

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**EVAPOTRANSPIRAÇÃO, CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA
MELANCIA E MELÃO IRRIGADOS COM ÁGUAS DE
DIFERENTES SALINIDADES**

VLADIMIR BATISTA FIGUEIRÊDO

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para a obtenção do título de Doutor em Agronomia – Área de concentração em Irrigação e Drenagem.

BOTUCATU-SP

Fevereiro/2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**EVAPOTRANSPIRAÇÃO, CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA
MELANCIA E MELÃO IRRIGADOS COM ÁGUAS DE
DIFERENTES SALINIDADES**

VLADIMIR BATISTA FIGUEIRÊDO
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. João Luis Zocoler
Co-orientador: Eng. Agro. Dr. José Francismar de Medeiros

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Campus de
Botucatu, para a obtenção do título de Doutor
em Agronomia – Área de concentração em
Irrigação e Drenagem.

BOTUCATU-SP
Fevereiro/2008

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

F475e Figueirêdo, Vladimir Batista, 1979-
Evapotranspiração, crescimento e produção da melancia e melão irrigados com águas de diferentes salinidades / Vladimir Batista Figueirêdo. - Botucatu : [s.n.], 2008.
xiii, 104 f. : il. color., gráfs., tabs.

Tese (Doutorado) -Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2008
Orientador: João Luis Zocoler
Co-orientador: José Francismar de Medeiros
Inclui bibliografia.

1. Melão. 2. Melancia. 3. Água - Salinidade. 4. Evapotranspiração. I. Zocoler, João Luis. II. Medeiros, José Francismar. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. IV. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "EVAPOTRANSPIRAÇÃO, CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA
MELANCIA E MELÃO IRRIGADOS COM ÁGUAS DE DIFERENTES
SALINIDADES"

ALUNO: VLADIMIR BATISTA FIGUEIRÉDO

ORIENTADOR: PROF. DR. JOÃO LUÍS ZOCOLER

CO-ORIENTADOR: DR. JOSÉ FRANCISMAR DE MEDEIROS

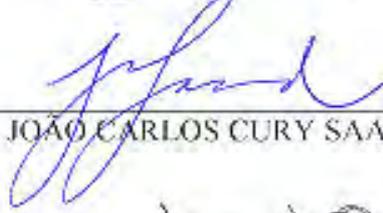
Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. JOÃO LUÍS ZOCOLER



PROF. DR. ANTÔNIO DE PADUA SOUZA



PROF. DR. JOÃO CARLOS CURY SAAD



PROF. DR. FERNANDO BRAZ TANGERINO HERNANDEZ



PROF. DR. ROBERTO TERUMI ATARASSI

Data da Realização: 01 de fevereiro de 2008.

Aos meus pais, pelo amor, pelo sacrifício, pela dedicação e pelo esforço de educar todos os seus filhos e pelo incentivo durante toda a minha vida, o que fez com que esta etapa se tornasse uma realidade.

Aos meus irmãos que mesmo com toda a distância durante anos, sempre me apoiaram principalmente nos momentos mais difíceis. Aos meus dois sobrinhos e a sobrinha que estão pra chegar, pela alegria que nos transmitem nos dando força pra seguirmos em frente.

A minha namorada Kalina, que esteve comigo durante grande parte deste trabalho, pela amizade, carinho, amor e compreensão, principalmente nos momentos de dificuldade, tornando este trabalho o mais gratificante possível.

A toda a minha família, pelo apoio que sempre se faz necessário.

DEDICO e OFEREÇO.

Aos entes queridos meu avô Manoel, minha avó Maria e meu tio Tonho (in memoriam) que se foram a muito pouco tempo, deixando a saudade e os ensinamentos que hoje são fontes de inspiração para que consigamos alcançar nossos objetivos.

HOMENAGEM

AGRADECIMENTOS

A Deus, acima de tudo.

À Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP e ao Departamento de Engenharia Rural, pela oportunidade de realizar o curso.

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

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores das disciplinas cursadas, pelos ensinamentos e amizades tão valiosos prestados a mim.

Ao Professor João Luis Zocoler (orientador) pela amizade, presença e orientações que foram de fundamental importância para conclusão do trabalho.

Ao Professor José Francismar de Medeiros (co-orientador), pela dedicação, ensinamentos, orientação e amizade tão útil a mim concedida durante toda a execução deste trabalho.

Aos Professores Antônio de Pádua Sousa, João Carlos Cury Saad, Roberto Terumi Atarassi e Fernando Braz Tangerino Hernandez, pelas valiosas sugestões, observações e sincera amizade prestadas para o engrandecimento e melhoria deste trabalho.

A todos os amigos alunos, bolsistas, mestrandos e professores da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, sempre presentes e dispostos a ajudar durante o desenvolvimento deste trabalho.

A todos os colegas de curso, e em especial aos amigos de república, Lauter, Leopoldo, Rogério e Gilmar, pelo companheirismo nos momentos de dificuldades e alegrias que passamos juntos.

A todos que enfim contribuíram para a concretização deste trabalho.

Meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	VII
LISTA DE FIGURAS.....	VIII
RESUMO.....	X
SUMMARY	XII
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	4
2.1 ASPECTOS GERAIS SOBRE AS CULTURAS DO MELÃO E DA MELANCIA.....	4
2.2 EVAPOTRANSPIRAÇÃO DAS CULTURAS.....	6
2.3 QUALIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO.....	13
2.4 EFEITO DA SALINIDADE DA ÁGUA SOBRE O SOLO.....	14
2.5 EFEITOS DA SALINIDADE SOBRE AS CULTURAS	16
2.6 MANEJO DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO LOCALIZADA	19
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1 LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	27
3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS, TRATAMENTOS E DELINEAMENTO	29
3.2.1 Experimento 1	30
3.2.2 Experimento 2	31
3.3 MANEJO DAS IRRIGAÇÕES	34
3.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS	34
3.4.1 Umidade e salinidade do solo.....	34
3.4.2 Variáveis relacionadas à cultura	37
3.4.2.1 Crescimento da planta	37
3.4.2.2 Componentes da produção.....	38
3.4.3 Evapotranspiração das culturas	39
3.4.3.1 Instalação, calibração e utilização dos lisímetros de pesagem	39
3.4.3.2 Evapotranspiração de referência (ET _o)	42
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS	47
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
4.1 ELEMENTOS AGROMETEOROLÓGICOS.....	49
4.1.1 Experimento 1	50
4.1.2 Experimento 2	52
4.1.3 Precipitação pluviométrica	54
4.2 CALIBRAÇÃO DOS LISÍMETROS	55
4.3 CALIBRAÇÃO DO EQUIPAMENTO TDR	58
4.4 EVAPOTRANSPIRAÇÃO DAS CULTURAS.....	60
4.4.1 Experimento 1	60
4.4.2 Experimento 2	64
4.5 UMIDADE DO SOLO E EVOLUÇÃO DA SALINIDADE.....	68

4.5.1 Experimento 1	68
4.5.2 Experimento 2	71
4.6 CRESCIMENTO DE PLANTAS	78
4.6.1 Experimento 1	78
4.6.2 Experimento 2	80
4.7 PRODUÇÃO E SEUS COMPONENTES.....	85
4.7.1 Experimento 1:	85
4.7.2 Experimento 2	87
5. CONCLUSÕES.....	90
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
ANEXOS	102
APÊNDICE	104

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Características do solo e da água de irrigação.	29
Tabela 2. Performance das duas estruturas lisimétricas.	57
Tabela 3. Estádio fenológico, período em dias, coeficiente de cultivo (S1 e S5), evapotranspiração média por estágio (EtcS1 e EtcS5) e precipitação pluviométrica, encontrado no ciclo da melancia.	64
Tabela 4. Estádio fenológico, período em dias, coeficiente de cultivo para o tratamento S1 e S5 (kc S1 e kc S5), evapotranspiração média por estágio (EtcLis) e precipitação pluviométrica, encontrado no ciclo do melão.	67
Tabela 5. Resumo da ANAVA para a condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) aos 30 e 65 DAP nas diferentes profundidades (0-20, 20-40 e 40-60 cm) no melão.....	75
Tabela 6. Resumo da ANAVA para a condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) na diferentes datas de coletas no melão (0, 30 e 65 DAP).	76
Tabela 7. Resumo da ANAVA das características área foliar em cm ² (AF), número de folhas por planta (NF), massa seca das folhas em gramas (MSF) e massa seca dos ramos em gramas (MSR) e massa seca da parte aérea em gramas (MSA), da melancia.	79
Tabela 8. Período (dias) observados nos estádios fenológicos, precipitação pluviométrica (mm), evapotranspiração da cultura (Etc) em mm e lamina irrigada (mm) na melancia.	80
Tabela 9. Resumo da ANAVA das características área foliar em cm ² (AF), número de folhas por planta (NF), massa seca de folhas em gramas (MSF), massa seca de ramos em gramas (MSR) e massa seca da parte aérea em gramas (MSA), submetidos a níveis de salinidades (Sal), níveis de nitrogênio (N) e tempos de coleta no melão (DAP).	81
Tabela 10. Equações de regressão para a área foliar (cm ² /planta) e matéria seca da parte aérea (MSA) em gramas/planta em função de dap para os diferentes níveis de salinidade da água de irrigação no melão.	85
Tabela 11. Resumo da ANAVA para produtividade comercial (PRC) e total (PRTt) em mg ha ⁻¹ , peso médio do fruto comercial (PMC) e total (PMT) em kg, e o número de frutos por planta comercial (NFC) e total (NFT) da melancia.	86
Tabela 12. Resumo da ANAVA dos rendimentos comercial (PRC), total (PRT) e refugo (PRR), peso médio de frutos comercial (PMC), total (PMT) e refugos (PMR) no experimento 2 submetidos a diferentes níveis de salinidade (Sal) e doses nitrogenadas (N).	87

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Cabeçal de controle mostrando o esquema das misturas de águas de irrigação. ..	30
Figura 2. Croqui do experimento 2 com a distribuição da linhas nas parcelas e subparcelas.	32
Figura 3. Esquema do lisímetro, mostrando a balança, mecanismos de alavancas, caixa e célula de carga (dimensões em mm).....	40
Figura 4. Temperaturas do ar médias (TempMed), máximas (TempMáx) e mínimas (TempMin), e, umidades relativas do ar médias (UarMed), máximas (UarMáx) e mínimas (UarMin) encontradas durante o ciclo do melancia michylee.	51
Figura 5. Radiação solar global (RadGlob), radiação solar líquida (RadNet) e velocidade do vento (Velvento), medidas durante o ciclo do melancia Mickylee.	52
Figura 6. Temperaturas do ar médias (TempMed), máximas (TempMáx) e mínimas (TempMin), e, umidades relativas do ar médias (UarMed), máximas (UarMáx) e mínimas (UarMin) encontradas durante o ciclo do melão Orange Flesh.	53
Figura 7. Radiação solar global (RadGlob), radiação solar líquida (RadNet) e velocidade do vento (Velvento), medidas durante o ciclo do melão Orange Flesh.....	54
Figura 8. Precipitações pluviométricas (mm) ocorridas no experimento 1 e 2.....	55
Figura 9. Calibração dos lisímetros: leituras das células de carga de acordo com as massas-padrão utilizadas.	56
Figura 10. Relação entre os dados de peso estimados pelos modelos e as massas-padrões.	56
Figura 11. Desvios encontrados nas leituras realizadas pelos lisímetros para as diferentes massas-padrão.....	58
Figura 12. Relação entre umidade imposta e lida (12A), condutividade elétrica estimada obtida pelo extrato de saturação e pela sonda (12B), coeficiente angular da equação do ajuste (12C) e relação entre os valores de cees e cetdr estimados pelos modelos, nas diferentes umidades do solo.	59
Figura 13. Evapotranspiração do lisímetro (EtcLis), evapotranspiração da cultura pelo método da fao (EtcFAO) e evapotranspiração de referência pela FAO (EtoFAO) durante o ciclo do melancia.....	61
Figura 14. Coeficiente de cultura encontrado para a melancia Mickylee utilizando-se os níveis de salinidade da água de irrigação de 0,57 (kc S1) e 4,5 ds m ⁻¹ (kc S5) e os kc médios (kcm S1 e kcm S5).	63
Figura 15. Evapotranspiração do lisímetro (EtcLis), evapotranspiração da cultura pelo método da fao (EtcFAO) e evapotranspiração de referência pela FAO (EtoFAO) durante o ciclo do melão.....	65

- Figura 16.** Coeficiente de cultura encontrado para o melão Orange Flesh utilizando-se os níveis de salinidade da água de irrigação de 0,57 e 4,5 ds m⁻¹ (S1 e S5). **66**
- Figura 17.** Umidade volumétrica do solo (cm³ cm⁻³) para os tratamentos S1, S3 e S5 nas camadas 0-30 cm e 15-45 cm, obtidas pelo TDR na melancia..... **68**
- Figura 18.** Evolução da salinidade expressos em condutividade elétrica do extrato (CEes) realizada pelo equipamento TDR durante o ciclo da melancia (DAP)..... **69**
- Figura 19.** Relação entre os valores de condutividade elétrica do extrato (CEes) e a condutividade elétrica da suspensão de 1:2,5 (CE 1:2,5). **70**
- Figura 20.** Perfis de salinidade do solo expressos em condutividade elétrica do extrato (CEes) ao final do experimento na melancia. **71**
- Figura 21.** Umidade volumétrica do solo (cm³ cm⁻³) para os tratamentos S1, S3 e S5 nas camadas 0-30 cm e 15-45 cm, obtidas pelo TDR durante o ciclo do melão (DAP). **72**
- Figura 22.** Relação entre os valores de condutividade elétrica do extrato (CEes) e a condutividade elétrica da suspensão de 1:2,5 (CE 1:2,5). **73**
- Figura 23.** Perfis de salinidade do solo expressos em condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) aos 30 e 65 dias após o plantio do melão (DAP). **74**
- Figura 24.** Evolução da salinidade expressos em condutividade elétrica do extrato (CEes) aos 0, 30 e 65 dias após o plantio do melão (DAP), na profundidade de 0-20 cm. **77**
- Figura 25.** Evolução da salinidade expressos em condutividade elétrica do extrato (CEes) realizada pelo equipamento TDR durante o ciclo do melão (DAP). **78**
- Figura 26.** Comparação do NF, AF, MSF e MSA em relação a salinidade da água nos tempos de coleta 31, 41,50 e 64 DAP, no melão. **82**
- Figura 27.** Área foliar e massa seca da parte aérea (MSA) do melão Orange Flesh submetido aos cinco níveis de salinidade da água em relação ao tempo de coleta no melão (DAP). **84**
- Figura 28.** Produtividade comercial da melancia versus níveis de salinidade da água de irrigação. **86**
- Figura 29.** Produtividade comercial (PRC) e total (PRT) e o peso médio de frutos comercial (PMC) e total (PMT) do melão submetido a diferentes níveis de salinidade (Sal) da água de irrigação. **89**

EVAPOTRANSPIRAÇÃO, CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA MELANCIA E MELÃO IRRIGADOS COM ÁGUAS DE DIFERENTES SALINIDADES

Autor: VLADIMIR BATISTA FIGUEIRÊDO

Orientador: Prof. Dr. JOÃO LUIS ZOCOLER

Co-orientador: Dr. JOSÉ FRANCISMAR DE MEDEIROS

RESUMO

O planejamento mais eficaz do aproveitamento da água na agricultura, e o desenvolvimento de tecnologias que permitam estimar volumes cada vez mais exatos para a melhor eficiência da irrigação, têm papel fundamental para se alcançar ótimas produções agrícolas, aliada a melhor qualidade. Nesse caso a exata determinação da evapotranspiração da cultura (E_{Tc}) é um ponto crucial para o uso eficiente da água, bem como pelo fato da atual escassez dos recursos hídricos, principalmente em regiões áridas e semi-áridas, fazendo com que se utilize da água salina para irrigação. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo determinar a evapotranspiração da melancia e melão, em diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e verificar seus efeitos no crescimento e na produção destas culturas.

Para tanto foram realizados dois experimentos em campo, na Fazenda Experimental da Alagoinha pertencente a Universidade Federal Rural do Semi-Árido situada em Mossoró-RN, com melancia e posteriormente com melão, na mesma área, medindo 0,24 ha. Os níveis de salinidade da água de irrigação foram de $S_1=0,55$, $S_2=1,65$, $S_3=2,35$, $S_4=3,5$ e $S_5=4,5$ $dS\ m^{-1}$ para a melancia e $S_1=0,57$, $S_2=1,65$, $S_3=2,65$, $S_4=3,45$ e $S_5=4,5$ $dS\ m^{-1}$ para o melão. Os experimentos constaram de quatro blocos ao acaso com quatro repetições, cada um dividido nos cinco níveis de salinidade e no caso do melão em mais três níveis de nitrogênio subdivididas em cada parcela de salinidade. Os níveis de nitrogênio aplicados no melão foram de 67,5%, 90% e 135% da dose aplicada ($92,5\ kg\ ha^{-1}$). A determinação da evapotranspiração de referência (E_{To}) foi realizada pelo método

Penman-Monteith-FAO, e a ET_c pelas leituras de peso realizadas a partir de dois lisímetros de pesagem instalados no S1 e S5, em cada experimento.

Os resultados mostraram que a ET_c da melancia diminuiu entre a água de irrigação S1 e S5 onde a evapotranspiração total durante o ciclo foi de 245 e 214 mm, respectivamente. No caso do melão a ET_c também diminuiu entre as duas salinidades, mas, observou-se que a redução foi bem mais acentuada do que no ocorrido pela melancia, isto é, uma lâmina evapotranspirada de 289,7 e 216,5 mm para o S1 e S5, respectivamente. No caso dos K_c 's médios nos estádios fenológicos I, II, III e IV, se verificaram os valores de 0,24, 0,74, 1,10 e 0,56 para o tratamento S1 e 0,22, 0,64, 0,98 e 0,40 para o S5 na melancia. Para o melão observaram os K_c 's médios iguais a 0,14, 0,57, 1,13, 0,66 para o tratamento S1 e 0,11, 0,34, 0,91 e 0,54 para o S5 respectivamente. Estes valores de K_c 's obtidos para o nível S1 foram sempre maiores que os K_c 's recomendados pela FAO (Allen et al., 2006), excetuando para os estádios inicial e final de cada cultura, e, sempre menores para o S5, tanto para o melão como para a melancia. Não houve efeito significativo da salinidade da água de irrigação sobre os componentes de produção e do crescimento para a melancia, mas mesmo assim constatou-se uma tendência de redução na produtividade comercial com valores de 2,73 Mg ha⁻¹ para cada incremento de 1 dS m⁻¹. Para o melão houve efeito da salinidade da água em todos os componentes de produção, excetuando o caso de frutos refugos e número de frutos/planta, sendo que a produtividade comercial e total teve uma redução de 4,241 e 3,927 Mg ha⁻¹ por acréscimo de 1 dS m⁻¹ de salinidade na água de irrigação. As doses de nitrogênio não afetaram em nenhuma das variáveis de crescimento e de produção, o que se deu devido a elevada adubação nitrogenada ocorrida antes do plantio do melão.

EVAPOTRANSPIRATION, GROWTH AND PRODUCTION OF WATERMELON AND MELON IRRIGATED WITH DIFFERENT SALINITIES WATERS

Autor: VLADIMIR BATISTA FIGUEIRÊDO

Orientador: Prof. Dr. JOÃO LUIS ZOCOLER

Co-orientador: Dr. JOSÉ FRANCISMAR DE MEDEIROS

SUMMARY

The water agricultural used effective design and the developments of technologies to estimated irrigation water exact are important irrigation management. Once evapotranspiration culture determinations (ETc) is crucial for use efficient irrigation water and irrigation water salinity.

The objectives this work were determined evapotranspiration of watermelon and melon, in different levels of irrigation water salinity and verify effects in growth and production of these cultures. Were conducted two experiments in field, watermelon and melon, in same area with 0,24 ha. The levels of irrigation water salinity were of S1=0.55, S2=1.65, S3=2.35, S4=3.5 and S5=4.5 dS m⁻¹ for watermelon and S1=0.57, S2=1.65, S3=2.65, S4=3.45 and S5=4.5 dS m⁻¹ for melon. The experiments was four randomized blocks with four replications, divided in five salinity levels and in the case of melon in more three levels of nitrogen subdivided. The levels of nitrogen applied were of 67.5%, 90% and 135% of the applied dose (92.5 kg ha⁻¹). The determination of evapotranspiration reference (ETo) was realized by method Penman-Monteith-FAO through from formulations by Allen et al. (2006), and the ETc readings from two weight lysimeters installed in S1 and S5.

The results showed that ETc of watermelon decreases between S1 and S5 where the total evapotranspiration was 245 and 214 mm, respectively. In melon the ETc also decreased between the two salinities, but was observed reduction more accentuated than watermelon, and total evapotranspiration of 289.7 and 216.5 mm for S1 and S5, respectively. The medium Kc in phases of culture I, II, III and IV, verified of 0.24, 0.74, 1.10

0.56 for S1, and 0.22, 0.64, 0.98 and 0.40 values for the S5 in the watermelon. In melon observed medium Kc of 0.14, 0.57, 1.13, 0.66 for S1, and 0.11, 0.34, 0.91 0.54 for the S5 respectively. These values of Kc are verified for S1 was larger than Kc recommended by FAO (Allen et al., 2006), excepting for stage initial and final of each culture, and smaller for the S5, so much for melon as watermelon. There wasn't significant effect of irrigation water salinity on production and growth watermelon, but there was reduction tendency in commercial productivity with values of 2.73 Mg ha⁻¹ for each increment of 1 dS m⁻¹. In melon there was effect of the irrigation water salinity in all production components, excepting the refuses and number fruits/plants. Verified reductions in commercial and total productivity of 4.241 and 3.927 Mg ha⁻¹ for increment of 1 dS m⁻¹ in irrigation water salinity. The levels of nitrogen weren't affect in the growth variables and production probably for high fertilizers nitrogen applied before the cultivation of melon.

1 INTRODUÇÃO

A determinação da quantidade de água necessária para as culturas é um dos principais parâmetros para o correto planejamento, dimensionamento e manejo de qualquer sistema de irrigação. Os recursos hídricos estão cada vez mais escassos havendo iminente competição entre seu uso direto no cotidiano urbano e sua aplicação agrícola para produzir alimentos em áreas e em épocas com deficiência de chuvas. Diante disso, tornou-se necessário o planejamento mais eficaz do aproveitamento da água na produção agrícola, com desenvolvimento de metodologias que permitam estimar volumes cada vez mais exatos de água necessária para obtenção de ótimas produções dos cultivos. Segundo George et al. (2000), o manejo da irrigação pode ser baseado no monitoramento da cultura, no monitoramento do solo ou em técnica de balanço de água.

Na região de Mossoró-RN, devido à importância econômica de diversas culturas, como o melão e a melancia, os técnicos e produtores sentem a necessidade da obtenção de informações atualizadas que lhes permitam obter produções elevadas e saudáveis, no sentido de melhorar o rendimento e esclarecer dúvidas que existem frequentemente no campo, como o comportamento destas culturas ao nível de salinidade da água de irrigação. No

Estado do Rio Grande do Norte, a água utilizada para irrigação é proveniente de poços artesianos profundos que, embora sendo de boa qualidade, apresenta alto custo de obtenção, o que impossibilita o seu uso por parte de pequenos produtores, além de está levando os grandes produtores a buscarem fontes alternativas de água, como poços abertos no calcário Jandaíra, o que reduz consideravelmente seu custo. Entretanto, esta fonte de água tem o inconveniente de apresentar níveis elevados de sais, podendo trazer como consequência à salinização dos solos e prejudicar o rendimento das culturas mais sensíveis. Além disso, devido à elevada concentração de bicarbonato de cálcio (Lisboa, 2000) pode tornar o solo alcalino. Nessa perspectiva, todos esses fatores contribuíram para que, no decorrer dos últimos anos, fossem feitos estudos sobre a qualidade da água de irrigação, particularmente nas regiões áridas e semi-áridas do mundo, onde a maior demanda evaporativa transfere para a atmosfera a água armazenada na zona radicular da cultura deixando a solução do solo com maior concentração salina (Lima, 2001).

Para a cultura da melancia, quando a irrigação não é bem conduzida pode causar danos indesejáveis como salinização do solo, baixa produtividade e qualidade irregular dos frutos. No Rio Grande do Norte, mais especificamente no pólo agrícola Assu-Mossoró, o cultivo de melancia deixou de ser uma cultura explorada apenas no período das chuvas, para ser uma atividade tecnificada, praticada por pequenos, médios produtores e empresas, destinando-se a produção a grandes mercados como a CEAGESP – SP e, mais recentemente, ao mercado externo. No caso do melão o Estado do Rio Grande do Norte é considerado o maior produtor e exportador do Brasil.

O conhecimento da evapotranspiração (necessidade hídrica) de uma cultura durante seu ciclo e dos coeficientes de cultivo (K_c) é de grande importância para o dimensionamento e o manejo de projetos de irrigação, contribuindo para aumentar a produtividade e otimizar a utilização dos equipamentos de irrigação, da energia elétrica e dos recursos hídricos. A evapotranspiração da cultura (ET_c) pode ser determinada por métodos diretos e indiretos (Santiago et al., 2003). O método direto considerado o mais preciso para a determinação da evapotranspiração (ET) é o que utiliza o lisímetro de pesagem (Aboukhaled et al., 1982). Howell et al. (1985) diz que a medição da variação de peso de um bloco de solo isolado (lisímetro de pesagem) é considerada um dos métodos de pesquisa mais práticos e precisos para se determinar diretamente a evapotranspiração das culturas, podendo ser

utilizada para períodos de tempo menores que um dia. Conforme Sedyama (1996), dos métodos indiretos, o modelo de Penman-Monteith-FAO é atualmente o mais empregado para a determinação da ETo. Entretanto, sua utilização é limitada pela necessidade de obtenção de numerosos elementos meteorológicos e raramente disponíveis (Camargo et al., 1999).

Sabe-se também que as diferentes espécies e cultivares de plantas reagem diferentemente à salinidade, isto é, cada espécie de planta ou cultivar toleram até uma dada salinidade sem reduzir o seu rendimento potencial (salinidade limiar - SL), a partir da qual passa a diminuir a produtividade à medida que se incrementa a salinidade do solo (Ayers & Westcot, 1991). Dessa forma, o estabelecimento da tolerância de salinidade da água/solo crítica para as principais culturas exploradas, é fundamental para melhorar o manejo das áreas irrigadas. Por outro lado, devido à escassez de chuvas em regiões marginais às culturas, a prática da irrigação torna-se imprescindível a seu cultivo. De acordo com Maas & Hoffman (1977), a tolerância aos sais de determinada cultura/cultivar, 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.

Desta maneira, para se alcançar uma boa produtividade aliada com a qualidade de frutos que se deseja para a exportação, o manejo da água de irrigação de olerícolas como a melancia e o melão, não permite falhas ou mesmo despreparo do produtor, devendo ocorrer de forma organizada durante todo o ciclo da cultura. Nesse caso, a análise de crescimento que, permite avaliar o desenvolvimento da planta e a contribuição dos diferentes órgãos no crescimento total, é de fundamental importância na busca de parâmetros a serem alcançados e na produtividade final da cultura (Benincasa, 1988).

Visto todas essas necessidades, este trabalho teve como objetivo determinar a evapotranspiração e os coeficientes de cultivo durante o ciclo das culturas da melancia e do melão, na região de Mossoró-RN, com diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, bem como seus efeitos no solo e no crescimento e componentes de produção dessas culturas.

2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

2.1 Aspectos gerais sobre as culturas do melão e da melancia

A produção mundial de melancia [*Citrullus lanatus* (thumb) Matsum & Nakai] em 2002, segundo a FAO (2003), atingiu 89,9 milhões de toneladas e produtividade média de 25,1 Mg ha⁻¹. A quantidade de melancia produzida no Brasil ocupa o quarto lugar dentre as olerícolas, que têm produção anual em torno de 12,5 milhões de toneladas. As regiões Sul e Nordeste são as principais produtoras, destacando-se os Estados do Rio Grande do Sul e Bahia (Chabaribery e Alves, 2001; Camargo Filho e Mazzei, 2002).

A melancia nos últimos anos vem se destacando como uma das principais espécies olerícolas cultivadas no país, mas apesar de sua importância, ainda são poucos os trabalhos com essa hortaliça, isto é, poucos esforços têm sido dedicados ao estudo de fatores que poderiam melhorar o seu rendimento e qualidade. Segundo Pedrosa (1997a), a melancia é uma das espécies olerícolas de maior expressão econômica e social no Brasil, apresentando produtividade média em torno de 20 a 25 Mg ha⁻¹, podendo chegar a valores acima de 50 Mg ha⁻¹ dependendo das condições edafoclimáticas da região e dos padrões

tecnológicos adotados pelos produtores. De acordo com Andes (1996), o Rio Grande do Norte, devido suas condições climáticas vem se destacando como uma excelente opção para o cultivo da melancia, ganhando espaço nos últimos anos principalmente entre os pequenos e médios produtores, que tem como mercados consumidores as regiões metropolitanas de Natal, Fortaleza, Recife e outros grandes centros urbanos, inclusive do Sudeste do país.

Dentre as várias variedades de melancia plantadas na região, algumas como a Crimson Sweet ainda é a mais cultivada, mas o aparecimento de outras variedades como, por exemplo, o híbrido Tide e a cultivar Mickylee vêm ganhando importância. De acordo com Grangeiro et al. (2005), a cultivar Mickylee tem um ciclo em torno de 60 a 80 dias, frutos pequenos (5 a 7 kg) de formato redondo e seu cultivo na região do Agropólo Assú-Mossoró é recente e destinado principalmente ao mercado externo.

O meloeiro é uma olerícola pertencente à família Cucurbitaceae, gênero *Cucumis* e espécie *Cucumis melo* L., cuja a origem ainda não é bem definida, sendo considerada como derivada das formas selvagens originárias da África e oeste da Ásia (Mallick & Masui, 1986; Sampaio & Yamashiro, 1979). Após sua introdução no Brasil, que se deu pelos imigrantes europeus em meados da década de 60, seu cultivo se expandiu para a Região de São Paulo e Pará, se estendendo assim pela região Nordeste, a qual vem sendo cultivado em larga escala no sub-médio do São Francisco e se destacando em termos de área plantada e produção nas micro-regiões de Mossoró e Açú no Rio Grande do Norte. (Ferreira et al., 1982; Faria, 1990; Sousa et al., 1999). Devido às condições climáticas e a alta adaptabilidade do melão na região do Nordeste brasileiro o seu cultivo tem-se constituído um ótimo negócio. Segundo Crisóstomos et al., (2002), o melão é a segunda fruta em valores, depois da manga, do total de 221,4 milhões de dólares exportados pelo Brasil.

Dentre as nove variedades botânicas do melão, atualmente os principais melões produzidos comercialmente pertencem a dois grupos: *Cucumis melo inodorus* Naud. e *Cucumis melo cantaloupensis* Naud. que são os melões inodoros e aromáticos respectivamente (Menezes, et al., 2000). Os melões pertencentes ao primeiro grupo apresentam frutos de casca lisa ou levemente enrugada, com coloração amarela, branca ou verde escuro, com longo período pós-colheita e boa resistência ao transporte; os frutos têm cor da polpa variando de branco a verde-claro e geralmente apresentam elevado teor de açúcares. Já os melões do segundo grupo incluem os melões anteriormente classificados como das

variedades *Cucumis melo reticulatus* e *Cucumis melo cantaloupensis*, possuem frutos com superfície rendilhada, verrugosa ou escamosa, podendo ou não apresentar gomos; os frutos são aromáticos e geralmente de fácil deteriorização pós-colheita com polpa variando do amarelo, laranja, salmão ou verde (Pedrosa, 1997b).

No Agropólo Assú-Mossoró, existem diversos híbridos e cultivares de melão sendo cultivados e comercializados. No entanto, dentre as cultivares do melão amarelo podem-se destacar o Gold mine, Goldex, AF646 e 682, Vereda e Mandacaru. Por outro lado, os melões tipo Gália e Cantaloupe também merecem destaque bem como a do tipo Honey Dew. Segundo Pedrosa (1997b) o melão Orange Flesh do tipo Honey Dew apresenta como características frutos sem odor, formato angular e peso médio em torno de 1500 g, com boa conservação pós-colheita e se constitui uma boa opção para exportação.

