



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

KLEITON ROCHA SARAIVA

**MANEJO DA IRRIGAÇÃO NO CULTIVO DA MELANCIA, SOB DIFERENTES
COBERTURAS E DÉFICITS HÍDRICOS, UTILIZANDO O MODELO ISAREG**

FORTALEZA, CE
2014

KLEITON ROCHA SARAIVA

MANEJO DA IRRIGAÇÃO NO CULTIVO DA MELANCIA, SOB DIFERENTES
COBERTURAS E DÉFICITS HÍDRICOS, UTILIZANDO O MODELO ISAREG

Tese submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará, como requisito para a obtenção do grau de Doutor em Engenharia Agrícola.

Área de concentração: Irrigação e Drenagem.

Orientador: Thales Vinícius de Araújo Viana.

Co-orientador: Solerne Caminha Costa.

FORTALEZA
2014

KLEITON ROCHA SARAIVA

MANEJO DA IRRIGAÇÃO NO CULTIVO DA MELANCIA, SOB DIFERENTES
COBERTURAS E DÉFICITS HÍDRICOS, UTILIZANDO O MODELO ISAREG

Tese submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará, como requisito para a obtenção do grau de Doutor em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Irrigação e Drenagem.

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana
Universidade Federal do Ceará - UFC
(Orientador)

Prof. Dr. Solerne Caminha Costa
Instituto Federal do Ceará - IFCE
(Co-Orientador)

Prof. Dr. Francisco Marcus Lima Bezerra
Universidade Federal do Ceará - UFC
(Membro da banca)

Pesquisador Dr. Rubens Sonsol Gondim
Empresa Bras. de Pesq. Agro. - EMBRAPA
(Membro da banca)

Prof. Dr. Silvio Carlos Ribeiro Vieira Lima
Inst. de Inov. na Agric. Irrigada - INOVAGRI
(Membro da banca)

DEDICO

Aos meus pais Nilson Coelho Saraiva e
Valdenora Rocha Saraiva, que sempre,
desde minha infância, me forneceram bases
educacionais e morais, que foram
fundamentais para que me tornasse a
pessoa que sou hoje.

À minha valiosa esposa Ana Karla.

À minha eterna princesa Karen.

Ao meu pequeno príncipe Kauan.

AGRADECIMENTOS

- A Deus, principalmente pela saúde, e pela sabedoria e discernimento.
- A minha família (pais e irmãos), pelo apoio e confiança depositados em vários anos de estudo, principalmente à minha mãe que sempre transmitiu a mim e a meus irmãos a sua fé e sua perseverança, em todos os momentos de nossas vidas.
- A minha esposa, amiga e companheira, Ana Karla (a rainha) que sempre me apoiou com suas palavras de paz e otimismo, e com seus gestos de amor. Sem contar, com o maior presente que ela já me deu (a princesa Karen) e a mais nova felicidade, o segundo fruto do nosso amor que ela está a esperar (o príncipe Kauan).
- A todos os meus tios e tias, em especial à minha tia Aldenora, que tanto me apoiou nos momentos de minha formação estrutural e profissional. Essa pessoa que Deus permite que continue entre nós, pois já ajudou a toda família. Também ao meu tio Wellington que sempre me passou palavras de otimismo e está agora junto aos meus entes queridos que já se foram.
- Ao meu amigo, eterno professor e “mentor”, Titico, que desde 1999 me instrui sobre todas as áreas da agronomia e da vida.
- Ao professor Thales Vinícius de Araújo Viana, responsável pela orientação da pesquisa que gerou esta Tese, e pelo apoio, amizade e discernimento de como conduziu este trabalho.
- Ao professor do IFCE – Limoeiro do Norte Solerne Caminha Costa pela valiosa contribuição, como Co-Orientador da Tese e pela amizade a qual nunca esquecerei.
- Aos pesquisadores Luis Santos Pereira e Paula Paredes, do Instituto Superior de Agronomia, em Lisboa, Portugal, pelo valioso apoio no uso do modelo ISAREG.
- Aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UFC, em especial Luiz Alves e Andrezão, pela amizade e convivência harmoniosa, que das mais diversas formas me incentivaram para a conclusão deste trabalho.
- Aos amigos e professores do IFCE – Limoeiro do Norte: Evando, Limeira, Clênio e Sildemberny, pelo indispensável apoio, durante as fases dos experimentos.
- Aos amigos de Limoeiro do Norte: Cristiane Celedônio, Gregório e Reginaldo, que tanto me ajudaram durante todos os experimentos de campo.

- A Universidade Federal do Ceará - UFC, meu “lar para o conhecimento e para a convivência entre amigos”, pelo apoio concedido durante a realização desta Tese.
- Ao CNPq, pelo apoio financeiro (recursos de projeto) à pesquisa, durante os dois anos de experimento de campo, em Limoeiro do Norte-CE.
- À CAPES, pelo apoio financeiro (bolsa de estudos) à pesquisa, que desde o início do meu ingresso como Doutorando da UFC tem me apoiado.
- Ao Instituto de Pesquisa e Inovação na Agricultura Irrigada – INOVAGRI, pelo apoio financeiro necessário à publicação do manual prático, oriundo da Tese.
- Aos gestores da UEPE e da FAPIJA, e aos irrigantes do perímetro Irrigado Jaguaribe – Apodi que colaboraram durante as fases da pesquisa.
- Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola que contribuíram para o meu crescimento profissional com os ensinamentos transmitidos.
- A todos os funcionários do Departamento de Engenharia Agrícola da UFC, que de alguma forma contribuíram para a conclusão do meu Doutorado no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola.

RESUMO

SARAIVA, Kleiton Rocha, Universidade Federal do Ceará. Agosto de 2014. **Manejo da irrigação no cultivo da melancia, sob diferentes coberturas e déficits hídricos, utilizando o modelo ISAREG.** Orientador: Thales Vinícius de Araújo Viana. Co-Orientador: Solerne Caminha Costa. Membros da banca: Francisco Marcus Lima Bezerra, Rubens Sonsol Gondim e Silvio Carlos Ribeiro Vieira Lima.

Uma crescente escassez de água devido ao aumento populacional e ao desenvolvimento econômico está ampliando os desafios para a agricultura, perdulária no seu uso, necessitando-se que se encontrem novas soluções para a gestão dos recursos hídricos em áreas irrigadas, principalmente nas localizadas na região semiárida, onde a água é limitada. Além disso, no semiárido nordestino predominantemente ainda se irriga empiricamente, ou seja, não se realiza o correto manejo da irrigação, ocasionando o desperdício dos escassos recursos hídricos da região. Uma das alternativas para se melhorar esse cenário é a utilização de softwares computacionais usados no manejo da irrigação. O ISAREG tem sido utilizado em vários países, sendo capaz de auxiliar na simulação de lâminas de irrigação. Além disso, com adequações nos dados de entrada deve ser possível se quantificar lâminas de reposição que possam permitir a manutenção da umidade do solo em diferentes porcentagens do armazenamento (da capacidade de água disponível, CAD), economizando o recurso hídrico e aumentando a eficiência de irrigação. Outra maneira de se reduzir o uso do recurso hídrico na agricultura é através da utilização de cobertura no solo, que é uma tecnologia simples e cujos benefícios sobre a produção e a produtividade das culturas são irrefutáveis, especialmente em situações de baixa disponibilidade de água. Acrescenta-se a isto, o fato de que a interação destas tecnologias pode ampliar estes efeitos. Portanto, a pesquisa objetivou difundir um manejo de irrigação racional, no cultivo da melancia no semiárido, a partir de proposições do “software” ISAREG e da utilização de coberturas no solo visando aumentar a eficiência no uso da água, com redução no uso do recurso hídrico. Para tanto, 6 (seis) ações de pesquisa foram realizadas na UEPE (Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão) do IFCE, campus Limoeiro do Norte-Ce, no Distrito de irrigação Jaguaribe-Apodí, DIJA. Na Ação de Pesquisa I ocorreu a constituição de experimento de campo com a cultura da melancia, visando à determinação das variáveis utilizadas na simulação do software ISAREG. Na Ação II foi realizada uma pesquisa de campo junto aos irrigantes do DIJA, quanto ao manejo da irrigação adotado pelos mesmos. Já durante a Ação de Pesquisa III foram realizadas as simulações com o uso do ISAREG, e a elaboração das proposições de irrigação. A Ação IV constou da análise da eficiência no processo de simulação do modelo ISAREG. Na V foram realizados experimentos de campo, com as proposições geradas pelo modelo ISAREG e com o manejo modal adotado pelos irrigantes do DIJA versus condições diferenciadas de cobertura no solo. Esses foram conduzidos sob delineamento em blocos completos ao acaso, com parcelas subdivididas e com 4 repetições. Os tratamentos consistiram da combinação de 04 proposições de irrigação (três proposições do ISAREG: M1 = manutenção de 100% da CAD; M2 de 80 % e M3 de 60%; e M4, lâmina modal dos irrigantes) que constituíram as parcelas, e 04 sub-parcelas, sendo 03 condições de cobertura no solo (coberturas com casca de arroz, com “mulching” branco e com “mulching” preto, denominadas C1, C2 e C3), e a sub-parcela 4, o solo sem cobertura, denominado C0. Foram analisadas as condições de umidade do solo e as características de desenvolvimento, de produção, de

produtividade e de pós-colheita da cultura da melancia. Os resultados foram submetidos à análise de variância e quando significativos, à análise de regressão (quantitativo, lâminas), a teste de médias (qualitativos, coberturas) e a gráficos de tendência (interação entre os fatores). Também foram determinados indicadores financeiros (TIR e VPL) e calculada a eficiência de uso da água. Finalmente, através da Ação de Pesquisa VI foi elaborado um manual de natureza prática e informativa, para distribuição aos agentes de extensão e ao público usuário das tecnologias e inovações, atuantes no DIJA. Como conclusões, dentre outras, pode-se afirmar que: o fator de disponibilidade de água (f) foi 0,20 na F1, fase fenológica 1; 0,19 na fase 2; 0,175 na fase 3; 0,17 na 4; 0,19 na F5; e 0,205 na F6; os irrigantes não praticam o manejo correto da irrigação, sendo a lâmina modal diária de 6,3 mm; o irrigante aplica, durante todo o ciclo da melancia, mais água do que a indicação de maior lâmina do ISAREG (100% da CAD), gerando perda considerável por percolação profunda; as maiores umidades no solo foram verificadas nas condições experimentais com maiores lâminas aplicadas com coberturas de casca de arroz e “mulching” branco; as menores foram verificadas nos solos sem cobertura; em geral, as plantas irrigadas pela lâmina M1 e sobre solos cobertos por casca de arroz e “mulching” branco demonstraram melhores características produtivas e de pós-colheita; os indicadores financeiros demonstraram que em todas as situações analisadas o investimento é viável, no entanto, os maiores retornos ocorreram, principalmente nas plantas sob M1 com casca de arroz e “mulching” branco, em contraposição ao M3 e solo sem cobertura; a maior eficiência de uso da água foi verificada na condição de lâmina M3 com cobertura de “mulching” branco e a menor em M4 com solo sem cobertura; o modelo ISAREG, quando alimentado corretamente com todas as variáveis por ele requeridas, demonstrou ser eficiente na simulação do balanço hídrico, mesmo sob irrigação deficitária, no cultivo da melancia no DIJA.

