⁻¹, para a PRC. Já para a PRT essa variação foi de 40,80 a 55,47 Mg ha⁻¹, respectivamente para as salinidades S₅ e S₁.

Carvalho, Bezerra e Carvalho (2007) trabalhando com melancia sem sementes na região de Fortaleza-CE encontraram produtividade média de 21,66 Mg.ha⁻¹.

Carmo (2009) trabalhando com a cultivar Quetzali encontrou para o menor nível de salinidade (0,66 dS m⁻¹) uma produtividade de 80 Mg ha⁻¹, enquanto para o maior nível de salinidade (3,98 dS m⁻¹) a produtividade foi de 48,1 Mg ha⁻¹. O mesmo autor ainda verificou

que para cada incremento de 1 dS m^{-1} na salinidade da água de irrigação houve uma redução de $9,4 \text{ Mg ha}^{-1}$ e que o aumento da salinidade provocou redução total em cerca de $31,8 \text{ Mg ha}^{-1}$, o que equivale a 39,8%.

Figueiredo (2008) avaliando o efeito da salinidade da água de irrigação sobre a produção de melancia verificou que não houve efeito significativo das águas salinas sobre a PRT e PRC, no entanto houve uma tendência de decréscimo linear para PRT e PRC de 2,733 e $2,730 \text{ Mg ha}^{-1}$ para cada incremento de 1 dS m^{-1} na salinidade da água de irrigação, respectivamente. E que a PRC média encontrada foi de $22,55 \text{ Mg ha}^{-1}$.

Melo et al. (2010) utilizando a cultivar Crison Sweet na cidade de Catolé do Rocha – PB obteve um rendimento máximo da cultura igual a 52.00 kg ha^{-1} quando aplicado uma lâmina de $266 \text{ mm ciclo}^{-1}$.

Os valores médios do NFRC e NFRT encontram-se na Figura 21. Observa-se que houve uma redução de 6,21% para o NFRT. Nota-se ainda que houve efeito linear significativo ao nível de 5% de probabilidade para a característica NFRC, onde ocorreu uma redução de 0,36 frutos a cada incremento de $1,0 \text{ dS m}^{-1}$ do nível de salinidade da água de irrigação.

Considerando-se os valores estimados pela equação de regressão, verifica-se que o NFRC reduziu-se de 4,40; obtido com o nível de menor salinidade ($S_1 = 0,57 \text{ dS m}^{-1}$), para 2,80; obtido com o nível de maior salinidade ($S_5 = 4,91 \text{ dS m}^{-1}$). Em termos percentuais essa redução foi de 36,36%.