2.2 Evapotranspiração das culturas

Sabe-se que as condições ambientais interferem de sobremaneira o cultivo de plantas, sendo que o meloeiro e a melancia respondem bem a combinação de alta temperatura com alta luminosidade e baixa umidade relativa, favorecendo assim o estabelecimento do cultivo e o aumento de produtividade.

A temperatura do ar é o elemento climático que mais exerce influência nos processos fisiológicos das plantas (Pezzopane et al., 1997; Vieira & Cury, 1997), sendo a mais importante para a cultura do meloeiro. Devido sua origem, o melão requer climas quentes e secos. Crisóstomos et al. (2002) falam que entre os fatores climáticos que afetam diretamente a cultura do meloeiro, o principal é a temperatura, tanto do ar quanto do solo, por influenciar desde a germinação das sementes até a qualidade final do fruto, sendo a faixa ótima de 20 a 30°C. O meloeiro requer entre 2.500 e 3.000 graus de soma térmica para completar a maturação e cerca de 1.000 graus de soma térmica são requeridos da floração até a colheita dos frutos, o que representa um ciclo de 75 a 80 dias (Silva et al., 2000). Essas condições são facilmente encontradas na região Nordeste do Brasil, em especial nos Estados do Rio Grande do Norte, Ceará, Bahia, Pernambuco e na região Norte de Minas Gerais (Souza et al., 1999). A duração da intensidade luminosa é outro fator decisivo no cultivo do meloeiro. A redução da intensidade luminosa ou o encurtamento do período de iluminação, ambos têm

influência negativa no crescimento da planta determinando uma menor área foliar. Contudo, dias longos têm influência positiva no desenvolvimento da folhagem e emissão de flores masculinas (Crisóstomos et al., 2002). Estes mesmos autores relatam que o meloeiro é pouco exigente com relação a umidade do solo, devendo-se ter os devidos cuidados nos cultivos em regiões com regime pluviométricos altos. Com relação á umidade do ar, essa é considerada ótima na faixa de 65% a 75%, durante a fase de crescimento vegetativo.

As condições edafoclimáticas da região do Agropólo Assú-Mossoró favorecem a exploração da cultura da melancia bem como da cultura do melão. Em relação aos aspectos relacionados aos fatores climáticos, a cultura da melancia possui clima ideal idêntico ao dito anteriormente para o melão. A melancia é uma cultura megatérmica. As cultivares triplóides (sem sementes) requerem temperatura mais elevada do que as cultivares diplóides. A cultura necessita de um período livre de geadas e de temperaturas médias elevadas por pelo menos 4 meses. A melancia é susceptível a danos pelo frio quando as temperaturas são inferiores a 10 °C. Os sintomas são amarelecimento da folhagem e frutos pequenos e deformados. As temperaturas baixas (10-15 °C) restringem o taxa de absorção de água (Santos, et al., 2004).

Sabe-se que a evapotranspiração das culturas depende bastante de fatores climáticos, e, pode ser definida como o processo combinado de transferência d'água do solo para a atmosfera, incluindo a evaporação da água do solo diretamente e o processo de transpiração através dos tecidos vegetais. Vários autores falam sobre a evapotranspiração, sendo a primeira citação efetuada por Thornthwaite, no início da década de 40 (Pereira et al., 1997). Para estes autores, o fenômeno chamado evapotranspiração potencial (ET_p) é considerado como a perda máxima de água em uma superfície de solo bem umedecido, completamente coberto com vegetação, em fase de desenvolvimento ativo e com dimensões suficientemente grandes, de modo a minimizar os efeitos de energia advectiva local. Se algumas dessas condições não forem atendidas, tem-se a evapotranspiração real. Doorenbos e Pruitt (1977) ressaltaram que a vegetação seria rasteira e com altura uniforme. Desta forma Pereira et al. (1997) ressaltam que a grama foi tomada como padrão, em razão de sua utilização nos postos meteorológicos. Estes mesmos autores dizem que condições realmente potenciais ocorrem um a dois dias após uma chuva generalizada, uma vez que toda a região está umedecida e as contribuições advectivas são minimizadas, independente do tamanho da

área vegetada. Essa condição potencial (ETp) não ocorre em regiões áridas e semi-áridas e também nos meses de estiagem em regiões com chuvas sazonais. Nesse caso, a evapotranspiração real é aquela que ocorre em uma superfície vegetada, independente de sua área, de seu porte e das condições de umidade do solo. Assim, é aquela que ocorre em qualquer circunstância, sem imposição de qualquer condição de contorno.

A Evapotranspiração da cultura (ETc) pode ser determinada por métodos diretos e indiretos, sendo os métodos diretos os que utilizam lisímetros, parcelas experimentais no campo, controle de umidade do solo e método de entrada e saída de água em grandes áreas. Dos métodos diretos, o procedimento mais preciso para se determinar a ETc é a utilização de lisímetros. Por apresentar custos elevados, seu uso tem ficado restrito a instituições de pesquisas, tendo sua utilização justificada na calibração inclusive dos métodos de estimativa da ET utilizados pelos irrigantes, tais como as equações empíricas e o método do tanque classe “A”, quando instalado e operado com os devidos cuidados (Aboukhaled et al., 1982). Diversos pesquisadores em todo o mundo propuseram modelos indiretos para a estimativa da ETc, com as mais diferentes concepções e número de variáveis envolvidas. Antes de se eleger o modelo a ser utilizado para a estimativa da ETc, é necessário saber quais os elementos climáticos disponíveis, a partir do qual verifica-se quais podem ser aplicados, uma vez que a utilização dos diferentes métodos para certo local de interesse fica na dependência dessas variáveis.

Segundo Guandique (1993), a evapotranspiração pode ser determinada com a utilização de três métodos classificados em: os de balanço hídrico, os micrometeorológicos e os empíricos. Os lisímetros são peças fundamentais na determinação da evapotranspiração, pois além de permitirem a sua determinação direta, servem de instrumento de calibração para os métodos empíricos. A determinação do consumo d'água e coeficiente de cultura, o Kc, através de lisímetros, vem sendo empregado no Brasil, utilizando-se entre outros, lisímetros de pesagem, considerados os mais precisos. Essas determinações, após várias comparações com os valores recomendados por Doorenbos e Pruitt (1977) e através do manual 24 da FAO, tem demonstrado diferenças significativas, justificando a necessidade de novas medidas, principalmente na fase inicial da cultura (Hargreaves & Samani, 1985; Bastos, 1994; Pereira & Allen, 1997; Miranda et al. 1999a) em que os Kc's são

influenciados pelas características da cultura, data de semeadura e plantio, ritmo de desenvolvimento, duração do período vegetativo, condições meteorológicas e variedade.

A medição da variação de peso de um bloco de solo isolado (lisímetro de pesagem) é considerada um dos métodos de pesquisa mais práticos e precisos para se determinar diretamente a evapotranspiração das culturas, podendo ser utilizada para períodos de tempo menores que um dia (Howell et al., 1985). Dentre os principais fatores ambientais e de projeto que podem afetar as medições de evapotranspiração nos lisímetros citam-se: os efeitos da advecção, as dimensões do lisímetro, o regime de umidade do solo no seu interior, a espessura das paredes do lisímetro e a distância entre elas, a altura de suas bordas e diferenças de densidade entre a vegetação dentro e fora do lisímetro. Aspectos construtivos, de manejo e de manutenção de lisímetros, são encontrados em Aboukhaled et al. (1982) e Howell et al. (1985). Os lisímetros utilizados em pesquisa de ET usualmente podem ser agrupados em três categorias: (1) não-pesáveis com lençol freático de nível constante, mais utilizados em áreas onde o lençol freático é elevado; (2) não-pesáveis com drenagem livre, que são mais utilizados em áreas de alta precipitação; (3) lisímetros pesáveis, onde a variação de massa do sistema é determinada por um mecanismo de pesagem. Além disso, são também classificados quanto ao tipo de perfil (reconstruído ou monobloco), e ao sistema de drenagem (a vácuo ou gravidade).

Existem vários mecanismos de pesagem, sendo os mais modernos os de células de carga. A exatidão desse sistema vai depender das características da célula de carga e do sistema de armazenamento e processamento dos dados. A sensibilidade da evapotranspiração medida em lisímetros de pesagem está diretamente relacionado com o período de tempo no qual serão feitas as integrações em tempos menores do que 10 a 15 min são geralmente impraticáveis. Muitos lisímetros possuem resolução com aproximações de 0,01mm. Contudo, a interferência do vento limita essa sensibilidade em cerca de 0,02mm (Ritchie & Burnett, 1968). A resolução para um intervalo de integração diário (24h) é de 0,1mm. A sensibilidade desejada desse lisímetro pode ser obtida contrabalançando o peso “morto”, ou seja, o peso do dispositivo e o solo seco, mensurando o peso “vivo”, a água contida no solo com escalas de sensibilidade, podendo-se aumentar sua resolução aumentando a área da superfície em relação à profundidade média (Pruitt & Angus, 1960; Black et al., 1968).

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 Brasil, os dados de evapotranspiração (ET) utilizados no dimensionamento e no manejo de projetos de irrigação, quase sempre são obtidos utilizando-se equações que estimam a ET a partir de dados meteorológicos como, por exemplo, as equações de Hargreaves e Blaney-Criddle que, por sua simplicidade, estão entre as mais utilizadas na região Nordeste. Smith et al. (1992) chegaram à conclusão que dentre os métodos indiretos recomendados pela FAO em 1977 (FAO 24) o método de Penman-Monteith parametrizado para a grama com 12 cm de altura, resistência aerodinâmica da superfície de 70 sm^{-1} e albedo de 0,23 apresentava melhores resultados, passando a ser recomendado pela FAO como método padrão para estimativa da ETo. Allen et al. (2006) também recomendaram o uso da equação de Penman-Monteith com algumas simplificações, que ficou conhecido como método FAO Penman-Monteith e é atualmente o método padrão para estimar a ETo a partir de dados climáticos.

Segundo Doorenbos e Pruitt (1977), a evapotranspiração de uma cultura (ETc) pode ser calculada a partir da evapotranspiração de referência (ETo) e do coeficiente de cultivo (Kc) em seus diferentes estádios fenológicos. A ETo representa a evapotranspiração de uma cultura hipotética, crescendo ativamente, sem limitação de água e expressa o poder evaporante da atmosfera em um local e tempo específicos, não considerando as características do solo e da cultura. O coeficiente de cultura (Kc) é determinado empiricamente e varia com a cultura, com seu estágio de desenvolvimento, com o clima e práticas agronômicas adotadas. O Kc representa a integração dos efeitos de três características que distinguem a evapotranspiração de referência: i) a altura da cultura que afeta a rugosidade e a resistência aerodinâmica; ii) a resistência de superfície relativa ao binômio solo-planta, que é afetado pela área foliar (determinada pelo número de estômatos), pela fração de cobertura do solo com vegetação, pela idade e condições das folhas, e pela umidade no perfil do solo; iii) e pelo albedo da superfície da cultura-solo, que é influenciado pela fração de cobertura do solo, pela vegetação e pelo teor de água na superfície do solo, que influencia o saldo de radiação

disponível à superfície, que é a principal fonte de energia para as trocas de calor e de massa no processo de evapotranspiração (Doorenbos e Pruitt. 1977).

Para a maioria das culturas, o valor de K_c aumenta desde um valor mínimo na germinação até um valor máximo, quando a cultura atinge seu pleno desenvolvimento, e decresce a partir do início da maturação. Sedyama et al. (1998) citam que, durante o período vegetativo, o valor de K_c varia à medida que a cultura cresce e 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. Uma vez que a ET_c representa um índice climático da demanda evaporativa, o K_c varia, essencialmente, de acordo com as características da cultura, traduzindo em menor escala a variação dos elementos climáticos. Esse fato torna possível a transferência de valores de K_c de um local para outro e de um clima para outro. O coeficiente de cultura pode variar com a textura e o teor de água do solo, com a profundidade e densidade radicular e com as características fenológicas da planta. Entretanto, o conceito de K_c tem sido usado, extensivamente, para estimar a necessidade real de água de uma cultura particular por meio de estimativas ou medições de ET_c (Allen et al., 2006).

Várias pesquisas têm demonstrado que a ET_c não pode ser, simplesmente, estabelecida para todas as situações climáticas com um simples valor de K_c . Os coeficientes de culturas, portanto, devem ser determinados para cada estágio de desenvolvimento da cultura. Allen et al. (2006) apresentaram uma revisão do manual da FAO para determinação das necessidades hídricas das culturas, recomendando a adoção do método de Penman-Monteith como padrão para estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o), 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. Valores experimentais de K_c para melancia e outras culturas são encontrados na literatura (Doorenbos & Pruitt, 1977; Allen et al., 2006). No entanto, Allen et al. (2006) ressaltam que a altura da cultura e algumas condições climáticas do local do cultivo, tais como a velocidade do vento e a umidade relativa do ar, podem alterar a resistência aerodinâmica e, conseqüentemente, o K_c da cultura. Daí a necessidade da realização de experimentos para determinação dos coeficientes de cultivo em âmbito regional. A última publicação da FAO, o Boletim 56 (Allen et al., 2006), atualiza os

procedimentos de cálculo de evapotranspiração de referência (E_{To}), analisa aspectos relacionados à determinação do coeficiente de cultura (K_c) e recomenda procedimentos de avaliação de dados empregados nas estimativas da E_{To} .

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 .

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. A maioria das curvas ou tabelas de K_c são para culturas bem supridas de água. É possível utilizar o novo coeficiente K_c para estimar a E_{Tc} em áreas cujas condições climáticas são similares àquela do local onde um K_c foi determinado, uma vez que este coeficiente é um fator relativo e, em sua formulação, considera-se que a diferença na necessidade hídrica da planta, devido às condições climáticas, está incorporada na determinação da E_{Tc} . O coeficiente pode ser usado, também, em áreas com diferentes características climáticas, caso nos procedimentos de determinação da E_{To} sejam observadas as informações climáticas específicas do local (Pereira & Allen, 1997).

O coeficiente de cultivo representa os valores mínimos de exigência hídrica das plantas. A umidade do solo é, ainda, adequada e não reduz a produtividade da planta. Portanto, esse coeficiente permite um ajustamento dos efeitos da evaporação de uma superfície recentemente umedecida. Os dados de K_c apresentados na literatura podem servir de referencial supondo que na região onde está instalada a cultura, não tenha os dados locais. No entanto, a estimativa de K_c para as condições reais da área onde está implantada a cultura, é desejável devido às variabilidades climáticas e diferentes práticas agronômicas adotadas em cada região (Pereira & Allen, 1997).

2.3 Qualidade da água de irrigação

Partindo-se do princípio de que todas as águas contêm sais, mesmo utilizando águas para irrigação que apresentam reduzidas concentrações, existe um certo potencial de salinização em condições de chuvas e/ou drenagem insuficientes. Normalmente, em regiões áridas e semi-áridas, as águas superficiais e subterrâneas apresentam maior concentração salina do que em regiões úmidas e sub-úmidas, o que vai se somar ao problema de salinização e sodificação do solo (Medeiros, 1998). 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.

Muito embora a irrigação venha sendo praticada a milênios, a importância da qualidade da água só começou a ser reconhecida no início do século passado. A desatenção a este aspecto foi devido à abundância de fontes de água que, no geral, eram de boa qualidade e de fácil utilização (Ayers & Westcot, 1991). Segundo Medeiros (1998), para se determinar a viabilidade do uso de uma determinada água de irrigação, deve-se levar em consideração a concentração e composição química da mesma, a tolerância das culturas aos sais, as propriedades físicas e químicas do solo, as práticas de manejo do solo, água e culturas, as condições climáticas, o método de irrigação e as condições de drenagem.

Nas regiões áridas e semi-áridas, como acontece mundialmente, o aumento da demanda por água tem levado a utilização da maioria das fontes de boa qualidade disponível e obrigado à utilização de águas que apresentem níveis de salinidade mais elevados. Segundo diversos autores, entre os quais Leprun (1983), Martins (1993), Medeiros (1992), Medeiros et al. (2003) e Oliveira & Maia (1998), embora a maioria das fontes de água da região Nordeste apresente boa qualidade existem águas de qualidade inferior, em volume bastante elevado, que podem ser utilizadas para o crescimento da área irrigada.

A classificação proposta pelos técnicos do Laboratório Americano de Salinidade é a mais utilizada no Brasil para classificar as águas destinadas à irrigação. De acordo com Richards (1954), baseia-se geralmente na condutividade elétrica (CE), que indica o risco de salinidade e na razão de adsorção de sódio (RAS) como indicador de sodicidade. As águas dividem-se em quatro classes de acordo com a concentração total de sais solúveis (C_1 ,

C₂, C₃ e C₄), cada qual representando condutividades elétricas de 0-0,25; 0,25-0,75; 0,75-2,25; 2,25-4,00 dS m⁻¹, respectivamente. De acordo com a acumulação de sódio, as águas são divididas em 4 classes (S₁, S₂, S₃ e S₄) correspondendo a razão de adsorção de sódio menor que 18,67-4,44logCE; entre 18,67-4,44logCE e 31,31-6,66logCE; entre 31,31-6,66logCE e 43,75-8,87logCE; e maior que 43,75-8,87logCE.

Segundo Rhoades et al. (1992) a utilização das águas para irrigação depende das condições de uso, incluindo-se culturas, clima, solos, métodos de irrigação e práticas de manejo, o que torna as classificações de água quanto à salinidade não aconselhada para avaliar a adequabilidade da água de irrigação. No entanto, os mesmos autores sugerem que, com o propósito de identificar os níveis de salinidade de água, é necessário dispor de um esquema de classificação, sugerindo a mesma em termos de concentração de sais, expressos em condutividade elétrica e o tipo de água correspondente dentro das classes (Quadro 1).

Quadro 1. Classificação das águas em função da condutividade elétrica (CE) em dS m⁻¹ e concentração de sais em mg L⁻¹.

Classes de água	CE (dS m ⁻¹)	Concentração de sais mg L ⁻¹	Tipos de água
Não salina	<0,7	<500	Potável e água de irrigação
Ligeiramente salina	0,7 – 2	500 – 1.500	Água de irrigação
Moderadamente salina	2 – 10	1.500 – 7.000	Água de drenagem primária e subterrânea
Altamente salina	10 – 25	7.000 – 15.000	Água de drenagem secundária e subterrânea
Excessivamente salina	25 – 45	15.000 – 35.000	Água subterrânea altamente salina
Salmoura	>45	>35.000	Água do mar

2.4 Efeito da salinidade da água sobre o solo

Para se proceder a irrigação é necessário conhecer quanta água deve ser aplicada. Isto se complica quando existem problemas de salinidade, pois a cultura pode reduzir o consumo de água. Como o desenvolvimento e a produção de qualquer cultura estão diretamente relacionados com a qualidade e quantidade de água requerida pela cultura, uma

atenção especial deve ser dada principalmente quando se refere a presença de sais na água de irrigação.

Várias são as causas que podem levar a salinização do solo. Geralmente, a origem dos sais está relacionada à drenagem deficiente do solo. Os sais tendem a se acumular no solo devido à ascensão capilar do lençol freático e evaporação da água, na ausência de lixiviação. O uso excessivo de fertilizantes, a influência de ventos que carregam sais encrostados na superfície de solos altamente salinos para outras áreas e inundações de áreas cultivadas pela água do mar devido à maré alta, também podem ser a causa de salinização do solo (Blanco, 1999).

Todavia, costuma-se dizer que a salinização do solo pode ter origem natural ou primária e induzida pelo homem ou também chamada secundária. Os processos naturais associados diretamente a pedogênese são os responsáveis pela maior parte da área salinizada no mundo (Tanji, 1990). Entretanto, a salinização causada pela ação do homem é a que traz maior impacto econômico por ocorrer em áreas que houve investimento de capital. A salinização induzida pelo homem pode ocorrer devido a fatores ligados principalmente pelo manejo inadequado da irrigação, quais sejam: a) uso de água de irrigação com alta concentração salina; b) elevação do lençol freático causado pelo manejo inadequado da irrigação, e; c) aplicação de fertilizantes, de forma excessiva e pouco parcelada no decorrer do período, induzindo stress osmótico ao sistema radicular. De maneira geral, o processo de salinização pode ser evitado ou desacelerado caso ocorram precipitações pluviométricas concentradas em quantidades suficientes, associadas a boa permeabilidade do solo ou sistema de drenagem eficiente, promovendo assim uma lavagem natural do perfil do solo (Silva, 2002).

A prática de irrigação deve ser usada de forma racional, uma vez que as condições de clima do Nordeste (altas temperaturas e baixa pluviosidade) e os elevados teores de sais nas águas de irrigação, têm causado problemas de salinidade nos solos. De acordo com Medeiros & Gheyi (1997), o nível de salinidade dos solos deve ser sempre inferior ao nível nocivo às plantas cultivadas. Assim, o monitoramento direto da salinidade na zona radicular é recomendado para avaliar a eficiência dos diversos programas de manejo nas áreas irrigadas. Essas águas nem sempre são adequadas para irrigação, contribuindo para o aparecimento de problemas de salinidade e, conseqüentemente, problemas nutricionais do

cultivo, resultando em prejuízos para os agricultores. A água de irrigação, mesmo de baixa salinidade, pode se tornar um fator de salinização do solo se não for manejada corretamente (Ayers & Westcot, 1991).

A salinidade do solo pode ser determinada a partir de medidas de condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes), considerado método padrão, ou da condutividade do extrato em diferentes relações solo:água (Richards, 1954). Em campo, vários métodos são disponíveis para determinar e avaliar a salinidade, como técnica de indução eletromagnética, “four-electrode probes”, “time domain reflectometry-TDR” (Rhoades, 1994) e, ainda, mediante o uso de extratores (Silva, 2002). Cada um desses métodos apresenta vantagens e desvantagens, sendo que o uso de extratores é, atualmente, o mais recomendado, uma vez que a condutividade elétrica (CE) obtida por este método reflete as condições reais em que a planta se desenvolve, uma vez que a salinidade média da água contida na zona radicular (CE_{zr}) é a que deve ser tolerada pelas plantas (Ayers & Westcot, 1991).

2.5 Efeitos da salinidade sobre as culturas

As plantas em ambientes com alta concentração de sais podem sofrer estresse de duas maneiras: em razão da baixa disponibilidade de água no solo, em consequência da diminuição do potencial osmótico na zona radicular, devido a grandes quantidades de sais na solução do solo, e pelo efeito tóxico de altas concentrações de íons específicos (Moura, 2000).

As plantas extraem água do solo quando as forças de embebição dos tecidos das raízes são superiores às forças de retenção da água exercida pelo solo (Ayers & Westcot, 1991). A energia para absorver água em um solo salino é superior à energia para absorver água de uma solução sem sais. De acordo com Maas & 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. De modo geral, de acordo com Maas & Hoffman (1977), a produção vegetal decresce linearmente com o aumento da salinidade do solo a partir de determinado nível de salinidade, denominado “salinidade limiar” da cultura.

Os principais problemas causados pela salinização do solo são a redução do potencial osmótico da solução do solo, diminuindo sua disponibilidade de água e a toxicidade de certos íons às plantas, conforme descrevem Rhoades et al. (1992), Bernardo (1996) entre outros. Desta forma as plantas tendem a consumir cada vez menos água à medida que se aumenta a salinidade do solo, podendo chegar a ponto de perder água para o solo com a redução progressiva do potencial osmótico.

Além de promover a queda dos rendimentos das culturas pelo efeito osmótico, ou seja, restringindo a absorção de água, com conseqüentes implicações para os processos fisiológicos, a salinidade pode levar a intoxicação das plantas, mediante a presença de íons específicos na água de irrigação, e ainda, por promover desbalanços nutricionais, pois esta interfere na cinética de absorção de nutrientes. Alguns íons apresentam efeitos tóxicos às plantas, inclusive em concentrações muito inferiores às necessárias para prejudicar os cultivos via efeito osmótico. O mecanismo mediante o qual se produz a toxicidade não é bem conhecido e possivelmente é distinto em cada caso. Parece confirmado que a toxicidade não é devido ao efeito direto dos íons, e sim por estes induzirem as alterações no metabolismo, ocasionando o acúmulo de produtos tóxicos (Pizarro, 1985).

Os sais, além de afetarem a disponibilidade de água, causam distúrbios nutricionais, os quais dependem do tipo de sal e do genótipo da planta. Conforme Marschener (1995), a presença de certos íons em excesso pode impedir a absorção de outros elementos essenciais para o crescimento da planta, levando ao desbalanceamento nutricional. Sabe-se também que as diferentes espécies e cultivares de plantas reagem diferentemente à salinidade, havendo para cada espécie ou cultivar um limite tolerável de salinidade que não causa redução na produtividade potencial (salinidade limiar - SL), a partir do qual a produtividade passa a diminuir à medida que se incrementa a salinidade do solo (Ayers & Westcot, 1991; Rhoades et al., 1992). Dessa forma, é fundamental para melhorar o manejo das áreas irrigadas a definição, para as principais culturas exploradas, da salinidade crítica da água e solo.

Segundo Maas & Hoffman (1977), além de haver diferenças de tolerância entre as espécies e entre cultivares, dentro de uma mesma espécie pode também existir diferenças entre as fases fenológicas. A tolerância à salinidade varia tanto entre as culturas como entre as variedades de uma mesma espécie. A resposta das plantas aos sais depende, sobretudo, do tipo de sal, método e frequência de irrigação (Rhoades et al., 1992).

Segundo Läuchli & Epstein (1990), a salinidade afeta as plantas de diversas maneiras, podendo causar efeitos osmóticos, tóxicos, indiretos de ordem nutricional e devido a sua influencia sobre as características do solo. Shannon & Francois (1978) afirmaram que a salinidade pode afetar o comportamento das plantas de forma diferente, em função do seu estágio de desenvolvimento. Para Meiri et al. (1981), o aumento da salinidade reduz o tamanho dos frutos de melão, acelerando o amadurecimento. Já Amor et al. (1999) concluíram que águas salinas podem ser usadas no meloeiro com perdas mínimas, se a concentração de sais e a duração de exposição forem cuidadosamente monitoradas.

Sousa (1999), trabalhando com níveis de salinidade sobre o desenvolvimento do melão e melancia, observou que as plântulas de melancia têm 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 Shannon e Francois (1978), algumas variedades da cultura do melão (*Cucumis melo* L.) são moderadamente tolerante a sais, podendo variar segundo o meio. Objetivando avaliar o crescimento e o desenvolvimento do híbrido de melão Gold Mine, submetido a dois níveis de salinidade da água de irrigação (0,55 e 2,65 dS m⁻¹), em Mossoró (RN), Farias et al. (2003) verificaram que o acúmulo de fitomassa seca foi afetado pela água de maior salinidade ao longo de todo o ciclo da cultura. Na Espanha, Franco et al. (1997), estudando o efeito da salinidade (2,5, 5,0 e 7,5 dS m⁻¹) na área foliar e no rendimento de híbridos de melão cantaloupe, ‘Delada’, ‘Gallicum’, ‘Galar’, ‘Melina’, ‘Regal’ e ‘Revigal’), concluíram que, aos 36 dias após o plantio, o ‘Melina’ apresentou maior área foliar para os níveis de salinidade 5,0 e 7,5 dS m⁻¹ (28,01 e 21,32 cm² planta⁻¹, respectivamente). Para o rendimento, o ‘Melina’ obteve 2,79 e 2,32 (kg m⁻²) nas salinidades de 5,0 e 7,5 dS m⁻¹, respectivamente, mas não diferiu do ‘Regal’ e do ‘Galar’ na condutividade elétrica intermediária e do ‘Gallicum’, na condutividade elétrica alta. Em pesquisa realizada também na Espanha e trabalhando com oito híbridos de melão (Amarelo, Amarelo ouro, Cantaloupe americano, Galia, Pele de sapo, Pele de sapo piñonet, Temprano rochedo e Tendral terreno) sob diversos níveis salinos da água de irrigação (1,9; 5,3; 11,6; 14,4 e 20,3 dS m⁻¹), verificando o seu crescimento vegetativo, concluiu-se que o ‘Tendral terreno’ foi o mais tolerante quanto ao crescimento vegetativo (Botía et al., 1998).

Marinho et al. (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 $2,27 \text{ dS m}^{-1}$ houve decréscimos vegetativos em todas as cultivares.

Em contrapartida, alguns fatores podem reduzir os efeitos de sais sobre as plantas, os quais requerem o manejo adequado da salinidade quando se usa água de irrigação salina. Isso requer um entendimento de como os sais afetam as plantas e solos, de como os processos hidrológicos afetam a acumulação de sais e, também, de como os tratos culturais e irrigação afetam a salinidade da água e do solo. Dessa forma, o método de irrigação que minimiza o estresse mátrico, como irrigação por gotejamento, pode ser usado para reduzir os efeitos nocivos da água de irrigação salina em solos salinos, bem como a fração de lixiviação alta pode ser usada para amenizar a acumulação de níveis elevados de salinidade em regiões mais profundas da zona radicular (Hoffman et al., 1990; Ayers & Westcot, 1991).

A irrigação deve ser adequada ao longo do tempo para prevenir acumulação de sais na zona radicular. Para evitar elevação do lençol freático, que freqüentemente contribui para acumulação de sais na superfície do solo, aplicações de irrigação não devem ser excessivas (Kruse et al., 1990). Por outro lado, a escolha do momento da irrigação pode evitar potenciais mátricos baixos da água do solo e como conseqüência concentrações relativamente mais elevadas. Irrigações freqüentes também mantêm o movimento dos sais para fora da zona radicular. Se as irrigações são aplicadas freqüentemente, cada lâmina deve ser pequena, o que raramente pode ser aplicada pelos sistemas de irrigação por superfície. Como os sistemas de irrigação localizada produzem concentrações elevadas de sais na superfície do solo e contorno do bulbo, chuvas inesperadas podem mover os sais para dentro da zona radicular. Então, as irrigações, deveriam ser manejadas durante ou após as chuvas para lixiviar os sais antes que criem situações de danos às culturas (Pizarro, 1990).

2.6 Manejo da água para irrigação localizada

Dentre os principais fatores que afetam o desenvolvimento e produtividade das plantas, o teor de água disponível no solo tem sido considerado como um dos maiores agravantes. O solo necessita de uma certa quantidade de água que funciona como

veículo de transporte de nutrientes e atuando como refrigerador das folhas através da transpiração (Klar, 1991).

A irrigação deve repor ao solo a quantidade de água retirada pela cultura e o momento de se irrigar é aquele no qual a disponibilidade de água no solo assume valor mínimo abaixo do qual a planta começa a decair sua produtividade. A definição de quando irrigar pode ser feita por métodos que estabeleçam valores limites para variáveis de solo ou de planta (Hoffman et al., 1990). A eficiência da irrigação é algo que se identifica por uma relação custo-benefício, cuja maximização depende de um conjunto de fatores, desde as condições de mercado para os produtos agrícolas até as características de desempenho dos emissores (Frizzone, 1992). É importante, principalmente no Nordeste brasileiro, que se utilize a água de maneira racional e eficiente, uma vez que, além de se enfrentar a elevação dos custos de energia, os produtores estão freqüentemente diante do problema da escassez de recursos hídricos.

Devido ao confinamento das raízes em um volume de solo limitado, com reduzido volume de água disponível para as plantas, o manejo da irrigação por gotejamento exige que a evapotranspiração da cultura seja determinada de forma precisa e para intervalos máximos de um dia (Clark et al., 1996). De acordo com Santos et al. (2004), as necessidades hídricas das culturas variam de acordo com as fases de crescimento: I) fase inicial - do plantio até 10% de cobertura do solo; II) fase de desenvolvimento - 10% de cobertura até total cobertura; III) fase intermediária - do total estabelecimento da cultura até o início do amadurecimento dos frutos; IV) fase final - da maturação à colheita dos frutos. Para a melancia cultivada na Região Nordeste, essas fases têm duração aproximada de 24, 13, 19 e 15 dias, respectivamente (Miranda et al., 2004).