Palavras-chave: irrigação deficitária, software, *Citrullus lanatus*, eficiência de uso da água, convivência com o semiárido.

ABSTRACT

SARAIVA, Kleiton Rocha, Universidade Federal do Ceará. Agosto de 2014. Irrigation management in the cultivation of watermelon under different roofs and water deficits, using the model ISAREG. Adviser: Thales Vinícius de Araújo Viana. Co-Adviser: Solerme Caminha Costa. Committee members: Francisco Marcus Lima Bezerra, Rubens Sonsol Gondim and Silvio Carlos Ribeiro Vieira Lima.

A growing shortage of water due to population growth and economic development is increasing the challenges for agriculture, which is wasteful in its use, and thus necessitates effective new solutions for the management of water resources in irrigated areas, mainly located in the semiarid region, where water is limited. Moreover, in the semiarid Northeast of Brazil, predominantly irrigation is still empirical, ie, it is not performed in the appropriated irrigation management, causing wastage of scarce water resources in the region. One alternative to improve this scenario is the use of computer software used in irrigation management. The ISAREG has been used in many countries, being able to assist in the simulation of irrigation. Moreover, with adjustments in the input data it should be possible to quantify water irrigation depths that may allow maintenance of soil moisture at different percentages of storage (the available water capacity, CAD), saving water resources and increasing efficiency irrigation. Another way to reduce the use of water in agriculture is through the use of soil cover, which is a simple technology and the whose benefits on production and crop yields are compelling, especially in situations of low water availability. Added to this, it is the fact that the interaction of these technologies can extend these effects. Therefore, this research aimed to diffuse a rational management of irrigation, in the cultivation of watermelon in semiarid region, from different proposition of the "software" ISAREG and the use of different coverage on the soil to increase efficiency in water use, and reduction in resource use of water. To this end, six (6) research actions were performed in UEPE Unit (Teaching, Research and Extension) IFCE the campus Limon North-Ce, the District Irrigation Jaguaribe-Apodi DIJA. In Research Action I was setting up a field experiment with watermelon crop, aiming at determining the variables used in the simulation of ISAREG software. In Action II a field research was carried out with the DIJA irrigators, regarding irrigation management adopted by them. During the Research Action III simulations using the ISAREG, and the preparation of proposals for irrigation were performed. The Action IV consisted of the analysis of efficiency in the simulation of the ISAREG model process. In the Action V field experiments, with the propositions generated by ISAREG model, and the modal management adopted by the DIJA irrigators versus differentiated coverage conditions in soil were performed. These were conducted under design in randomized complete block, split-plot design with 4 replications. Treatments included a combination of 04 irrigation propositions (three propositions of ISAREG: M1 = 100% maintenance of CAD, M2 and M3 80% 60% and M4, modal water depth irrigators) that constituted the plots and 04 sub-plots, with 03 soil cover conditions (coverage with rice husk with "mulching" white and "mulching" black, called C1, C2 and C3), and the sub-plot 4, the bare soil, called C0. Moisture conditions of the soil and the characteristics of development, production, productivity and post-harvest watermelon crop were analyzed. The results were subjected to analysis of variance, and when significant, were submitted to regression analysis (quantitative, water depths), the average (qualitative, coverage) and trend graphs (interaction between

factors) test. The results were also certain financial indicators (TIR and VPL) and calculated the efficiency of water use. Finally, through Action Research VI was eddied a handbook of practical and informative nature, for distribution DIJA to extension agents and public users of these technologies and innovations. In conclusion, among others, can be said that: the factor of water availability (p) was 0.20 in F1, phenological phase 1; 0.19 in stage 2; 0.175 in phase 3; 0.17 to 4; F5 0.19; and 0.205 in F6; irrigators do not practice proper irrigation management, applying daily modal water depth of 6.3 mm; the irrigator applies throughout the life of the watermelon, more water than the indication of the larger water depth ISAREG (100% CAD), generating considerable loss by deep percolation; the larger moisture in the soil were observed in the experimental conditions with larger water depths applied to coverages of rice husk and "mulching" white; the lowest were found in bare soil; In general, plants irrigated M1 irrigated by the depth and covered on soils of rice hulls and "mulching" white plants demonstrated better productive and post-harvest characteristics; financial indicators showed that in all situations analyzed the investment is feasible, however, the highest returns were mainly in plants under M1 and rice husk and "mulching" white, as opposed to the M3 and bare soil; greater efficiency of water use was observed in the condition M3 with depth cover "mulching" white and the smallest in M4 with bare soil; ISAREG the model when fed properly with all the variables required for it, proved to be efficient in simulating the water balance, even under deficit irrigation in the cultivation of watermelon in DIJA.

Keywords: deficit irrigation, software, *Citrullus lanatus*, efficiency of water use, coping with semiarid.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Semeadura em bandejas.....	41
FIGURA 2	Bateria de tensiômetros em campo.....	43
FIGURA 3	Colheita da cultura da melancia.....	44
FIGURA 4	Área de plantio (linhas de irrigação)	46
FIGURA 5	Medição de raízes com régua graduada e calibrada	49
FIGURA 6	Tela inicial do ISAREG.....	51
FIGURA 7	Cobertura no solo com casca de arroz	59
FIGURA 8	Cobertura no solo com “mulching” branco	59
FIGURA 9	Cobertura no solo com “mulching” preto.....	60
FIGURA 10	Croqui do delineamento experimental.....	61
FIGURA 11	Transplântio das mudas	62
FIGURA 12	Leitura do ° Brix, com uso do refratômetro portátil	64
FIGURA 13	Evapotranspiração da cultura (ETc) da melancia irrigada.....	69
FIGURA 14	Coefficiente cultural (Kc) da melancieira a cada fase fenológica	70
FIGURA 15	Coefficiente da cultura (Kc) da melancia irrigada ao longo do ciclo	71
FIGURA 16	Fator de disponibilidade de água (f) a cada fase fenológica da melancieira.....	72
FIGURA 17	Porcentagem de irrigantes que cultivam melancia a mais de 2 anos.....	73
FIGURA 18	Porcentagem de irrigantes que utilizam irrigação localizada	74
FIGURA 19	Porcentagem de irrigantes que conhece a vazão de seus emissores	74
FIGURA 20	Porcentagem de irrigantes que diferenciam o tempo de irrigação ao longo do ciclo da cultura da melancia	75
FIGURA 21	Porcentagem de irrigantes que sabe a quantidade de água aplicada durante todo o ciclo da cultura da melancia	76
FIGURA 22	Porcentagem de irrigantes que sabe, exatamente, quanto gasta com água de irrigação	77
FIGURA 23	Porcentagem de irrigantes que acredita manter a quantidade produzida de melancia, aplicando menos água, ao longo do ciclo da cultura.....	78
FIGURA 24	Comparação entre a ETc simulada pelo ISAREG e a ETc experimental (balanço hídrico no solo)	84

FIGURA 25	Influência das lâminas de irrigação e condições de cobertura no solo – solo desnudo (A), casca de arroz (B), “mulching” branco (C), “mulching” preto (D), na variação de umidade do solo, cultivado com a cultura da melancia – 2º ciclo	86
FIGURA 26	Influência das condições de cobertura no solo e lâminas de irrigação – M1 – 365,2 mm (A), M2 – 288,8 mm (B), M3 – 208,3 mm (C), M4 – 410,0 mm (D), na variação de umidade do solo, cultivado com a cultura da melancia	87
FIGURA 27	Influência das lâminas de irrigação e condições de cobertura no solo – solo desnudo (A), casca de arroz (B), “mulching” branco (C), “mulching” preto (D), na variação de umidade do solo, cultivado com a cultura da melancia – 3º ciclo	88
FIGURA 28	Influência das condições de cobertura no solo e lâminas de irrigação – M1 – 295,1 mm (A), M2 – 228,0 mm (B), M3 – 160,1 mm (C), M4 – 410,0 mm (D), na variação de umidade do solo, cultivado com a cultura da melancia	89
FIGURA 29	Influência das lâminas de irrigação e condições de cobertura no solo, no número de frutos por planta (A) e peso médio de frutos (B) de melancia, durante o segundo ciclo.....	91
FIGURA 30	Influência das lâminas de irrigação e condições de cobertura no solo, no número de frutos por planta (A) e peso médio de frutos (B) de melancia, durante o terceiro ciclo.....	94
FIGURA 31	Influência das lâminas de irrigação e condições de cobertura no solo, na resistência da polpa (A) e nos sólidos solúveis totais (B) dos frutos de melancia, durante o segundo ciclo.....	97
FIGURA 32	Influência das lâminas de irrigação e condições de cobertura no solo, na produtividade média da cultura da melancia, durante o segundo ciclo	99
FIGURA 33	Influência das lâminas de irrigação e condições de cobertura no solo, na resistência da polpa (A) e nos sólidos solúveis totais (B) dos frutos de melancia, durante o terceiro ciclo.....	101
FIGURA 34	Influência das lâminas de irrigação e condições de cobertura no solo, sob a produtividade média da cultura da melancia, durante o terceiro ciclo	103

FIGURA 35	Influência das lâminas de irrigação e condições de cobertura no solo, na eficiência no uso da água para a cultura da melancia cultivada durante o segundo ciclo	105
FIGURA 36	Influência das lâminas de irrigação e condições de cobertura no solo, na eficiência no uso da água para a cultura da melancia cultivada durante o terceiro ciclo	106

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Dados de evapotranspiração de referência - ETo utilizados nas simulações das ações de pesquisa I e III.....	52
TABELA 2	Dados da cultura da melancia inseridos no ISAREG no manejo da irrigação da cultura da melancia	53
TABELA 3	Dados de solo inseridos no ISAREG no manejo da irrigação da melancia.....	54
TABELA 4	Resultado temporal das fases fenológicas da melancia, conforme requisitado pelo ISAREG	67
TABELA 5	Profundidade do sistema radicular da melancia irrigada ao longo do ciclo fenológico	68
TABELA 6	Variáveis do balanço hídrico no solo, geradas pelo modelo ISAREG – 2º ciclo.....	80
TABELA 7	Variáveis do balanço hídrico no solo, geradas pelo modelo ISAREG – 3º ciclo.....	82
TABELA 8	Avaliação do desempenho do ISAREG na simulação da ETc da melancieira.....	85
TABELA 9	Resumo da análise de variância e níveis de significância para as variáveis: número de frutos por planta (NFP) e peso médio dos frutos (PMF) – 2º ciclo.....	91
TABELA 10	Resumo da análise de variância e níveis de significância para as variáveis: número de frutos por planta (NFP) e peso médio dos frutos (PMF) – 3º ciclo.....	94
TABELA 11	Resumo da análise de variância e níveis de significância para as variáveis: resistência da polpa (RP), sólidos solúveis totais (SST) e produtividade média (PM) – 2º ciclo	96
TABELA 12	Resumo da análise de variância e níveis de significância para as variáveis: resistência da polpa (RP), sólidos solúveis totais (SST) e produtividade média (PM) – 3º ciclo	101
TABELA 13	Resumo da análise de variância e níveis de significância para a variável eficiência de uso da água (EUA) – 2º ciclo.....	104
TABELA 14	Resumo da análise de variância e níveis de significância para a variável eficiência de uso da água (EUA) – 3º ciclo.....	106

TABELA 15	Indicadores financeiros – valor presente líquido (VPL) e taxa interna de retorno (TIR), para a melancia cultivada durante o segundo ciclo	108
TABELA 16	Indicadores financeiros – valor presente líquido (VPL) e taxa interna de retorno (TIR), para a melancia cultivada durante o terceiro ciclo	110