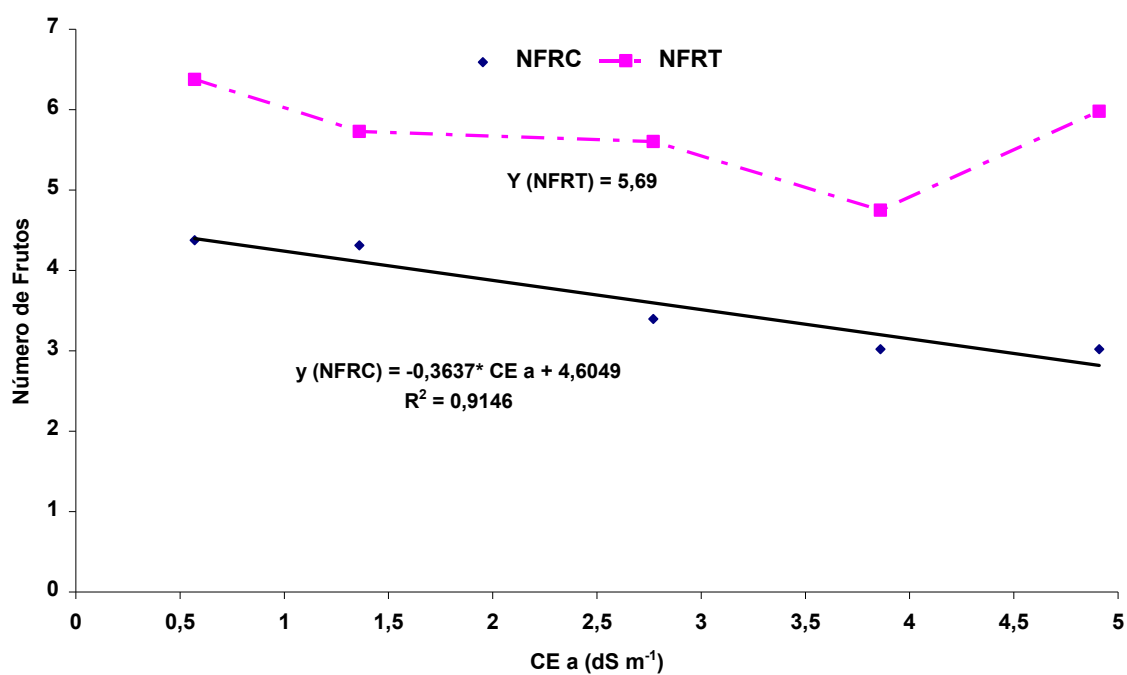


Figura 21. Número de frutos comercial (NFRC) e número de frutos totais (NFRT) de melancia cultivar Quetzali irrigados com diferentes salinidades. Mossoró – RN, 2009.

5 CONCLUSÕES

Tendo em vista os resultados obtidos neste trabalho pode-se concluir que:

A adubação nitrogenada não afetou significativamente os componentes de produção das cultivares estudadas.

A condutividade elétrica da solução do solo aumentou com o incremento da salinidade da água de irrigação, mas ficando com valores abaixo da CE da água para as águas com maiores níveis de salinidade.

A ETc sob condições de maior salinidade ($S_5 = 4,91 \text{ dS m}^{-1}$) foi 65,5% igual a da ETc sob condições de menor salinidade ($S_1 = 0,57 \text{ dS m}^{-1}$), sendo os valores iguais a 220,45 mm e 336,86 mm, respectivamente para os níveis S_5 e S_1 .

Os coeficientes de cultura (Kc's) encontrados no menor nível de salinidade foram maiores que os recomendados pela FAO, exceto para a fase inicial do cultivo.

A produção total de frutos de melancia tanto para a cultivar Shadow quanto para a Quetzali foi afetada significativamente pela salinidade da água de irrigação. Havendo uma redução linear da produtividade à medida que a salinidade da água de irrigação aumentou. Para a cultivar Quetzali a produtividade reduziu de 27,12 para 17,06 Mg ha^{-1} ; enquanto que para Shadow a produtividade foi de 55,45 para 40,80 Mg ha^{-1} , respectivamente para os níveis de salinidade S_1 ($0,57 \text{ dS m}^{-1}$) e S_5 ($4,91 \text{ dS m}^{-1}$).

6. REFERÊNCIAS

ABOUKHALED, A.; ALFARO, A.; SMITH, M. **Lysimeters**. Rome: FAO, 1982, 68p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 39).

ALENCAR, R. D.; PORTO FILHO, F. Q.; MEDEIROS, J. F.; HOLANDA, J. S.; PORTO, V. C. N.; FERREIRA NETO, M. Crescimento de cultivares de melão amarelo irrigadas com água salina. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.2, p. 221-226, 2003.

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

ALLEN, R. G .; PRUITT, W. O.; JENSEN, M. E. Environmental requirements of lysimeters. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON LYSIMETRY; 1991, Honolulu. **Resumos...** Honolulu: ASCE, 1991, p.170-181.

ALMEIDA, D. P. F. **Melancia**. Portugal: Faculdade de Ciências, Universidade do Porto. 2003.

ALVES SOBRINHO, T.; BONONO, R.; MANTOVANI, E.C.; SEDYAMA, G.C. Estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) para Dourados e Ponta Porá, Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26; 1997, Campina Grande. **Anais** Campina Grande: SBEA, 1997. CD-Rom.

AMORIM, J. R. A.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R. Efeito da salinidade e modo de aplicação da água de irrigação no crescimento e produção de alho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 2, p.167-176, 2002.

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; RODRIGUES, B. H. N.; ATHAYDE SOBRINHO, C.; MELO, F. B.; BASTOS, E. A.; CARDOSO, M. J.; RIBEIRO, V. Q. Produtividade e qualidade de frutos de melancia em função de diferentes níveis de irrigação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 1, p. 43-46, 1997.