O desenvolvimento da irrigação com a aplicação de fertilizantes via água, isto é, a fertirrigação, tem feito com que a forma tradicional de aplicação de fertilizante seja substituída. Em sua totalidade, o melão produzido no Estado do Rio Grande do Norte é cultivado sob irrigação; trata-se de uma das culturas em que mais se pratica a fertirrigação. Com o uso desta, torna-se fácil a adaptação das quantidades e concentrações dos nutrientes específicos exigidos pelas culturas em cada fase de desenvolvimento; como consequência, a lixiviação de nutrientes para fora do bulbo úmido é reduzida (Bar-Yosef, 1999); entretanto, para se planejar a aplicação em fertirrigação das doses dos nutrientes ao longo do ciclo da

cultura, é imprescindível o conhecimento das curvas de crescimento e de absorção de nutrientes pela cultura. Atualmente, muitos parâmetros relacionados à fertirrigação na cultura do melão estão definidos (Pinto et al., 1993, 1994). A aplicação de fertilizantes em pequenas doses reduz sua lixiviação, evitando a contaminação do lençol freático e de reservatórios de água superficiais e subterrâneos. Já Papadopoulos (1999) diz que a fertirrigação de cucurbitáceas pode proporcionar incrementos de produção acima de 100%.

Dentre os problemas encontrados com o uso da fertirrigação, está a salinização. A salinização pode ser acelerada pelo uso de fertilizantes mais salinos, normalmente de menor custo e mais atrativos para o agricultor. O poder de salinização pode ser medido pelos índices de salinidade global e parcial (Villas Boas et al., 1999). Por outro lado, na irrigação por gotejamento devido às raízes se concentrarem em um volume reduzido do solo, a aplicação da fertirrigação deve ser mais eficiente que o método tradicional; os nutrientes se depositam no solo na região em que se encontram as raízes, dentro do bulbo úmido, aumentando a recuperação de fertilizantes aplicados (Juan, 1993). Além disso, a fertirrigação reduz as flutuações de salinidade da solução do solo causada pelos fertilizantes, melhorando as condições da solução do solo especialmente para as culturas sensíveis à salinidade (Papadopoulos, 1999). Desta forma, através da irrigação por gotejamento, pode-se irrigar com águas mais salinas em comparação às águas recomendadas para os demais métodos de irrigação.

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).

Sabe-se que o rendimento de uma cultura agrícola está condicionado a vários fatores referentes ao solo, à planta e ao clima. Dentre esses fatores a água e o nitrogênio merecem destaque especial não só pelo custo de produção, que juntos representam cerca de 10% no caso da melancia, mas também da necessidade de se utilizar água e o nitrogênio eficientemente de modo a garantir a disponibilidade da água e manter o solo com condições de ser utilizado por gerações futuras (Mousinho et al., 2003). Segundo Pomares et al. (2002) para a melancia produzir satisfatoriamente é necessário uma adubação nitrogenada em torno de 100

a 200 kg ha⁻¹. No Brasil, trabalhos sobre marcha de absorção de nutrientes na cultura da melancia foram publicados por Nascimento et al. (1991), com informações sobre a cultura até o início do estágio de frutificação e, mais recentemente, por Grangeiro e Cecílio Filho (2005), todos realizados na região Sudeste, cujos sistemas de produção e cultivares são diferentes dos empregados na região do Nordeste, mas especificamente no Agropólo Mossoró-Assú. Entretanto, existe a necessidade da obtenção dessas informações com cultivares e sistema de produção empregadas na região, de forma que as mesmas possam ser utilizadas no manejo mais eficiente na aplicação dos fertilizantes na cultura da melancia, bem como nos períodos de maiores exigências da cultura.

Para a região do Agropólo Mossoró-Assú, a adubação nitrogenada para o melão está sendo realizada segundo a recomendação de Crisóstomo et al. (2002). Bhella & Wilcox (1989) verificaram que com o aumento da dose de N a área foliar do meloeiro aumentou sensivelmente; entretanto, o crescimento das plantas e a produção de frutos aumentaram com a redução da dosagem de nitrogênio aplicada. Estudando o efeito da fertirrigação e das frequências de aplicação de nitrogênio e potássio nos parâmetros de crescimento do meloeiro em Botucatu (SP), Souza (1993) constatou que o maior acúmulo de matéria seca foi registrado entre 26 e 36 dias após o transplantio das mudas e, ainda, que a taxa de crescimento tende a reduzir com a idade das plantas.

O aumento da dosagem de nitrogênio até 67 kg ha⁻¹, elevou a área foliar do meloeiro, o que influencia a produção de fotoassimilados e, conseqüentemente, o aumento na produção de frutos (Bhella & Wilcox, 1989). Dados experimentais e informações na literatura são contraditórios em relação às doses de nutrientes para o meloeiro, mesmo em sistema convencional de adubação. Com o surgimento da fertirrigação no Brasil, Pinto et al. (1997) destaca-se a necessidade de se determinar doses ótimas de nutrientes a serem aplicadas via água de irrigação para cada cultura.

Além de doses e fontes de nutrientes para adubação, deve-se ter especial atenção ao efeito da interação adubação-salinidade sobre as plantas, isto é, dos efeitos específicos, como o desbalanceamento dos nutrientes essenciais. Gratan & Grieve (1999) fizeram uma revisão bibliográfica sobre os efeitos de doses de nutrientes na tolerância de culturas à salinidade, verificando que muitos estudos têm sido conduzidos com solo e/ou substrato deficiente em N, P e/ou K. Rhoades et al. (1992) dizem que plantas que se

desenvolvem em solos férteis podem parecer mais tolerantes aos sais em relação àquelas que crescem em solos deficientes, pois a fertilidade é o principal fator limitante do crescimento; então a adição de fertilizantes extra não alivia a inibição do desenvolvimento causada pela salinidade. Kafkafi (1984) relata que existem evidências de competição na absorção entre nitrato e cloreto, de modo que um aumento na concentração de nitrato na zona radicular pode inibir uma maior absorção de cloreto pela planta. Por outro lado, nitrogênio amoniacal reduz os teores de Ca e Mg na planta, diminuindo a permeabilidade seletiva da membrana radicular, proporcionando aumento na absorção de cloreto, quando o mesmo encontra-se em concentração elevada no meio. Dessa forma, o aumento da dose de fertilizantes aplicada em uma cultura sensível à salinidade poderia elevar estas relações nas folhas e, conseqüentemente, promover um aumento na tolerância da cultura à salinidade. Neste caso, a fertirrigação é de particular interesse, visto que ajustes nas quantidades aplicadas de acordo com as análises de solo e planta podem ser facilmente realizados.

Para se conhecer a melhor dose e/ou fonte de nutriente para adubação das culturas, se faz necessário à obtenção do desenvolvimento da planta durante o seu ciclo. A análise de crescimento se baseia fundamentalmente no fato de que cerca de 90% em média, da matéria seca acumulada pelas plantas ao longo do seu crescimento, resulta da atividade fotossintética. O restante, da absorção de nutrientes minerais do solo. Embora quantitativamente de menor expressão, os nutrientes minerais são indispensáveis ao crescimento e desenvolvimento vegetal (Benincasa, 1988).

As análises de crescimento produzem conhecimentos de valor prático e informações exatas, referentes ao crescimento e comportamento dos genótipos, que podem ser utilizadas pelos produtores, de modo que, os permitam escolher a cultivar que melhor se adapte a cada região (Cardoso et al., 1987).

Diversos são os métodos para a determinação da umidade do solo, como o gravimétrico, considerado o método direto padrão, além dos métodos indiretos, que a estimam, a partir de outras propriedades do solo, tais como termalização de nêutrons, resistência elétrica e reflectometria no domínio do tempo (TDR). O método gravimétrico apresenta resultados precisos a um custo relativamente baixo, quando usado como técnica laboratorial, mas para medidas no campo o acondicionamento e transporte das amostras podem reduzir a precisão dos resultados e, ainda, para amostragens repetidas em uma pequena

área, podem causar interferência no local em estudo. O uso da sonda de nêutrons exige um treinamento especial para seu manuseio, principalmente pela presença de fontes radioativas. O bloco de gesso é um instrumento simples e de baixo custo, mas o elemento sensor sofre deterioração com o tempo devido à interação com os compostos físico-químicos do solo (Coelho & Or, 1996).

Para medidas de umidade do solo em laboratório e em campo, a utilização da TDR possui algumas vantagens quanto ao uso, principalmente pela precisão, possibilidade de multiplicação de leituras, repetição sem destruição da amostra de solo e pela segurança (Coelho & Or, 1996). A TDR baseia-se no efeito da umidade do solo sobre a velocidade de propagação de pulsos de microondas em cabos condutores envoltos por solo. Este fenômeno se deve à diferença entre as constantes dielétricas (K [adimensional]) da água, do ar e do material sólido do solo.

A idéia básica da técnica é medir o tempo de deslocamento t (ns) de uma seqüência de pulsos que possuem harmônicos na frequência de microondas em uma linha de transmissão (antena), composta de hastes de aço introduzidas no solo. Quanto maior este tempo de deslocamento, maior a constante dielétrica relativa aparente do solo ϵ_b , conforme a equação (1).

$$\epsilon_b = \left(\frac{c \cdot \Delta t}{2L} \right)^2 \quad (1)$$

onde Δt é o tempo de propagação da onda eletromagnética (ns) na haste da guia da sonda, c é a velocidade da luz (29,9977 cm/ns) e L é o comprimento da guia (cm), sendo o conteúdo de água no solo determinado a partir da constante dielétrica aparente lida.

A TDR100 (Campbell Scientific, Inc.) usa a equação 2 simplificada da equação 1 expressando a ϵ_b , como uma razão do comprimento aparente da guia ($L_a = c\Delta t/2$) e comprimento real da guia, L , obtendo-se então:

$$\sqrt{\epsilon_b} = \frac{L_a}{L} \quad (2)$$

A determinação dos teores de água do solo pela técnica de TDR é feita a partir de valores da constante dielétrica aparente, correlacionados aos dados de teor de água, por meio de curvas de calibração obtidas a partir de dados de campo ou laboratório. Os baixos valores da constante dielétrica do ar ($\epsilon_b=1$), da matriz sólida ($\epsilon_b=3$) comparados ao da água ($\epsilon_b=81$) tornam o método pouco sensível à composição textural e à estrutura do solo. Topp et al. (1980) propuseram um modelo polinomial de terceiro grau para estimativa dos teores de água, equação 3, ao qual vem sendo muito utilizado:

$$\theta_v = -5,3 \times 10^{-2} + 2,92 \times 10^{-2} \epsilon_b - 5,5 \times 10^{-4} \epsilon_b^2 + 4,3 \times 10^{-6} \epsilon_b^3 \quad (3)$$

onde θ_v ($m^3 m^{-3}$) é o teor de água em base volumétrica.

As vantagens inerentes da técnica da TDR como a precisão, método não destrutivo, a não utilização de radiação ionizante, possibilidade de automação e acoplamento de dispositivos multiplicadores de leituras são justificativas importantes para a adoção cada vez maior desta técnica, em substituição a outros métodos (Coelho & Or, 1996).

A energia da onda é atenuada em proporção à concentração iônica do meio ao longo das hastas condutoras, a qual serve como base para a medida da condutividade elétrica aparente. Desta forma, ao se conhecer a permissibilidade elétrica de um meio padrão (p.e. água deionizada) pode-se estimar comparativamente, a condutividade elétrica de um meio desejado (p.e. solução do solo). Para estimar a condutividade elétrica, a técnica da TDR necessita da impedância característica da sonda em água destilada. Em posse deste valor analisa-se a impedância causada pelo meio estudado, e por diferença estima a condutividade elétrica (CE) através da equação 4 (Giese & Tiemann, 1975):

$$CE = \frac{Z_0}{120\pi LZ_u} \left(\frac{2V_0}{V_{inf}} - 1 \right) \quad (4)$$

onde:

L = comprimento da sonda, m;

Z_0 = Impedância característica da sonda. (Deve ser obtido em água destilada), ohm;

Z_u = Impedância no cabo ~ 50 ohm;

V_0 = amplitude do sinal eletromagnético gerado pelo TDR, volts;

V_1 = amplitude do sinal depois da reflexão do início da sonda, volts;

V_{inf} = amplitude do sinal de retorno depois de reflexões múltiplas, volts.

Outra forma de expressar a equação de Giese-Tieman (1975), usada pela TDR100 (Campbell Scientific) é a seguinte:

$$CE = \frac{K}{Z_u} \cdot \frac{1 - \rho_{inf}}{1 + \rho_{inf}} \quad (5)$$

em que o K é uma constante geométrica da sonda e ρ_{inf} o coeficiente de reflexão, isto é, a relação V_0/V_{inf} menos 1. A constante K pode ser obtida fazendo-se leituras de CE em soluções de CE conhecidas. No manual TDR100 da Campbell Scientific recomenda-se utilizar o valor de 31,6 e 17,4 para as sondas com duas ou três hastes, respectivamente, para a CE em $dS\ m^{-1}$.

A utilização da técnica para a estimativa da condutividade elétrica não é bem difundida entre a maioria dos usuários devido à carência de informações descrevendo suas potencialidades e limitações, principalmente sobre a qualidade e precisão de leituras *versus* a configuração de sondas. O desafio de conhecer e utilizar-se destas informações de forma correta pode resultar em desenvolvimento de sondas com vantagens adicionais, pois leituras pontuais de umidade e condutividade elétrica do solo, contribuiriam para que a técnica da TDR fosse ainda mais atrativa como ferramenta capaz de auxiliar no manejo da fertirrigação. Todavia, a principal desvantagem tem sido o custo, ainda alto para os padrões da agricultura nacional. Para reduzir erros atribuídos a variabilidade espacial no manejo da irrigação ou para acompanhar a frente de molhamento no perfil do solo é necessário uma expressiva quantidade de sondas de TDR, o que tem sido inviabilizado pelo elevado custo de aquisição das mesmas, principalmente por serem acessórios importados.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e descrição da área experimental

O trabalho foi constituído de dois experimentos realizados com as culturas da melancia e melão, sendo estes conduzidos na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, localizada em Alagoinha – município de Mossoró-RN, pertencente, à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, situando-se na latitude 5°03'37"S e longitude de 37°23'50"W Gr, com altitude aproximada de 72 m, distando 20 km da cidade de Mossoró-RN. Mossoró encontra-se na região noroeste do Estado do Rio Grande do Norte, sendo o bioclima da região, de acordo com a classificação de Gaussen, do tipo 4 ath tropical quente de seca acentuada, com índice xerotérmico entre 200 e 150 e ser seco durante 7 a 8 meses. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima de Mossoró é do grupo BSw^h, isto é, tropical semi-árido muito quente e com estação chuvosa no verão atrasando-se para o outono, apresentando temperatura média de 27,4°C, precipitação pluviométrica anual muito irregular, com média de 673,9 mm e umidade relativa do ar de 68,9% (Carmo Filho & Oliveira, 1989).

A água de irrigação disponível na Fazenda Experimental é proveniente

de um poço perfurado do aquífero Arenito Açú, caracterizando-se por apresentar profundidade aproximada de 1000 m, com água de boa qualidade, com condutividade elétrica da água (CEa) em torno de $0,57 \text{ dS m}^{-1}$.

Os dois experimentos foram realizados no mesmo local, cujo solo da área experimental, que por ocasião do primeiro experimento se encontrava em pousio por pelo menos cinco anos, foi classificado como um Podzólico Vermelho Amarelo latossólico, atualmente classificado, conforme Embrapa (1999) como Argissolo Vermelho-Amarelo, fase caatinga hiperxerófila e relevo plano (Sudene, 1968).

Por ocasião dos dois experimentos, foram coletadas amostras de solo na área experimental para a caracterização granulométrica e química, a fim de promover a adubação adequada das parcelas e seguir a recomendação de adubação em cada cultura implantada, onde a adubação foi realizada por fertirrigação. Nesse caso, foram coletadas amostras deformadas e indeformadas em trincheiras, nas camadas de 0-15, 15-30, 30-45 e 45-60 cm, para a determinação da densidade global e de partículas do solo.

Para a determinação da curva de retenção, foram coletadas amostras na profundidade de 0-25 cm, o que corresponde a primeira camada de solo retirada e separada nos lisímetros. Para as pressões menores que 10 kPa foi utilizada a mesa de tensão (funil de Haines), e para as tensões acima de 10 kPa a câmara de Richards. O ajuste da curva foi realizado de acordo com a metodologia proposta de Van Genuchten (1980), pela qual a umidade do solo pode ser descrita pela Equação 6:

$$\theta(h) = \theta_r + \frac{(\theta_s - \theta_r)}{\left[1 - (\alpha h)^n\right]^m} \quad (6)$$

sendo:

$\theta(h)$ – umidade do solo ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$) para um dado valor de h ;

θ_r – umidade residual do solo ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$), obtido pelo modelo por extrapolação;

θ_s – umidade de saturação do solo ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$);

α , n e m – parâmetros de ajuste do modelo;

h – módulo potencial matricial (kPa).

Na Tabela 1, encontram-se as análises realizadas para fins de

fertilidade do solo antes da instalação do 2º experimento e da água utilizada do poço profundo, bem como os coeficientes encontrados para a equação 6. O solo do local para a camada de 0-20 cm apresenta densidade do solo igual a $1,53 \text{ g cm}^{-3}$, densidade de partículas de $2,64 \text{ g cm}^{-3}$ com conteúdo de areia, silte e argila de 82%, 4% e 14%, respectivamente.

Tabela 1. Características químicas do solo e da água de irrigação.

Solo (Profundidade 0-20 cm)										
P mg kg ⁻¹	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Soma de Bases	Al ³⁺	pH (H ₂ O)			
(cmol _c dm ⁻³)										
30,20	0,28	3,20	1,00	0,31	4,79	0,05	6,00			
Análise da água (Poço Profundo)										
CE dS m ⁻¹	Ca ²⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Cl ⁻	CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	pH	RAS	RAS _{aj}
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
Coefficientes da equação 6 (0-25 cm)										
α	θ _s	θ _r	n		m		r ²			
0,1972	0,365	0,046	2,409		0,5849		0,99901			

3.2 Caracterização dos experimentos, tratamentos e delineamento

Os experimentos foram realizados no período de fevereiro a abril de 2006 (Experimento 1) e de novembro de 2006 a fevereiro de 2007 (Experimento 2).

Nos dois experimentos, as irrigações foram realizadas pelo sistema de gotejamento, onde cada parcela constituiu uma subunidade de irrigação. O sistema era formado por um cabeçal de controle (duas moto-bombas; dois filtros de disco; manômetros e um dispositivo constituído de registros para as misturas das águas de irrigação e para o controle das vazões (Figura 1 e Anexo 1). Em cada parcela existia um registro para controle da irrigação, sendo que o controle da água realizado individualmente).

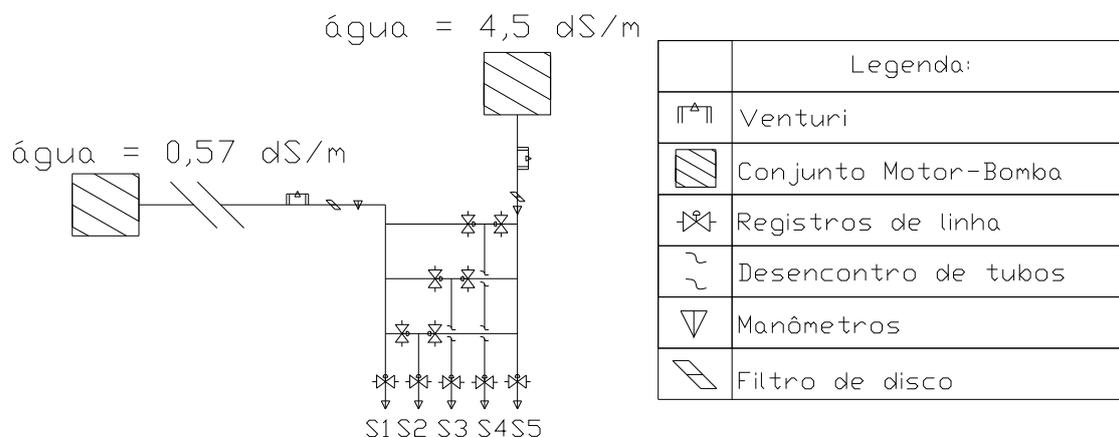


Figura 1. Cabeçal de controle mostrando o esquema das misturas de águas de irrigação.

3.2.1 Experimento 1

A cultura utilizada foi à melancia [*Citrullus lanatus* (thumb) Matsum & Nakai], cultivar Mickylee, onde foi semeada diretamente em campo no dia 11 de fevereiro de 2006, no espaçamento de 2,0 x 0,4 metros entre plantas, e a colheita foi realizada aos 29 de abril (Anexo 1). A irrigação foi realizada pelo sistema de irrigação por gotejamento, onde cada parcela representou uma subunidade de irrigação. Esse sistema constou de um cabeçal de controle (Figura 1) e linhas de gotejadores espaçados de 0,4 m, com vazão média dos gotejadores de 1,65 L h⁻¹ a uma pressão de 98 kPa. A lâmina bruta de irrigação durante todos os 78 DAP foi de 94,6 mm, o que corresponde aproximadamente a uma redução de 70% da lâmina média aplicada num cultivo, isto devido a quantidade de chuvas ocorridas no período. A injeção de fertilizantes foi realizada por meio de venturis, tendo sido fornecidos 127 kg ha⁻¹ de N, 132 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 162 kg ha⁻¹ de K₂O.

O delineamento estatístico adotado foi o de blocos inteiramente casualizados, sendo os tratamentos compostos da aplicação de lâminas de irrigação com cinco níveis de salinidade da água (S1 = 0,55 dS m⁻¹, S2 = 1,65 dS m⁻¹, S3 = 2,35 dS m⁻¹, S4 = 3,45 dS m⁻¹ e S5 = 4,5 dS m⁻¹) e quatro repetições. Desta maneira, a água de menor salinidade (S1) foi proveniente de um poço artesiano profundo e a água de maior salinidade (S5) produzida previamente com a mistura dos sais NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgSO₄.6H₂O de modo que a relação catiônica Na:Ca:Mg foi de 7:2:1. Os outros três níveis de salinidade da água foram obtidos da

mistura dessas duas águas, sendo monitorados diariamente. A proporcionalidade utilizada para Na:Ca:Mg é, de acordo com Medeiros (1992), uma aproximação representativa da maioria das fontes de água disponível para irrigação no Nordeste brasileiro. As parcelas experimentais foram constituídas de três fileiras de plantas de 20 m, sendo duas bordaduras e a fileira central a parcela útil.

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 (Apêndice 1).

3.2.2 Experimento 2

A cultura utilizada foi o melão (*Cucumis melo* L.) tipo Honey Dew, cultivar Orange flesh híbrido “County”, que foi semeada em bandejas de poliestireno de 128 células em novembro de 2006, utilizando-se o substrato comercial GOLDEN MIX à base de fibra de coco. O transplante foi realizado aos 13 DAS (Dias Após a Semeadura em estufa), no espaçamento de 2,0 x 0,3 metros entre plantas, totalizando 16.667 plantas por hectare, sendo a cultura conduzida sobre o mulch (filme de polietileno preto-branco, sendo a face branca voltada para cima), colocado previamente nos camalhões, ao qual foi preparado com gradagem. O experimento foi instalado no mesmo local do experimento 1, sendo utilizados os mesmos lisímetros e as mesmos locais das parcelas onde foram distribuídos os tratamentos com os níveis de salinidade (Figura 1 e Anexo 2).

Na irrigação realizada por gotejamento se utilizaram três linhas de gotejadores espaçados de 0,2, 0,3 e 0,4 m, com o gotejador fabricado pela Petroisa Irrigação Ltda, ao qual forneceu uma vazão média de $1,1 \text{ L h}^{-1}$ a uma pressão de 78,5 kPa, por gotejador. A lâmina bruta de irrigação entre os dias 12 e 69 DAS foi de 205 mm, o que corresponde aproximadamente a uma redução de 30 a 40% da lâmina média aplicada num cultivo sem mulch. Foi aplicado via fertirrigação antes do transplante das mudas, $43,8 \text{ kg ha}^{-1}$ de N, $74,6 \text{ kg ha}^{-1}$ de P_2O_5 e $77,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de K_2O , considerando-se como adubação de fundação. A injeção de fertilizantes foi realizada por meio de dois venturis, tendo sido

fornechos 92,5 kg ha⁻¹ de N, 123,3 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 230,4 kg ha⁻¹ de K₂O, em todo o ciclo da cultura de acordo com a marcha de absorção de nutrientes (Crisóstomos et al., 2002). O croqui da área experimental indicando as parcelas experimentais, localização dos lisímetros, as caixas d'água e o cabeçal de controle, está apresentado na Figura 2. No caso do Experimento 1, a distribuição da linhas nos tratamentos e espaçamentos entre linhas foram os mesmos mostrados na Figura 2 e no Anexo 2, diferenciando que as plantas naquele caso eram espaçadas de 0,4 m e não existiam subparcelas.

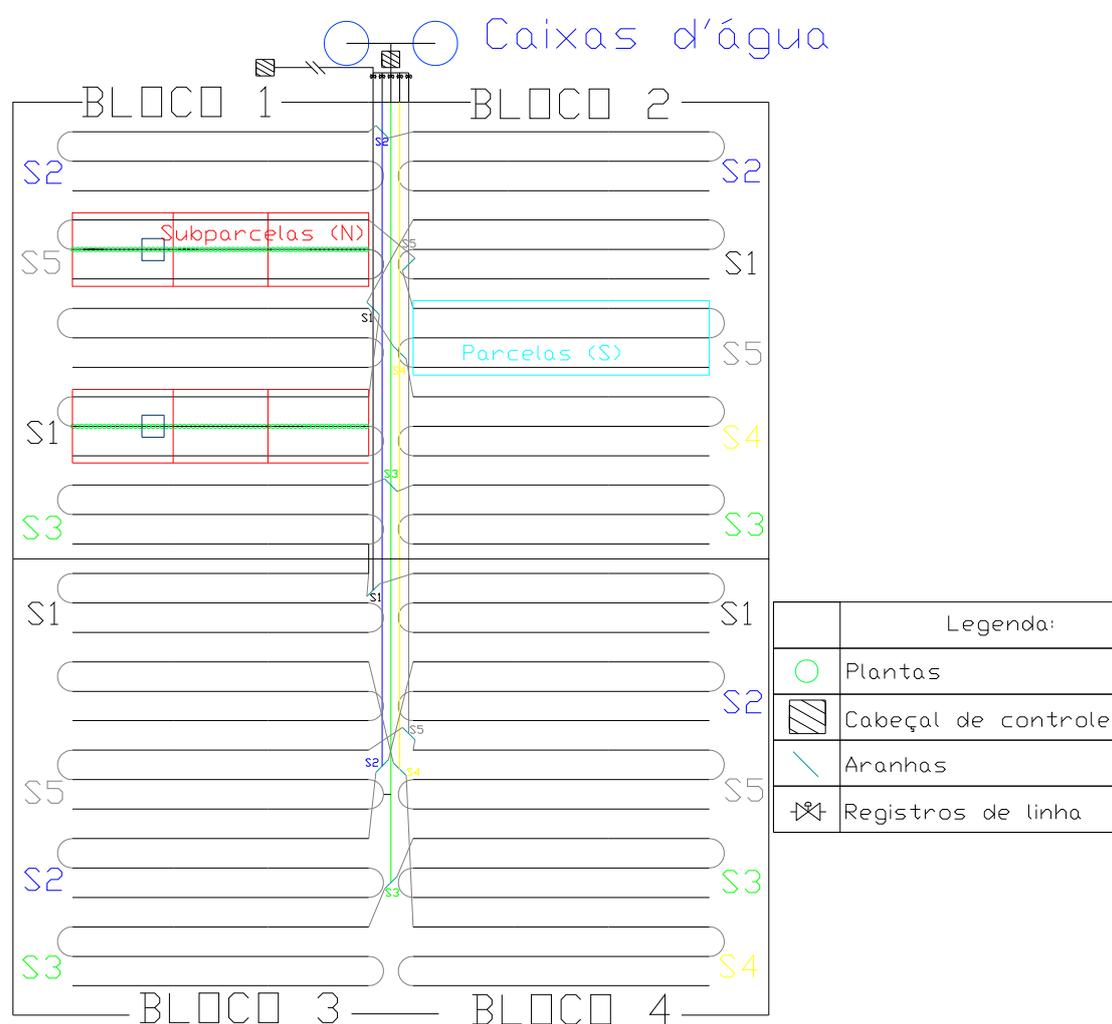


Figura 2. Croqui do Experimento 1 e 2 com a distribuição da linhas nas parcelas e subparcelas (subparcelas somente no Experimento 2).

O delineamento estatístico adotado foi o de blocos inteiramente casualizados, com quatro repetições, sendo os tratamentos compostos da aplicação de irrigação com cinco níveis de salinidade da água ($S1 = 0,57 \text{ dS m}^{-1}$, $S2 = 1,65 \text{ dS m}^{-1}$, $S3 = 2,65 \text{ dS m}^{-1}$, $S4 = 3,5 \text{ dS m}^{-1}$ e $S5 = 4,5 \text{ dS m}^{-1}$) e três níveis de nitrogênio ($N1 = 68 \%$, $N2 = 90\%$ e $N3 = 135\%$ da aplicação recomendada) aplicados via fertirrigação e arrançados no esquema de parcelas subdivididas. As parcelas experimentais foram constituídas de três fileiras de plantas de 20 m, sendo duas bordaduras e a fileira central a parcela útil. Da mesma forma as subparcelas foram às constituídas de três fileiras de plantas (Figura 2) sendo a fileira central a subparcela útil, considerado o comprimento de 5,7 m para a colheita.

Da mesma forma que o Experimento 1, as águas salinas foram produzidas previamente da mistura da água de menor salinidade ($S1$) e a água de maior salinidade ($S5$). Já os três níveis de nitrogênio foram produzidos com o arranjo das linhas de gotejadores da seguinte forma: em todo o experimento foram instalados duas linhas de gotejadores por fileira de planta, em que, numa dessas duas linhas era fornecido a adubação nitrogenada, onde os níveis $N1$ e $N3$ de cada parcela foram obtidos com a utilização de gotejadores espaçados de 0,4 m e 0,2 m respectivamente, 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 0,4 m na outra linha dentro da parcela, e vice-versa. Já para o nível $N2$, as duas linhas tinham gotejadores espaçadas 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 variável, conforme o tratamento.

As leituras de pesagens dos lisímetros e do equipamento TDR foram feitas automaticamente com o uso de uma estação climatológica semi-automática equipada com um Datalogger modelo CR23X de Campbell Scientific (Anexo 1), programado para efetuar medidas de pesagens a cada 10 minutos. Os tratos culturais seguiram os padrões utilizados nas empresas de produção de melão instaladas na região, ou seja, para a época em que se realizou o experimento, época seca, a recomendação principal é o tratamento fitossanitário para o controle de insetos pragas como a mosca-minadora e doenças como o oídio (Apêndice 1).

3.3 Manejo das Irrigações

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, adotando-se valores de K_{cb} (K_c basal da cultura) iguais a 0,15, 0,95 e 0,65 para o melão Orange flesh e 0,15, 1,0 e 0,70 para a melancia, nas fases inicial, intermediária e final, respectivamente. Para efeito do cálculo dos K_c'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 a maturação dos frutos; IV) fase final: do início da maturação até a colheita dos frutos. 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 o ajuste da lâmina foi feito pelas leituras dos lisímetros e de baterias de tensiômetros instalados nos tratamentos onde estavam os lisímetros, bem como pelas leituras de umidade do solo realizadas com os TDR's. A frequência de irrigação foi diária fazendo-se duas irrigações por dia, sendo sempre uma pela manhã e outra à tarde. Foi acrescentada uma fração de lixiviação de 10% na lâmina líquida requerida, considerando o tratamento que recebeu a água menos salina.

3.4 Características avaliadas

3.4.1 Umidade e salinidade do solo

Foram instaladas 6 sondas de TDR (sondas CS610 do TDR 100 da Campbell Scientific) que mediam simultaneamente a salinidade e a umidade volumétrica do solo de acordo com a Equação 3 de Topp et al. (1980), a qual foi ajustada em laboratório. Para a calibração do TDR, o solo amostrado no local do experimento foi seco ao ar, destorroado,

passado em peneira de 2 milímetros e utilizando-se de colunas de solo de 40 cm de altura e 15 cm de diâmetro. O solo foi umedecido com volumes e níveis de condutividade elétrica preestabelecidos e em seguida colocados nas colunas de modo a ser obter uma densidade do solo igual a $1,53 \text{ g cm}^{-3}$. As umidades do solo preestabelecidas foram de 5, 10, 15 e 20% de umidade volumétrica e a total saturação; os cinco níveis de condutividade elétrica utilizados foram de 0,5; 3,4; 8,8; 13,6 e 16,3 dS m^{-1} . Após uma noite da aplicação das soluções foram conectadas as guias de TDR e realizadas as leituras simultâneas do equipamento (CE-TDR) e a umidade volumétrica do solo. Com as sondas do TDR100 da Campbell Scientific de três hastes de 30 cm (CS610), mediu-se a constante dielétrica aparente (ϵ_a) convertendo em umidade do solo em base volume através da equação de Topp et al. (1980); as umidades encontradas através desta equação foram ajustados com medidas de umidade volumétrica encontradas para cada tubo.