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	OBJETIVOS	21
2.1	Objetivo geral	21
2.2	Objetivos específicos	21
3	REVISÃO DE LITERATURA	22
3.1	A agricultura irrigada no Ceará	22
3.2	O manejo da irrigação	23
3.2.1	O manejo da irrigação em perímetros irrigados	24
3.3	Necessidades hídricas: balanço hídrico do solo	26
3.4	A evapotranspiração da cultura (ET_c)	27
3.5	A evapotranspiração de referência (ET_o) e o coeficiente da cultura (K_c)	29
3.6	Os “Softwares” no manejo da irrigação	30
3.7	O ISAREG	31
3.8	Utilização de coberturas no solo na agricultura irrigada	32
3.9	A eficiência no uso da água (EUA) e aspectos econômicos da cultura da melancia	34
3.10	Indicadores econômico – financeiros (VPL e TIR)	35
3.11	A cultura da melancia	36
3.11.1	Características produtivas e de pós-colheita da cultura da melancia.....	38
4	MATERIAL E MÉTODOS	40
4.1	Ação de pesquisa I - Constituição de experimento de campo com a cultura da melancia visando à determinação das variáveis para a utilização do software ISAREG	40
4.1.1	Análises físico-químicas do solo e da água	40
4.1.2	Condução da cultura da melancia	41
4.1.3	Umidade do solo	44
4.1.4	Estimativa da evapotranspiração da cultura (ET _c).....	45
4.1.5	Lâmina de irrigação (I)	46
4.1.6	Variação da armazenagem (Δh).....	46
4.1.7	Drenagem profunda ou ascensão capilar (Q _z).....	47
4.1.8	Estimativa do coeficiente da cultura (K _c)	48
4.1.9	A obtenção da profundidade do sistema radicular da cultura (Z).....	48
4.1.10	A obtenção do fator de disponibilidade de água à cultura (f).....	49
4.1.11	A duração das fases fenológicas	50
4.2	Ação de pesquisa II - Pesquisa de Campo junto aos irrigantes do Distrito de Irrigação Jaguaribe-Apodi (DIJA) quanto ao manejo da irrigação adotado pelos mesmos	50
4.3	Ação de pesquisa III - Simulação do “software” ISAREG e elaboração das proposições de irrigação para a cultura da melancia	51
4.3.1	Dados climatológicos	51
4.3.2	Dados da cultura da melancia	52
4.3.3	Dados do solo	54
4.3.4	O balanço hídrico realizado pelo modelo ISAREG.....	54
4.3.5	A simulação	56
4.4	Ação de pesquisa IV - Análise da eficiência no processo de simulação do modelo ISAREG	57

4.5	Ação de pesquisa V - Experimentos de campo demonstrativos com as proposições geradas pelo modelo ISAREG e com o manejo modal adotado pelos irrigantes do DIJA versus condições diferenciadas de cobertura do solo, cálculo da eficiência de uso da água, e análise de indicadores financeiros	58
4.5.1	Descrição dos experimentos	58
4.5.2	Condução da cultura da melancia.....	61
4.5.3	O manejo de irrigação.....	62
4.5.4	Cobertura do solo	63
4.5.5	Variáveis analisadas	63
4.5.6	Cálculo da eficiência de uso da água, para a cultura da melancia, visando verificar a eficiência dos manejos de irrigação analisados e da utilização de cobertura do solo.....	65
4.5.7	Análises estatísticas	65
4.5.8	Procedimento para determinação de indicadores financeiros.....	65
4.6	Ação de pesquisa VI - elaboração de um manual prático (tecnológico), para distribuição aos agentes de extensão e ao público usuário das tecnologias e inovações (ensino e pesquisa)	66
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	67
5.1	Ação de pesquisa I	67
5.1.1	Profundidade do sistema radicular (Z)	67
5.1.2	Evapotranspiração da cultura da melancia (ETc).....	69
5.1.3	Coeficiente cultural da melancia (Kc).....	70
5.1.4	Fator de disponibilidade de água (f).....	72
5.2	Ação de pesquisa II	73
5.3	Ação de pesquisa III	80
5.3.1	Análise das variáveis do balanço hídrico no solo, geradas pelo modelo ISAREG	80
5.4	Ação de pesquisa IV	84
5.5	Ação de pesquisa V	85
5.5.1	Condições da umidade do solo	85
5.5.2	Características de produção, de desenvolvimento do fruto, de produtividade e de pós-colheita, e eficiência de uso da água	90
5.5.2.1	Número de frutos por planta e peso médio dos frutos.....	90
5.5.2.2	Resistência da polpa, sólidos solúveis totais e produtividade média	96
5.5.2.3	Eficiência de uso da água	104
5.5.3	Indicadores financeiros.....	108
5.6	Ação de pesquisa VI	111
6	CONCLUSÕES	112
	REFERÊNCIAS	113
	APÊNDICE	128
	ANEXO	162

1 INTRODUÇÃO

Uma crescente escassez de água devido ao aumento populacional e ao desenvolvimento econômico está ampliando os desafios para a agricultura, perdulária no seu uso, necessitando-se que se encontrem novas soluções para a gestão dos recursos hídricos em áreas irrigadas, principalmente nas localizadas na região semiárida, onde a água é limitada. Em consequência, já se vislumbra um problema técnico de suprimento da água que será cada vez mais disputada pelas diferentes atividades humanas, fazendo-se “mister” o seu uso de maneira controlada na agricultura (BARBOSA, 2005). Além disso, no semiárido do Nordeste do Brasil predominantemente ainda se irriga empiricamente, ou seja, não se realiza o correto manejo da irrigação. Como resultado, além das produtividades das culturas estarem aquém do seu potencial, normalmente se aplica mais água do que as culturas necessitam ocasionando o desperdício dos escassos recursos hídricos da região.

Outra consequência da ausência de um manejo hídrico adequado é que todos os anos milhares de hectares de terras irrigadas no semiárido estão se tornando impróprios para o cultivo devido à salinização dos solos e das águas, ocasionando a queda na produtividade das culturas. Esses fatores são agravados em decorrência da má conservação e da utilização irracional dos recursos naturais (HERNANDEZ, 2008).

Como solução para estas problemáticas, o manejo racional da irrigação objetiva maximizar a eficiência do uso da água e minimizar os problemas de salinização e de consumo de energia, mantendo favoráveis as condições de umidade do solo e de fitossanidade das plantas, levando em consideração as condições climáticas do local de cultivo, bem como as características da cultura. O manejo racional visa suprir as necessidades hídricas das culturas, fornecendo água no momento certo e na quantidade correta, sem desperdício (PEREIRA, 2004). Além disso, podem-se obter elevadas produtividades sem necessariamente o solo encontrar-se na capacidade campo (LÉO; HERNANDEZ, 2007).

Uma das alternativas para se evitar o desperdício do recurso hídrico é a utilização de softwares computacionais usados no manejo da irrigação que calculam os requerimentos de água a partir de dados do clima, do solo e da cultura (PEREIRA, 2004). Como exemplo, tem-se o modelo ISAREG, que é um software de simulação do balanço hídrico no solo, desenvolvido no Instituto Superior de Agronomia, em Portugal,

que é capaz de lidar com a ascensão capilar e com a percolação através da zona radicular. O ISAREG (como uma nova tecnologia no manejo da irrigação) tem sido utilizado em vários países, sendo capaz de auxiliar na simulação de lâminas de irrigação visando à manutenção da umidade do solo em diferentes porcentagens do armazenamento máximo (capacidade de água disponível no solo - CAD).

Outra maneira de se reduzir o uso do recurso hídrico na agricultura é através da utilização de cobertura no solo, que é uma tecnologia simples e cujos benefícios sobre a produção e a produtividade das culturas são irrefutáveis, especialmente em situações de baixa disponibilidade de água, reduzindo, inclusive, a frequência dos tratos culturais e, em consequência, os custos de produção.

Diversos autores citados por Pereira e Peres (1986) comprovam os benefícios dessa técnica: a) melhora a qualidade dos produtos, como acontece com a produção de morango, abóbora e melancia; b) incrementa a produtividade das culturas; c) prolonga o tempo de disponibilidade de água no solo; d) reduz as variações de temperaturas do solo; e) reduz o desenvolvimento de ervas daninhas; e, f) reduz ou elimina a possibilidade de erosão, pelo bloqueio do impacto direto da chuva, e proporciona economicidade dos cultivos.

Além disso, a interação entre estas tecnologias pode possibilitar aumento da produtividade agrícola com redução de uso do recurso hídrico. Ou seja, possivelmente a lâmina dimensionada pelo ISAREG para manter o solo nu em 80% da capacidade de água disponível no solo, CAD, pode ser suficiente para manter o solo sob casca de arroz em 100% da CAD, devido à menor evaporação sob esta condição. Entretanto, após a finalização da pesquisa, as tecnologias utilizadas precisam chegar até o produtor, sendo fundamental a adoção pelos mesmos. Para o alcance dessa apropriação é necessária a aplicação de técnicas de convivência e de interação dos pesquisadores com os agricultores e com os agentes de extensão.

Para isso, há necessidade de se instalar uma área demonstrativa utilizando-se as proposições de irrigação do software ISAREG, para manutenção do armazenamento hídrico no solo em diferentes % da CAD, cultivado com melancia (*Citrullus lanatus*, Schrad), aliado ao uso de coberturas do solo, visando a economia do recurso hídrico. Esta área possibilita a apropriação, pelos agricultores regionais, dos dispositivos técnicos utilizados, na busca de uma melhor condição sociotécnica das comunidades envolvidas.

Diante do exposto, as seguintes hipóteses foram elaboradas:

- a) Com a diminuição da lâmina de água aplicada à cultura da melancia, em relação à quantidade de água aplicada, atualmente, pelo irrigante do Perímetro Jaguaribe – Apodi, a produtividade da cultura se manterá ou se elevará;
- b) Com a utilização das coberturas no solo, uma maior quantidade de água será retida, na zona das raízes da cultura da melancia, sendo preciso aplicar menos água do que no cultivo em solo sem cobertura;
- c) A maior eficiência no uso da água será verificada em tratamento que estiver com cobertura, seja ela sintética ou orgânica (natural);
- d) O ISAREG, sendo alimentado com dados locais, se mostrará eficiente no cálculo do balanço hídrico do solo e do manejo de irrigação para a cultura da melancia.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Difundir um manejo de irrigação racional, no semiárido, a partir de proposições do “software” ISAREG e da utilização de coberturas do solo visando aumentar a eficiência no uso da água e da cultura da melancia, com redução no uso do recurso hídrico e viabilidade econômica.