ANDRADE JUNIOR, A. S.; DIAS, N. S.; JUNIOR, L. G. M. F.; RIBEIRO, V. Q.; SAMPAIO, D. B. Produção e qualidade de frutos de melancia à aplicação de nitrogênio via fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 4, p. 836-841, 2006.

ANDRADE, E. M. et al. Evolução da concentração iônica da solução do solo em áreas irrigadas na Chapada do Apodi, CE. **Revista Ciência Agronômica**, v. 35, n.1, p. 9-16, 2004.

ANDRIOLO, J.L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: UFSM, 1999. 42p.

ARAÚJO, C. A. S. **Avaliação de feijoeiros quanto à tolerância à salinidade em solução nutritiva**. 1994. 87p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, 1994.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2. ed. Campina Grande: DEAg, CCT, UFPB. 1999. 153 p. (Estudos FAO irrigação e drenagem, 29).

AZEVEDO, B.M.; BASTOS, F.G.C.; VIANA, T.V.A.; REGO, J.L.; D'ÁVILA, J.H.T. Efeitos de níveis de irrigação na cultura da melancia. **Revista Ciência Agronômica**, v.36. n.1, jan-abr., 2005: p9-15.

BEN-HUR, M. et al. Water and salt distribution in a field irrigated with marginal water under 'high water table conditions. **Soil Science American Journal**, v. 65, p. 191-198, 2001.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6. ed. Viçosa: UFV, 2002. 657p.

BERNSTEIN, L.; FRANÇOIS, L.E. Comparisons of drip, furrow and sprinkler irrigation. **Soil Science. Baltimor**, v.115, n.1, p.73-86, 1973.

BEZERRA, F. M. L.; OLIVEIRA, C. H. C. Evapotranspiração máxima e coeficiente de cultura nos estádios fenológicos da melancia irrigada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.3, n.2, p.173 - 177, 1999.

BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. V.; NOGUEIRA, M. C. S. Salt accumulation and distribution in a greenhouse soil as affected by salinity of irrigation water and leaching management. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 3, p. 414-419, 2002.

BOTELLA, M. A.; QUESADA, M. A.; KONONOWICZ, A. K.; BRESSAN, R. A.; PLIEGO, F.; HASEGAWA, P. M.; VALUPESTA, V. 1994. Characterization and in situ localization of salt-induced tomato peroxidase Messenger – RNA. **Plant Molecular Biology**, v. 25, p. 105-114, 1994.

BROETTO, F.; LIMA, G. P. P.; BRASIL, O. G. Tolerância à salinidade em feijão (*Phaseolus vulgaris* L). **Scientia Agrícola**, v. 52, n. 1, p.164-166, 1995.

CAMARGO, A. P.; SENTELHAS, P. C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial para o estado de São Paulo., Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n.1, p. 89-97, 1997.

CARMELLO, Q. A. C. **Curso de nutrição / fertirrigação na irrigação localizada**. Piracicaba: Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, 1999. 59 p. Apostila

CARMO FILHO, F. do; OLIVEIRA, O. F. de. **Mossoró: um município do semi-árido: caracterização climática e aspecto florístico**. Mossoró: UFERSA, 1989. 62 p. (Coleção Mossoroense, série B ,672,).

CARMO, G. A.; MEDEIROS, J. F.; TAVARES, J. C. Crescimento de bananeiras sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, p. 513-518, 2003.

CARMO, G. A. **Crescimento, nutrição e produção de Cucurbitáceas cultivadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de adubação nitrogenada**. 2009. 182 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, 2009.

CARVALHO, L. C. C.; BEZERRA, F. M. L.; CARVALHO, M. A. R. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo da melancia sem sementes. **Revista Cienc. Agron.**, Fortaleza, v. 39, n.1, p. 53-59, jan. mar., 2007.

CHEESEMAN, J. M. Mechanism of salinity tolerance in plants. **Plant Physiology**, v. 87, p. 547-550, 1988.

COSTA, R. G. **Caracterização da água de irrigação na microrregião homogênea de Catolé do Rocha (MRH – 89)**. 1982. 89 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1982.

D'ALMEIDA, D. M. B. A.; ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. A. C. M.; NESS, R. L. L. Importância relativa dos íons na salinidade de um Cambissolo na Chapada do Apodi, Ceará. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v. 25, n.3, p. 615-621. 2005.