A salinidade foi medida diretamente no TDR, encontrando-se a CE-TDR. Após essas medidas foi retirado cerca de 200g de solo de cada coluna e realizada a determinação da condutividade elétrica da solução extraída da pasta de saturação (CE_{es}) em dS m^{-1} a 25°C , pelo método de Richards (1954). Os dados de CE-TDR, umidade volumétrica ajustadas (θ) e (CE_{es}) foram então analisados por meio de regressão e os ajustes de modelos escolhidos feitos com base na significância dos coeficientes de regressão, adotando-se o nível de 5% de probabilidade nos coeficientes de determinação (r^2).

Para se fazer o monitoramento da umidade e salinidade do solo foram instaladas seis guias de TDR colocadas aos pares nos dois lisímetros, outras duas no nível de salinidade S3, onde cada par monitorou as camadas de 0-30 e 15-45 cm, nos dois experimentos. A salinidade obtida através das TDR's instaladas, foram computadas em períodos de 1 hora, para o Experimento 1 e em períodos de 10 min. para o Experimento 2. Na estação climatológica semi-automática, as leituras do equipamento TDR100 foram feitas automaticamente pelo Datalogger CR23X da Campbell Scientific, programado para realizar as leituras a cada 5 minutos.

Também se fizeram coletas de solo para análise da salinidade do solo, sendo os perfis e as curvas de evolução da salinidade do solo obtidas por avaliações frequentes ao longo do ciclo das culturas. Além disso, no experimento 1, foram retiradas amostras de solo

nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm ao final do experimento. Para o experimento 2, foram realizadas três coletas de amostras de solo, nos dias 6 de dezembro de 2006 (6 dias antes do plantio das mudas no campo), 10 de janeiro e 14 de fevereiro de 2007 (30 e 65 dias após o plantio, DAP, respectivamente). A primeira coleta foi realizada na camada superficial de 0-20 cm e em todas as parcelas do experimento, a segunda coleta foi realizada nas camadas de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, nas parcelas do nível N2 de nitrogênio em todos os tratamentos de salinidades, e, a terceira coleta foi realizada retirando-se as amostras nas camadas de 0-20 cm para os níveis de nitrogênio N1 e N3 e nas camadas de 0-20, 20-40 e 40-60 cm no nível N2, também para todos os níveis de salinidades. As coletas nas diferentes profundidades do solo no caso do tratamento N2 foi realizado para se verificar os perfis de salinidade do solo e a ocorrência de lixiviação dos sais.

As amostras de solo, em cada parcela experimental, constituíram de amostras compostas de 3 pontos a 15 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 foram determinados 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 copo descartável de 200 mL, cinquenta gramas do solo previamente seco ao ar e peneirado, adicionando-se 125 mL de água destilada e agitando-se a mistura três vezes por 30 segundos com intervalos de 30 minutos. A solução foi deixada em descanso por um período de 4 horas para decantação das partículas de solo e a leitura da condutividade elétrica (CE) feita com a célula do condutímetro 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), sendo a salinidade expressa como a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CE_{es}) em $dS\ m^{-1}$ a $25^{\circ}C$. Nesse caso, para obtenção do extrato, foi colocados 200 g de solo seco ao ar e acrescentou-se água até atingir a saturação obtendo-se assim a da pasta de saturação. Com os valores da $CE_{1:2,5}$ e CE_{es} dos extratos obtidos pelo método padrão foram elaboradas equações de regressão para as diferentes camadas, onde foram analisadas as maiores correlações entre os métodos, elaborando ainda equações de regressão para as diferentes camadas. A partir dos dados de salinidade, foram traçadas as curvas de evolução da salinidade ao longo do experimento.

3.4.2 Variáveis relacionadas à cultura

3.4.2.1 Crescimento da planta

No experimento 1, o crescimento das plantas foi analisado aos 26, 36, 47 e 62 dias após o plantio (DAP), utilizado-se de três plantas na primeira e segunda coletas e duas plantas nas demais coletas. Aos 26 e 36 DAP foram coletadas plantas das fileiras externas de cada parcela e aos 47 e 62 DAP na fileira central da parcela, numa área útil de $16\ m^2$, deixando-se assim uma área útil para a produção de $24\ m^2$. Dessas plantas, as variáveis analisadas foram área foliar (AF), fitomassa seca das folhas (FMSF) e dos ramos (FMSR). A área foliar foi determinada através do integrador de área da marca LI-COR, modelo LI-3100. As fitomassas foram determinadas a partir de uma amostragem de 50% das plantas coletadas na primeira coleta, 25 % na segunda coleta e 20% nas terceira e quarta coletas, respectivamente. Estes materiais foram pesados e colocados em estufa de circulação forçada e renovação de ar e mantida a temperatura em cerca de $65^{\circ}C$.

Já para o experimento 2, o crescimento de plantas foi analisado aos 23, 31, 41, 50 e 64 dias após o plantio (DAP), onde as coletas de plantas foram realizadas sempre nas fileiras externas de cada parcela, deixando-se assim a fileira central para análise de produção, sendo que a cada coleta de plantas realizada numa fileira diferente da coleta anterior. Aos 23 DAP e 64 DAP foram coletados 2 plantas por parcela, enquanto nas demais

coletas apenas uma planta. As plantas de cada parcela eram retiradas ao acaso cortando-se rente ao solo e separada em caule, folhas e frutos. A matéria seca de folhas (MSF) foi determinada a partir de uma amostragem de 20% das plantas coletadas aos 23, 31, 41 e 50 DAT e com 10% de amostragem das plantas coletadas aos 64 DAP. Já a matéria seca de ramos (MSR) foi determinada com todo o caule coletado aos 23, 31 e 41 DAP e com amostragens de 20% e 10% para as coletas de 50 e 64 DAP, respectivamente. Esses materiais foram pesados e colocados em estufa à temperatura de circulação forçada mantida em cerca de 65 °C, até atingirem massa constante. Para a Matéria Seca de Frutos (MSFRUTO) foi retirado cerca de ¼ do total de frutos coletados em cada parcela, nas coletas de 50 e 64 DAP. Estes materiais foram pesados e colocados em estufa de circulação forçada mantida a temperatura em cerca de 65 °C, até atingirem massa constante.

3.4.2.2 Componentes da produção

No experimento 1, a colheita foi realizada uma única vez, aos 29 de abril de 2006, onde todos os frutos de cada parcela foram pesados e classificados em frutos comerciáveis e refugo. Como as parcelas experimentais foram constituídas de três fileiras de plantas de 20 m de comprimento espaçadas de 2,0 m, a produtividade foi determinada numa área útil de 24 m² da fileira central dentro da parcela e, no restante, foram realizadas análises que necessitaram destruir as plantas. Dessa maneira, os dados foram interpretados por meio de análise de variância, ao nível de significância de 5%. Destes frutos foram escolhidos 2 frutos comerciais por parcela, sendo então determinados o conteúdo de sólidos solúveis totais (°Brix) com o refratômetro digital, firmeza da polpa (Newton), espessura da polpa, segundo a metodologia usada por Menezes et al. (2000).

No caso do experimento 2, foram realizadas 3 colheitas nos dias 6, 12 e 22 de fevereiro de 2007, em que a parcela útil foi determinada em 5,7 m da fileira central de plantas, de cada parcela experimental. Para a produtividade foi calculado o peso médio dos frutos comercial, peso médio dos frutos total, produção comercial, produção total, número de frutos totais, número de frutos comerciais e produção de refugos. A classificação dos frutos foi realizada contando-se todos e classificando-os nos tipos 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10, sendo as faixas de

peso para cada tipo, maiores que 2,25, entre 1,85 e 2,25, entre 1,56 e 1,84, entre 1,35 e 1,55, entre 1,19 e 1,34, entre 1,06 e 1,18 e entre 0,95 e 1,05 kg, respectivamente.

3.4.3 Evapotranspiração das culturas

Para a determinação da evapotranspiração das culturas (ETc) nos diversos estádios de desenvolvimento da planta, foram utilizados dois lisímetros de pesagens idênticos (Figura 3), instalados nas parcelas de menor e maior salinidade, isto é, S1 e S5, respectivamente. No caso do experimento 2, que além dos tratamentos de salinidade tinham também os tratamentos de nitrogênio, os lisímetros foram instalados no nível médio nitrogênio, o N2. Dessa forma, para se estimar o consumo de água das plantas nas condições extremas de salinidade impostas no trabalho e com as duas culturas, foi realizada a instalação desses lisímetros de pesagem e a sua calibração posteriormente.

3.4.3.1 Instalação, calibração e utilização dos lisímetros de pesagem

Foram instalados nos meses de dezembro 2004 a fevereiro de 2005 dentro da área experimental comum aos dois experimentos, dois lisímetros de pesagem idênticos com dimensões de 1,5 x 1,5 m de área e 1,0 m de profundidade útil (dimensões internas), constituído de chapa de aço de 0,3 mm, com uma saída para drenagem localizada ao fundo da caixa (Anexo 2).

Esta caixa interna de aço estava em cima de uma balança eletrônica de precisão ao qual por sua vez estava assentada em laje de concreto com espessura de 10 cm. Externamente a esta caixa foi instalada outra caixa constituída de mesmo material da primeira, a qual ficou assentada na mesma laje de concreto ficando espaçada da caixa interna de 5,5 cm, entre elas duas, isto é, com dimensões internas de 1,61 x 1,61 cm. A Figura 3 apresenta o esquema do lisímetro utilizado. 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. Também no

local foi instalada uma estação meteorológica semi-automática. As células de carga utilizadas foram da Alfa Instrumentos modelo SV100 com capacidade de 100 kg.

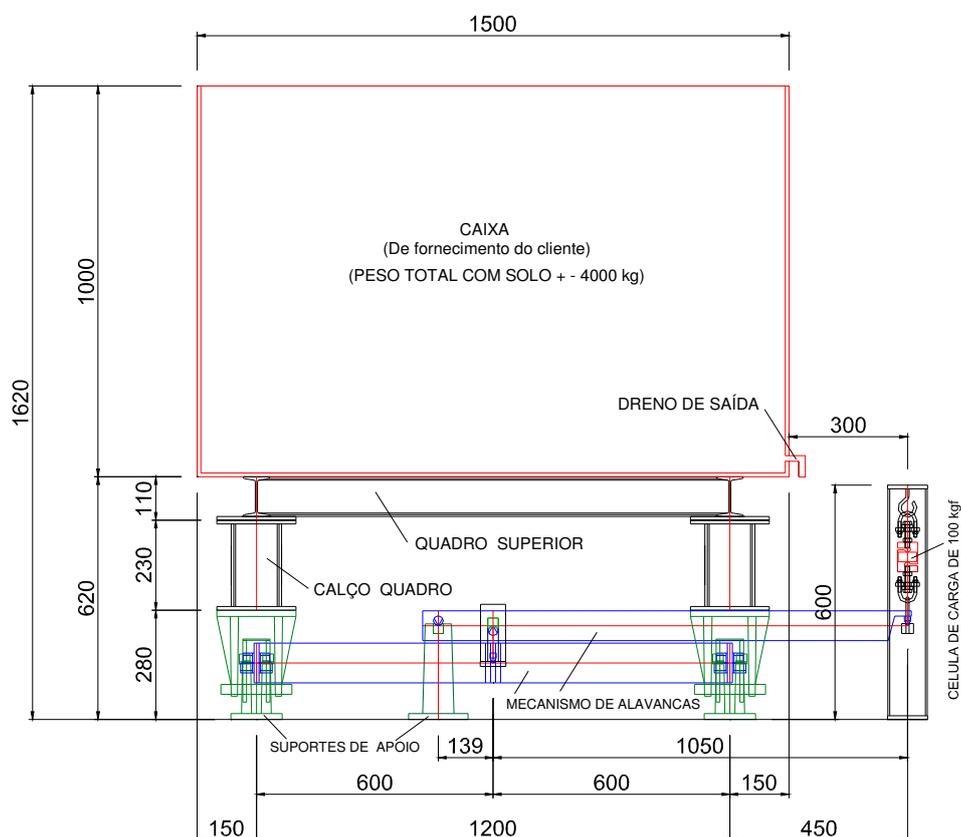


Figura 3. Esquema do lisímetro, mostrando a balança, mecanismos de alavancas, caixa e célula de carga (dimensões em mm).

Os dois lisímetros foram instalados em um dos blocos escolhido aleatoriamente. Para a instalação do lisímetro foi retirado, manualmente, o solo de uma área de dimensões conhecidas dentro do experimento, em camadas de 25 cm de profundidade, sendo estas acondicionadas em lona plástica tomando-se os devidos cuidados para se retirar e manter separado o volume exato de solo a ser recolocado na caixa interna para cada camada. Para cada camada de solo, foram determinadas a densidade do solo e a trincheira ampliada para permitir a instalação da caixa externa. Antes de recolocar o solo nas caixas em suas respectivas profundidades, foi colocado uma camada de 5 cm de brita nº. 1 e acima da brita

uma manta de poliéster, com finalidade de promover a drenagem do solo e evitar entupimentos. Os volumes de solo anteriormente separados por camadas foram recolocados na mesma ordem e levemente acomodados, buscando-se obter a densidade do solo de $1,53 \text{ g cm}^{-3}$, o qual foi encontrado para este solo. É importante salientar que esta acomodação foi realizada com solo seco a fim de evitar a compactação.

Após a instalação dos lisímetros foi realizada imediatamente a sua calibração. Nesse caso, a calibração do lisímetro foi realizada, cobrindo-se os lisímetros para se evitar as perdas por evaporação, utilizando-se de 20 sacos pesados em balança de precisão de 0,01g com massa-padrão de 2,25 kg, correspondendo a lâminas de 1,0 mm, conforme recomenda Howell et al. (1995). Assim fez-se as medidas em ordem crescente e decrescente, isto é, colocando-se e retirando-se os sacos dos lisímetros, medindo-se então através da célula de carga a correspondente leitura em milivolt (mV). Para testar a sensibilidade da balança, o mesmo processo foi repetido, mas, com uma massa padrão diferente. Os dados referentes às massas-padrão utilizados e as respectivas leituras peso do lisímetro realizados pela célula de carga foram submetidos à análise estatística de regressão.

As leituras de pesagens da calibração do lisímetro foram feitas automaticamente pelo sistema de aquisição de dados, um Datalogger modelo CR23X, da Campbell Scientific, programado para realizar a media das medidas a cada 2 segundos e os dados de saída a cada 1 minuto. Dessa forma a leitura realizada no primeiro minuto ao se colocar ou se retirar os pesos era descartado, para evitar erros devido a oscilações, sendo então computado o segundo minuto. Os dados foram coletados por um módulo de armazenamento e transferidos para planilhas em computador.

Para averiguar a calibração, foi realizada a análise de características técnicas de acurácia, precisão, linearidade, e histerese da célula de carga, da balança e do conjunto lisimétrico já instalado. Para tanto, foram ajustados os modelos segundo regressões lineares, regressões ajustadas à origem, erro-médio (EM), erro máximo absoluto (EMA), raiz do quadrado médio dos erros (RMSE), índice de concordância (d) e índice de desempenho (c). A precisão de um instrumento é a capacidade deste de repetir uma mesma medida e é indicada pelos erros de repetibilidade, sendo a histerese indicada separadamente. A exatidão está correlacionada ao afastamento dos valores estimados em relação aos observados. Matematicamente, essa aproximação é dada por um índice designado de concordância (d)

(Willmott et al., 1985). Seus valores variam de zero, para nenhuma concordância, a 1, para concordância perfeita. O índice de Willmott é dado pela seguinte expressão:

$$d = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^n (|P_i - O| + |O_i - O|)^2} \quad (7)$$

em que:

d - adimensional, variando de 0 a 1;

P_i = valores de pesos estimados pelo método;

O_i = valores observados de pesos;

O = média dos valores observados.

O índice (c) proposto por Camargo & Sentelhas (1997) foi utilizado para indicar o desempenho dos métodos, reunindo os coeficientes de correlação (r) e o de concordância (d) da seguinte forma:

$$c = r \cdot d \quad (8)$$

Assim foram feitas análises da regressão, tendo como critério de ajuste a verificação dos coeficientes de determinação e pelo coeficiente de correlação (r) que indica o grau de dispersão dos dados em relação à média, ou seja, o erro aleatório. Todos esses índices utilizados na análise do desempenho dos lisímetros podem ser encontrados em Coelho Filho et al. (2004).

Após instalação (montagem) e calibração dos lisímetros os mesmos permaneceram em pousio para a acomodação do solo nos lisímetros, sendo assim expostos ao processo natural de compactação, ficando expostos às intempéries durante mais de 14 meses.

3.4.3.2 Evapotranspiração de referência (ET_o)

Para a determinação ET_o foi utilizada a equação de Penman-Monteith FAO 56, Equação 9, 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.

$$ETo = \frac{0,408 \cdot \Delta \cdot (Rn - G) + \gamma \cdot \frac{900}{(T + 273)} \cdot U2 \cdot (es - ea)}{\Delta + \gamma \cdot (1 + 0,34 \cdot U2)} \quad (9)$$

em que:

ETo = evapotranspiração de referência, mm dia⁻¹;

Δ = declividade da curva de pressão de saturação de vapor, kPa^{0C⁻¹};

γ = Constante psicrométrica, kPa^{0C⁻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, 0C;

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)

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

onde:

T = temperatura média diária, °C.

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

$$\Delta = \frac{4098 * es}{(T + 237,3)^2} \quad (11)$$

onde:

es = pressão de saturação de vapor, kPa.

c) Pressão de saturação de vapor (es)

$$es = \left(\frac{es_{\max} + es_{\min}}{2} \right) \quad (12)$$

$$es_{\max} = 0,6108 * \exp\left(\frac{17,269 * T_{\max}}{T_{\max} + 237,3} \right) \quad (13)$$

onde:

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

$$es_{\min} = 0,6108 * \exp\left(\frac{17,269 * T_{\min}}{T_{\min} + 237,3} \right) \quad (14)$$

onde:

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

d) Pressão atual de vapor (ea)

$$ea = \left(\frac{es_{\min} \cdot UR_{\max} + es_{\max} \cdot UR_{\min}}{2} \right) \quad (15)$$

onde:

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

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

e) Constante Psicrométrica (γ)

$$\gamma = 0,0016286 * \frac{P}{\lambda} \quad (16)$$

onde:

P = pressão atmosférica local, kPa;

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

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

$$Ra = 37,586 * dr * (H \text{ sen } \phi * \text{sen } \delta + \text{cos } \phi * \text{cos } \delta) \quad (17)$$

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

$$\delta = 0,40938 \text{ sen} \left(\frac{2\pi}{365} * J - 1,405 \right) \quad (18)$$

onde:

J= Dia Juliano.

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

$$H = ar \cos(-\tan \phi * \tan \delta) \quad (19)$$

i) Distância relativa sol-terra (dr)

$$dr = 1 + 0,033 * \cos\left(\frac{2\pi}{365} J\right) \quad (20)$$

j) Radiação solar em um dia claro (Rso)

$$Rso = (0,75 + 0,00002 \cdot z) Ra \dots \quad (21)$$

onde:

z= altitude local, m.

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

$$Rns = (1 - \alpha)Rs \quad (22)$$

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

$$Rb = (0,34 - 0,14 \cdot \sqrt{ea}) \cdot \sigma \cdot \left(\frac{T_{\max,k}^4 + T_{\min,k}^4}{2}\right) \cdot \left(1,35 \cdot \frac{Rs}{Rso} - 0,35\right) \quad (23)$$

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

$$Rn = Rns + Rb \quad (24)$$

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.

A determinação dos kc's (coeficientes de cultura) foi realizada pela relação ET_c/ET_o , em que a ET_c (evapotranspiração da cultura) que foi medida pelos lisímetros de pesagem e a ET_o (evapotranspiração de referência) estimada pelo método Penman-Monteith-FAO 56 (Allen et al., 2006).

3.5 Análise estatística dos dados

- Experimento 1: Para as características de crescimento como área foliar, número de folhas, massas seca e verde das folhas, dos caules e dos frutos, os tratamentos foram dispostos num esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os cinco níveis de salinidade d'água e nas subparcelas os tempos avaliados 26, 36, 47, 62 DAP. Para as características coletadas ao final do experimento, como a produção da cultura, os tratamentos foram dispostos num esquema de delineamento em blocos casualizados tendo como única fonte de variação os cinco níveis de salinidade.

- Experimento 2: Tal como o experimento 1, para as características de crescimento, os tratamentos foram dispostos num esquema de parcelas subdivididas no tempo, tendo nas parcelas os cinco níveis de salinidade d'água de irrigação e os três níveis de nitrogênio e nas subparcelas os tempos avaliados 23, 31, 41, 50 e 64 DAP. As características coletadas ao final do experimento, como os componentes de produção, foram também dispostos em parcelas subdivididas tendo como as parcelas os cinco níveis de salinidade e nas subparcelas os níveis

de nitrogênio.

Para os dois casos, os dados foram interpretados por meio de análises de variância e da regressão, analisadas estatisticamente pelo teste F, desdobrando-se sempre que houve interação significativa. Em virtude dos dados serem quantitativos foi verificado se foram satisfeitas as exigências do modelo de acordo com as recomendações de Barbin (1994): aditividade do modelo, normalidade, independência e homogeneidade da variância dos erros. Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, adotando-se o nível de 5% de probabilidade e nos coeficientes de determinação, r^2 .

Para os dados de calibração em laboratório do TDR 100 para a umidade volumétrica e CE, verificou-se o coeficiente angular do gráfico $Y=aX$ que quanto mais próximo de 1,0, ou a reta ajustada estiver mais próxima da reta 1:1, maior é a exatidão do modelo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Elementos agrometeorológicos

Os dados agrometeorológicos obtidos da estação climatológica semi-automática instalada no local forneceram com exatidão as condições climáticas aos quais os experimentos estavam submetidos, visto se encontrar dentro dos próprios experimentos. Desta forma a estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) descrita por Penman-Monteith-FAO 56 (Allen et al., 2006) foi obtida se pressupondo o mínimo de erros, tornando a obtenção dos coeficientes de cultivos (K_c's) os mais reais possíveis para as culturas submetidas àquelas condições experimentais.

Sabe-se que dentre os vários métodos de estimativa da evapotranspiração se utilizam parâmetros relacionados à disponibilidade de energia do meio e parâmetros denominados dinâmicos das condições climáticas. Mesmo assim, de maneira geral é difícil separar a ação de cada um dos elementos meteorológicos na evapotranspiração, pois os mesmos agem simultaneamente. É sabido que, numa dada região quanto maior forem os componentes de energia como radiação solar e os componentes dinâmicos como temperatura

do ar, velocidade do vento, etc, e menor for à umidade relativa do ar, maior tenderá ser a evaporação/evapotranspiração do meio.

As maiores e as menores temperaturas do ar, e as menores e as maiores valores da umidade relativa do ar, foram encontradas nos períodos de tempo de 13 às 15 hs e 3 às 5 hs do dia, respectivamente, para os dois experimentos, excetuando-se em algumas poucas ocasiões em que ocorreram chuvas no experimento 1.

4.1.1 Experimento 1

Na Figura 4 verifica-se a variação da temperatura do ar e da umidade relativa, às máximas, as mínimas e as médias, respectivamente, ocorridas no período de cultivo da melancia. A temperatura média encontrada no período foi de 26,9°C, que, apesar de muito quente, ainda está um pouco abaixo da média encontrada por Carmo Filho & Oliveira (1989) para a região. Ocorre que para a época de cultivo, 10 de fevereiro a 29 de abril, devido às condições climáticas do local, este período é caracterizado pela ocorrência dos maiores índices pluviométricos que de fato tendem a diminuir a temperatura. Para a região em estudo, as maiores temperaturas do ar se estendem pelo período de agosto a dezembro de cada ano. Apesar disso, verificou-se temperatura média máxima e mínima de 29,5°C e 24,9°C, enquanto as temperaturas máximas e mínimas absolutas os valores médios foram de 32,9°C e 23,3°C, respectivamente.

A umidade relativa do ar média oscilou entre 86,7% e 60,8%, tendo uma média de 76%. Verifica-se nesse caso que a umidade relativa foi maior que 68,9%, média da região relatada por Carmo Filho & Oliveira (1989). Da mesma forma que a temperatura, como o cultivo se deu no período chuvoso, a umidade relativa média aumenta, o que torna favorável o aparecimento de pragas e doenças e que, normalmente, forçam principalmente os grandes produtores rurais a não realizar o cultivo neste período e busquem outra alternativa.

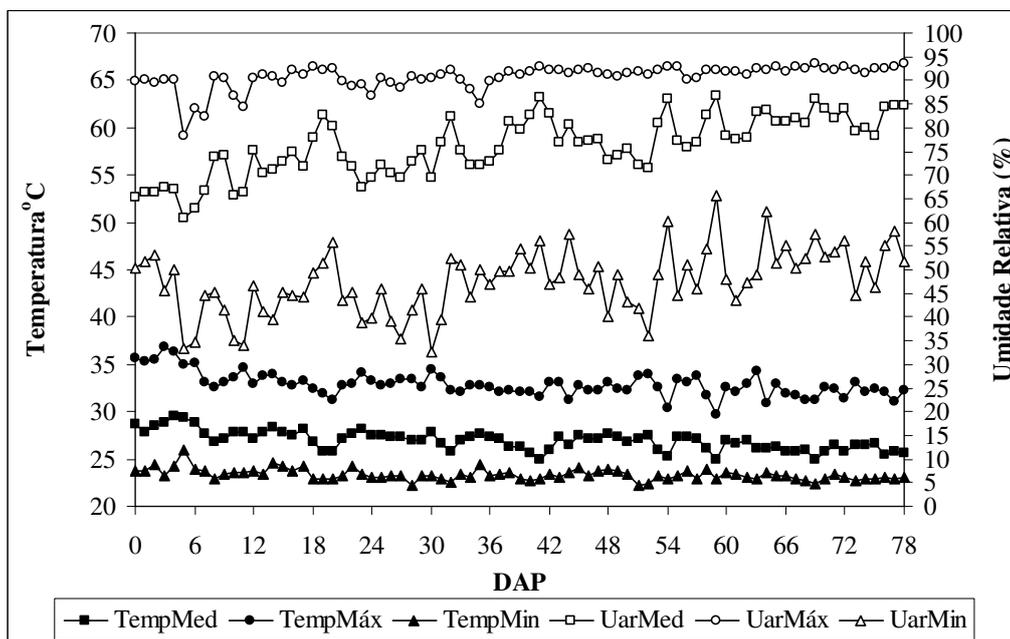


Figura 4. Temperaturas do ar médias (TempMed), máximas (TempMáx) e mínimas (TempMin), e, umidades relativas do ar médias (UarMed), máximas (UarMáx) e mínimas (UarMin) encontradas durante o ciclo do melancia Mickylee.

Os valores de radiação global (RadGlob), radiação líquida (RadNet) e a velocidade do vento (Velvento) podem ser vistos na Figura 5. As radiações solar durante o experimento foram elevadas, atingindo para RadGlob e RadNet máximas de 25,9 e 16,9 MJ m⁻² dia⁻¹, com médias de 19,3 e 12 MJ m⁻² dia⁻¹, respectivamente. Pereira et al. (1997) dizem que embora a energia disponível possa ser utilizada nos diversos processos naturais (fotossíntese, evapotranspiração, aquecimento do solo, das plantas e do ar), os processos de fotossíntese e aquecimento das plantas podem ser considerados quantitativamente insignificantes. Dessa forma, a elevada radiação encontrada neste trabalho, contribuiu principalmente para o processo de evapotranspiração, pois como a superfície do solo estava sempre umedecida, os processos de aquecimento do solo e do ar, podem ser também desprezados. Verifica-se que normalmente quando a velocidade do vento é menor as radiações global e líquida também tendem a diminuir, inferindo-se isso à provável “saída” de calor do sistema ser menos intensa.

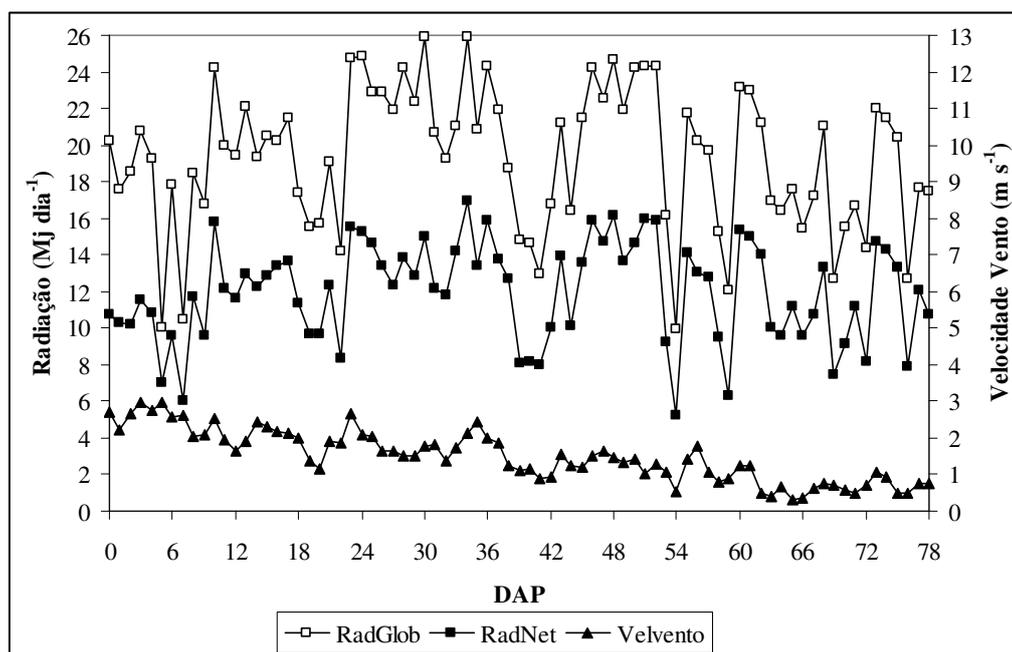


Figura 5. Radiação global (RadGlob), radiação líquida (RadNet) e velocidade do vento (Velvento), medidas durante o ciclo do melancia Mickylee.

4.1.2 Experimento 2

As temperaturas do ar médias, máximas e mínimas, bem como a umidade relativa do ar médias, máximas, e mínimas podem ser vistas na Figura 6. Observou-se que no período de cultivo do melão, que se estendeu de 12 dezembro a 22 de fevereiro de 2007, a temperatura média foi de 27,6°C, isto é, um pouco mais elevada que preconizada para a região (Carmo Filho & Oliveira, 1989). A temperatura média máxima e mínima média foi de 28,7 e 23,6°C. Sousa et al. (1999) e Filgueira (1981) relatam que a faixa ideal de temperatura situa-se entre 25 e 32 °C durante o ciclo e que em regiões com temperatura inferior a 25°C, o ciclo é maior. Nesse caso, apesar da temperatura mínima estar abaixo da recomendada, o meloeiro Orange Flesh teve um ciclo de 73 DAP (3^a Colheita), isto é, dentro do ciclo normal para a cultura na região. Já Silva et al. (2000) dizem que temperaturas abaixo de 13°C reduzem o crescimento da planta, enquanto temperaturas entre 20 e 30°C são favoráveis ao desenvolvimento e produtividade. Já para as temperaturas máximas e mínimas absolutas foram encontrados os valores médios de 33,5°C e 23,3°C, respectivamente.

Com relação à umidade relativa, a média encontrada foi de 67%, abaixo dos 68,9% segundo Carmo Filho & Oliveira (1989), isto devido ao cultivo do melão ainda ter sido conduzido no período seco antes do começo da ocorrência das precipitações pluviométricas.