2.2 Objetivos Específicos

- 1) Determinar, através da ação de pesquisa I (experimento de campo com a cultura da melancia), todas as variáveis (clima-solo-planta) necessárias à utilização do “software” ISAREG para a elaboração das proposições de irrigação;
- 2) Comparar as proposições de irrigação geradas a partir do ISAREG com o manejo de irrigação modal, atualmente, adotado pelos irrigantes do DIJA;
- 3) Avaliar a variação de umidade no solo sob as diferentes proposições de irrigação e condições de cobertura do solo;
- 4) Analisar as variáveis de desenvolvimento do fruto, qualidade de produção (pós-colheita) e produtividade da cultura da melancia sob as diferentes proposições de irrigação e condições de cobertura do solo;
- 5) Avaliar os indicadores financeiros de viabilidade econômica para a exploração da cultura da melancia irrigada no DIJA;
- 6) Calcular e analisar a eficiência de uso da água, para a cultura da melancia, sob as diferentes proposições de irrigação e condições de cobertura do solo;
- 7) Avaliar os efeitos da interação manejo de irrigação versus cobertura do solo na economia do recurso hídrico e no desenvolvimento da cultura da melancia;
- 8) Avaliar a eficiência do modelo ISAREG, nas simulações no manejo da irrigação;
- 9) Produzir um manual prático sobre a cultura da melancia, para que o mesmo possa servir de instrumento de capacitação para os agricultores, os agentes de extensão e os gestores de irrigação do DIJA sobre as tecnologias em uso experimental.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A agricultura irrigada no Ceará

De acordo com o IBGE (2006) apenas 6,3% dos estabelecimentos agrícolas do Brasil estão utilizando técnicas de irrigação, sendo que esta área irrigada compreende 4,45 milhões de hectares, com 7,4% da área total cultivada com culturas temporárias e permanentes.

Comparando-se os dois últimos censos agropecuários, houve um aumento de 39,0% no número de estabelecimentos que declararam utilizar irrigação e 42,0% no total da área irrigada no Brasil (IBGE, 2006).

“No Estado do Ceará, a fruticultura irrigada tem apresentado enorme potencial, tanto para o mercado interno como para o de exportação, como tecnicamente factível, economicamente viável e socialmente desejável” (BEZERRA; OLIVEIRA, 1999, p.174).

Uma parcela representativa da agricultura irrigada do Ceará é realizada dentro dos perímetros irrigados, ministrados pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS. Este, desde o fim da década de 60 e início dos anos 70, desapropriou terras das bacias de irrigação, onde foram implantados os "perímetros irrigados", dividindo-os em pequenos lotes, onde foram assentados os "colonos" ou "irrigantes". São 38 perímetros de irrigação no Nordeste, sendo 14 no Ceará (SOUZA et al., 2004).

O Ceará, com 11,9% do total da área irrigada da Região Nordeste, conta com 117.059 ha irrigados (IBGE, 2006). Por sua vez, a área total cultivada com fruteiras, no Ceará, do ano de 1999 até 2007 cresceu 30,4%. Já a produção total, para o mesmo período, aumentou em 51,1%. Nos últimos 10 anos saiu do 12º lugar nacional na exportação de frutas tropicais para a (3º) terceira posição, ficando atrás de Pernambuco e da Bahia (OLIVEIRA, 2008).

O perímetro irrigado Jaguaribe - Apodi localiza-se na região do Baixo Jaguaribe. Com mais de 5.300 ha implantados, e destes, cerca de 2.800 ha sendo irrigados pelos produtores. É um dos Perímetros mais modernos do DNOCS, em termos de irrigação, pois irriga cerca de 87% de sua área através de pivô central e 13% por microaspersão e gotejamento. Atualmente as principais culturas cultivadas são a banana, o milho, o melão, a goiaba, a melancia, dentre outras (DNOCS, 2014).

Segundo Léo e Hernandez (2007), a irrigação nos perímetros irrigados administrados pelo DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas) gerou mudanças socioeconômicas importantes, tais como: criação de empregos diretos; aumento considerável na demanda de bens de consumo e serviços, com aumento de estabelecimentos comerciais e industriais; diminuição no fluxo migratório rural-urbano; e, melhoria nas condições de saúde, de educação, de habitação e de lazer dos irrigantes.

3.2 O manejo da irrigação

A irrigação é o método artificial de aplicação de água na agricultura, que tem a finalidade de suprir as necessidades hídricas da planta, em caráter total ou suplementar. Isto quer dizer que a irrigação viabiliza o cultivo de espécies de plantas em locais onde, sem a sua aplicação, seria impossível suprir as plantas de água. Com o desenvolvimento tecnológico e a criação de diferentes métodos de irrigação e metodologias de manejo, a irrigação tornou-se sinônimo de eficiência de produção, modernidade e de garantia de qualidade aos produtos (HERNANDES, 2008).

Pereira (2004) afirma que o manejo da irrigação deve ser entendido como a combinação ótima entre as necessidades hídricas das culturas, as características do solo, tanto como meio de transporte como de armazenamento de água, e a operação de irrigação, com as suas condições técnicas, econômicas e sociais.

O manejo racional da irrigação objetiva maximizar a eficiência do uso da água e minimizar o consumo de energia (em métodos pressurizados), mantendo favoráveis as condições de umidade do solo e de fitossanidade das plantas, levando em consideração as condições climáticas do local de cultivo, bem como as características da cultura. O manejo racional visa suprir as necessidades hídricas das culturas, fornecendo água no momento e na quantidade correta, ou seja, adotando calendários de irrigação (PEREIRA, 2004).

A partir de trabalhos científicos, constata-se que o estresse causado pela falta de água reduz, sensivelmente, a produção vegetal, inviabilizando-a, por exemplo, em regiões de clima árido ou semiárido, onde a falta de água é constante e limita a atividade agrícola. Por outro lado, como consequência de uma irrigação realizada no momento correto, aplicando-se a quantidade certa de água, é possível alcançar maiores produtividades (SOUZA, 2000).

Na busca por um manejo eficiente da irrigação, acredita-se que o intervalo em dias entre duas irrigações sucessivas deve ser determinado visando o não comprometimento das necessidades hídricas das plantas nos seus diferentes estádios fisiológicos (BERNARDO et al., 2005).

Quanto ao manejo da irrigação, o Ceará dispõe de estações meteorológicas, com um bom sistema de gerenciamento dos dados das variáveis climatológicas. O que precisa é fazer essa informação chegar até o pequeno produtor, pois segundo Hernandez (2008), o uso eficiente da água vai ser tão mais adequado, quanto maior for a necessidade e a percepção dessa necessidade por parte dos produtores e dos gestores públicos.

Em primeiro lugar, deve-se tornar evidente para o irrigante, as características do desempenho de seus equipamentos de irrigação (como irrigar), e em segundo lugar, e não menos importante que o primeiro, o manejo da irrigação (quanto e quando irrigar). Com essas ações e informações o irrigante poderá garantir a economia de água e de energia desejada no processo produtivo da agricultura irrigada (LÉO; HERNANDEZ, 2007).

Fernandes (2012), em trabalho realizado em Cruz-CE, concluiu que a frequência de irrigação diária, com aplicação da lâmina dividida entre manhã e tarde, proporciona melhor resposta da cultura da melancia, uma vez que para esta condição a produtividade e o retorno econômico foram superiores aos demais tratamentos estudados.

Lima et al. (2004) afirmam que, por não adotar um método de controle de irrigação, o produtor rural, usualmente, irriga em excesso, temendo que a cultura sofra um estresse hídrico.

É consenso que a irrigação no Brasil é rotineiramente realizada de forma empírica, geralmente com grande desperdício de água. Além do desperdício, irrigações em excesso comprometem a produção. Contraditoriamente, mesmo plantações irrigadas em demasia são, em algumas situações, submetidas a condições de déficit hídrico. Tal fato tem levado empreendimentos de produção de hortaliças a uma condição de baixa sustentabilidade econômica e socioambiental (MAROUELLI, 2008).

3.2.1. O manejo da irrigação em perímetros irrigados

Segundo Ramos et al. (2000), a irrigação propicia o aumento da produtividade e da qualidade dos produtos, sem falar da redução de riscos de perdas da

produção, ocasionados por períodos de estiagem; porém, ela deve ser conduzida de maneira eficiente. Muitas vezes, o produtor acha que basta adquirir um sistema de irrigação para obter elevados níveis de produtividade, esquecendo-se que é preciso adotar técnicas que possibilitem aplicar a água no momento certo e na quantidade necessária às plantas.

O manejo da irrigação compreende um conjunto de procedimentos que devem ser adotados para assegurar o suprimento adequado de água à cultura, durante suas diferentes fases de desenvolvimento, de forma eficiente e econômica, reduzindo as perdas de água e nutrientes, porém sem redução do rendimento. Frequentemente é antieconômico manter a cultura irrigada a um nível de potencial mátrico que permita a máxima produtividade fisiológica (FRIZZONE, 1990).

Medeiros et al. (2001), trabalhando com manejo de irrigação em um perímetro irrigado do Estado de Minas Gerais, obtiveram resultados que permitiram concluir que: ocorreu uma aplicação excessiva de água em todo o perímetro, com exceção dos meses de janeiro de 1999 e janeiro, fevereiro, março e abril de 2000, quando a irrigação foi deficiente. Portanto, é necessária a implantação de um plano de manejo de irrigação que vise à otimização do uso de água no perímetro.

Carvalho et al. (2000), pesquisando o manejo de irrigação no perímetro irrigado do Gorutuba, em Minas Gerais, concluíram que ao utilizar uma técnica de programação linear na irrigação, reduzindo a lâmina aplicada pelos irrigantes, a renda dos mesmos foi superior à obtida por eles na irrigação tradicional.

Costa et al. (2005), analisando as eficiências de aplicação e de uso da água, em cultivo de arroz, no perímetro irrigado Morada Nova, no Ceará, concluíram que em solos ideais para a irrigação do arroz, a eficiência de aplicação chegou a 77%, mas no solo sem aptidão a eficiência foi de apenas 38%.

Costa (2006), pesquisando sobre a racionalização do uso da água no perímetro irrigado Curu-Pentecoste, diagnosticou perda de água decorrente da operação dos sistemas irrigados do perímetro. Na ocasião utilizou metodologias visando aumentar a eficiência do uso da água de irrigação.

Segundo Oliveira (2008), o perímetro irrigado Baixo Acaraú não possui estratégia eficiente de manejo da irrigação, levando os irrigantes a manejar, empiricamente, os recursos hídricos.

Santos et al. (2009) desenvolveram um modelo linear para a otimização do uso da água, no perímetro irrigado Baixo Acaraú, no Ceará, e concluíram que a disponibilidade hídrica do perímetro não é fator limitante quanto à utilização das terras.

Segundo Christofidis (2008), o indicador de água anual requerida para irrigar um hectare, equipado com sistemas de irrigação é de $11.430 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$. O autor acredita que esse número é elevado e que com o advento da tecnologia, esse indicador possa ser incentivado para situar-se próximo a $8.500 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$. De acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Ceará, utiliza-se, para o planejamento da irrigação dos perímetros irrigados do Estado, uma demanda indicativa de $18.000 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$.

Hernandez (2008) afirma que o manejo da irrigação em perímetros é o grande desafio em termos de agricultura irrigada. O produtor tem uma série de procedimentos com que se preocupar. Ele sabe que precisa irrigar, mas não tem a noção da dimensão do prejuízo ou do ganho, se fizer a coisa certa.

Um desafio essencial na agricultura irrigada é o da necessidade de redução das perdas nos sistemas de irrigação, sejam perdas na aplicação da água nas áreas irrigadas, sejam perdas de água nos sistemas de condução e de distribuição de água pelas infra-estruturas hídricas (CHRISTOFIDIS, 2008).