DANTAS, J. P.; MARINHO, F. J. L., FERREIRA, M. M. M.; AMORIM, M. S. N. ANDRADE, S. L. O.; SALES, A.L. Avaliação de genótipos de caupi sob salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 3, p. 425-30, 2002.

DIAS, N. S. **Evolução da salinidade de um solo Luvisolo cultivado com melão irrigado por gotejamento**. 72 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande, 2001.

DIAS, N. S.; GHEYI, H. R.; DUARTE, S. N. **Prevenção, manejo e recuperação dos solos afetados por sais**. Piracicaba: ESALQ; Departamento de Engenharia Rural, 2003. 118 p. (Série Didática, 13).

DIAS, N. S.; MEDEIROS, J. F.; GHEYI, H. R.; SILVA, F.V.; BARROS, A.D. Evolução da salinidade em um argisolo sob o cultivo de melão irrigado por gotejamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 8, n. 2/3, p. 240-246, 2004.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Tradução Gheyi, H. R. et al. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba. 221 p. (Estudos FAO: Irrigação e drenagem, n.33), Campina Grande, 2000.

DOORENBOS, J.; PRUIT, W. O. Guidelines for predicting Crop Water Requirements. **FAO Irrigation and Drainage Paper**, n. 24, 2. ed. Rome: FAO, 1977. 144p.

ESTEVES, B. S.; SUZUKI, M. S. Efeito da salinidade sobre as plantas. **Oecol. Bras**, v. 12 n. 4, p. 662-679, 2008.

FAO. The state of food and agriculture (SOFA). 1997.

FARIA, M. B.; COSTA, N. D.; PINTO. Dose e períodos de aplicação de nitrogênio na melancia no submédio do São Francisco. **Congresso Brasileiro de Fertilização**. João Pessoa –PB, 2003.

FARIAS, C. H. A.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MEDEIROS, J. F. de; COSTA, M. C.; NASCIMENTO, I. B.; SILVA, M. C. C. Crescimento e desenvolvimento da cultura do melão sob diferentes lâminas de irrigação e salinidade da água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 445-450, 2003.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**, versão 5.0 (Build 67), DEX / FLA. 2003.

FERREIRA, L.N. **Determinação da evapotranspiração atual e potencial da cultura da melancia**. Fortaleza:UFC, 1990. 66p. Dissertação Mestrado

FERREIRA, M. A. J. F., BRAZ, L. T., QUEIROZ, M. A. de et al. Capacidade de combinação em sete populações de melancia. **Pesq. agropec. bras.**, v. 37, n. 7, p. 963-970, 2002.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de Olericultura: agrotecnologia moderna para produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 402p.

FIGUEIRÊDO, V. B. **Evapotranspiração, crescimento e produção da melancia e melão irrigados com águas de diferentes salinidades**. 2008. 104 p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu - SP, 2008.

FLOWERS, T. J.; TROKE, P. F.; YEO, A. R. 1977. The mechanism of salt tolerance in halophytes. **Annual Review of Plant Physiology**. v. 28, p. 89-121, 1977.

GARCIA, L. F.; SOUZA, V. A. B. de. Influência do espaçamento e da adubação nitrogenada sobre a produção da melancia. **Rev. Fac. Agron.**, Maracay, v. 8, p. 59-70. 2002.

GHEYI, H. R.; Efeitos dos sais sobre as plantas. In: FAGEIRA, N. K. **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: [s.n.], 1997.

GORHAM, J. Sodium content of agricultural crops. In : PHILLIPS, C. J. C. ; CHIV, P. C. (ed.). **Sodium in Agriculture**. Canterbury. Chalcombe Publications, 1995. Cap. 2, p. 17-32.

GREENWAL, H.; MUNNS, R. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 31, p. 149-190, 1980.

GURGEL, M. T.; MEDEIROS, J. F.; NOBRE, R. G.; NETO, F. C.; SILVA, F. V. Evolução da salinidade no solo sob cultivo de melão irrigado com águas de diferentes salinidades. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. Campina Grande, v.3, n.2, p.1-13, 2003.

HASEGAWA, P. M.; BRESSAN, R. A.; ZHU, J. K.; BOHNERT, H. J. 2000. Plant cellular and molecular responses to high salinity. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 51, p. 463-499, 2000.