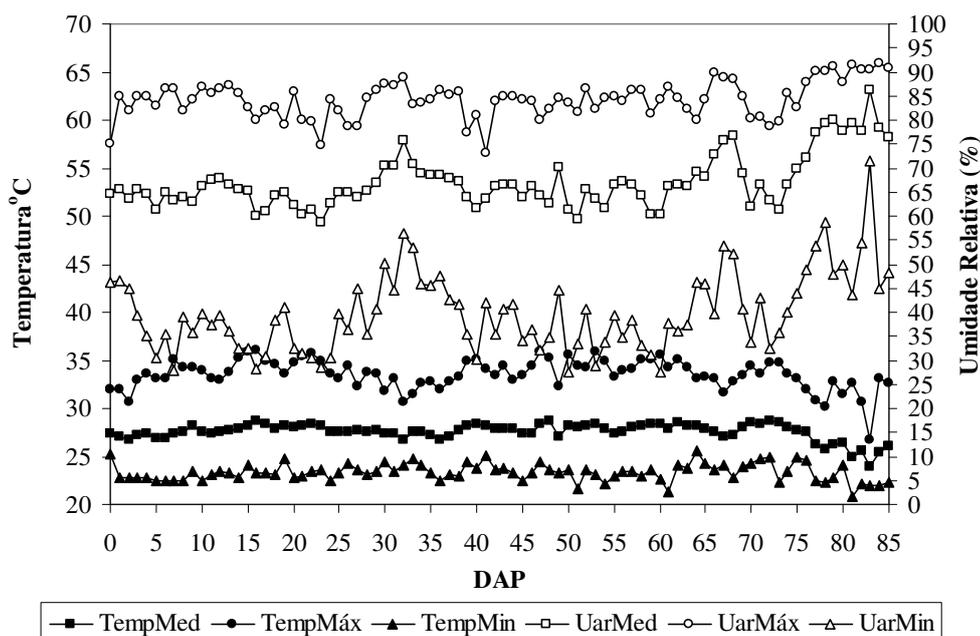


Figura 6. Temperaturas do ar médias (TempMed), máximas (TempMáx) e mínimas (TempMin), e, umidades relativas do ar médias (UarMed), máximas (UarMáx) e mínimas (UarMin) encontradas durante o ciclo do melão Orange Flesh.

Na Figura 7 podem ser visto os valores das radiações solar global (RadGlob) e líquida (RadNet), bem como a velocidade do vento (Velvento) encontradas para as condições climáticas do cultivo do melão Orange Flesh. Nestas condições a radiação global e líquida média foi de 20,7 e 11,5 MJ m⁻² dia⁻¹ com as máximas atingindo os 26,8 e 16,9 MJ m⁻² dia⁻¹, respectivamente. Nesse caso, esses valores também são considerados elevados, sendo que a radiação global foi sempre maior que a encontrada no Experimento 1. Este fato é comprovado pelas informações contidas na Figura 8, onde se observa que as precipitações no Experimento 1 são muito superiores as ocorridas no Experimento 2. Os menores valores de

radiação líquida encontrados em relação ao experimento 1, pode ser explicado pelo uso de mulch branco que aumenta a radiação refletida.

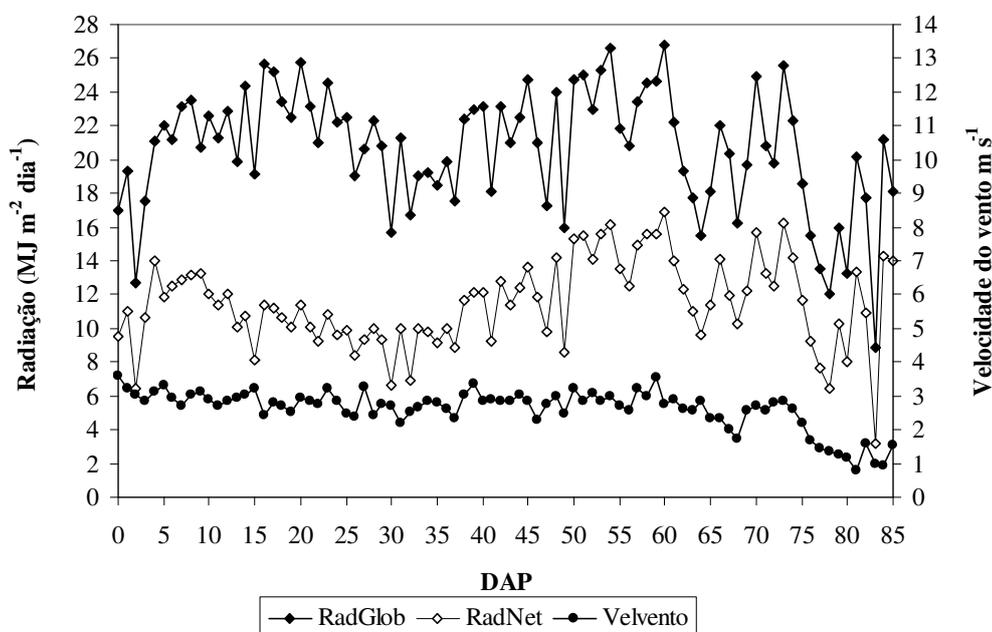


Figura 7. Radiação global (RadGlob), radiação líquida (RadNet) e velocidade do vento (Velvento), medidas durante o ciclo do melão Orange Flesh.

4.1.3 Precipitação pluviométrica

Na Figura 8 verifica-se que no Experimento 1 a ocorrência de precipitações pluviométricas foram bem mais elevada que o Experimento 2. O total acumulado durante o Experimento 1 foi de 826,52 mm, bem maior que a média anual encontrada para a região de 673,9 mm (Carmo Filho & Oliveira, 1989), enquanto que no Experimento 2 este somatório totalizou 266,41 mm. Além desse fato, no Experimento 1 pode-se observar a ocorrência de chuvas acima de 100 mm em um único dia, e que houve precipitações durante todo o período de cultivo da melancia. No Experimento 2, a ocorrência da maior parte das chuvas (187 mm) se deu somente após a primeira colheita realizada aos 57 DAP.

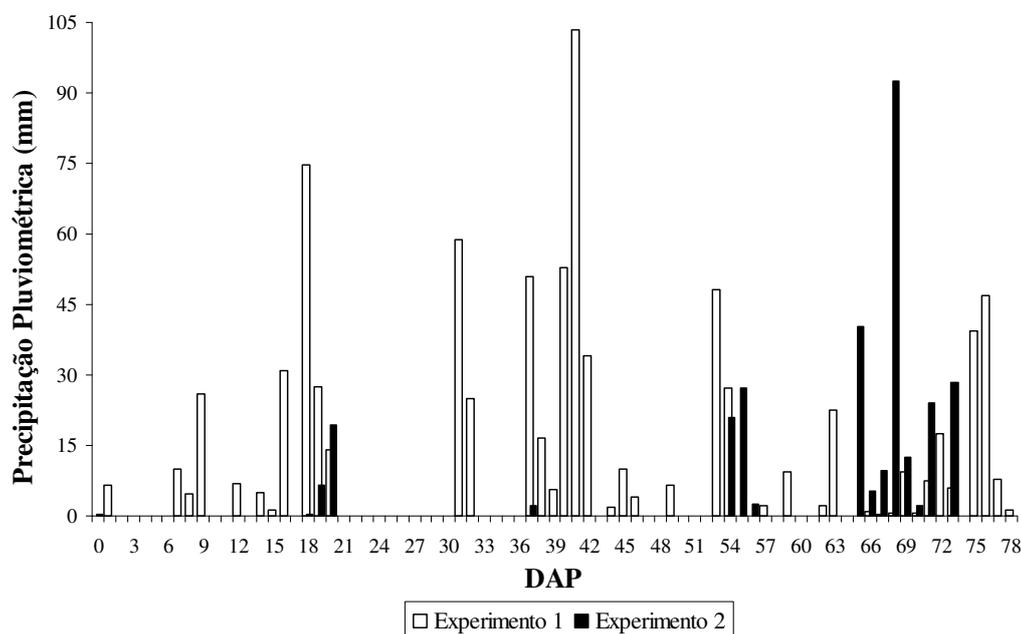


Figura 8. Precipitações pluviométricas (mm) ocorridas no Experimento 1 e 2.

4.2 Calibração dos lisímetros

Os dados de calibração dos dois lisímetros podem ser vistos na Figura 9. Observa-se nesta Figura que os dois lisímetros tiveram respostas aceitáveis com relação ao emprego das massas-padrão, o que pode ser comprovado pelos altos coeficientes de correlação encontrados. Verifica-se que o coeficiente angular dos dois lisímetros está muito próximo, o que sugere que as precisões das medidas devam estar praticamente iguais. Como a resolução das leituras é de 0,0001 mV/V no datalogger, o lisímetro 1 (Lis1) trabalhou fazendo leituras a cada 0,2779 kg de peso adicionado ou retirado do lisímetro, enquanto que o lisímetro 2 (Lis2) a cada 0,2760 kg. Isso implica dizer que os lisímetros tem resolução de 0,12 mm aproximadamente cada.

Na Figura 10 observa-se a relação entre as medidas de peso (kg) estimadas pelos modelos da Figura 9 e as massas-padrão utilizadas na calibração, fixando-se o intercepto em zero. O coeficiente angular muito próximo de 1 mostra a acurácia, indicando menores erros sistemáticos e a precisão dos modelos pode ser visto pelos elevados valores dos coeficientes de determinação encontrados, isto é, acima de 0,99 para os dois lisímetros.

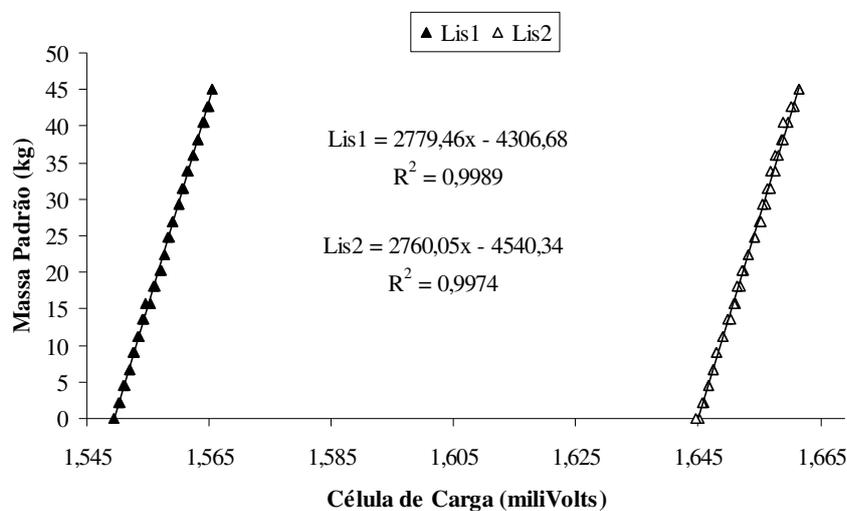


Figura 9. Calibração dos lisímetros: leituras das células de carga de acordo com as massas-padrão utilizadas.

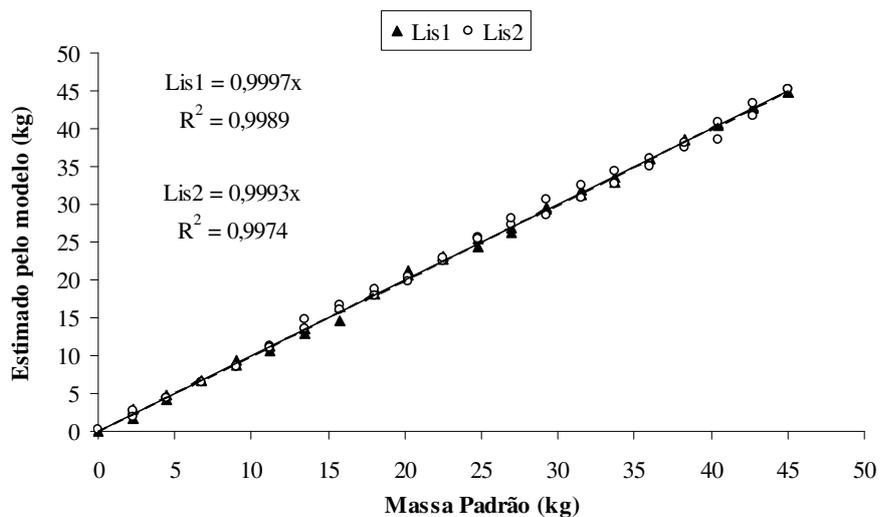


Figura 10. Relação entre os dados de peso estimados pelos modelos e as massas-padrões.

Além das relações encontradas nas Figuras 9 e 10, normalmente sempre se faz necessário o uso de alguns outros indicadores estatísticos (Coelho Filho et al., 2004) devido a grande importância das medidas lisimétricas, pois são estas medidas que serão usadas na demanda hídrica das culturas. Para tanto, podem ser visto na Tabela 2 os

coeficientes estatísticos encontrados para os dois lisímetros. Verifica-se que os valores de r , d e c são muito próximos de 1 o que indica que os modelos adotados na Figura 9 são muito bons.

Tabela 2. Performance das duas estruturas lisimétricas.

Coeficientes Estatísticos	Lisímetro 1	Lisímetro 2
r	0,99946	0,99868
d	0,99973	0,99934
c	0,99919	0,99802
RMSE	0,4454 Kg	0,6957 Kg
EM	0,00062 Kg	0,00102 Kg
EMA	1,197 kg	1,927 Kg

Na Figura 11 podem ser visto os desvios nas leituras realizadas pelos lisímetros em relação as massas-padrão utilizadas. As retas traçadas nesta figura, que liga o ponto de máximo e mínimo nos dois lisímetros, nos fornece a idéia dos erros de linearidade que podem ser obtidos pela distância dos pontos a reta. Neste caso o máximo erro calculado foi de 0,69 kg e 1,02 kg para os lisímetros 1 e 2, respectivamente, correspondendo a 0,69% e 1,02% da faixa total de trabalho (span) da célula de carga.

Também foi verificado o erro por histerese, se fazendo das diferenças entre as leituras feitas em ordem crescente e decrescente de medições das massas-padrão. A maior diferença encontrada foi 1,946 kg e 2,208 kg para os lisímetros 1 e 2, respectivamente, isto é 1,945% e 2,208% da faixa de trabalho.

Até agora pode ser visto que o lisímetro 1 apresentou os melhores índices dentre todos os coeficientes analisados, em relação ao lisímetro 2. Mesmo assim, de posse dos valores encontrados pode-se inferir que as medições foram realizadas sem o risco de ocorrer distorções nas leituras obtidas e estimadas em relação ao valor real, isto tanto para o lisímetro 1 quanto para o lisímetro 2.

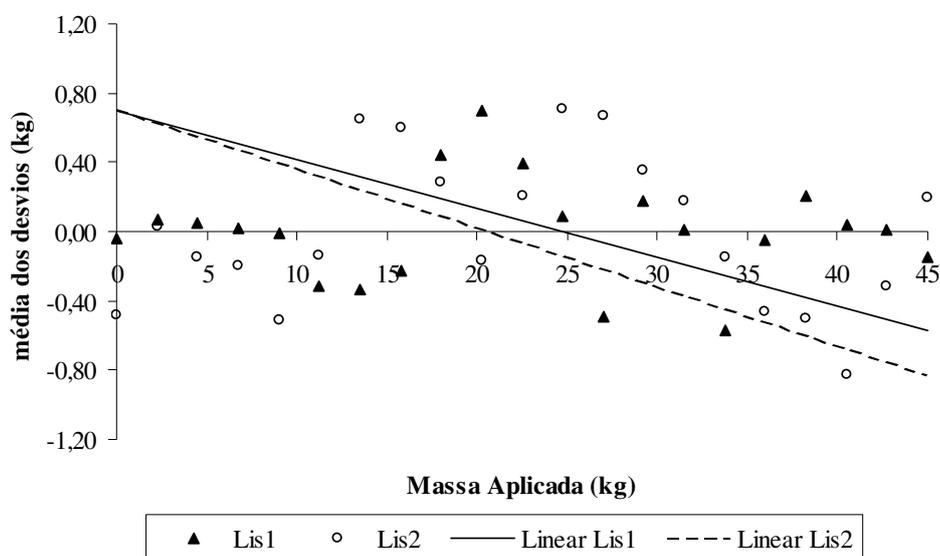


Figura 11. Desvios encontrados nas leituras realizadas pelos lisímetros para as diferentes massas-padrão.

4.3 Calibração do Equipamento TDR

Na Figura 12A pode ser visto a relação linear entre as umidades volumétricas impostas e os valores lidos pelo aparelho, onde para todos os níveis salinos (extrato de saturação) os coeficientes de correlação foram satisfatórios (r^2), variando entre 0,9057 e 0,9981. Pode-se observar uma discrepância entre os valores, ocorrendo superestimação pelo TDR, independente da salinidade. Ainda com relação às umidades (impostas e lidas pelo TDR), a medida que a umidade volumétrica imposta aumentava a discrepância foi reduzida.

A relação encontrada entre a CEes e a CETDR's nas umidades volumétricas do solo utilizadas estão dispostas na Figura 12B. Verificou-se um coeficiente de correlação satisfatório entre as leituras de condutividade elétrica obtidas com as duas técnicas em questão (CETDR's versus CEes), com r^2 variando entre 0,9827 e 0,9956. Esses resultados comprovam existir uma associação linear entre as técnicas e indicam variação direta no valor de CEes para uma unidade de CETDR's, comprovando-se que suas características apresentam relação funcional na estimativa da condutividade elétrica do solo.

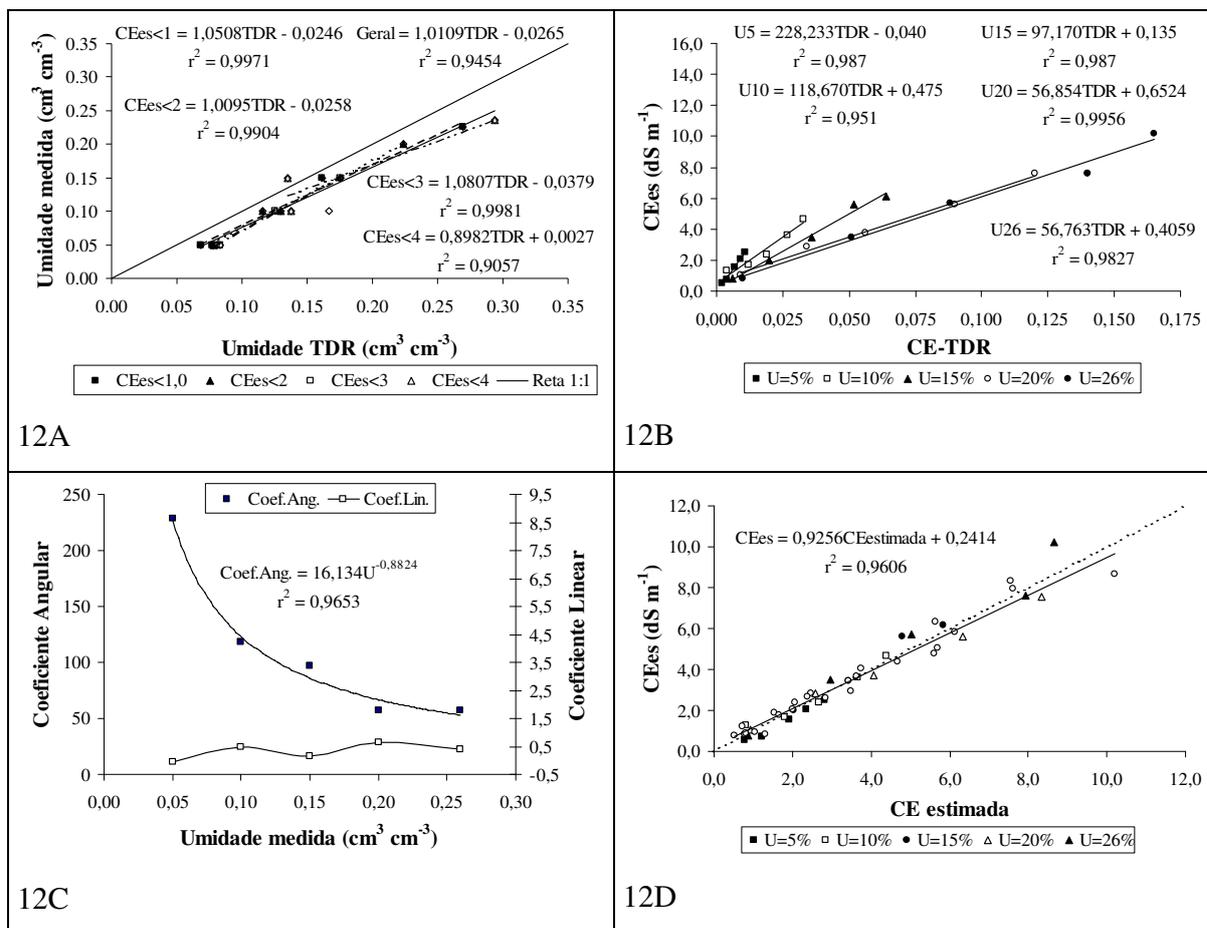


Figura 12. Relação entre umidade imposta e lida (12A), condutividade elétrica estimada obtida pelo extrato de saturação e pela sonda (12B), coeficiente angular da equação do ajuste (12C) e relação entre os valores de CEes e CETDR estimados pelos modelos, nas diferentes umidades do solo(12D).

Dessa forma, a técnica da TDR pode substituir a técnica da pasta saturada, promovendo agilidade na estimativa, uma vez que o tempo envolvido na estimativa da condutividade elétrica do solo mediante a TDR é extremamente inferior à mesma determinação realizada pelo método-padrão, propiciando contribuições rápidas e precisas de forma que as informações possam ser usadas para auxiliar nas melhores decisões possíveis, dentro das condições de incerteza. Souza et al. (2006) verificaram que os valores de condutividade elétrica estimados pela TDR mostraram-se superiores aos valores medidos no extrato de saturação em 7%, o que caracteriza pequena superestimativa pelo método analisado

em relação ao padrão. Consta-se ainda que a condutividade do extrato de saturação mostra-se inversamente proporcional a umidade, visto que quanto menor o volume de solução, maior a concentração de sais na mesma.

Verificou-se efeito significativo apenas para o coeficiente angular (Figura 12C), assim a equação que melhor representa a condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) é do tipo potencial, apresentando coeficiente de correlação (r^2) de 0,9653, não havendo efeito isolado para a umidade nem para a leitura do TDR, logo a CEes pode ser estimada pela equação que tem como variáveis: umidade volumétrica do solo e a leitura obtida pela TDR, ($CEes = 16,134\theta^{-0,8824}CETDR + 0,3257$).

Pode-se observar na Figura 12D, a relação entre a salinidade estimada pela equação obtida a partir da regressão múltipla e a real nos diferentes teores de água da mostra do solo. Verifica-se semelhança entre os perfis, bem como pela proximidade da curva a reta 1:1, o que permite inferir boa estimativa da condutividade elétrica pela TDR em relação às medidas realizadas no extrato de saturação a cada ponto verificado. Neste caso, a condutividade elétrica estimada foi superestimada em torno de 3% em relação a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEes), ficando um pouco menor que àquela superestimativa encontrada por Souza et al. (2006).

4.4 Evapotranspiração das culturas

4.4.1 Experimento 1

Na Figura 13 pode ser visto a evapotranspiração da cultura obtida pelo lisímetro no nível de salinidade S1 (ETcLis) e pelo método da FAO (ETcFAO) e a evapotranspiração de referência pelo método da FAO (EToFAO) durante o ciclo da melancia, onde se utilizou a metodologia de obtenção do coeficiente de cultura (Kc) pelo método Kc basal, para a determinação de ETcFAO (Allen et al., 2006). Observa-se pelos dados que a EToFAO tendeu a diminuir ao final do ciclo da cultura e de acordo com Carmo Filho & Oliveira (1989) as variáveis climáticas tendem a diminuir nesse período na região, fato este que é considerado normal para o mês de abril (Figuras 4 e 5). Com relação a ETcLis e a ETcFAO observa-se 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 et al. (2004) trabalhando com a variedade melancia Crimson Sweet, encontraram comportamento semelhante a este trabalho.

Nota-se também que a ET_{cLis} foi superior a ET_{cFAO} principalmente nas fases de desenvolvimento (17 a 34 DAP) e intermediária (35 a 57 DAP). Várias são as causas que podem ter resultado nessa diferença, como cita Allen et al. (2006), em que o dispositivo lisimétrico esteja operando, como por exemplo, a cultura utilizada e o local e clima. A temperatura de operação do lisímetro de carga, o efeito de pressão do vento na superfície do lisímetro, os tratos culturais, a diferença da cultura dentro e fora do lisímetro, são outros fatores que podem ter ocorrido (Howell et al., 1985). Deve-se salientar também, que nas formulações da equação de Penman-Monteith, muitas condições de contorno foram consideradas, havendo ainda a utilização de relações empíricas que apesar de sua forte base física pode levar a superestimativas ou subestimativas. Além disso, como mostra a Figura 8, ocorreu no período analisado várias precipitações, que podem ter mascarado os dados de evapotranspiração na melancia.

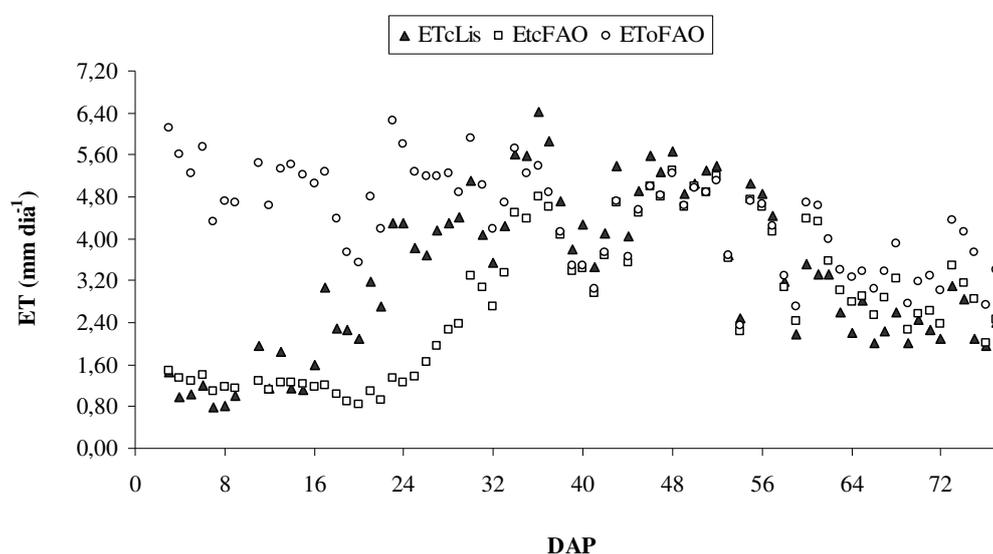


Figura 13. Evapotranspiração do lisímetro (ET_{cLis}), evapotranspiração da cultura pelo método da FAO (ET_{cFAO}) e evapotranspiração de referência pela FAO (ET_{oFAO}) durante o ciclo do melancia.

Os valores de K_c para os tratamentos S1 (K_c S1) e S5 (K_c S5) bem como os K_c médios em cada estágio fenológico K_{cm} S1 e K_{cm} S5, respectivamente, calculados utilizando a E_{To} pelas formulações feitas em Allen et al. (2006) (Penman-Monteith - FAO 56) podem ser vistos na Figura 14. Os coeficientes de cultivo encontrados para a fase intermediária e final foram superiores aos recomendados pela FAO (Allen et al., 2006), para o tratamento S1 e menores no caso do tratamento S5, o que pode ser visto na Tabela 3. A cultivar utilizada e as condições ambientais predominantes no período do cultivo, também são outros fatores que podem ter ocasionado essa diferença nos coeficientes encontrados. Verifica-se, também, que parece ocorrer uma interrupção na diminuição do K_c após os 68 DAP o que está de acordo com as definições de K_c final (Allen et al., 2006). Os valores de ET_{cLis} da Tabela 3 diferiram também dos encontrados por Miranda et al. (2004), que encontrou valores maiores aos encontrados para a melancia. Nesse caso, apesar das condições climáticas serem semelhantes, as diferenças dos resultados encontrados nesse trabalho com os de Miranda et al. (2004) podem ter sido ocorridas devido à elevada precipitação pluviométrica durante o ciclo e a cultivar utilizada.

Na Figura 14, observa-se que o consumo de água pela melancia é realmente menor nos estádios inicial e final, pois as perdas por evaporação são maiores que a transpiração da cultura. Nos estádios de crescimento e intermediário, verifica-se que a evapotranspiração da cultura superou a E_{To} , comprovadamente pelos dados de K_c encontrados. Verifica-se também que os K_c 's encontrados nos dois tratamentos diferiram entre si, sendo os valores obtidos com o tratamento S1 foram sempre superiores ao tratamento S5. Essa constatação implica que o consumo d'água diminuiu com irrigação com água de salinidade mais elevada.

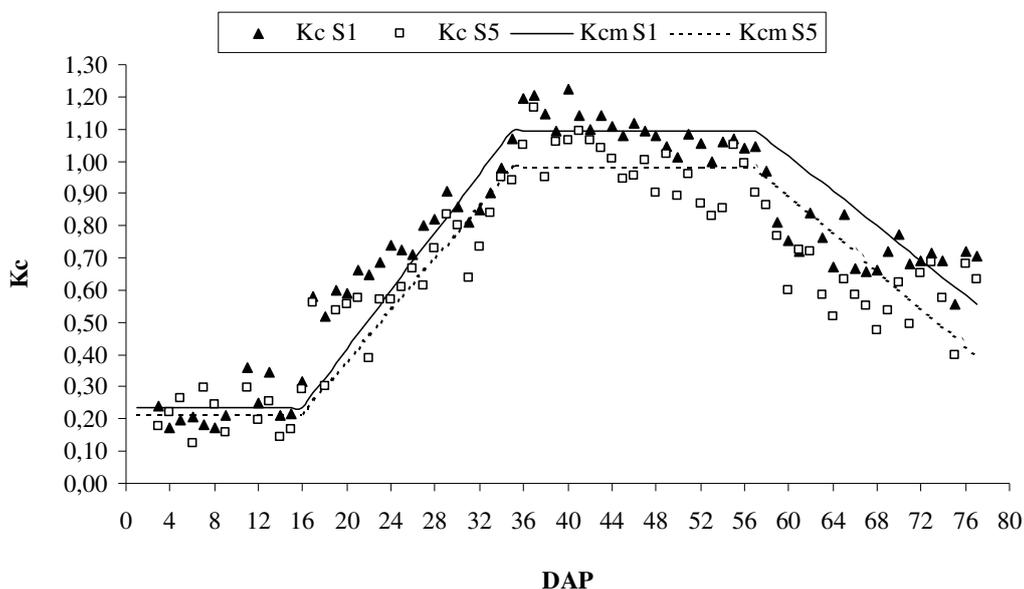


Figura 14. Coeficiente de cultura encontrado para a melancia Mickylee utilizando-se os níveis de salinidade da água de irrigação de 0,57 (Kc S1) e 4,5 dS m^{-1} (Kc S5) e os Kc médios (Kcm S1 e Kcm S5).

Vários fatores podem e são normalmente condicionados a esta redução da evapotranspiração das culturas ocasionada pela irrigação com água salina, dentre os quais, aumento do potencial osmótico do solo, formação de crostas na superfície do solo e efeitos nocivos devido a toxidez de certos sais como o cloreto de sódio e desequilíbrios nutricionais.

Na Tabela 3, encontram-se os Kc's médios encontrados nos estádios fenológicos e a precipitação ocorrida em cada período. Verifica-se que os Kc's encontrados para o tratamento S1 foram maiores que os recomendados pela FAO (Allen et al. 2006), exceto para a fase inicial e final de cultivo, enquanto que para o tratamento S5 foram encontrados Kc's menores que o da FAO em para todos os estádios fenológicos. Vale salientar que os Kc's da FAO são os encontrados para um manejo típico de aspersão convencional em que a área molhada do solo é total, tornando a evaporação do solo maior do que na irrigação por gotejamento. Bezerra & Oliveira (1999) encontraram para a região litorânea do Ceará valores de Kc iguais a 1,27 e 1,18 nos estádios de floração e enchimento dos frutos, superiores

aos encontrados nos dois níveis de salinidades utilizados, de 1,10 e 0,56 para o tratamento S1 e 0,98 e 0,40 para o tratamento S5.