3.3 Necessidades hídricas: balanço hídrico do solo

As necessidades de água para a irrigação são estimadas através do balanço hídrico do solo cultivado. Para tanto, considera-se que parte das necessidades de água é satisfeita pela precipitação, pela reserva de água do solo e pela ascensão capilar e que as saídas de água correspondem à ET (transpiração pelas plantas e evaporação a partir do solo), à percolação para além da zona radicular e ao eventual escoamento à superfície do solo. Estas necessidades são posteriormente corrigidas pela eficiência da irrigação e com a fração de lavagem, quando haja que controlar a salinidade do solo, para obtenção das necessidades brutas ou totais da cultura na prática de irrigação (PEREIRA, 2007).

A determinação do balanço hídrico do solo na zona de enraizamento, com a respectiva quantificação dos termos que o constituem e a caracterização dos padrões de ocorrência dos processos de transferência hídrica (padrões de extração pelas raízes e de escoamento de água no solo) é uma necessidade determinante para a gestão da irrigação e para o seu melhoramento e otimização (CAMEIRA et al., 2005).

As manifestações fisiológicas das plantas devidas às necessidades hídricas deverão servir como indicadores padrão para determinar quando irrigar. Estes indicadores podem ter caráter empírico, como cor, viçosidade, turgidez, enrolamento das folhas, ou constituir métodos científicos, como os relativos ao potencial da água nas folhas, à temperatura da copa, ou a variação dos diâmetros de caules e ramos (TORRECILLAS et al., 2007). Por outro lado, poderão servir de padrão para a calibração prática de métodos baseados na medição de processos que ocorrem no meio onde se desenvolvem a cultura, a atmosfera e o solo, caso da medição do fluxo de seiva para estimar a taxa de transpiração da cultura, a utilização de medições de variáveis meteorológicas para estimar a ET cultural, a observação da taxa de variação do teor de água no solo por métodos como o gravimétrico, o da sonda de nêutrons ou o do TDR, ou do potencial da água no solo com tensiômetros (ORTEGA-FARIAS, 2007; MORENO et al., 2007).

Em todos os casos, as variáveis observadas permitem otimizar a decisão relativa à oportunidade da irrigação desde que os métodos estejam calibrados ou validados para a cultura e o ambiente em que esta se desenvolve (PEREIRA, 2003).

Miranda (1998), realizando pesquisas sobre a cultura do melão, em Fortaleza, no Ceará, afirmou que o método do balanço hídrico mostrou-se confiável na determinação do coeficiente de cultivo e do consumo de água pela cultura.

Montenegro (2002), estudando a cultura do mamoeiro, no perímetro irrigado Curu-Paraipaba, utilizando o método do balanço hídrico, encontrou valores de evapotranspiração da cultura semelhantes aos medidos por lisímetros.

Uma das formas mais utilizadas no Brasil, para se analisar o balanço hídrico no solo é através da tensiometria, em que a quantidade de água armazenada na região das raízes de uma cultura específica, presentes no solo é contabilizada, através da verificação da tensão da água no solo. Utilizando a tensiometria, Marouelli (2008) adotou como tensão limite de água no solo, para a cultura da melancia, irrigada por gotejamento, valores de 10 – 20 kPa, visando a excelente condição de umidade do solo.

3.4 A evapotranspiração da cultura (ET_c)

Segundo Doorenbos e Pruitt (1977), a evapotranspiração da cultura (ET_c) é obtida através do produto entre a evapotranspiração de referência (ET_o) e o coeficiente da cultura (K_c), ou seja, $ET_c = ET_o \times K_c$.

A evapotranspiração (ET) consiste na combinação de dois processos distintos pelo qual a água é perdida, sendo da superfície do solo por evaporação e, por outro lado, da cultura através da transpiração (ALLEN et al., 1998).

Para Jensen (1990), a necessidade de água de uma cultura corresponde à demanda evapotranspirativa dessa cultura em determinado ambiente e recebendo tratamentos culturais determinados.

Segundo Doorenbos e Pruitt (1997), a evapotranspiração é a variável mais importante para se determinar as necessidades hídricas da planta; ela é usada para se definir a perda de vapor d'água para a atmosfera através do efeito combinado dos processos de evaporação da água das superfícies do solo e da planta e de transpiração da água pela planta.

Segundo Pontes (2002), o termo evapotranspiração (ET) foi introduzido na literatura científica por Thornthwaite (1948), que definiu a ET potencial (ETp) como a perda máxima de água por 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 da energia advectiva local, se quaisquer dessas condições, não forem atendidos, tem-se evapotranspiração real (ETr).

A evapotranspiração das culturas pode observar-se através de lisímetros, ser calculada com precisão recorrendo a observações micrometeorológicas ou ser estimada com base em variáveis agrometeorológicas (PEREIRA, 2007).

O método prático de cálculo da evapotranspiração das culturas (ETc) recorre a observações climáticas padrão e utiliza “dois passos” para a estimativa (ALLEN et al., 1998; 2006b): primeiro, calculando a demanda climática que representa as condições ambientais através da evapotranspiração de referência (ETo); segundo, considerando a especificidade da cultura através de um coeficiente cultural (Kc). Para o efeito, recorre-se a uma dupla padronização: a da cultura de referência para o cálculo da ETo, e a da cultura em causa, de forma a considerar que a mesma é cultivada em condições favoráveis à obtenção da produção máxima, condições para as quais se define Kc (PEREIRA, 2004).

3.5 A evapotranspiração de referência (ET_o) e o coeficiente da cultura (K_c)

Allen et al. (1998) através do Boletim n° 56 da FAO, recomendaram o uso da equação de Penman-Monteith (FAO-PM) com algumas simplificações, também conhecido como o método FAO Penman-Monteith, como o método padrão para estimar a evapotranspiração de referência - ET_o a partir de dados climáticos.

A evapotranspiração de referência (ET_o) define-se como a taxa de evapotranspiração de uma cultura de referência hipotética, para a qual se assume uma altura de 0,12 m, uma resistência de superfície constante de 70 s m⁻¹ e um albedo de 0,23, semelhante à evapotranspiração de um extenso coberto de relva verde de altura uniforme, em crescimento ativo, cobrindo totalmente o solo e bem abastecido de água (PEREIRA, 2004).

Segundo Sedyama (1987 apud OLIVEIRA, 1999) tudo isso mostra a importância dos estudos de evapotranspiração de referência (ET_o) considerada o fator primordial para a quantificação da lâmina de irrigação durante o ciclo da cultura, quando se deseja um manejo adequado da água nos trabalhos de irrigação. Até porque segundo Gondim et al. (2011), ainda há pouca disponibilidade das estações de referência capazes de mensurar todas as variáveis climáticas envolvidas na estimativa da evapotranspiração das culturas de Penman-Monteith/FAO.

Doorenbos e Pruitt (1997) propuseram uma metodologia para estimativa do K_c ao longo do ciclo da cultura, dividindo-o em quatro estádios: a) inicial: da sementeira à emergência completa das folhas definitivas, perfazendo mais ou menos 10% da superfície do solo; b) crescimento: do final do estágio inicial até a cobertura de 80% da área e/ou início da floração; c) intermediário: do final do estágio de crescimento até o início da maturação; d) final do final do estágio intermediário até a colheita.

O coeficiente cultural (K_c), conforme bases teóricas analisadas por Pereira et al. (1999), representa a integração dos efeitos de três características que distinguem a evapotranspiração da cultura de referência: a altura da cultura (h), que afeta a rugosidade e a resistência aerodinâmica; a resistência de superfície relativa ao par cultura - solo, que é afetada pela área foliar (determinando o número de estômatos), pela fração de cobertura do solo pela vegetação, pela idade e condição das folhas, e pelo teor de umidade à superfície do solo; o albedo da superfície cultura-solo, que é influenciado pela fração de cobertura do solo, pela vegetação e pelo teor de umidade à superfície do solo e influencia a radiação líquida disponível à superfície, R_n, que é a principal fonte

de energia para as trocas de calor e de massa no processo de evaporação (PEREIRA, 2004).

Valores experimentais de K_c para melancia e outras culturas são encontrados na literatura (DOORENBOS; PRUITT, 1977; ALLEN et al., 1998). No entanto, Allen et al. (1998) 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, evidenciando a importância da realização de pesquisas locais, para a determinação de K_c 's (MIRANDA, et al., 2004).

Em experimento realizado no Piauí, com a cultura da melancia irrigada, utilizando a lisimetria de precisão, Bastos et al. (2007) encontram K_c 's de 0,18 no estágio inicial; 0,18 a 1,3, no estágio de crescimento; 1,3 no estágio intermediário e 0,43 no estágio final.

3.6 Os “softwares” no manejo da irrigação

Softwares computacionais usados no manejo da irrigação são programas para microcomputadores que calculam os requerimentos de água da cultura e de irrigação, a partir de dados do clima, do solo e da cultura. Adicionalmente, os programas permitem estabelecer calendários de irrigação para diferentes condições de manejo, e calculam o esquema de suprimento de água de um projeto para diferentes padrões de cultivo (PEREIRA, 2004).

Ribeiro (1992) desenvolveu o modelo computadorizado CADIR, com a finalidade de elaborar calendários de irrigação para a cultura do milho, no perímetro irrigado Curu-Pentecoste, alcançando resultados satisfatórios. Ao comparar o modelo CADIR, com o CROPWAT, desenvolvido pela FAO (Food Agriculture Organization), mostrou que os resultados foram aproximados.

Viana (1997) utilizou o “software” CROPWAT para determinar as necessidades hídricas de 8 (oito) culturas do perímetro irrigado Curu-Paraipaba, alcançando resultados satisfatórios.

Guimarães (1993) realizou o manejo da irrigação da cultura do algodão, no perímetro irrigado Jaguaribe-Apodi, utilizando o modelo computacional CROPWAT. Com a utilização deste software foi possível o teste de várias opções de manejo, sendo

realizadas as mais diferentes simulações, possibilitando a economia de tempo e de recurso financeiro.

Bezerra et al. (2010) concluíram, após validação, que os softwares SingleKcSIM e DualKcSIM são ferramentas que podem ser utilizadas para a determinação de coeficientes de cultura na região de Mossoró-RN.

Segundo Pereira (2003), para o irrigante a vantagem de ser orientado quanto ao manejo da irrigação é ter um guia que lhe permita conhecer qual é, aproximadamente, o consumo que ele está esperando da cultura em desenvolvimento e, portanto, estabelecer um calendário próprio de irrigação, dependendo do sistema utilizado por ele na propriedade.

A determinação das necessidades de irrigação e a definição das dotações podem ser facilitadas pelo uso de modelos de simulação do balanço hídrico. Requer-se, porém, adequada parametrização no que respeita ao solo e à cultura e, para a condução da irrigação, que sejam encontradas formas de levar a informação aos agricultores, incluindo o apoio da “Web” (PEREIRA, 2007).

3.7 O ISAREG

Diversos modelos de simulação do balanço hídrico constituem ferramentas preciosas para a determinação das necessidades de irrigação e para a condução da irrigação (PEREIRA et al., 1992; 1995). Dentre eles destaca-se o modelo ISAREG (TEIXEIRA; PEREIRA, 1992; PEREIRA et al., 2003), disponível em Windows – modelo ISAREG - e capaz de lidar com a ascensão capilar e a percolação através da zona radicular (LIU et al., 1998). O modelo tem sido utilizado em vários países, e aplicações recentes foram realizadas (CHATERLAN et al., 2007; SALOMON et al., 2007; VICTÓRIA et al., 2007).