HEBRON, D. Os problemas de salinização na irrigação. Recife: SUDENE (Divisão de Documentação, 1967. 17p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema de recuperação automática – Sidra**: Produção agrícola Municipal: quantidade produzida, valor da produção, área plantada e área colhida da lavoura temporária. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 23 Março 2010.

IYENGAR, E. R. R.; REDDY, M. P. Photosynthesis in highly salt tolerant plants. In: M. PESSERKALI (ed), **Handbook of photosynthesis**. Mashal Dekar, Baten Rose, USA. 1996. p. 897 – 909.

JAMES, L. G. Irrigation requirements and scheduling. In: JAMES, L. G. **Principles of farm irrigation system design**. New York: John Wiley, 1988. cap. 1, p. 1-50.

JENSEN, M. E. (Ed.). **Consumptive use of water and irrigation water requirements**. New York: American Society of Civil Engineers, 1973. 215 p.

KLAR, A. E. **A água no sistema solo-planta-atmosfera**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1988.

KLAR, A. E. **Irrigação**: frequência e quantidade de aplicação. São Paulo: NOBEL, 1991. 29p.

KOBIYAMA, M.; VESTENA, L. R. Aplicação do método de Penman modificado no cálculo da evapotranspiração potencial para quatro estações meteorológicas do Estado do Pará. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 8, n. 1, jan. jun. 2006.

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

LÄUCHLI, A.; EPSTEIN, E. Plant responses to saline and sodic conditions. In: TANJI, K. K. (Ed), **Agricultural salinity assessment and management**. New York: American Society of Civil Engineers. Chap. 1990.

LAZOF, D. B.; BERNSTEIN, N. Effects of salinization on nutrient transport to lettuce leaves: consideration of leaf developmental stage. **The New Phytologist**. Cambridge, Inglaterra. v. 144, n.1, p.85-94, 1999.

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

MAAS, E.V. Crop salt tolerance. In: TANJI KK (ed). **Agricultural salinity assessment and management**. New York: American Society of Civil Engineers. 1990. p. 262-304.

MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance assessment. **Journal of the Irrigation and Drainage Division**, ASCE, New York, v.103, n. 2, p. 115-134, 1977.

MARCUZZO, F. F. N.; ARANTES, E. J.; WENDLAND, E. Avaliação de métodos de estimativa de evapotranspiração potencial e direta para a Região de São Carlos – SP. **Irriga. Botucatu**, v.13, n.3, p.323-338, julho-setembro, 2008.

MARINHO, L. B.; SANTOS, J. S.; SANTOS, M. R. et al. Efeito do estresse salino sobre cultivares de melancia no sub-médio São Francisco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 3, p. 125-127, 2002.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plant. 2. ed. New York: Academy, 1995. 889 p.

MATSUMOTO, K.; OHTA, T.; NAKAI, T.; KUWADA, T.; DAIKOKU, K.; IIDA, S.; YABUKI, H.; KONONOV, A. V.; VAN DER MOLEN, M. K.; KODAMA, Y.; MAXIMOV, T. C.; DOLMAN, A. J.; HATTORI, S. Responses of surface conductance to forest environments in the Far East. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 148, p. 1926-1940, Dez., 2008.

MEDEIROS, A. T. **Estimativa de evapotranspiração de referência a partir da equação de Penman-Monteith, de medidas lisimétricas e de equações empíricas**, em Paraipaba, CE. 2002. 103 p. Tese (Doutorado em irrigação e drenagem) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

MEDEIROS, A. T.; SENTELHAS, P. C.; LIMA, R. N. Estimativa da evapotranspiração de referência a partir da equação de Penman-Monteith, de medidas lisimétricas e de equações empíricas, em Paraipaba - CE. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.23, n.1, p.21-30, 2003.

MEDEIROS, J. F. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo “GAT” nos Estados do RN, PB e CE**. Campina Grande, 1992, 173p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola - Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, PB, 1992.

MEDEIROS J. F. de. **Manejo da água de irrigação salina em estufa cultivada com pimentão**. 1998. 152p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola área de concentração Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, Piracicaba, SP, 1998.

MEDEIROS, J. F. de; LISBOA, R. de A.; OLIVEIRA, M. de. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, p. 469-472, 2003.