A evapotranspiração da cultura encontrada pelos lisímetros foram de 245 e 214 mm para o tratamento S1 e S5, respectivamente, bem menor que a precipitação pluviométrica total ocorrida durante o ciclo. Os valores também demonstraram diferença de mais de 30 mm entre os dois tratamentos no consumo de água durante todo o ciclo da cultura.

Tabela 3. Estádio fenológico, período em dias, coeficiente de cultivo (S1 e S5), evapotranspiração média por estágio (ETcS1 e ETcS5) e precipitação pluviométrica, encontrado no ciclo da melancia.

Estádio Fenológico	Período	Kc S1*	Kc S5*	Kc FAO	EtcLis	Precipitação
Inicial	17	0,24	0,22	0,40	1,13	91,19
Desenvolvimento	18	0,74	0,64	0,40-1,00	3,76	199,88
Intermediária	23	1,10	0,98	1,00	4,30	363,73
Final	20	0,56	0,40	0,75	2,56	171,72
Total	78	-	-			826,52

* valores ajustados pelas médias no período

4.4.2 Experimento 2

Da mesma forma como no Experimento 1, pode ser visto na Figura 15 a evapotranspiração da melão Orange Flesh obtida pelo lisímetro do tratamento S1 (ETcLis) e pelo método da FAO (ETcFAO) e a evapotranspiração de referência pelo método da FAO (EToFAO) durante o ciclo da cultura e pela Tabela 4 as médias de ETcLis encontrado por estágio fenológico. Miranda et al. (1999b) trabalhando com melão amarelo Gold Mine encontrou médias de ETcLis maiores na fase inicial e final, o que reforça a idéia da influência do mulch utilizado no presente trabalho, diminuindo a ETc da cultura devido à diminuição da evapotranspiração nessas fases. Este fato pode também ser visto na Figura 15, pois os valores da ETcLis foram menores que os da ETcFAO (Estádio inicial).

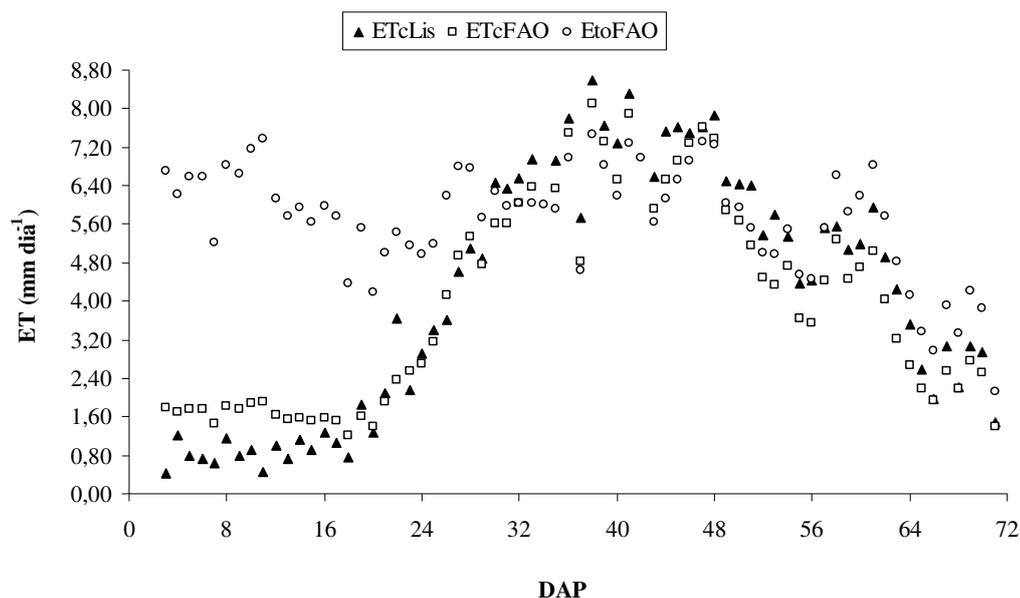


Figura 15. Evapotranspiração do lisímetro (ETcLis), evapotranspiração da cultura pelo método da FAO (ETcFAO) e evapotranspiração de referência pela FAO (EToFAO) durante o ciclo do melão.

Na Figura 16 encontram-se os dados de Kc obtidos pelos tratamentos S1 e S5 utilizando a ETo FAO 56 (Allen et al., 2006), bem como os Kc médios (Kcm S1 e Kcm S5). Observa-se que até os 18 dias após o plantio em campo (DAP) os Kc's variaram muito pouco alcançando valores de no máximo 0,21. Este fato mostra 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 Kc basal. Os valores médios encontrados para o Kc's iniciais nos tratamentos S1 e S5 foram de 0,14 e 0,11, comprovando a diminuição da evaporação nesse período.

No período de maior demanda de água pela planta ocorrida entre os 33 e 53 DAP os Kc's encontrados variaram bastante chegando a valores de 1,23. Nesse caso os valores médios encontrados foram de 1,13 e 0,91 para os tratamentos S1 e S5, respectivamente. Todos esse valores podem ser encontrados na Tabela 4, onde pode ser visto que os Kc's encontrados para o tratamento S1 foram maiores do que aqueles reportados pela FAO (Allen et al. 2006) excetuando para os encontrados nos estádios inicial e final, e, no tratamento S5 todos os Kc's encontrados foram menores do que o da FAO.

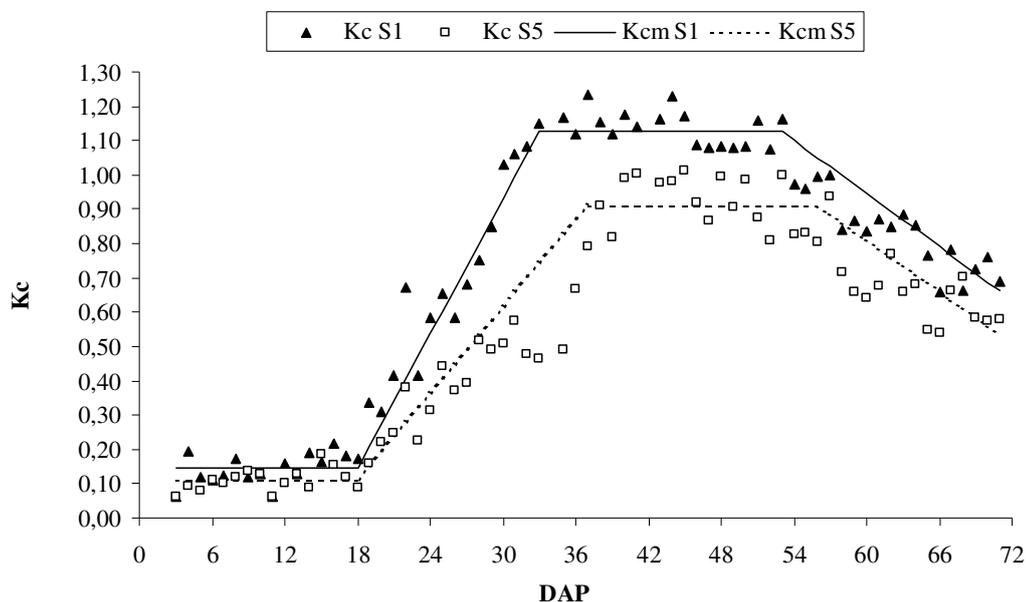


Figura 16. Coeficiente de cultura encontrado para o melão Orange Flesh, utilizando-se os níveis de salinidade da água de irrigação de 0,57 e 4,5 dS m^{-1} (S1 e S5).

Verificou-se também que os K_c 's encontrados para o tratamento S1 foram sempre maiores que o tratamento S5, o que implica em dizer que o consumo de água foi realmente menor quando se utilizou a água de maior salinidade, e, desta maneira, ocorrendo da mesma forma como no Experimento 1. Alves et al. (2000), estudando a evapotranspiração do melão Orange Flesh pelo método do balanço hídrico, também encontrou redução na evapotranspiração da cultura com o aumento da salinidade da água de irrigação e diz que esse fato pode ser explicado pela inibição do desenvolvimento vegetativo da planta pela água salina. Observando os resultados de crescimento da planta, verifica-se que realmente o aumento da salinidade da irrigação com água salina diminuiu o crescimento da planta progressivamente (Figura 27). Já Medeiros et al. (2005) trabalhando com melão pele-de-sapo e lâminas e doses de nitrogênio e potássio, verificou que o desenvolvimento da planta que recebeu maior dosagem de nitrogênio e lâmina de irrigação proporcionaram maiores médias na evapotranspiração da cultura.

Miranda et al. (1999b) encontrou para o melão amarelo Gold mine Kc's maiores que os encontrados nesse trabalho, mas Rodríguez & Souza (1998) utilizando a cultivar de melão Eldorado 300 observaram valores médios de 0,52, 1,13 e 0,91 para os estádios inicial, intermediário e final, respectivamente, estando desta forma bem próximos aos Kc's encontrados nesse trabalho, com exceção ao estágio inicial.

Tabela 4. Estádio fenológico, período em dias, coeficiente de cultivo para o tratamento S1 e S5 (Kc S1 e Kc S5), evapotranspiração média por estágio (ETcLis) e Precipitação pluviométrica, encontrado no ciclo da melão.

Estádio Fenológico	Período		Kc S1	Kc S5	Kc FAO	ETcLis	Precipitação
	S1	S5					
Inicial	18	18	0,14	0,11	0,50	0,93	0,58
Desenvolvimento	14	18	0,57	0,34	0-20-1,05	4,08	25,82
Intermediária	21	20	1,13	0,91	1,05	7,08	2,19
Final	18	15	0,66	0,54	0,75	3,97	237,82
Total			-	-			266,41

A evapotranspiração da cultura encontrada com os lisímetros totalizaram 289,7 e 216,5 mm para o tratamento S1 e S5, respectivamente, isto é, ocorreu uma redução na lamina normalmente irrigada para o melão na região de cerca de 20 a 30% no caso do tratamento S1 e de 30 a 40% no caso do tratamento S5, devido, mas provavelmente a utilização do cultivo com mulch. Nesse caso a diferença encontrada pelos dois tratamentos foi de 73,2 mm, bem maior que o encontrado no Experimento 1. Essa diferença entre os dois experimentos se deve a fato de que no Experimento 1 a precipitação pluviométrica foi bem superior que a encontrada no Experimento 2 (Tabelas 3 e 4), o que pode ter ocasionado a lixiviação dos sais no Experimento 1, visto posto o solo ser bem arenoso (82% de areia), diminuindo a salinidade do solo ao final do cultivo, quando comparado com a salinidade encontrada no Experimento 2 (Figura 20 e Figura 23). Essa diferença de consumo de água entre os dois experimentos também pode ser observado pelas Figuras dos Kc's (Figuras 14 e 16) no qual a distância entre os Kc's médios nos dois tratamentos, é bem menor no Experimento 1 em relação ao Experimento 2.

4.5 Umidade do solo e evolução da salinidade

4.5.1 Experimento 1

Na Figura 17 pode ser visto a umidade volumétrica encontrada pelo TDR nos níveis de salinidade S1, S3 e S5 nas camadas de 0-30 cm e 15-45 cm de profundidade do solo. Pode ser visto que a umidade do solo foi maior quanto maior a salinidade da água de irrigação utilizada, isto é, acontecendo um comportamento inverso ao da evapotranspiração (Figuras 13 e 14). A umidade média encontrada nos tratamentos S1, S3 e S5 para a camada de 0-30 cm foram 0,119, 0,149 e 0,136 $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$, respectivamente variando bastante entre os três tratamentos ao longo do tempo, enquanto que para a camada de 15-45 cm não variou muito sendo a umidade média encontrada de 0,117, 0,121 e 0,122 $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ para os níveis S1, S3 e S5, respectivamente.

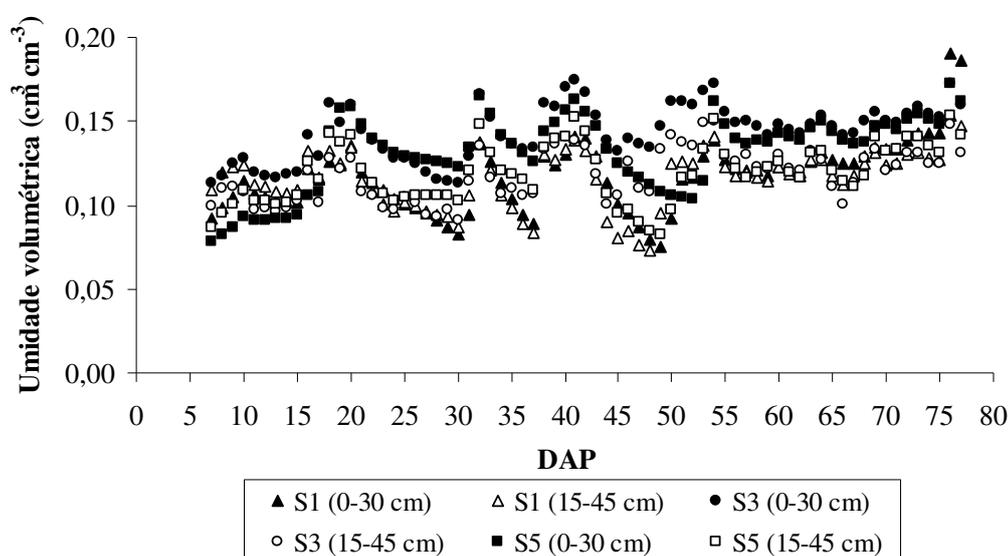


Figura 17. Umidade volumétrica do solo ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$) para os tratamentos S1, S3 e S5 nas camadas 0-30 cm e 15-45 cm, obtidas pelo TDR na melancia.

A evolução da salinidade do solo obtida através TDR's instalados nos tratamentos S1, S3 e S5 nas camadas de 0-30 cm e 15-45 cm, pode ser visto na Figura 18.

Nesse caso, pode-se observar que não ocorreu uma evolução da salinidade, principalmente nos níveis mais salinos (S3 e S5). Isso pode ser explicado pelo alto índice pluviométrico ocorrido no período de cultivo (Figura 8) bem como pela maior lâmina de percolação ocorrida motivada pela redução no consumo de água pela planta, nesses tratamentos (Figuras 13 e 14). Também pode ser visto a alta variabilidade entre as camadas durante o ciclo, principalmente nos níveis S3 e S5, onde se verificam alguns aumentos bruscos nos valores de CEes na camada de 15-45. Esse aumento pode ter sido ocasionado pela elevada precipitação pluviométrica ocorrida nesses períodos, lixiviando os sais para camadas mais profundas. Os valores médios encontrados para S1, S3 e S5 para a camada de 0-30 cm foram de 0,88, 1,09 e 1,14 dS m^{-1} , respectivamente e na camada de 15-45 cm foi de 0,82, 1,03 e 1,14 dS m^{-1} , respectivamente para S1, S2 e S5.

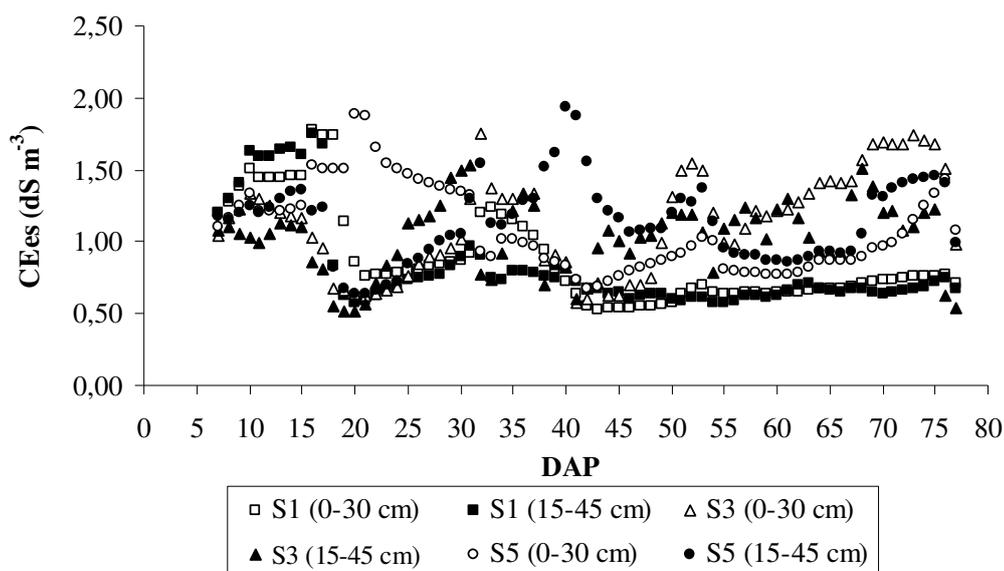


Figura 18. Evolução da salinidade expressos em condutividade elétrica do extrato (CEes) realizada pelo equipamento TDR durante o ciclo da melancia (DAP).

Observa-se na Figura 19 a relação encontrada para a condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) (Richards, 1954) e a condutividade elétrica obtida da suspensão (CE1:2,5) da diluição do solo/água de 1:2,5, realizada em laboratório. O modelo linear foi o que melhor se ajustou com um coeficiente de determinação superior a 0,97. Dessa

forma, com o bom ajuste do modelo verifica-se que a CEes aumenta 7,23 por unidade de CE1:2,5. Assim utilizou-se dessa equação para obtenção dos CEes utilizando o método da diluição 1:2,5.

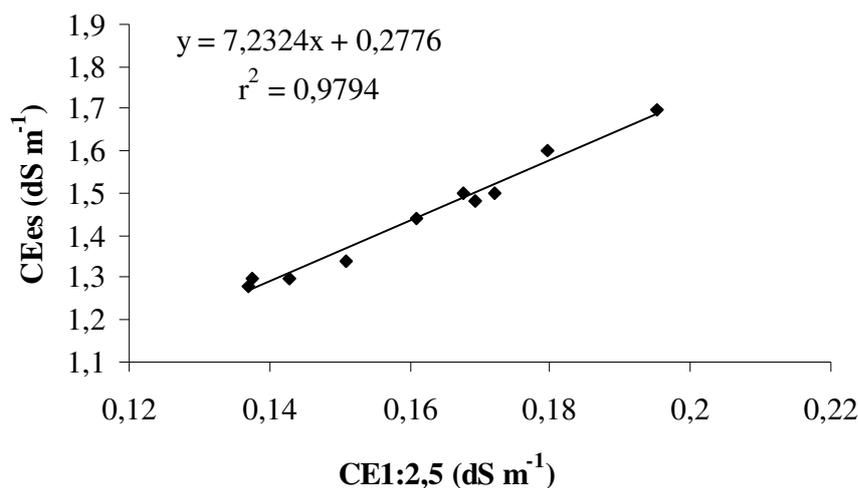


Figura 19. Relação entre os valores de condutividade elétrica do extrato (CEes) e a condutividade elétrica da suspensão de 1:2,5 (CE 1:2,5).

Os resultados obtidos para a salinidade do solo foram apenas de uma coleta realizada ao final do cultivo (2 dias antes da colheita), para todos os cinco tratamentos e nas camadas de 0-20 e 20-40 cm (Figura 20). Verifica-se que a salinidade ao final do ciclo da cultura aumentou de uma camada para a outra, deixando assim a camada mais superficial 0-20 menos salina. Segundo Ayers & Westcot (1991), a concentração de sais aumenta com a profundidade ao atingir o equilíbrio, devido ao fato de que a água de irrigação evapotranspirada pela cultura deixa seus sais na zona radicular para serem deslocados por irrigações subseqüentes para sua parte inferior, onde se acumulam até serem lixiviados a maiores profundidades. Nesse caso a lixiviação dos sais ocorreu principalmente devido a precipitação pluviométrica (Figura 8) ao final do experimento, pois a coleta do solo foi realizada bem próximo a colheita da melancia, época em que a irrigação já tinha sido encerrada. Nesta mesma Figura, observa-se que realmente a salinidade do solo aumentou com o aumento da salinidade da água de irrigação, mas alcançando apenas um valor médio máximo

de $1,63 \text{ dS m}^{-1}$ para o tratamento S5, isto é, muito abaixo do que se esperava para este nível de salinidade da água de irrigação.

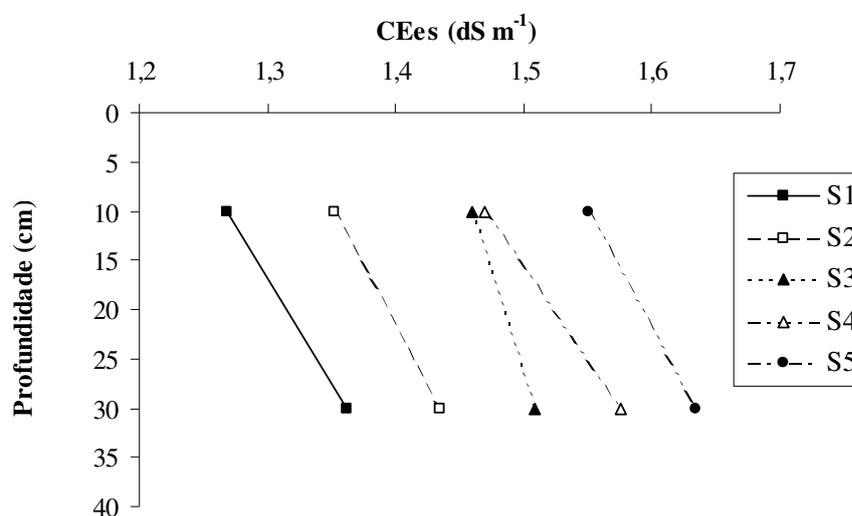


Figura 20. Perfis de salinidade do solo expressos em condutividade elétrica do extrato (CEEs) ao final do experimento na melancia.

4.5.2 Experimento 2

Na Figura 21 observa-se a umidade volumétrica encontrada pelo TDR nos níveis de salinidade S1, S3 e S5 nas camadas de 0-30 cm e 15-45 cm. Verifica-se que a umidade do solo foi maior quanto maior a salinidade da água de irrigação utilizada, possivelmente resultado da redução da evapotranspiração (Figuras 15 e 16). Em média a umidade encontrada para os tratamentos S1, S3 e S5 para a camada de 0-30 cm foram $0,110$, $0,130$ e $0,157 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$, enquanto para a camada de 15-45 cm foi de $0,104$, $0,125$ e $0,168 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$, respectivamente. Para o nível S5 o TDR não fez leituras a partir de 45 DAP devido à alta salinidade do solo (Figura 21). Medeiros (1998), Barros (2002) e Porto (2003) também encontraram aumento da umidade do solo quando se aumentou a salinidade da água de irrigação aplicada.

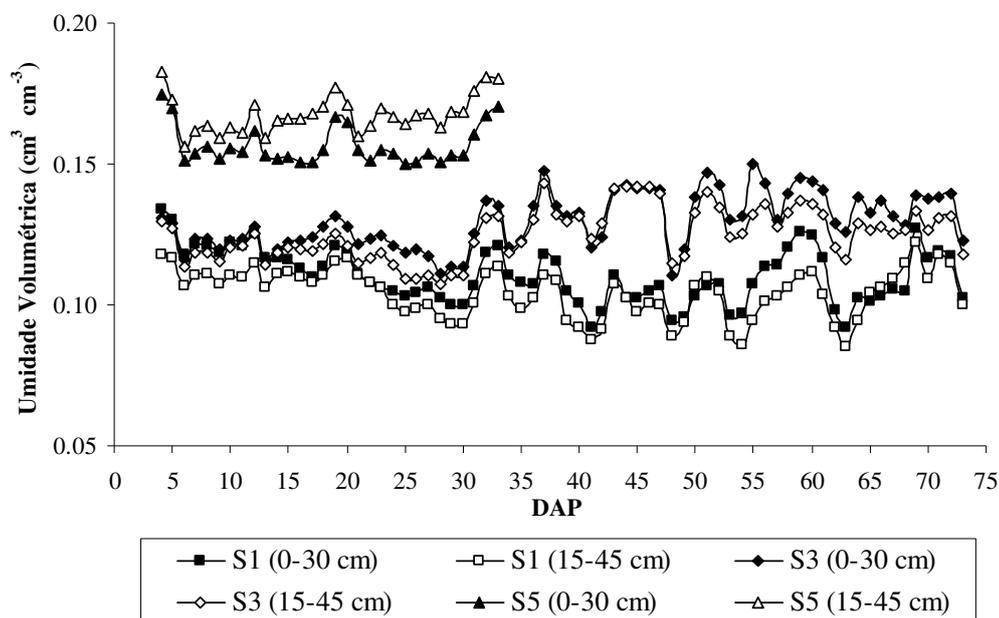


Figura 21. Umidade volumétrica do solo ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$) para os tratamentos S1, S3 e S5 nas camadas 0-30 cm e 15-45 cm, obtidas pelo TDR durante o ciclo do melão (DAP).

Na Figura 22 podem ser vistos os ajustes encontrados para a relação da condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) pelo método padrão (Richards, 1954) e a condutividade elétrica obtida da suspensão (CE1:2,5) da diluição do solo/água de 1:2,5. Observa-se que o coeficiente de determinação acima de 0,95, isto é, um ajuste linear muito bom, em que a CEes aumenta 7,43 por unidade de CE1:2,5. Dessa forma a CE1:2,5 foi a realizada em todas as coletas de solo para fins de salinidade e utilizando-se então o modelo ajustado para estimar a CEes. Verifica-se também que a equação encontrada para a relação entre a CEes e a CE1:2,5 neste experimento é bem idêntica aquela encontrada para o experimento 1 (Figura 19).

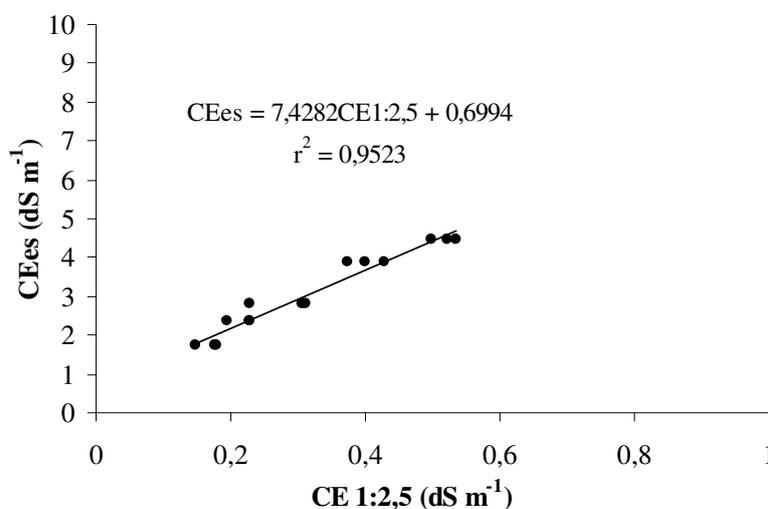


Figura 22. Relação entre os valores de condutividade elétrica do extrato (CEEs) e a condutividade elétrica da suspensão de 1:2,5 (CE 1:2,5).

Na Figura 23 observa os perfis de salinidade do solo encontrados aos 30 e 65 dias após o plantio das mudas no campo (DAP). Pode ser visto que aos 30 DAP a salinidade do solo era maior na camada de 20-40 para todos os níveis de salinidade da água de irrigação. Rhoades (1994) diz que a concentração de sais solúveis 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 provém do quarto superior da zona radicular, os sais tenderão a se acumular em maior quantidade, próximo a zona radicular da cultura. No período analisado (30 e 65 DAP) a planta estava em pleno desenvolvimento vegetativo sendo a fase em que a demanda de água aumenta, o que pode ter ocasionado essa diminuição na salinidade na camada superficial do solo. Verifica-se também que aos 65 DAP a salinidade do solo, isto é depois da 1^a e 2^a colheita do melão, tendeu a se igualar no perfil, tendendo a ser maior na camada mais superficial, nos tratamentos mais salinos (S3, S4 e S5). Na Tabela 5 encontra-se a análise variância dos dados da Figura 23 onde se observa a efeito da salinidade da água de irrigação na salinidade do solo. Nesse caso, verifica-se que não houve efeito da interação salinidade e profundidade. A diferença das médias indica que houve aumento da salinidade do solo com o aumento da salinidade da água de irrigação aos 30 e 65 DAP.

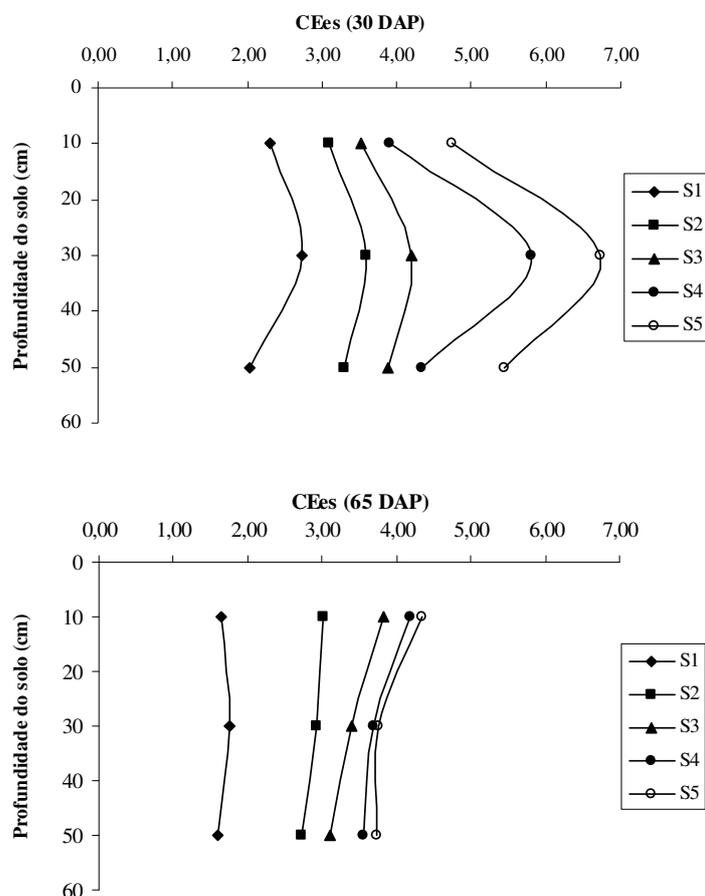


Figura 23. Perfis de salinidade do solo expressos em condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) aos 30 e 65 dias após o plantio do melão (DAP).

Comparando-se os perfis de salinidade do solo nos dois tempos de coleta, observa-se que houve uma tendência de diminuição da salinidade, em todos os tratamentos. Nesse caso, aos 65 DAP a planta já tem diminuído o seu consumo de água, pois esta é a fase da colheita (2^a colheita), onde tanto a irrigação com água salina foi diminuída bem como o consumo de água pela planta. Resultados semelhantes foram encontrados por Porto Filho (2003), Barros (2002), Blanco (1999) e Medeiros (1998), onde verificaram que a salinidade do solo aumenta com o tempo e com a profundidade do solo e que, além disso, a salinidade é maior nas camadas mais superficiais, principalmente quando se utiliza a irrigação localizada e períodos curtos. Já Ayers & Westcot (1991) diz que a salinidade média do solo irrigado varia tanto no tempo como no espaço e, além da qualidade da água de irrigação

utilizada, depende de fatores como a evapotranspiração da cultura, padrão de distribuição do sistema radicular, fração de lixiviação (FL), método de irrigação, vazão do emissor e frequência de irrigação.

Tabela 5. Resumo da ANAVA para a condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) aos 30 e 65 DAP nas diferentes camadas (0-20, 20-40 e 40-60 cm) no melão.