O ISAREG é um software de simulação do balanço hídrico no solo desenvolvido no Instituto Superior de Agronomia, em Portugal, em 1992. É utilizado para a simulação do calendário de irrigação. Para tal devem ser informados dados relacionados à cultura, do solo, de evapotranspiração, de chuva efetiva e da opção de irrigação. Deste modo, a entrada para o modelo é feita por um cursor através do qual o agricultor seleciona a sua parcela. Em seguida, a interface executa uma busca à base de dados e carrega os dados referentes à parcela (PEREIRA, 2004).

O modelo é composto por um programa para o cálculo da evapotranspiração de referência com o método FAO-PM, EVAP56, que inclui a estimativa de parâmetros no caso de variáveis meteorológicas em falta, por um programa para parametrizar a cultura, e por um módulo de simulação do balanço hídrico, calculando as necessidades de água e de irrigação das culturas com diversos períodos (PEREIRA, 2007).

Para a validação do modelo utilizam-se observações do conteúdo de água do solo ao longo do ciclo vegetativo das culturas e relativas a todo o perfil de solo susceptível de ser explorado pelas raízes (PEREIRA, 2004). Este complementou afirmando que durante a validação de “softwares” é sempre importante a geração de dados de experimentos locais.

Segundo Pereira (2004), o modelo ISAREG foi validado para as condições portuguesas e para diversos outros países. O mesmo autor afirma ainda que no Vale do Sorraia, em Portugal, o ISAREG foi validado, analisando-se a cultura do milho, em solo de aluvião, comparando-se teores de umidade no solo, simulados (ISAREG) com os observados (ensaios de campo).

Saraiva et al. (2013), utilizando o ISAREG, no manejo da irrigação da cultura da melancia, investigou o balanço hídrico do solo, obtendo resultados satisfatórios. Os supracitados autores observaram, ao final da pesquisa, que os produtores de melancia estavam aplicando em excesso cerca de 215 mm de água, durante todo o ciclo da cultura.

O ISAREG foi validado e aplicado por Saraiva (2010), para as condições edafoclimáticas do Perímetro de Irrigação Baixo Acaraú-CE, na região Nordeste do Brasil. Na ocasião, o modelo foi utilizado no manejo da irrigação da cultura da melancia.

Investigando o efeito das mudanças climáticas nas necessidades hídricas do feijão-caupi, em condições edafoclimáticas cearenses, Saraiva e Souza (2012) utilizaram o modelo ISAREG, obtendo resultados, notoriamente, satisfatórios.

3.8 Utilização de coberturas no solo na agricultura irrigada

No Nordeste do Brasil, onde ocorre um período chuvoso e outro seco durante o ano, a cobertura morta, segundo Bandeira et al. (2002) apresenta uma série de benefícios: a) melhora a qualidade do produto (como acontece com a produção de abóbora, melão e melancia); b) incrementa a produtividade das culturas; c) prolonga o

tempo de disponibilidade de água no solo; d) reduz as variações de temperaturas do solo; e) aumenta a estabilidade dos agregados do solo; f) reduz a concorrência com plantas daninhas; g) aumenta a fertilidade do solo; h) reduz a erosão pela redução do impacto da chuva.

Segundo Karasawa et al. (2008), na cobertura de solo empregam-se diversos materiais seja de origem vegetal como maravalha (raspa de madeira), casca de arroz, capim seco, palhas (de carnaúba, vagens de caupi, milho, sorgo, capim elefante) e os filmes plásticos podendo ser opacos, pretos, transparentes, brancos, marrons, cinza, amarelos e prateados.

A cobertura do solo reduz a evaporação de água na superfície e a oscilação da temperatura do solo; evita também o contato direto dos frutos com a umidade e diminui os possíveis ferimentos da casca do fruto, o que é recomendável no controle de doenças, além de controlar a infestação por plantas invasoras (ARAÚJO et al., 2003).

Araújo (2000, apud LIMA JÚNIOR; LOPES, 2009) comparou para a cultura de melão, entre vários métodos de cobertura, o filme de polietileno dupla face prateado e o solo descoberto, observando que essa cobertura não apresentou diferença significativa para número, peso médio e produtividade de frutos comerciáveis do híbrido Gold Mine.

Bradenberger e Wiendenfeld (1997) verificaram aumento na produção de melão, em média, de 42% em 1994 e 27% no ano de 1995, com a utilização da cobertura do solo em relação ao solo descoberto.

Em experimento realizado em Belém-PA, Lima Júnior e Lopes (2009), utilizando diferentes coberturas do solo na cultura da melancia, concluíram que com a fibra de côco e com a palhada a produção foi maior em número de frutos que nas plantas em que se utilizaram coberturas com “mulching”.

Em experimento realizado em Mossoró-RN, Araújo (2000) avaliou os efeitos das coberturas do solo com polietileno preto, polietileno dupla face (preto/prateado) e palha de carnaúba sobre o cultivo de melão, não tendo observado diferenças significativas entre os tratamentos, quanto ao número de frutos por planta.

Após pesquisa com a cultura da melancia irrigada, no Estado da Bahia, Karasawa et al. (2008) não detectaram nenhuma diferença estatística, entre os tratamentos, com diferentes tipos de coberturas, quanto às características de peso total de frutos, produção total, matéria fresca e seca.

Braga et al. (2009) verificaram um aumento, expressivo, na produtividade total de melão cultivado com cobertura de palha de capim ($74,6 \text{ Mg ha}^{-1}$) em relação ao solo descoberto ($59,3 \text{ Mg ha}^{-1}$).

3.9 A eficiência no uso da água (EUA) e aspectos econômicos da cultura da melancia

A eficiência do uso da água relaciona a produção de biomassa ou a produção comercial pela quantidade de água aplicada ou evapotranspirada (DOORENBOS; KASSAM, 1979).

A função de resposta da cultura à água constitui-se no elemento básico utilizado nos estudos econômicos relativos ao planejamento da irrigação, uma vez que a cultura apresenta comportamento produtivo diferenciado em razão da quantidade e frequência de irrigação durante o ciclo fenológico (ANDRADE JÚNIOR et al., 2001).

Tate (1990) afirma que o conceito de uso eficiente da água inclui qualquer medida que reduza a quantidade de água que se utiliza por unidade de área e favoreça a manutenção e o melhoramento da qualidade da água. O uso eficiente da água é básico para o desenvolvimento sustentável, o que implica no uso racional dos recursos naturais pela população atual mantendo as suas disponibilidades para as gerações futuras. Observa, ainda, que a importância do uso eficiente da água varia entre regiões e épocas.

Para Frizzone (1993) o objetivo da otimização da produção (elevação da receita por unidade de volume de água) é atingir a máxima receita líquida por unidade de volume de água.

Em experimento realizado no Estado do Piauí, Andrade Júnior et al. (2001) verificaram que para baixo preço da melancia ($\text{US\$ } 0,05 \text{ kg}^{-1}$), a receita líquida obtida com a lâmina ótima ($\text{US\$ } 0,28 \text{ m}^{-3}$) foi 16,7% superior à receita proporcionada com a aplicação da lâmina para produção máxima ($\text{US\$ } 0,24 \text{ m}^{-3}$). Por outro lado, para elevado preço do produto ($\text{US\$ } 0,35 \text{ kg}^{-1}$), a receita líquida obtida com a lâmina ótima ($\text{US\$ } 7,16 \text{ m}^{-3}$) superou em 82,2% a receita líquida alcançada com a aplicação da lâmina para máxima produção ($\text{US\$ } 3,93 \text{ m}^{-3}$). Concluíram ainda, que tal comportamento indica que dentro do intervalo de preços definido, à medida que o preço do produto aumenta, torna-se mais recomendável a adoção da irrigação com déficit. O preço do produto de $\text{US\$ } 0,05 \text{ kg}^{-1}$ pode ser considerado como um valor mínimo na análise de decisão sobre a viabilidade econômica da irrigação.

Braga et al. (2009) investigando os efeitos das coberturas no solo, na cultura do melão, em Petrolina-PE, observaram que foram gastos 50,58 litros de água por kg de frutos produzidos (lona de polietileno preto), 49,21 L kg⁻¹ (lona polietileno de dupla face), 51,09 L kg⁻¹ (casca de coco), 45,42 L kg⁻¹ (palha de capim Buffel), 51,79 L kg⁻¹ (bagaço de cana-de-açúcar) e 57,18 L kg⁻¹ (cultivo convencional). Demonstrando em números que há um ganho de eficiência no uso da água, quando se utiliza o cultivo do meloeiro com coberturas do solo.

Monteiro et al. (2008), pesquisando o melão, em Pentecoste-CE, observaram que a eficiência do uso da água decresceu com o aumento das lâminas de água aplicada, tendo em vista que a produtividade da cultura não aumentou, proporcionalmente, mais do que o incremento das lâminas de água.

Srinivas et al. (1989) constataram que a máxima EUA pela cultura da melancia foi obtida com irrigação por gotejamento, quando as lâminas de água foram aplicadas com base em 25% da evaporação do tanque classe A, devido ao pequeno estresse imposto e ao baixo decréscimo na produtividade, quando comparada com a alta redução no uso da água.

Em experimento realizado em Parnaíba-PI, Sousa et al. (2000) concluíram que as maiores produtividades totais (77.985 kg ha⁻¹) e comerciais (63.877 kg ha⁻¹) e as máximas eficiências do uso da água pelo meloeiro são obtidas com frequência de irrigação de um dia.

3.10 Indicadores econômico – financeiros (VPL e TIR)

Ao procurar estabelecer um planejamento no seu empreendimento, o agricultor deve selecionar, dentre as alternativas de produção, a mais eficiente na utilização dos recursos produtivos e a que satisfaz a certos objetivos pré-estabelecidos. Em situações em que a tomada de decisão está relacionada à alocação de recursos limitados, esta alocação é função da decisão e da racionalidade do agricultor que depende, por sua vez, de métodos eficientes que o auxiliem na otimização da sua decisão (CARVALHO et al., 2000 apud TAVARES et al., 2011).

Na análise financeira se comparam os benefícios e os custos em termos monetários, em uma base de tempo comum. Para esta finalidade pode-se utilizar indicadores, como o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR). Um

projeto de irrigação é economicamente justificado quando os benefícios totais são maiores que os custos totais (FRIZZONE; ANDRADE JÚNIOR, 2005).

Os indicadores VPL e TIR levam em conta a variação do capital no tempo, mas cada um aponta diferentes aspectos relacionados aos projetos (SILVA; FONTES, 2005).

A TIR é uma taxa de juros implícita numa série de pagamentos (saídas) e recebimentos (entradas), que tem a função de descontar um valor futuro ou aplicar o fator de juros sobre um valor presente, conforme o caso, para trazer ou levar cada valor do fluxo de caixa para uma data focal (data base de comparação de valores correntes de diversas datas) (PEREIRA; ALMEIDA, 2008).

Para Assaf Neto (2006) adota-se a data de início da operação – momento zero – como a data focal de comparação dos fluxos de caixa. O mesmo autor afirma que normalmente, o fluxo de caixa no momento zero (fluxo de caixa inicial) é representado pelo valor do investimento, ou empréstimo ou financiamento; os demais fluxos de caixa indicam os valores das receitas ou prestações devidas.