MEIRI, A.; HOFFMAN, G. I.; SHANNON, M. C.; POSS, J. Salt tolerance of two muskmelon cultivar under two radiations levels. **Journal of the American Society for Horticultural**

Science, Alexandria, v.107, n.3, p.1168-1172, 1982.

MEIRELES, A. C .M. Avaliação do impacto da fertirrigação em cambissolos na chapada do Apodi, Ceará. **Revista Ciência Agronômica**. v. 34, n. 2, 2003.

MELO, A. S.; SUASSUNA, J. F.; FERNANDES, P. D.; BRITO, M. E. B.; SUASSUNA, A. F.; AGUIAR NETTO, A. O. Crescimento vegetativo, resistência estomática, eficiência fotossintética e rendimento do fruto de melancia em diferentes níveis de água. **Agta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 32, n. 1, p. 73-79, 2010.

MIRANDA, F. R. de; OLIVEIRA, J. J. G.; SOUZA, F. Evapotranspiração máximas e coeficientes de cultivo para a cultura do melancia irrigada por gotejamento. **Revista Ciência Agronômica**, Lavras, v. 35, n. 1, p. 36-46, jan. jun., 2004.

MIRANDA, F. R.; RODRIGUES, A .G.; SILVA. H. R.; SILVA,W. L. C.; SATURNINO, H. M.; FARIA, F. H. S. Instruções técnicas técnicas sobre a cultura da melancia. Belo Horizonte: **EPAMIG**, 1997. 28 p. (EPAMIG. Boletim Técnico, 51).

MIRANDA, F. R.; MONTENEGRO, A. A. T.; OLIVEIRA, J. J. G. Produtividade da melancia irrigada por gotejamento em diferentes espaçamentos de plantio. **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, n. 2, mai. Ago., 2005, p. 158 - 162, 2005.

MIRANDA, F. R. de; YODER, R. E.; SOUZA, F. de. Instalação e calibração de um lisímetro de pesagem no projeto de irrigação Curu-Paraibapa, CE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.3, n. 1, p. 107-110, 1999.

MORAES, I. V. M. Cultivo de hortaliças. . Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro; Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas, 2006.

MORAIS, N. B.; BEZERRA, F. M. L.; MEDEIROS, J. F.; CHAVES, S. W. P. Resposta de plantas de melancia cultivadas sob diferentes níveis de água e de nitrogênio. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 3, p.369-377, jul./set., 2008

MOUSINHO, F. E. P.; COSTA, R. N. T.; SOUZA, F. GOMES FILHO, R. R. Função de resposta da melancia à aplicação de água e nitrogênio para as condições edafoclimáticas de Fortaleza, CE. **Irriga**, Botucatu, v. 8, n. 3, p. 264-272. Set./dez., 2003.

MUNNS, R. ; TERMATT, A. 1986. Whole plant responses to salinity. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 13, p. 143-160, 1986.

MUNNS, R. 1993. Physiological processes limiting plant growth in saline soils: some dogmas and hypotheses. **Plant Cell and Environment**, v. 16, p. 15-24, 1993.

MUNNS, R. Comparative physiology salt and water stress. **Plant and Cell Environment**, Loga, v. 25, n. 2, p. 239-50, 2002.

NEVES, M. C. P. Interdependência fisiológica entre os componentes do sistema simbiótico *Rhizobium* leguminosas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 5, p.79-82, 1981.

NOBLE, C. L.; ROGERS, M. E. Arguments for the use of physiological criteria for improving the salt tolerance in crops. **Plant and Soil**, v. 146, n. 1/2, p. 99-107, 1992.

OLIVEIRA, L. B.; RIBEIRO, M. R.; FERREIRA, M. G. V. X.; LIMA, J. F. W. F.; MARQUES, F. A. Inferências pedológicas aplicadas ao perímetro irrigado de Custódia, PE. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.37, p.1477-1486, 2002.

OLIVEIRA, M. Gênese, classificação e extensão de solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. M. (Ed.). **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: SBEA/UFPB, 1997. p. 1-35.

OLIVEIRA, O.; MAIA, C. E. Qualidade físico-química da água para a irrigação em diferentes aquíferos na área sedimentar do Estado do Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Mossoró, v. 2, p. 17-21, 1998.