Fator de variação	G.L	Estatística F	
		30 DAP	65 DAP
Blocos	3	1,448 ^{ns}	0,106 ^{ns}
Salinidade (Sal)	4	19,989*	31,605*
Resíduo 1	15	0,947	0,328
Camadas.	2	11,261*	5,068*
Sal*Camadas	8	1,192 ^{ns}	0,554 ^{ns}
Resíduo 2	27	0,579	0,210
Médias			
S1		2,362a	1,663a
S2		3,325ab	2,891 b
S3		3,869 bc	3,446 bc
S4		4,685 cd	3,814 c
S5		5,640 d	3,953 c

^{ns} não significativo,

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

[†]letras iguais nas colunas não diferem a 5% de probabilidade pelo teste Tukey

Já na Figura 24 pode ser visto a evolução da salinidade do solo encontrado para a camada superficial (0-20 cm) e para o tratamento que recebeu a dose intermediária de nitrogênio (N2). Observa-se que a salinidade do solo aumentou até os 35 DAP em todas os níveis de salinidade da água de irrigação utilizados e os 65 DAP diminuiu para os níveis S1, S2 e S5. Essa diminuição da salinidade ao final do ciclo também foi encontrada por Barros (2002) que estudando a influencia da salinidade média do solo, encontrou que dos 45 DAS até o final do ciclo da cultura a salinidade decresceu. A elevada salinidade já encontrada ao inicio do experimento (0 DAP) deve-se ao fato de que houve acúmulo de sais por ocasião do experimento anterior instalado (melão Gália), ao qual não foi conduzido até a sua colheita. Verifica-se também que a maiores salinidades encontradas foram encontradas pelos maiores níveis de salinidade da água de irrigação. Este fato se deve a maior quantidade de sais adicionados ao solo quando irrigado com águas salinas, considerando que a aplicação de água foi igual em todos os tratamentos salinos. Medeiros (1998), Gurgel (1999)

Barros (2002), Porto Filho (2003) afirmam que a principal influência do efeito da salinidade da água de irrigação é produzir valores de salinidade do solo maiores, a partir do início do cultivo, quanto mais salina for a água, sendo dessa forma também comprovado por este trabalho. Estes mesmos autores também verificaram que ao utilizarem a irrigação localizada, o acúmulo de sais no solo é diretamente proporcional a salinidade da água utilizada, com maior concentração de sais na camada superficial, e decrescente com a profundidade.

Tabela 6. Resumo da ANAVA para a condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes), na camada de 0-20 cm, nas diferentes datas de coletas no melão (0, 30 e 65 DAP).

Fator de variação	G.L	Estatística F		
		CEa (dS m ⁻¹)		
Blocos	3	0,969 ^{ns}		
Salinidade	4	60,114*		
Resíduo 1	15	0,211		
DAP	2	4,120*		
SalxDAP	8	1,695 ^{ns}		
Resíduo 2	27	0,220		
Médias				
Sal		0	30	65
S1		1,85a	2,30a	1,64a
S2		2,21ab	3,09ab	3,01b
S3		3,02bc	3,53b	3,81bc
S4		3,77cd	3,89bc	4,19c
S5		4,66d	4,74c	4,35c

^{ns} não significativo,

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

[†]letras iguais nas colunas não diferem a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

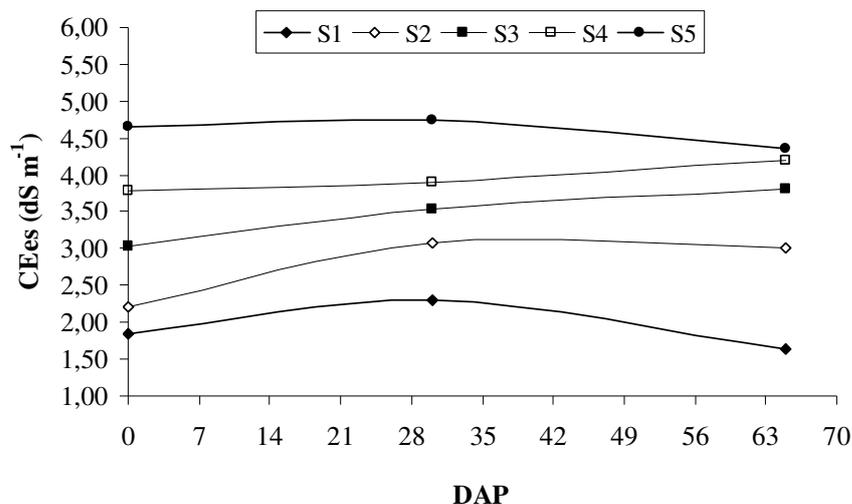


Figura 24. Evolução da salinidade expressos em condutividade elétrica do extrato (CEes) aos 0, 30 e 65 dias após o plantio do melão (DAP), na profundidade de 0-20 cm.

Na Figura 25 pode ser visto a evolução da salinidade do solo encontrado nas camadas de 0-30 cm e 15-45 cm pelos TDR's instalados nos tratamentos S1, S3 e S5 e no tratamento 2 de nitrogênio aplicado (N2). Observa-se que para o nível S5 e S3 a salinidade do solo aumenta até os 46 e 32 DAP e após esse período tende a diminuir até o final do ciclo, como na Figura 24. A salinidade do solo também é mais elevada nos tratamentos mais salinos e na camada mais superficial do solo (0-30 cm). A salinidade média nas camadas de 0-30 cm para os níveis S1, S3 e S5 foi de 0,83, 1,67 e 2,5 dS m^{-1} , e para a camada 15-45 cm foi de 0,69, 1,61 e 2,1 dS m^{-1} . Comparando a Figura 25 e a Figura 24, verifica-se que os valores obtidos com a técnica TDR para a camada 0-30 cm foram menores que aquelas obtidos pelas coletas de solo em campo nos períodos de 42 e 77 DAP (camada 0-20 cm). Isto pode ser entendido pelo fato de que o TDR100 realizava leituras a cada 5 segundos sendo armazenadas as médias a cada 10 minutos, enquanto que a coleta de solo foi realizada apenas em três pontos próximos a planta e em horários próximos a irrigação, bem como pela amostragem nas camadas serem diferentes, visto posto que na camada mais profunda a salinidade tendeu a ser menor.

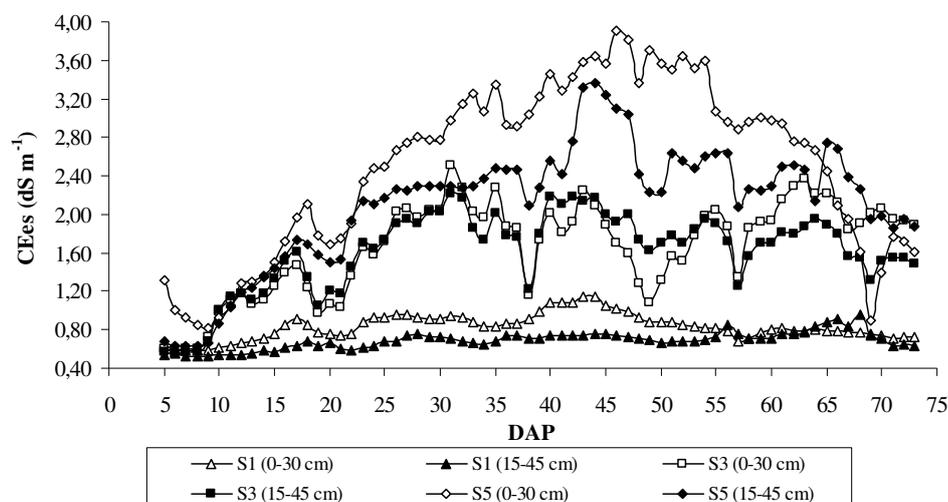


Figura 25. Evolução da salinidade expressos em condutividade elétrica do extrato (CEEs) realizada pelo equipamento TDR durante o ciclo do melão (DAP).

4.6 Crescimento de plantas

4.6.1 Experimento 1

Pode ser visto na análise de variância, Tabela 7, que para a cultivar de melancia MickyLee, em nenhuma das variáveis área foliar (AF), número de folhas (NF), massa seca das folhas (MSF), massa seca dos ramos (MSR) e massa seca da parte aérea (MSA) houve interação significativa entre os níveis de salinidade da água e a idade da planta nem da salinidade de forma isolada. Vários autores relatam o efeito da salinidade no cultivo irrigado da melancia (Souza, 1999; Marinho et al., 2002), mostrando sempre o efeito significativo, isto é, o decréscimo no crescimento da cultura, a partir de um valor máximo da salinidade da água de irrigação que não ocasione perdas na produção, posteriormente, diferenciando do que foi encontrado neste trabalho.

Tabela 7. Resumo da ANAVA das características área foliar em cm² (AF), número de folhas por planta (NF), massa seca da folhas em gramas (MSF) e massa seca dos ramos em gramas (MSR) e massa seca da parte aérea em gramas (MSA), da melancia.

Fator de variação	G.L	Estatística F				
		AF	NF	MSF	MSR	MSA
Blocos	3	1,106 ^{ns}	0,861 ^{ns}	0,586 ^{ns}	0,911 ^{ns}	0,619 ^{ns}
Salinidade	4	0,634 ^{ns}	1,833 ^{ns}	0,904 ^{ns}	0,483 ^{ns}	0,774 ^{ns}
Resíduo 1	15					
DAP	3	96,697 ^{**}	98,329 ^{**}	59,981 ^{**}	163,585 ^{**}	92,439 ^{**}
Sal*DAP	12	0,916 ^{ns}	1,582 ^{ns}	1,373 ^{ns}	2,036 ^{ns}	1,622 ^{ns}
Resíduo 2	42					
DAP		Médias				
26		829,63d	14,5c	5,29c	2,23d	7,53c
36		4807,02c	70,3b	28,21b	12,88c	41,09b
47		18139,51a	208,8a	87,34a	52,45b	139,79a
62		12327,21b	207,8a	78,14a	64,12a	142,26a

^{ns} não significativo,

^{**} Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

O efeito não significativo da salinidade da água de irrigação no crescimento da cultura pode ser explicada pela elevada precipitação pluviométrica para a região ocorrida em todas as fases fenológicas (Figura 8) e as pequenas lâminas aplicadas (Tabela 8), o que proporcionou a lixiviação dos sais e acrescentou pouco ao solo, respectivamente. Observa-se na Tabela 8 a diferença na demanda de água pela planta e as entradas de água no período, o que propiciou a lixiviação dos sais pela chuva. Além desse fato o solo onde foi instalado o experimento é altamente drenável. Segundo Carmo Filho & Oliveira (1989), a precipitação pluviométrica anual em Mossoró-RN é de 673,9 mm, isto é, bem abaixo da ocorrida no período de 78 dias do cultivo da melancia, constatando que, apesar do trabalho ter sido conduzido no período mais chuvoso para a região, a precipitação pluviométrica total mostra que o ano foi um ano atípico em relação a este parâmetro. Mesmo não havendo efeito da salinidade, observa-se que ocorre um decréscimo no crescimento da cultura ao final do ciclo que ocorreu principalmente devido à alta infestação de doenças antes da colheita, no caso o míldio (*Pseudoperonospora cubensis*) que reduziu demasiadamente a área foliar principalmente.

Tabela 8. Período (dias) observados nos estádios fenológicos, precipitação pluviométrica (mm), evapotranspiração da cultura (ETc) em mm e lâmina irrigada (mm) na melancia.

Estádio Fenológico	Período	Precipitação	ETc*	Lâmina irrigada
Inicial	17	91,19	34,14	19,45
Desenvolvimento	18	199,88	53,56	21,78
Intermediária	23	363,73	120,85	44,85
Final	20	171,72	38,29	8,41
Total	78	826,52	246,84	94,49

* método da FAO 56 (Allen et al., 1998)

4.6.2 Experimento 2

O melão Orange Flesh foi analisado de duas formas: análise da variância em parcelas subdivididas no tempo, onde as parcelas foram os cinco níveis de salinidades e os 3 níveis de nitrogênio; e em análises de variância separadas para cada tempo de coleta e cada tratamento sendo salinidade ou nitrogênio. A análise de variância está apresentada na Tabela 9. Observa-se que houve diferenças significativas da salinidade, e que os níveis de nitrogênio não interferiu em nenhum das variáveis estudadas. Vários trabalhos dentre os quais, Shannon & Francois (1978), Franco et al. (1997), mostram o efeito da salinidade da água para a cultura do melão, concordando com os resultados encontrados.

Com relação às interações, verifica-se na Tabela 9, que houve interação significativa entre a salinidade e a idade da planta, pra todas as variáveis analisadas. Estes resultados concordaram com os encontrados por Sousa (2003) e Farias (2003) que trabalharam com as cultivares de melão AF646 e Gold Mine, respectivamente. A não interação dos tratamentos de nitrogênio pode ser entendido pelo fato da alta adubação de fundação realizada ao começo do experimento, o que fez com que a exigência da planta com relação à adubação fosse suprida com o menor nível de nitrogênio aplicado. Isto sugere que em outras ocasiões, a adubação de fundação bem como o menor nível aplicado sejam diminuídos.

Tabela 9. Resumo da ANAVA das características área foliar em cm² (AF), número de folhas por planta (NF), massa seca de folhas em gramas (MSF), massa seca de ramos em gramas (MSR) e massa seca da parte aérea em gramas (MSA), submetidos a níveis de salinidades (Sal), níveis de nitrogênio (N) e tempos de coleta no melão (DAP).

F. V	GL	Estatística F									
		AF		NF		MSF		MSC		MSA	
Blocos	3	1,589 ^{ns}		1,325 ^{ns}		1,520 ^{ns}		0,940 ^{ns}		1,287 ^{ns}	
Sal	4	44,89*		11,49*		22,93*		11,76*		23,61*	
N	2	1,71 ^{ns}		0,663 ^{ns}		0,791 ^{ns}		0,134 ^{ns}		0,668 ^{ns}	
Sal*N	8	1,93 ^{ns}		1,549 ^{ns}		2,021 ^{ns}		1,070 ^{ns}		1,871 ^{ns}	
QM Res. 1	15										
DAP	4	255,65*		255,263*		152,256*		315,987*		192,23*	
Sal*DAP	16	2,99*		1,78*		2,03*		2,17*		2,02*	
N*DAP	8	0,122 ^{ns}		0,471 ^{ns}		0,106 ^{ns}		0,586 ^{ns}		0,142 ^{ns}	
Sal*N*DAP	32	1,27 ^{ns}		0,979 ^{ns}		1,421 ^{ns}		1,281 ^{ns}		1,386 ^{ns}	
QM Res. 2	207										
DAP		Lin.	Quad.	Lin.	Qua.	Lin.	Quad.	Lin.	Quad.	Lin.	Quad.
Sal (23 DAP)		0,50 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,62 ^{ns}	0,14 ^{ns}	3,58 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,02 ^{ns}	2,86 ^{ns}	0,22 ^{ns}
Sal (31 DAP)		14,75*	0,06 ^{ns}	4,06*	0,22 ^{ns}	17,99*	0,79 ^{ns}	0,99 ^{ns}	0,01 ^{ns}	13,75*	0,53 ^{ns}
Sal (41 DAP)		16,24*	0,89 ^{ns}	5,42*	0,46 ^{ns}	39,01*	1,91 ^{ns}	2,27 ^{ns}	0,86 ^{ns}	29,99*	1,93 ^{ns}
Sal (50 DAP)		47,92*	6,32*	5,75*	0,09 ^{ns}	11,72*	2,08 ^{ns}	22,25*	3,63 ^{ns}	17,39*	2,99 ^{ns}
Sal (64 DAP)		58,23*	0,73 ^{ns}	35,11*	0,04 ^{ns}	44,79*	0,51 ^{ns}	38,43*	0,74 ^{ns}	52,48*	0,69 ^{ns}
CV 1 (%)		25,13		33,79		31,25		29,66		30,88	
CV 2 (%)		32,90		29,63		30,46		32,49		29,93	

ns não significativo,

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Na Tabela 9, também se observa o comportamento dos tratamentos de salinidade em relação aos tempos de coleta (DAP) para a AF, NF, MSF, MSC e MSA. Verifica-se que aos 23 DAP não houve efeito dos tratamentos de salinidade em nenhuma das variáveis analisadas, isto é, que ainda na primeira coleta de plantas a salinidade da água de irrigação não afetou o desenvolvimento da planta, e que, aos 50 DAP ocorreram os maiores valores para todas as variáveis estudadas em todos os tratamentos (Figura 26). Verifica-se que o modelo linear se ajustou melhor aos 31, 41, 50 e 64 DAP para todas as variáveis, exceto ao MSC que só foi significativo apenas aos 50 e 64 DAP. O efeito negativo da salinidade nestas variáveis pode ser visto na Figura 26. Nesse caso, observa-se pelas equações de regressão, que a maior diminuição das variáveis ocorreu aos 64 DAP, devido à declividade das curvas serem

maiores nesta época, sendo que para cada aumento de 1 dS m^{-1} foi encontrado o decréscimo de 23,73 para NF, 2562 cm^2 para AF, 18,32 g para MSF e 24,65 g para MSA.

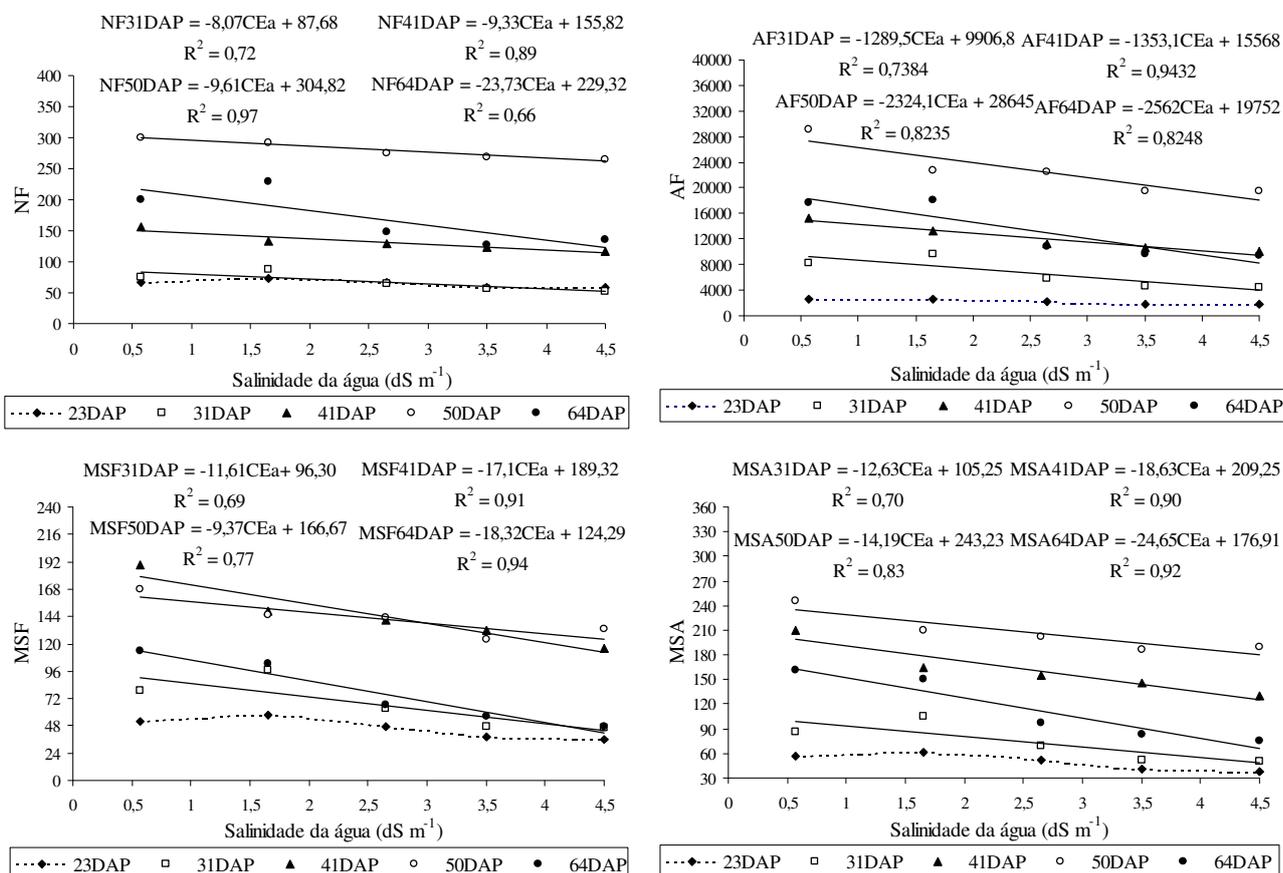


Figura 26. Comparação do NF, AF, MSF e MSA em relação a salinidade da água nos tempos de coleta 31, 41, 50 e 64 DAP, no melão.

Na Figura 27 verifica-se o crescimento da planta durante o período de cultivo, dias após o plantio (DAP), mostrando a Área Foliar (27A) e a Matéria Seca da parte aérea (MSA) (25B) encontrados nas coletas de 23, 31, 41, 50 e 64 DAP. O modelo de crescimento ajustado foi o descrito por Maia & Moraes (2004), ao qual deve-se fazer a transformação da variável tempo usando o logaritmo neperiano (\ln), sendo dado pela equação 25.

$$Y = 10^{a+x \cdot (b+c \cdot x)} \quad (25)$$

em que:

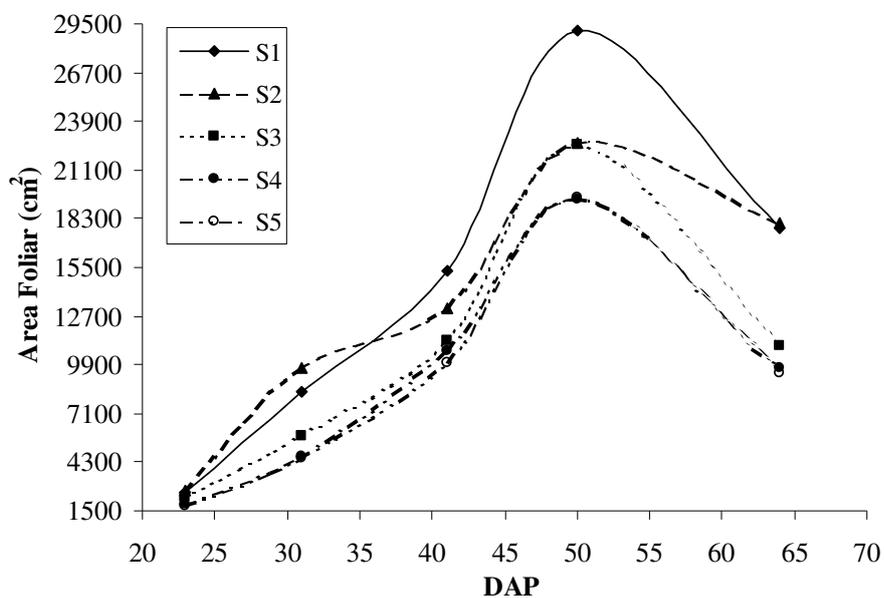
Y = variável analisada durante o tempo;

x = ln (tempo);

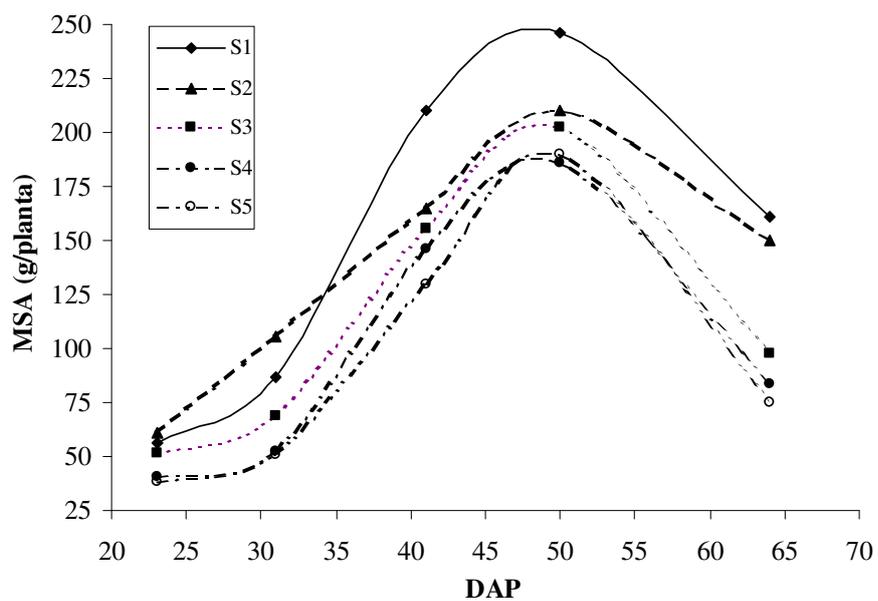
a, b e c = parâmetros ajustados pelo modelo.

Com relação a área foliar da planta, observa-se que depois dos 31 DAP até 50 DAP a área foliar da planta cresceu bruscamente e após esse período decresceu. Esse mesmo comportamento também ocorreu para a matéria seca das folhas (Figura 26). Também se verifica que tanto a área foliar como a matéria seca da parte aérea tende a diminuir com o aumento da salinidade da água de irrigação, o que foi também comprovado pela Figura 26. Resultados semelhantes foram encontrado por Porto Filho (2003), Maia & Morais (2004), e Medeiros et al. (2007) ao qual dizem que a planta tende a cresce com menor intensidade num período inicial, tem o crescimento praticamente linear em pleno desenvolvimento e depois tende a decrescer ao se aproximar do período de colheita. Na Tabela 10 observa-se as equações ajustadas para a área foliar e MSA, respectivamente.

Pode ser visto que todos os ajustes do modelo foram significativos ao nível de 1% de probabilidade e com r^2 variando entre 0,895 e 0,952, isto é, que o ajuste do modelo aos dados de crescimento foi muito bom. Dessa forma pode-se utilizar as equações ajustadas para fornecer dados de crescimento do melão Orange Flesh quando submetidos as condições de salinidade impostas nesse trabalho. Medeiros et al. (2007) também encontrou ajuste dos modelos de crescimento para fitomassa seca e área foliar do melão Gold Mine e Trusty, ao qual o melhor ajuste foi obtido por modelos sigmóides.



27A



27B

Figura 27. Área foliar e massa seca da parte aérea (MSA) do melão Orange Flesh submetido aos cinco níveis de salinidade da água em relação ao tempo de coleta no melão (DAP).

Tabela 10. Equações de regressão para a Área foliar ($\text{cm}^2/\text{planta}$) e matéria seca da parte aérea (MSA) em gramas/planta em função de DAP para os diferentes níveis de salinidade da água de irrigação no melão.

Nível	Equações	r^2
S1	$\text{ÁreaFoliar} = 10^{-39,20+\ln \text{DAP} \cdot (22,17-2,82 \cdot X)}$	0,903**
S2	$\text{ÁreaFoliar} = 10^{-15,51+\ln \text{DAP} \cdot (9,92-1,24 \cdot X)}$	0,918**
S3	$\text{ÁreaFoliar} = 10^{-66,86+\ln \text{DAP} \cdot (36,30-4,63 \cdot X)}$	0,905**
S4	$\text{ÁreaFoliar} = 10^{-57,44+\ln \text{DAP} \cdot (31,53-4,03 \cdot X)}$	0,918**
S5	$\text{ÁreaFoliar} = 10^{-70,73+\ln \text{DAP} \cdot (38,25-4,88 \cdot X)}$	0,909**
S1	$\text{MSA} = 10^{-22,64+\ln \text{DAP} \cdot (14,46-1,87 \cdot X)}$	0,939**
S2	$\text{MSA} = 10^{-13,81+\ln \text{DAP} \cdot (8,27-1,06 \cdot X)}$	0,930**
S3	$\text{MSA} = 10^{-31,62+\ln \text{DAP} \cdot (17,63-2,29 \cdot X)}$	0,952**
S4	$\text{MSA} = 10^{-43,00+\ln \text{DAP} \cdot (23,50-3,05 \cdot X)}$	0,895**
S5	$\text{MSA} = 10^{-51,43+\ln \text{DAP} \cdot (27,79-3,60 \cdot X)}$	0,895**

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

4.7 Produção e seus componentes

4.7.1 Experimento 1:

Conforme a análise dos dados, Tabela 11, verifica-se que não houve efeito significativo dos níveis de salinidade da água de irrigação nos componentes de produção da melancia Mickylee. Fatores como a precipitação pluviométrica ocorrida no período do cultivo, principalmente, fez com que, os efeitos negativos da utilização da irrigação com água salina fossem amenizados. Além disso, no estágio final da cultura houve ataque severo de doenças, principalmente o míldio, ocasionando diminuição geral na produtividade média da cultura.

Observa-se na Tabela 8 que a diferença na demanda de água pela planta e as entradas de água no período, possivelmente propiciaram a lixiviação dos sais pela chuva. Além desse fato, o solo onde foi instalado o experimento é altamente drenável com 82% de areia e apenas 14% de argila. Segundo Carmo Filho & Oliveira (1989), a precipitação

pluviométrica anual em Mossoró-RN é de 673,9 mm, isto é, bem abaixo da ocorrida no período de 78 dias do cultivo da melancia.

Tabela 11. Resumo da ANAVA para produtividade comercial (PRC) e total (PRT) em Mg ha^{-1} , peso médio do fruto comercial (PMC) e total (PMT) em kg, e o número de frutos por planta comercial (NFC) e total (NFT) da melancia.

Fator de Variação	GL	Estatística F					
		PRC	PRT	PMC	PMT	NFC	NFT
Bloco	3	2,64 ^{ns}	2,48 ^{ns}	1,30 ^{ns}	1,55 ^{ns}	1,81 ^{ns}	1,67 ^{ns}
Salinidade	4	1,48 ^{ns}	1,43 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,45 ^{ns}	1,14 ^{ns}	1,06 ^{ns}
.Reg. Linear	1	4,51 ^{ns}	4,37 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,27 ^{ns}	3,69 ^{ns}	3,44 ^{ns}
.Reg. Quadrática	1	0,19 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,09 ^{ns}
Resíduo	12						
C.V. (%)		35,06	34,92	13,30	12,7	35,71	35,41

^{ns} não significativo,

* significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Mesmo não havendo efeito significativo da salinidade da água de irrigação na PRC e PRT, verifica-se na Figura 28 que houve uma tendência de decréscimo linear para PRT e PRC de 2,733 e 2,730 Mg ha^{-1} para cada incremento de 1 dS m^{-1} na salinidade da água de irrigação, respectivamente.

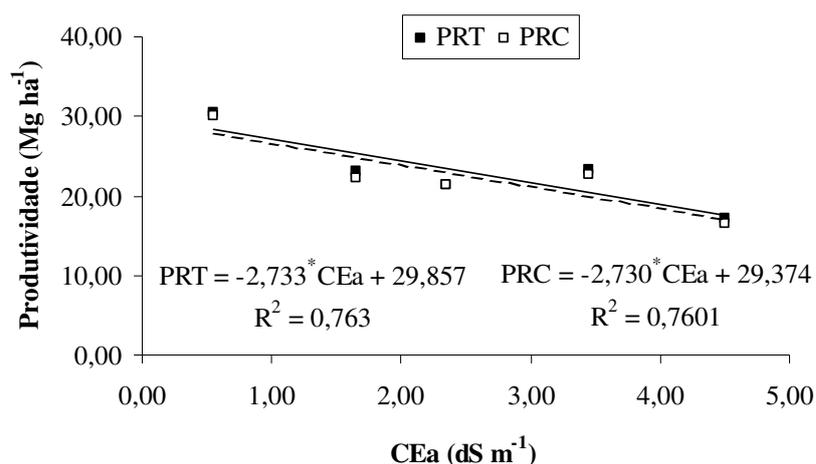


Figura 28. Produtividade comercial da melancia versus níveis de salinidade da água de irrigação.

A PRC média encontrada foi de 22,55 Mg ha⁻¹ superior ao encontrado por Grangeiro et al. (2005), mas inferior a média da região obtida com esses cultivares em áreas mais tecnificada que é em torno de 30 Mg ha⁻¹, similar a obtida para baixa salinidade da água de irrigação.

4.7.2 Experimento 2

Pode ser visto na Tabela 12 que, os níveis de salinidade afetaram a produtividade comercial (PRC) e total (PRT), e o peso médio de frutos comercial (PMC) e total (PMT) do melão Orange Flesh. Já os níveis de nitrogênio utilizados não ocasionou diferenças significativas bem como a interação salinidade e nitrogênio, em nenhuma das variáveis estudadas.

Tabela 12. Resumo da ANAVA dos rendimentos comercial (PRC), total (PRT) e refugo (PRR), peso médio de frutos comercial (PMC), total (PMT) e refugos (PMR) no experimento 2 submetidos a diferentes níveis de salinidade (Sal) e doses nitrogênicos (N).