O método da Taxa de Retorno, usado para análise de investimentos, assume implicitamente que todos os fluxos intermediários de caixa são reinvestidos à própria TIR calculada para o investimento. O critério de decisão, quando a TIR é usada para tomar decisões do tipo “aceitar-rejeitar”, é o seguinte: Se a TIR for maior que o custo de capital (taxa mínima de atratividade), aceita-se o projeto; se for menor, rejeita-se o projeto. Esse critério garante que a empresa esteja obtendo, pelo menos, sua taxa requerida de retorno. Tal resultado deveria aumentar o valor de mercado da empresa e, conseqüentemente, a riqueza dos seus proprietários (GITMAN, 2002 apud PEREIRA; ALMEIDA, 2008).

O projeto que apresenta o VPL maior que zero (positivo) é economicamente viável, sendo considerado o melhor aquele que apresentar maior VPL (SILVA; FONTES, 2005).

3.11 A cultura da melancia

Segundo Andrade Júnior et al. (2007), a melancia (*Citrullus lanatus*) é uma planta originária das regiões tropicais da África Equatorial. É uma planta anual, de crescimento rasteiro, com várias ramificações que alcançam até 5 m de comprimento.

A “Crimson Sweet” atualmente é uma das cultivares mais plantadas no Brasil, do Nordeste ao Sul do País. Apresenta frutos grandes, redondos, com peso médio entre 11 kg e 14 kg e boa resistência ao transporte, em função da firmeza da casca. Apresenta casca rajada, com largas faixas longitudinais verde-escuras e verde-claras alternadas. Destaca-se pela excelente qualidade da polpa, de sabor muito doce. Apresenta resistência à antracnose, à murcha de *Fusarium* e baixa incidência de podridão-apical.

No Brasil, a melancia é considerada uma das mais importantes olerícolas produzidas e comercializadas. Segundo Fernandes (2012), neste ano o Brasil classificou-se como o quarto maior produtor mundial, com um total produzido de 2 milhões de toneladas, e produtividade média de 20,9 t ha⁻¹, tendo a região Nordeste respondido por 34,2% da produção do país, com destaque para os estados de Pernambuco e da Bahia, que juntos foram responsáveis por 63% da produção regional. O Ceará, em 2010, alcançou uma produção de 50.324 toneladas estando somente na décima primeira colocação nacional, respondendo por 7,2% da produção nordestina.

No caso específico da cultura da melancia (*Citrullus lanatus*) tem-se observado nos últimos anos um incremento na exploração comercial dessa cucurbitácea (LIMA JÚNIOR; LOPES, 2009).

Oliveira (2008) afirmou que, nas exportações do Estado do Ceará a melancia ocupou a 5^o (quinta) posição, com cerca de 12 milhões de dólares vendidos. Foram mais de 26 milhões de quilogramas (kg) dessa fruta que o Estado vendeu para outros países.

Segundo Nóbrega et al. (2009), o Brasil produziu cerca de 12,5 milhões de toneladas de melancia naquele ano, posicionando-se como a quarta fruteira mais produzida no país.

“As condições edafoclimáticas do Estado do Ceará favorecem a exploração da melancia entre as culturas predominantes nos seus projetos irrigados” (BEZERRA; OLIVEIRA, 1999, p.174).

A baixa produtividade nacional é devido à inclusão da produção das áreas de sequeiro, sujeitas aos riscos da irregularidade das chuvas. O Nordeste destaca-se como a maior região produtora, tanto na agricultura de sequeiro, praticada por pequenos agricultores, quanto na agricultura irrigada (COSTA; LEITE, 2004).

Vários fatores contribuem para que a produtividade dessa cultura não alcance níveis mais satisfatórios, como a carência de informações sobre o manejo da

água, fator que limita o desenvolvimento da agricultura irrigada (BEZERRA; OLIVEIRA, 1999).

Independentemente do método de irrigação utilizado, um dos fatores mais importantes no cultivo da melancia é o manejo da água de irrigação (quando e quanto aplicar de água). A falta ou excesso afeta significativamente a disponibilidade de nutrientes às plantas, o desenvolvimento vegetativo, reprodutivo e conseqüentemente o rendimento de frutos (OLIVEIRA et al., 1991).

Ademais, a cultura da melancia tem na nutrição mineral um dos fatores que contribuem diretamente para a produtividade e qualidade dos frutos. O nitrogênio e o potássio são os elementos mais exigidos e que devem ser aplicados (fertirrigação) de acordo com as necessidades de cada cultivar, produção esperada, estágio de desenvolvimento e condições climáticas (ANDRADE JÚNIOR et al., 2007).

Na fase inicial, até os 20 dias após a germinação, a cultura exige menos água, sendo que a exigência aumenta durante o período de ramificação à frutificação. Entretanto, a fase crítica (de maior exigência por água) vai da floração à formação dos frutos (30 a 50 dias após a germinação). A falta de umidade adequada no solo, neste período, reduz severamente a produtividade bem como propicia o aparecimento da podridão apical conhecida como "fundo preto". Por outro lado, no período da maturação dos frutos, um moderado déficit hídrico melhora a qualidade dos mesmos, propiciando polpa menos fibrosa, com maior teor de açúcar e mais succulento (ANDRADE JÚNIOR, 1998).

Do plantio até a colheita, o período varia de 65 dias, para as cultivares mais precoces, a 85 dias, para as mais tardias. A produtividade de frutos comercializáveis depende de vários fatores, principalmente da cultivar, da irrigação, da adubação e das condições ambientais (ANDRADE JÚNIOR et al., 2007).

3.11.1 Características produtivas e de pós-colheita da cultura da melancia

A preferência do mercado consumidor da melancia leva em consideração, sobretudo tamanho e formato do fruto, coloração da polpa, sólidos solúveis, presença ou ausência de sementes, entre outras. Mais recentemente, destacam-se o surgimento de novos tipos, as chamadas mini-melancias. Isto se deve principalmente a exigência do mercado em relação ao fruto, especialmente quando a produção visa aos mercados

alternativos, onde o consumidor opta por frutos menores, sem sementes e de excelente qualidade (RAMOS et al., 2009).

Segundo Karasawa et al. (2008), as mini-melancias, com peso variando 1 a 6 kg, atualmente são preferidas por pequenas famílias, pois são compactas e ocupam pouco espaço na geladeira.

Segundo Garcia (1998), cultivando melancia no sistema tradicional (rasteiro), a diminuição no espaçamento entre plantas proporciona um aumento na produtividade, mas, por outro lado ocorre diminuição no tamanho dos frutos, o que às vezes é desejável.

Segundo Karasawa et al. (2008), as técnicas disponíveis para a melhoria da produção e qualidade dos frutos de melancia na agricultura pode-se citar a irrigação por gotejamento, fertirrigações, uso de cultivares ou híbridos adaptados para o semiárido e uso de coberturas de solo, além de outros.

Andrade Júnior et al. (2007) afirmam que o excesso de água pode provocar rachaduras na casca dos frutos e redução do teor de açúcares, tornando os frutos insípidos (aguados).

Através de pesquisas realizadas nos Tabuleiros Costeiros do Piauí, Andrade Júnior et al. (2007) observaram que usando manejo de água através do tanque classe “A”, o método de irrigação por gotejamento e a cultivar “Crimson Sweet”, foi possível obter, em área experimental, produtividades de 65 Mg ha⁻¹ de frutos comercializáveis (frutos com peso igual ou superior a 6 kg) e de excelente qualidade (conteúdo de açúcares de 10 a 12%).

Azevedo et al. (2005), em experimento realizado na Chapada do Apodi, com a cultura da melancia, variando lâminas de irrigação, através do tanque classe “A”, concluíram que os níveis de irrigação influenciaram as variáveis peso, comprimento, perímetro médio dos frutos e produtividade da melancia irrigada. Todavia, a variável SST (sólidos solúveis totais) não foi influenciada pelos níveis de irrigação.

Fernandes (2012), em trabalho realizado em Cruz-CE, com diferenciação das frequências de irrigação em melancieiras, verificou produtividade máxima de 64,66 Mg ha⁻¹ e grau brix máximo de 11.

4 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa constou de 6 (seis) ações que foram realizadas na UEPE (Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia-IFCE, em Limoeiro do Norte-Ceará (05°06'38" S; 37°52'21" W; 145,95 m), no Distrito de irrigação Jaguaribe-Apodi, DIJA.

O clima local é do tipo BSw'h', semiárido, segundo a classificação climática de Köppen, com as seguintes condições médias: umidade relativa do ar, precipitação pluvial e temperatura do ar de 66,1%, 717,1mm e 26,9 °C, respectivamente (1981-2005, DNOCS).

4.1. Ação de pesquisa I - Constituição de experimento de campo com a cultura da melancia, visando à determinação das variáveis para a utilização do software ISAREG

Durante o processo de simulação do "software", o mesmo necessita de informações precisas, principalmente, a respeito das seguintes variáveis: fases fenológicas da cultura, bem definidas (1ª - do plantio até a primeira irrigação, 2ª - início de crescimento vegetativo, 3ª - cobertura total e floração, 4ª - formação de frutos, 5ª - senescência das folhas e 6ª - colheita e final do ciclo); fator de disponibilidade de água (f) e profundidade efetiva do sistema radicular (Z), ambas a cada fase fenológica. Todavia, não há resultados de pesquisas na literatura, contemplando essas variáveis, da forma citada acima (demandada pelo ISAREG). Também foi a partir dessa ação de pesquisa que foram determinados os Kc's da cultura da melancia, a cada fase fenológica. Portanto, realizou-se a ação de pesquisa I, visando à obtenção de todos os dados necessários às simulações com o ISAREG.

4.1.1 Análises físico-químicas do solo e da água

Nessa fase, primeiramente, foram coletadas amostras de solo para a determinação, em laboratório, das variáveis físicas e químicas do solo, demandadas pelo modelo ISAREG. Basicamente, os resultados foram os seguintes: tratava-se de um solo de textura franca, com 14,88 g kg⁻¹ de matéria orgânica, pH de 7,1; 4,0 mg dm⁻³ de fósforo, 8,44 mmol_c dm⁻³ de potássio e condutividade elétrica de 0,25 dS m⁻¹. Essas

informações serviram de base para a recomendação da adubação, durante a condução da cultura da melancia. As análises foram realizadas pelo laboratório de solos, do IFCE – Campus Limoeiro do Norte-CE (Anexo).

Também foi coletada a água do canal de irrigação do DIJA, onde a mesma foi analisada no referido laboratório da análise dos solos (Anexo). A água analisada foi classificada como C2S1 (perigo de salinização moderada e perigo de sodificação baixo), com condutividade elétrica de $0,55 \text{ dS m}^{-1}$ e pH de 8,4.

4.1.2. Condução da cultura da melancia

Em seguida, realizou-se o cultivo experimental da melancia no espaçamento $2,0 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$, sendo que a área total desta fase experimental foi de $864,0 \text{ m}^2$ ($18,0 \text{ m} \times 48,0 \text{ m}$) sem diferenciação quanto a tratamentos.

A semeadura foi realizada em bandejas de isopor, com 128 células, com substrato comercial, nos dias 22 de outubro e 01 de novembro de 2011 (Figura 1). Foram semeadas 8 bandejas, totalizando 1.024 mudas. Esse escalonamento visou suprir perdas durante a fase de plântula e/ou falhas oriundas do transplântio.