PENNINGS, S. C.; CALLAWAY, R. M. Salt marsh plant zonation: the relative importance of competition and physical factors, **Ecology**, v. 73, p. 681-690, 1992.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.

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, L. S.; ALLEN, R. G. Novas aproximações aos coeficientes culturais. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 16, n. 4, p.118-43, 1997.

PERES, J. G. **Avaliação do modelo de Penman-Monteith, padrão FAO, para estimar a evapotranspiração de referência nas condições climáticas do Estado de São Paulo.** Piracicaba, 1994. 116p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 1994.

QUEIRÓZ, M. A.; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o nordeste brasileiro (on line).** Versão 1.0. Petrolina: Embrapa Semi-Árido/Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. Disponível em: <http://www.cpatsa.embrapa.br>

REIS, E. F. dos; BRAGANÇA, R.; GARCIA, G.O.; PEZZOPANE, J. E. M.; TAGLIAFERRE, C. Estudo comparativo da estimativa da evapotranspiração de referência para três localidades do Estado do Espírito Santo no período seco. IDESIA (Chile). v. 23, n. 3, p. 75-84, 2007.

RESENDE, G.M.; DIAS, R.C.S.; COSTA, N.D. **Cultivo de melancia. Sistema de produção**, 4. Versão eletrônica, dez. 2006. http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/sistema_producao/spmelancia/clima.htm. Acesso em 28/03/2010.

RHOADES, J. D.; CHANDUVI, F. LESCH, S. **Soil salinity assessment: Méthods and interpretation of electrical conductivity measurements.** Rome: FAO, 1999. 327 p.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **The use saline water for crop production.** Rome: FAO, 1992. 133p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 48).

RHOADES, J. D.; LOVEDAY, J. Salinity in irrigated agriculture In: STEWART, B. A.; NIELSEN, D. R. (Ed.) **Irrigation of Agriculture Crops.** Madison: ASA/CSSA/SSSA, 1990. p. 1220-1266.

RHOADES, J. D.; MIYAMOTO, S. O. O. Testing soils for salinity and sodicity. In: WESTERMAN, R.L. (ed.) Soil testing and plant analysis. Madison: SSSA, 1990. cap. 12, p. 299-336. (SSSA. Book Series, 3).

RIBEIRO JR., J. I. **Análises estatísticas no SAEG.** Viçosa, MG: UFV, 2001. 301p.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils.** Washington: United States Department of Agriculture, 1954. 160 p. (Agriculture Handbook, 60).

SABOYA, L. M. F.; SABOYA, R. C. C.; PINHEIRO JUNIOR, SILVA, J.P.; SANTOS, J.R. Cultivo da melancia irrigada submetida a diferentes dose de NPK no Sul do Tocantins. **Associação Brasileira de Horticultura**, 2002. Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br/Biblioteca/Default.asp?id=2986>. Acesso em 18 de março de 2010.

SANTIAGO, A. V. **Evapotranspiração de referência medida por lisímetro de pesagem e estimada por Penman – Monteith (FAO 56), nas escalas mensal e decendecial**. Piracicaba, 2001. 52 p. Dissertação - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

SANTOS, J. G. R. **Desenvolvimento e produção da bananeira nanica sob diferentes níveis de salinidade e lâminas de água**. 1977. 173 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1977.

SHANNON, M. C.; FRANCOIS, L. E. Salt tolerance of three muskmelon cultivars. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, n. 103, v. 1, p. 127-130, 1978.

SHANI, M. **La fertilizacion combinada com El Riego**. Tel Aviv: Ministério da Agricultura, Servicio de Extension, 1981. 36p.

SILVA FILHO, S. B.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, F. A.; LIMA, E. M; COSTA, J. R. M. Monitoramento da qualidade da água e acúmulo de sais no solo pela irrigação. **Irriga**. Botucatu, v. 5, n. 2, p. 112-25, 2000.

SILVA, E. F. et al. Salinização dos solos cultivados sob ambientes protegidos no Estado de São Paulo. In: FOLEGATI, M. V. **Fertirrigação: citrus, flores, hortaliças**. Piracicaba: Agropecuária, 1999. p. 267-277.