F. V	GL	Estatística F								
		PRC	PRT	PRR	NFC	NFT	NFR	PMC	PMT	PMR
Bloco	3	2,78 ^{ns}	2,27 ^{ns}	0,87 ^{ns}	3,64*	3,58*	1,32 ^{ns}	0,84 ^{ns}	0,80 ^{ns}	1,64 ^{ns}
Sal	4	5,65*	5,71*	0,65 ^{ns}	1,38 ^{ns}	1,27 ^{ns}	0,31 ^{ns}	11,52*	10,51*	1,63 ^{ns}
Res. 1	15									
N	2	1,23 ^{ns}	1,72 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,56 ^{ns}	1,13 ^{ns}	0,46 ^{ns}
Sal*N	8	0,98 ^{ns}	0,87 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,73 ^{ns}	1,78 ^{ns}
Res. 2	27									
CV 1		28,50	30,29	60,83	32,26	30,04	51,82	11,21	11,449	30,69
CV 2		10,53	11,33	68,46	15,62	17,92	69,55	5,2	5,8	21,35
Sal		Médias								
0,57		40,18a	45,39a	5,21a	1,474a	1,704a	0,233a	1,87a	1,83a	1,51a
1,65		29,52ab	34,39ab	4,87a	1,238a	1,477a	0,237a	1,62b	1,59b	1,42a
2,65		27,57b	31,26b	3,69a	1,237a	1,430a	0,193a	1,52b	1,49b	1,18a
3,50		25,94b	30,05b	4,11a	1,209a	1,415a	0,206a	1,47b	1,46b	1,41a
4,50		23,16b	27,25b	4,09a	1,099a	1,318a	0,219a	1,44b	1,41b	1,17a

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.

O fato das doses de nitrogênio não terem afetado os componentes de produção do melão pode ser explicada pela aplicação via fertirrigação antes do transplante das mudas, de 43,8 kg ha⁻¹ de N, 74,6 kg ha⁻¹ de P₂O₅ kg ha⁻¹ e 77,5 kg ha⁻¹ de K₂O, o que pode ter suprido as necessidades da cultura em termos de nutrição, principalmente do nitrogênio, no menor nível de nitrogênio utilizado. Esta constatação reforça a hipótese de se fazer diminuição das doses de nitrogênio e sem a adubação de fundação realizada nesse experimento, para a execução de outros experimentos que sigam as mesmas condições deste. Também na Tabela 12 verificou-se que não houve diferenças significativas no caso dos componentes de produção encontrados para os frutos refugos, e, nem para a variável número de frutos por planta, mas, sendo que nesse caso, observa-se pelas médias que ocorre uma tendência de diminuição para o NFC e NFT. Jones et al. (1979), Meiri et al. (1982) e Botella et al. (1993) relatam que a salinidade da água de irrigação reduz o número de frutos/planta bem como o peso médio de frutos. Barros (2002) também encontrou que a salinidade da água de irrigação diminuiu a produtividade do melão Orange Flesh para todos os componentes de produção, excetuando os frutos refugos, concordando com os resultados encontrados neste trabalho.

Na Figura 29 verifica-se os valores de produtividade do melão, número de frutos por planta e o peso médio do fruto, total e comercial do Orange Flesh em função da salinidade da água de irrigação. Observa-se que em todos os casos houve ajuste significativo do modelo linear e que o aumento da salinidade diminuiu estes componentes linearmente. No caso da produtividade, o decréscimo foi de 4,241 e 3,927 Mg ha⁻¹ por acréscimo de 1 (um) dS m⁻¹ na água de irrigação para a PRT e PRC, respectivamente. Barros (2002) também encontrou decréscimo linear para o melão Orange Flesh, com valores de 4,099 e 4,063 Mg ha⁻¹ por 1 dS m⁻¹ para os rendimentos total e comercial, respectivamente, isto é, bem próximos aos encontrados neste experimento. Com os dados da Tabela 12 e Figura 29 analisa-se que a diminuição da PRC do maior nível salino (S5) em relação ao menor (S1) foi de 42,35%, fornecendo um decréscimo de 11,64% por acréscimo de 1 dS m⁻¹ de salinidade na água de irrigação. Com relação a PRT esses mesmos decréscimos foram de 39,96% (comparando-se S1 e S5) e de 11,03% por acréscimo de 1 dS m⁻¹. De posse destes valores, pode-se dizer que para se ter um rendimento de 90% a salinidade limiar para o melão Orange Flesh foi de aproximadamente 1,477 e 1,429 dS m⁻¹, para a PRC e PRT, respectivamente, isto é, bem abaixo de 2,4 dS m⁻¹ relatada em Ayers & Westcot (1976) para um rendimento de 90% do

melão. Dessa forma, pode-se inferir que a cultivar de melão Orange Flesh é mais susceptível a irrigação com água salina.

Mesmo com a constatação anterior sobre a susceptibilidade do melão Orange Flesh à salinidade da água de irrigação, verifica-se na Tabela 12 que as médias encontradas para o PRC e PRT foram diferentes apenas em relação ao menor nível de salinidade S1, sendo que os outros níveis de salinidade não diferiram entre si, isto é, apesar do decréscimo da planta visto na Figura 29, a diferença nos 4 maiores níveis de salinidade foi muito pequena e estatisticamente não existiu. Isso nos levar a supor que a planta reagiu naturalmente ao aumento da pressão osmótica causada pelo aumento da salinidade da água de irrigação, suprimindo assim as perdas na sua produtividade final, a partir do nível S2.

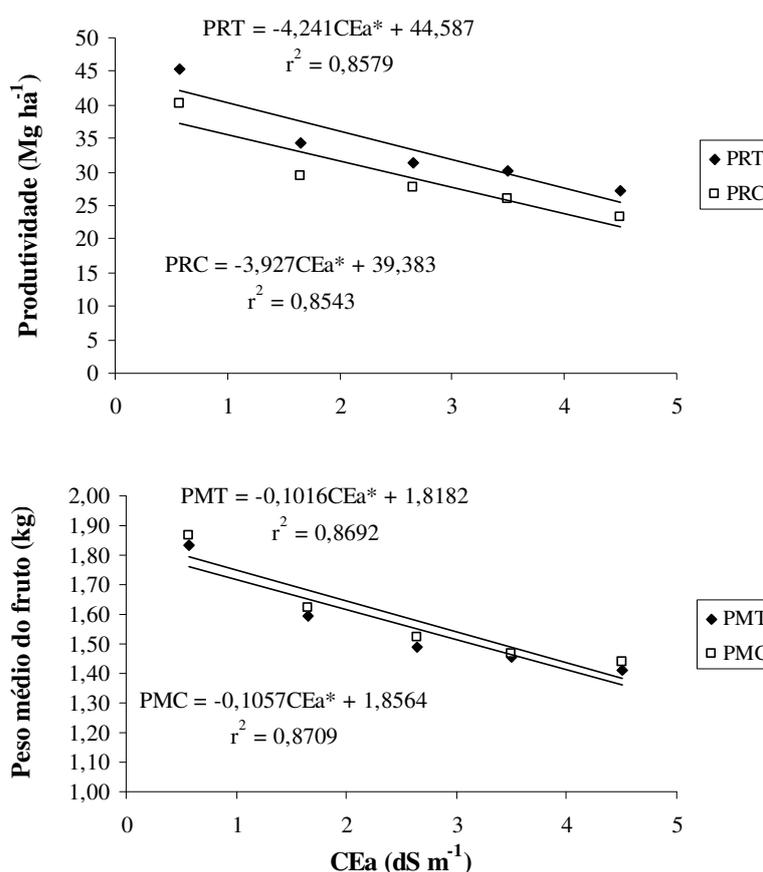


Figura 29. Produtividade comercial (PRC) e total (PRT) e o peso médio de frutos comercial (PMC) e total (PMT) do melão submetido a diferentes níveis de salinidade (CEa).

5. CONCLUSÕES

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

- a) A evapotranspiração da melancia Mickylee e a do melão Orange Flesh nas condições deste trabalho, foi menor com o nível de salinidade maior ($4,5 \text{ dS m}^{-1}$) do que a obtida com o nível de salinidade menor ($0,57 \text{ dS m}^{-1}$).
- b) A diferença no consumo total de água encontrada entre o nível de salinidade $0,57 \text{ dS m}^{-1}$ e $4,5 \text{ dS m}^{-1}$, foi maior no melão Orange Flesh do que na melancia Mickylee.
- c) A salinidade da água de irrigação não afetou o crescimento e a produção da melancia Mickylee, devido provavelmente à baixa lâmina de irrigação com água salina aplicada e as elevadas precipitações ocorridas, durante o ciclo da cultura.
- d) A salinidade da água de irrigação afetou o crescimento e a produção do melão Orange Flesh, sendo a área foliar e a produtividade total os componentes mais reduzidos.
- e) Os níveis de nitrogênio não afetaram o crescimento e a produção do melão Orange Flesh.
- f) Os modelos de ajustes encontrados na calibração dos lisímetros podem ser utilizados para a obtenção das diferenças de peso com elevada precisão e acurácia.

- g) A técnica TDR superestimou os valores da umidade do solo, mas mostrou-se eficiente para determinação da salinidade do solo, relacionado a umidade e a leitura de salinidade do solo do TDR pela equação multilinear $CEs = 16,134\theta^{-0,8824}CETDR + 0,3257$.
- h) Os coeficientes de cultivos (Kc's) encontrados no menor nível de salinidade para a melancia e para melão foram maiores que os da FAO excetuando nos estádios inicial e final das culturas, enquanto que no nível maior de salinidade os Kc's encontrados foram menores que os da FAO.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

ALVES, L. P.; MEDEIROS, J. F.; BARROS, A. D.; LEVIEN, S. L. A.; LISBOA, R. A.; SILVA JUNIOR, M. J. Balanço hídrico da cultura do melão submetido a aplicações de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e tipos de manejo. In: SIMPÓSIO DE RECURSO HÍDRICOS DO NORDESTE, 5, 2000, Natal, **Anais...** Natal-RN: ABRH, 2000. CD ROM

AMOR, F. M. del; MARTINEZ, V.; CERDÁ, A. Salinity duration and concentration affect fruit yield and quality, and growth and mineral composition of melon plants grown in perlite. Alexandria: **HortScience**, v. 34, n. 7, p.1234-1237, 1999.

ANDES, C. R. **Relações catiônicas e produtividade da melancia no sistema de sequeiro**. Mossoró, 1996. 37p. Monografia (Graduação em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Mossoró. Mossoró, RN, 1996.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Trad. de H.R. Gheyi, J.F. de Medeiros e F.A.V. Damasceno. Campina Grande: UFPB, 1991. 218p. (FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 29).

BARBIN, D. **Planejamento e análise estatística de experimentos agrônômicos**. 1.ed. Piracicaba: ESALQ/FEALQ, 1994, 135p.

BAR-YOSEF, B. Advances in fertigation. **Advances in agronomy**, Delaware, v. 65, p.1-77, 1999.

BARROS, A. D. **Manejo da irrigação por gotejamento, com diferentes níveis de salinidade da água, na cultura do melão**. Botucatu, 2002. 124f. Tese (Doutorado em Agronomia - Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista. Botucatu, SP, 2002.

BASTOS, E. A. **Determinação dos coeficientes de cultivo da alface. (*Lactuca sativa* L.)**. Botucatu, 1994. 101p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 1994.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: UNESP. 1988. 41p.

BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 6.ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 1996. 657p.

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.

BHELLA, H.S.; WILCOX, G.E. Lime and nitrogen influence soil acidity nutritional status, vegetative growth, and yield of muskmelon. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.114, n.2, p.606-610, 1989.

BLACK, T. A. THURTTILL, G. W.; TANNER, C. B. Hydraulic load-cell lysimeter, construction, calibration and tests. **Soil Science Society of American Proceedings**, Madison, v. 32, n. 5, p. 623-629, 1968.

BLANCO, F.F. **Tolerância do pepino enxertado à salinidade em ambiente protegido e controle da salinização do solo**. Piracicaba, 1999. 104f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP, 1999.

BOTELLA, F.; COSTA, J.; NUEZ, F. Influencia de la salinidad e algunos caracteres de fruto de melon. **Acta de Horticultura**. Cárceres, v.10, n.1, p.1079-1084, 1993.

BOTÍA, P.; CARVAJAL. M.; CERDÁ, A.; MARTÍNEZ, V. Response of eight *Cucumis melo* cultivars to salinity during germination and early vegetative growth. **Agronomie**, Madison, v.18, p.503-513, 1998.

CAMARGO, A.P.; MARIN, F.R.; SENTELHAS, P.C.; PICINI, A.G. WESTCOT, D.W. Ajuste da equação de Thornthwaite para estimar a evapotranspiração potencial em climas áridos e superúmidos, com base na amplitude térmica diária. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.7, n.2, p.251-257, 1999.

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.

CAMARGO FILHO, W.P.; MAZZEI, A.R. O mercado de melancia no mercosul. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.32, n.2, p.61-64, 2002.

CARDOSO, M. J.; FONTES, L. A. N.; LOPES, N. F.; et al. Partição de assimilados e produção de matéria seca de milho em dois sistemas de associação com feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, Viçosa, v.34, n.191, p.71-89,1987.

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, 672, série B).

CHABARIBERY, D.; ALVES, H.S. Produção e comercialização de limão, mamão, maracujá e melancia em São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.31, n.8, p.43-51, 2001.

CLARK, G.A.; MAYNARD, D.N.; STANLEY, C.D. Drip-irrigation management for watermelon in a humid region. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v.12, n.3, p.335-340, 1996.

COELHO FILHO, M. A.; VELLAME, L. M.; COELHO, E. F. SOUZA, C. F. **Instalação e operação de sistemas de aquisição e armazenamento de dados para o monitoramento do sistema solo-água-plantas**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 136p.(Documentos n. 143)

COELHO, E. F.; OR,D. Flow and uptake patterns affecting soil water sensor placement for drip irrigation management. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.39, p.2007-2016, 1996.

CRISÓSTOMO, L. A. et al. Adubação, irrigação, híbridos e práticas culturais para o meloeiro no Nordeste. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 21p. **Circular Técnica, 14**.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Guidelines for predicting crop water requirements**. 2.ed. Rome: FAO, 1977. 179p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 24)

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solo**. Brasília: 1999. 412p.

FARIA, C. M. B. **Nutrição mineral e adubação da cultura do melão**. Petrolina: EMBRAPA –CPATSA, 1990. 26p.(EMBRAPA – CPATSA, Circular Técnica, 22).

FAO (Roma, Italy). Agricultural production, primary crops. Disponível em <<http://www.fao.org>>. Acesso em 29 de janeiro de 2003.

FARIAS, C. H. A.; ESPINOLA SOBRINHO, J.; MEDEIROS, J. F. et al. Crescimento e desenvolvimento da cultura do melão sob diferentes lâminas de irrigação e salinidade da água. **Revista Brasileira de Engenharia Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.3, p.445-450, 2003.

FERREIRA, F.; PEDROSA, J. F.; ALVARENGA, M. A. R. Melão: cultivares e métodos culturais. **Informe Agropecuário**, Brasília, v. 8, n. 85, p. 26-28, 1982.

FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de olericultura: Cultura e comercialização de hortaliças**. 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. v.2, p.223-233: Pós-colheita.

FRANCO, J. A.; FERNANDES, J. A.; BAÑÓN, S. Relationship between the effects of salinity on seedling leaf area and fruit yield of six muskmelon cultivars. **HortScience**, n.32, v.4, p.642-644, 1997.

FRIZZONE, J. A. **Uniformidade e eficiência de irrigação**. Piracicaba: Departamento de Engenharia Rural/Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1992. (Série didática, 3).

GEORGE, B. A., SHENDE, S. A.; RAGHUWANSHI, N. S. Development and testing of an irrigation scheduling model. **Agricultural Water Management**, Bushland, v. 46, p. 121-136, 2000.

GIESE, K.; TIEMANN, R. Determination of the complex permittivity from thin-sample Time Domain Reflectometry: Improved analysis of the step response waveform. **Advances in Molecular Relaxation Processes**, Amsterdam, v.7, n. 1, p.45-59, 1975.

GRANGEIRO, L.C.; CECÍLIO FILHO, A.B. Acúmulo e exportação de macronutrientes em melancia sem sementes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.3, p.763-767, jul-set 2005.

GRANGEIRO, L. C.; MENDES, A. M. S.; NEGREIROS, M. Z. de; SOUZA, J. O.; AZEVEDO, P. E. de. Acúmulo e exportação de nutrientes pela cultivar de melancia Mickylee. **Caatinga**, Mossoró-RN, v.18, n.2, p.73-81, abr./jun. 2005.

GRATTAN, S. R.; GRIEVE, C. M. Salinity mineral nutrient relations in horticultural crops. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.78, n.1/4, p.127-157, 1999.

GUANDIQUE, M. E. G. **Balço hídrico no solo e consumo de água pela cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigado**. Piracicaba, 1993. 94p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 1993.

GURGEL, M. T. **Evolução da salinidade do solo na cultura do melão, irrigado com diferentes lâminas de água com alta e baixa salinidade**. Mossoró, 1999, 49p. Monografia (Graduação em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró, RN, 1999.

HARGREAVES, G.H.; SAMANI, Z.A. Estimating potencial evapotranspiration. **Journal of Irrigation and Drainage Division of the ASCE**, New York, v. 108, n. IR3, p. 223-230, 1985.

HOFFMAN, G.J.; HOWELL, T.A.; SOLOMON, K.H. (editors). **Management of farm irrigation systems**. St. Joseph, ASAE Monograph. 1990. 1040 p.

HOWELL, T.A.; McCORMICK, R.L.; PHENE, C.J. Design and instalation of large weighing lysimeters. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 28, n. 117, p. 106-112, 1985.

JONES, R. W.; RIKE, L. M.; YOURMAN, L; F. Salinity influences cucumber growth and yield. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.86, n.2, p.575-581, 1979.

JUAN, J. A. M. S. **Riego por goteo**. 3 ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1993. 256p.

KAFKAFI, U. Plant nutrition under saline conditions. In: SHAINBERG, I.; SHALHEVET, K (Ed.). **Soil salinity under irrigation**. Berlin, Springer-Verlag, 1984. p.319-338. (Ecological Studies, 51).

- KLAR, A. E. **Irrigação**: Frequência e quantidade de aplicação. São Paulo:NOBEL, 1991. 29p.
- KRUSE, E. G.; WILLARDSON, L.; AYARDS, J. On Farm irrigation and drainage practices. In: TANJI, K. K. (Ed.), **Agricultural salinity assessment and management**. New York: American Society of Civil Engineers, 1990. Cap. 16, p.349-391.
- 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, 1990. 619p. (ASCE Manuals and Reporters of Engineering Practices, 71).
- LEPRUN, J.C. **Primeira avaliação das águas superficiais do nordeste**. Relatório do Convênio de manejo e conservação do solo do Nordeste Brasileiro. Recife: SUDENE, p.91-141, 1983.
- LIMA, A. A. de. **Absorção e eficiência de utilização de nutrientes por híbridos de melão (Cucumis melo. L.)**. Fortaleza, 2001. 60f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2001.
- LISBOA, R. de A. **Caracterização físico-química e hidrodinâmica das águas subterrâneas usadas para irrigação nas áreas produtora de melão na chapada do Apodi RN**. Mossoró, 2000. 31f. Monografia (Graduação em Agronomia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, 2000.
- MAAS. E. V. & HOFFMAAN, G. J. Crop salt tolerance – current assessment. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, New york, v. 103, p. 115-134, 1977.
- MAIA, C. E.; MORAIS, E. R. C. Modelo alternativo para a análise de crescimento de plantas. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 14, 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa - MG: ABID, 2004. CD ROM.
- MALLICK, M. F. R.; MASUI M. Origin, distribution and taxonomy of melons. **Scientia Horticulturae**, Coah, v. 28, p. 251-261, 1986.
- 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.
- MARSCHENER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London, Academic Press, 1995. 920p.
- MARTINS, L.H. **Avaliação da qualidade da água nos mananciais superficiais disponíveis para a irrigação na zona oeste potiguar**. Mossoró, 1993. 63p. Monografia (Especialização em Irrigação e Drenagem). Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró, RN, 1993.
- MEDEIROS, J.F. de. **Manejo da água de irrigação salina em estufa cultivada com pimentão**. Piracicaba, 1998, 152p. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) –

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 1998.

MEDEIROS, J.F. de. **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 área de concentração Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, PB, 1992.

MEDEIROS, J.F. de.; GHEYI, H.R. Manejo do sistema solo-água-planta em solos afetados por sais. In: Gheyi, H.R.; Queiroz, J.E.; Medeiros, J.F. de (eds.). **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada.** Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997. cap. 8, p. 239-284.

MEDEIROS, J.F. de; GHEYI, H.R. & BATISTA, M.A.F. Procedimentos de análise de solo e água para diagnóstico de salinidade. Mossoró: ENA, ESAM, 1993. 25p. (**Coleção Mossoroense**, Série E, 1256).

MEDEIROS, J. F de.; LISBOA, R. A.; OLIVEIRA, M.; SILVA JÚNIOR, M. J.; ALVES, L. P. 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, n.3, p.469-472, 2003.

MEDEIROS, J. F.; SILVA, J. N.; OLIVEIRA, F. A.; NASCIMENTO, K. C. N. S.; LEVIEN, S. L. A.; DUTRA, I. Evaporação do melão pele-de-sapo irrigado com diferentes lâminas e fertirrigado com diferentes doses de nitrogênio e potássio. **Revista ITEM** Brasília, n.67, p.68-71, 2005.

MEDEIROS, J. F de.; SILVA, M. C. C.; SARMENTO, D. H. A.; BARROS, A. D. Crescimento do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade, com e sem cobertura do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.3, p.248-255, 2007.

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.

MEIRI, A.; PLANT, Z.; PINCAS, L. Salt tolerance of greenhouse grown muskmelon. **Soil Science**, Baltimore, v. 130, p. 189–193, 1981.

MENEZES, J. B.; FILGUEIRAS, H. A. C.; ALVES, R. E., MAIA, C. E.; ANDRADE, G. G. de; ALMEIDA, J. H. S. de; VIANA, F. M. P. Característica do melão para exportação. In: ALVES, R.E. (Org.) **Melão: pós-colheita.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical; Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 13-22.

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 Agrônômica**, Lavras, v.35, n.1, p.36-46, jan.-jun., 2004.

MIRANDA, F. R. de; SOUZA, F.; RIBEIRO, R. S.F.. Estimativa da evapotranspiração e do coeficiente de cultivo para a cultura do melão plantado na região litorânea do Estado do Ceará. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.18, n.4, p.63-70, 1999b.

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, 1999a.

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

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.

NASCIMENTO, V. M. do; FERNANDES, F. M.; MORIKAWA, C. K.; LAURA, V. A.; OLIVEIRA, C. A. de. Produção de matéria seca e absorção de nutrientes pela melancia (*Citrullus lanatus* (thumb) Masnf.) em um Latossolo da região do cerrado. **Científica**, Jaboticabal, v.19, n.2, p.8591, 1991.

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**, Campina Grande, PB, v.2, n.1, p.17-21, jan.-abr., 1998.

PAPADOPOULOS, I. Fertirrigação: situação atual e perspectivas para o futuro. In: FOLEGATTI, M.V. (Coord.) **Fertirrigação: citrus, flores, hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 1999. cap.1, p.11-154.

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

PEDROSA, J. F. **Cultura do melão**. 4 ed. Mossoró: ESAM, 1997b. 51p. (Apostila) b.

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

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

PEZZOPANE, J. R. M.; MORAES, A. V. C.; PICINI, A. E. Determinação da temperatura base para capim elefante. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10, Piracicaba, 1997, **Anais...** Piracicaba-SP: SBA, 1997. p. 61-63.

PINTO, J.M.; BROTEL, T.A.; FEITOSA FILHO, J.C. Efeitos do nitrogênio via fertirrigação na cultura do melão. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.16, n.4, p.27-35, 1997.

PINTO, J.M.; SOARES, J.M.; CHOUDHURY, E.N.; PEREIRA, J.R. Adubação via água de irrigação na cultura do melão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.11, p.1.263-1.268, nov. 1993.

PINTO, J.M.; SOARES, J.M.; PEREIRA, J.R.; CHOUDHURY, E.N.; CHOUDHURY, M.M. Efeitos de períodos e frequências da fertirrigação nitrogenada na produção de melão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.29, n.9, p.1.345-1.350, set. 1994.

PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperacion de suelos salinos**. Ed. Agrícola Española, S. A. Madri, 1985. 523p.

POMARES, F.; BAIXAULI, C.; AGUILAR, J.M.; ESTELA, M. El riego y la fertirrigación de la sandía. In: MAROTO, J.V.; MIGUEL, A.; POMARES, F. **El cultivo de la sandía**. Valência: Fundacion Caja Rural Valencia; Madrid: Mundi-Prensa, 2002. Cap. 10, p. 167-188.

PORTO FILHO, J.Q. **Rendimento e qualidade do melão em função do nível e da época de aplicação de águas salinas**. Campina Grande, 2003. 133f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, 2003.

PÔRTO, D. R. de Q; et. Al. Partição de assimilados em melão Cantaloupe `Torreaon cultivado em diferentes tipos de coberturas de solo e laminas de irrigação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43, Recife. **Anais...** Recife-PE. 2003. CD ROM.

PRUITT, W. O.; ANGUS, D. E. Large weighing lysimeter for measuring evapotranspiration. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 3, n. 2, p. 13-15, 1960.

RHOADES, J.D. Electrical conductivity methods for measuring and mapping soil salinity. **Advances in Agronomy**, San Diego, v.49, p.201-251, 1994.

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.O.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).

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

RITCHIE, J. T.; BURNETT, E. A precision weighing lysimeter for row crop water use studies. **Agronomy Journal**, Madison, v. 60, p. 545-549, 1968.

RODRIGUES, B.H.N., SOUZA, V.F. Determinação da evapotranspiração máxima (ET_m) e coeficiente de cultivo (K_c) para a cultura do melão nas condições dos tabuleiros costeiros do Piauí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, 1998, Poços de Caldas, **Anais...** Poços de Caldas-MG: UFLA/SBEA, 1998. p.239-41.

SAMPAIO, S.; YAMASHIRO, T. Melão: vencendo as primeiras barreiras. **Correio Agrícola**, Brasília, v. 1, n. 79, p. 186-189, 1979.

SANTIAGO, A. V.; PEREIRA, ^a R.; MAGGIOTTO, S. R.; FOLEGATTI, M. V. Evapotranspiração de referência média por lisímetro de pesagem e estimada por Penman-Monteith (FAO-56) em escala decendial. In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA. Santa Maria. **Anais...** Santa Maria – RS. p.389-390, 2003.

SANTOS, F. J. S.; LIMA, R.N.; RODRIGUES, B. H. N.; CRISÓSTOMOS, L. A.; SOUZA, F. OLIVEIRA, J. J. G. **Manejo da irrigação da melancia: Uso do tanque classe “A”**. Fortaleza: EMBRAPA, AGROINDÚSTRIA TROPICAL, 2004. 13p. (Circular Técnica, 20).

SEDIYAMA, C. G.; RIBEIRO, A.; LEAL, B. G. Relações clima – água – planta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas. **Simpósio...** Poços de Caldas-MG: UFLA/SBEA, 1998. p. 46-85.

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.

SILVA, E.F.F. **Manejo da fertirrigação e controle da salinidade na cultura do pimentão utilizando extratores de solução do solo**. Piracicaba, 2002. 136p. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2002.

SILVA, H. R.; MAROUELLI, W. A.; SILVA, R. A.; OLIVEIRA, L. A.; RODRIGUES, A. G.; SOUZA, A. F.; MAENO, P. **Cultivo do meloeiro para o norte Minas Gerais**. Brasília: EMBRAPA, HORTALIÇAS, 2000. 22p. (Comunicação Técnica, 20).

SMITH, M.; ALLEN, R. G.; MONTEITH, J. L.; PERRIER, A.; PEREIRA, L.; SEGEREN, A. **Report of the expert consultation of procedures for revision of FAO guidelines for prediction of crops water requirements**. Rome: FAO, 1992. 54p.

SOUSA, E. R. de.; et al. Crescimento de melão irrigado com águas de diferentes níveis de salinidade. **Caatinga**, Mossoró, v.16, n.1-2, p.31-38, dez.2003.

SOUSA, V. F. de. **Frequência de aplicação de N e K via irrigação por gotejamento no meloeiro (Cucumis melo L.), cv. Eldorado 300 em solo de textura arenosa**. Botucatu, 1993. 131p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista. Botucatu, SP, 1993.

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.

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. 68p. (EMBRAPA Meio-Norte. Circular Técnica, 21).

SOUZA, C. F.; MATSURA, E. E.; FOLEGATTI, M. V.; COELHO, E. F.; OR, D. Sondas de TDR para estimativa da umidade e da condutividade elétrica do solo. **Irriga**, Botucatu, v.11, n.1, p.12-25. jan.-mar., 2006.

SOUZA, R.F.A. **Germinação e desenvolvimento inicial de plantas de melão (*Cucumis melo* L.) e melancia (*Citrullus vulgaris*) sob diferentes condições de salinidade da água de irrigação**. Campina Grande, 1999. 96f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, PB, 1999.

SUDENE. Divisão Agrológica Mapa Exploratório – Reconhecimento de solos do Estado do Rio Grande do Norte. Mapa ed. 75 x 85 cm, Escala 1:500.000, 1968. (Relatório anual).

TANJI, K. K. (Ed.), **Agricultural salinity assessment and management**. New York: American Society of Civil Engineers, 1990. 619p. (ASCE Manuals and Reporters of Engineering Practices, 71)

TOPP, G.C.; DAVIS, J.L.; ANNAN, A. Electromagnetic determination of soil water content: Measurement in coaxial transmission lines. **Water Resources Research**, Washington, v.16, p.576-583, 1980.

VAN GENUCHTEN, M.Th. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.44, n.3, p.892-898, 1980.

VIEIRA, V. C. R.; CURY, D. M. L. Graus-dia na cultura do arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10, Piracicaba, 1997, **Anais...** Piracicaba-SP: SBA, 1997. p. 47-49.

VILLAS BOAS, R. L.; BÜLL, L. T.; FERNANDES, D. M. Fertilizantes em fertirrigação. In: FOLEGATTI, M.V. (Coord.) **Fertirrigação: citrus, flores, hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 1999. cap.4, p.293-334.

WILLMONTT, C.J.; CKLESON, S.G.; DAVIS, R.E. Statistics for the evaluation and comparison of model. **Journal of Geophysical Research**. Ottawa, v.90, n.C5, p. 8995-9005, 1985.

ANEXOS

Anexo 1. Cabeçal de controle mostrando esquema das misturas de água e experimento 1 mostrando a estação climatológica semi-automática.



Anexo 2. Vista da área do experimento 2 e do lisímetro instalado utilizado nos experimentos.



APÊNDICE

APÊNDICE 1. Relação de pragas e doenças ocorridas durante o ciclo da melancia e melão e seus respectivos produtos utilizados para o controle.

Praga/doenças	Produtos		Dosagem há ⁻¹
	Nomes comerciais	Princípios ativos	
Mosca-branca (<i>Bemisia argentifolia</i>)	Actara _{250wg} Confidor	Thiametoxan Imidacloprid	0,6 kg ha ⁻¹ 0,3 kg ha ⁻¹
Mosca-minadora (<i>Liriomyza sp</i>)	Vertimec Trigard	Abamectin Cyremazina	100 ml/100 L água 15 g/100 L água
Largatas (<i>Diaphania nitidalis</i> e outras)	Decis Folidol	Deltametrina Parathion methyl	50 ml/100L água 100 ml/100L água
Oidium (<i>Erysiphe cichoracearum</i>)	Thiobel Cercobin Score	Azoxistrobin Thiophanate methyl Difenoconazole	200g/100L água 2kg/ha ⁻¹ 30 ml/100L água
Mildio (<i>Pseudoperonospora cubensis</i>)	Manzate Dacostar Ridomil Folio Gold	Mancozeb Clorotalonil Metalaxil Metalaxil+clorotalonil	200g/100L água 200g/100L água 400mg/100L água 400mg/100L água
Bactéria (<i>Xantomonas, Pseudomonas</i>)	Kasumim	Kasugamicina	300 ml/100L água
Cancro (<i>Didymella Bryoniae</i>)	Score Cercobin	Difenoconazole Thiophanate methyl	50 ml/100L água 2 kg ha ⁻¹