SILVA, L. D. B. **Evapotranspiração do capim tanzânia (*Panicum maximum* Jacq) e grama-batatais (*Paspalum notatum* Flugge) utilizando o método do balanço de energia e lisímetro de pesagem**. 2003. 93 f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

SILVA JUNIOR, L. G. A.; GHEYI, H .R.; MEDEIROS, J .F. Composição química de águas do cristalino do Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 3, n. 1, p. 11-17, 199.

SILVA, M. O; FREIRE, M .B. G. S.; MENDES, A. M. S; FREIRE, F. J.; SOUSA, C. E S.;

GOES, G. B. Crescimento de meloeiros e acúmulos de nutrientes na planta sob irrigação com águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB. v. 12, n. 6, p. 593–605, 2008.

SILVEIRA, C. C. **Avaliação da salinidade dentro do bulbo úmido na cultura do melão**. 1999. 34 p. Monografia (Graduação em Engenharia Agrônômica) – Escola Superior de Agricultura de Mossoró. Mossoró, 1999.

SOARES, J. I.; COSTA, R. N. T.; SILVA, L. A. C.; GONDIM, R. S. Função de resposta da melancia aos níveis de água e adubação nitrogenada, no Vale do Curu, CE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 219-224, 2002.

SOARES, J. M.; BRITO, L. T. L.; RESENDE, G. M.; CHOUDHURY, M. M. Níveis de nitrogênio via água de irrigação e densidade de plantio na cultura da melancia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 38; 1998, Petrolina, PE. **Resumos** Petrolina, PE: EMBRAPA – CPATSA; SOB, 1998

SOUSA, V. F. de.; RODRIGUES, B. H. N.; ATHAYDE SOBRINHO, C.; COELHO, E. F.; VIANA, F. M. P.; SILVA, P. H. S. da. **Cultivo do meloeiro sob fertirrigação por gotejamento no Meio-Norte do Brasil**. Teresina: EMBRAPA Meio-Norte, 1999. 68 p. (EMBRAPA Meio-Norte. Circular técnica, 21).

SOUSA, V. F. de.; FOLEGATTI, M.V.; COELHO FILHO, M. A.; FRIZZONE, J. A. Distribuição radicular do maracujazeiro sob diferentes doses de potássio aplicadas por irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 51-66, 2002.

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

TEODORO, R. E. F.; ALMEIDA, F. P.; LUZ, J. M.; MELO, B. Diferentes lâminas de irrigação por gotejamento na cultura da melancia (*Citrulus lanatus*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 31, 2002. **Anais** Salvador: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2002.

TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na⁺ Tolerance and Na⁺ transport in higher plants. **Annals of Botany**, v. 91, n. 5, p. 503-527, 2003.

TOMAZ, H. V. de Q.; FIGUEIRÊDO, V. B.; PORTO FILHO, F. de Q.; MEDEIROS, J. F.; QUEIROZ, R. F.; TOMAZ, H. V. de Q. Produtividade da melancia irrigada com águas de diferentes níveis de salinidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35, 2007, Bonito – MS. **Anais** Bonito: [s. n.]: 2007.

TUCCI, C. E. M.; BELTRAME, L. F. S. Evaporação e Evapotranspiração. In: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia Ciência e Aplicação**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2000. p. 253-287.

USSL Staff – United States Salinity Laboratory. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington: Department of Agriculture, 1954. 160p. Handbook 60.

VAN HOORN, J. W. Salt movement, leaching efficiency and leaching requirement. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 4, p. 409-428, 1981.

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B.; FERREIRA, E. J. Desempenho da estimativa da evapotranspiração de referência em Ilha Solteira – SP. In: XXXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35, 2007, Bonito – MS. **Anais**. Bonito: [s. n.], 2007.

VILLAS BÔAS, R. L. **Doses de nitrogênio para pimentão aplicadas de forma convencional e através da fertirrigação**. 2001, 123 p. Tese (Livre Docência) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2001.

WANG, Y.; NIL, N. Changes in chlorophyll, ribulose biphosphate carboxylase–oxygenase, glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in *Amaranthus tricolor* leaves during salt stress. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 75, p. 623–627, 2000.

WINICOV, I., New molecular approaches to improving salt tolerance in crop plants. **Annals of Botany**, v. 82, p. 703–710, 1998.

WILLIAMS, W. D. Salinization of rivers and streams: na important environmental hazard. *Ambio*, v. 16, p. 180–185, 1987.