Figura 1. Semeadura em bandejas

De acordo com os resultados das análises de solo foram recomendadas as quantidades dos adubos químicos, visando suprir as necessidades da cultura, em macro e micronutrientes. No entanto, para a determinação da frequência de aplicação da fertirrigação, tomou-se como base a pesquisa realizada por Fernandes (2012), que em

seu trabalho verificou melhores resultados com aplicações diárias, ao longo do ciclo da melancia. Os adubos foram aplicados via fertirrigação, iniciando-se no dia do transplante e finalizando-se aos 50 DAT (dias após o transplante). Os produtos comerciais utilizados foram uréia (N), cloreto de potássio branco (K_2O), ácido fosfórico (P_2O_5), sulfato de enxofre (S) e ácido bórico (B).

As lâminas de irrigação foram baseadas na reposição da necessidade hídrica da cultura, ET_c . O tempo de irrigação (T_i) para o manejo inicial da cultura da melancia foi definido como a equação 1:

$$T_i = \frac{ET_c * E_L * E_g * F_C}{E_i * q_g} \quad (1)$$

em que,

T_i é o tempo de irrigação, em h; ET_c é a evapotranspiração da cultura; E_L é o espaçamento entre linhas de irrigação, 2,0 m; E_g é o espaçamento entre gotejadores, 0,5 m; F_C é o fator de cobertura do solo, adimensional; E_i é a eficiência de irrigação, adimensional; q_g é a vazão do gotejador, em $L h^{-1}$.

Para a utilização do fator de cobertura (F_c) do ciclo da melancia, que representa a relação entre a área molhada e a área ocupada pela cultura, seguiu-se a recomendação de Bernardo (1995), quando o mesmo afirmou que o F_c deve ser de no mínimo 33% (0,33) quando se trata de regiões áridas e semiáridas. Também, foram utilizados os resultados de Miranda et al. (2004). Durante todo o 1º ciclo estudado, o F_c utilizado variou de 0,33 a 1,00 (fase de máxima demanda hídrica da cultura).

A estimativa dos valores de ET_c para a cultura da melancia, nos diferentes estádios fenológicos foi feita utilizando-se os valores diários da evapotranspiração de referência (ET_o), calculados através do “software” ISAREG, onde o mesmo utiliza a equação 2, de Penman – Monteith/FAO, descrita por Allen et al. (1998).

$$ET_{o_{PM}} = \frac{0,408\Delta.(R_n - G) + \gamma \cdot \frac{900}{T + 273} \cdot u_2 \cdot (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma \cdot (1 + 0,34 \cdot u_2)} \quad (2)$$

em que,

$ET_{o_{PM}}$: evapotranspiração de referência ($mm \cdot dia^{-1}$);

R_n : radiação líquida na superfície da cultura ($MJ \cdot m^{-2} \cdot dia^{-1}$);

G: densidade de fluxo de calor sensível no solo ($\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$);

T: temperatura média diária do ar a 2 m de altura ($^{\circ}\text{C}$);

u_2 : velocidade do vento a 2 m de altura (m.s^{-1});

$e_s - e_a$: déficit de saturação do vapor d'água do ar (kPa);

Δ : declividade da curva de pressão de saturação do vapor d'água do ar ($\text{kPa.}^{\circ}\text{C}^{-1}$).

γ : constante psicrométrica ($\text{kPa.}^{\circ}\text{C}^{-1}$).

Já o K_c (coeficiente cultural) utilizado no manejo da irrigação inicial do experimento foi o obtido através da pesquisa de Freitas e Bezerra (2004).

Posteriormente, com os valores de K_c e E_{To} , calculou-se a E_{Tc} , através da equação 3:

$$E_{Tc} = E_{To} \times K_c \quad (3)$$

Após o início da irrigação, começou-se a monitorar o balanço hídrico no solo, através das baterias de tensiômetros instaladas no campo (Figura 2).



Figura 2. Bateria de tensiômetros em campo

Esse procedimento ocorreu com o objetivo de se determinar a E_{Tc} local, para a cultura da melancia, através da metodologia do balanço hídrico, conforme descrição a posterior. Concomitantemente, os valores de E_{To} foram calculados e armazenados, para que posteriormente fossem, através da razão entre E_{Tc} e E_{To} , calculados os valores de coeficiente da cultura (K_c), para as condições locais do Jaguaribe-Apodi, sendo esse K_c , utilizado nas simulações do ISAREG.

O controle das ervas daninhas foi realizado, sistematicamente, no decorrer do ciclo da cultura, com capinas, utilizando enxadas, nas entre linhas e desbaste manual próximo às plantas.

A colheita foi realizada quando os frutos atingiram o ponto de maturação fisiológica, com °brix mínimo, em torno de 8°, determinado em campo com refratômetro portátil. A colheita iniciou-se no dia 06 de janeiro de 2012 e foi feita com intervalo de cinco dias, tendo início aos 67 DAT (dias após o transplante). Foram realizadas 2 colheitas. Foram considerados frutos comerciais aqueles com peso acima de 0,80 kg, formato normal e não estragados (Figura 3).



Figura 3. Colheita da cultura da melancia

4.1.3 Umidade do solo

Para o monitoramento da umidade do solo foram instaladas baterias de tensiômetros de punção, nas profundidades de 0,10; 0,30; 0,50 e 0,70 m, o que permitiu o estudo do movimento da água para o balanço hídrico da cultura da melancia na área do bulbo molhado dos gotejadores. Nesta fase foram instaladas três baterias, sendo quantificado o potencial mátrico para cada profundidade, através da média dos valores observados diariamente. Já se encontrava disponibilizada para a área experimental a curva de calibração do potencial mátrico versus umidade do solo (SILVA, 2012).

Em consequência, a umidade do solo foi calculada pela equação do modelo de van Genuchten (1980), equação 4.

$$\theta_a = \theta_r + \frac{(\theta_s - \theta_r)}{\left(1 + (\alpha |\psi_m|)^n\right)^m} \quad (4)$$

em que,

θ_a : umidade atual do solo ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$);

θ_r : umidade residual do solo ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$);

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

ψ_m : potencial matricial da água no solo ($\text{cm H}_2\text{O}$);

α , m e n : parâmetros do solo.

4.1.4. Estimativa da evapotranspiração da cultura (ETc)

Os consumos de água da cultura da melancia foram estimados entre o início do plantio e a colheita. Este período de produção foi dividido em seis fases (plantio e primeira irrigação, início do crescimento vegetativo, máxima cobertura e floração, formação da produção, início da senescência, e colheita ou final do ciclo). Também em estágios: inicial, intermediário e final.

O balanço hídrico no solo foi realizado pela contabilização da irrigação (I), da variação da armazenagem da água no solo (Δh), da drenagem profunda ou ascensão capilar (Q_z). Assim, para calcular a evapotranspiração da cultura (ETc) foi aplicada a equação 5.

$$ETc = I + (\pm Q_z) - (\pm \Delta h) + P \quad (5)$$

em que,

ETc: evapotranspiração da cultura (mm);

I: irrigação (mm);

Δh : variação de armazenagem da água no solo na camada de profundidade de zero a Z, para o intervalo de tempo considerado no balanço (mm);

Q_z : percolação, quando negativo, ou ascensão capilar, quando positivo (mm);

P: precipitação (desprezada durante os cálculos, pois não houve ocorrência durante o experimento).

4.1.5. Lâmina de irrigação (I)

A cultura da melancia foi irrigada por um sistema de irrigação localizada, tipo gotejamento, com uma linha de gotejadores por fileira de plantas (Figura 4).



Figura 4. Área de plantio (linhas de irrigação)

Os gotejadores foram do tipo autocompensante, com vazão teórica de 2,5 L h⁻¹. As irrigações foram realizadas diariamente, durante todo o ciclo fenológico da cultura da melancia. Para o cálculo da lâmina de irrigação foi realizada a avaliação do sistema de irrigação, utilizando a metodologia de Keller e Karmeli (1975). Após o teste, a vazão do gotejador considerada nos cálculos foi de 2,3 L h⁻¹ e a eficiência de irrigação (E_i) 96%.

As lâminas de irrigação (I) foram determinadas através da razão entre a ET_c, verificada ao longo das irrigações iniciais, e a eficiência de irrigação (E_i).

4.1.6. Variação da armazenagem (Δh)

A variação da armazenagem da água no solo, no intervalo de tempo considerado, na profundidade adotada no balanço hídrico, foi obtida pela equação 6 (REICHARDT, 1990).

$$\Delta h = (\bar{\theta}_f - \bar{\theta}_i) Z \quad (6)$$

em que,

$\bar{\theta}_f$: umidade média do solo na camada de 0 – 0,40 m, no dia da irrigação ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$);

$\bar{\theta}_i$: umidade média do solo na camada estudada, no dia da irrigação subsequente ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$);

Z : profundidade do solo, adotada para o balanço hídrico (mm).

4.1.7. Drenagem profunda ou ascensão capilar (Qz)

A equação de Buckingham – Darcy (1907), equação 7, foi utilizada para a determinação da drenagem profunda ou ascensão capilar, no limite inferior do volume de solo considerado.

$$Q_z = -K(\theta) \frac{\Delta\psi}{\Delta Z} \quad (7)$$

em que,

$K(\theta)$: condutividade hidráulica do solo na profundidade Z, em função da umidade do solo (mm dia^{-1});

$\frac{\Delta\psi}{\Delta Z}$: gradiente do potencial total da água no solo na profundidade Z (cm cm^{-1}).

Aplicando na equação 7, na profundidade do solo (Z) de 0,40 m, obtém-se a equação 8.

$$Q_{40} = -K(\theta)_{40} \left\{ \frac{\psi^{30} - \psi^{50}}{20} \right\}_{40} \quad (8)$$

em que,

$K(\theta)$: condutividade hidráulica do solo, em função da umidade média na camada de 0 a 0,40 m (mm dia^{-1}).

$\left\{ \frac{\psi^{30} - \psi^{50}}{20} \right\}_{40}$: gradiente de potencial total da água no solo, na profundidade de Z = 0,40 m;

sendo,

ψ^{30} : potencial da água no solo na profundidade de 0,30 m (cm H₂O)

ψ^{50} : potencial da água no solo na profundidade de 0,50 m (cm H₂O)

Os valores utilizados de $K(\theta)$ foram obtidos por Caitano et al. (2010), mediante um ensaio de campo realizado no DIJA, em profundidades de 15, 45 e 75 cm. Considerou-se, para efeito de cálculos na pesquisa, o $K(\theta)$ para a profundidade de 45 cm, pois é até essa profundidade que se encontra a zona efetiva de raízes da melancia. O valor de $K(\theta)$ foi de $1,8 \times 10^{-3} \exp^{(\theta)}$.

4.1.8. Estimativa do coeficiente da cultura (K_c)

Com a ETo calculada através do “software” ISAREG, a partir dos dados meteorológicos coletados na estação automática, localizada no local do experimento, utilizando para tanto a equação de Penman – Monteith/FAO, descrita por Allen et al. (1998), e a ETc calculada através da metodologia do balanço hídrico no solo, tornou-se possível calcular-se o coeficiente cultural (K_c), através da equação 9.

$$k_c = \frac{ETc}{ETo} \quad (9)$$

sendo,

K_c : coeficiente da cultura;

ETc : evapotranspiração da cultura (mm dia⁻¹);

ETo : evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹).

4.1.9. A obtenção da profundidade do sistema radicular da cultura (Z)

Para proceder à avaliação da distribuição de raízes, foram abertas pequenas trincheiras paralelamente a linha de plantio, distantes 0,1 m do caule da planta, com dimensões de 0,3 m de profundidade por 1,0 m de comprimento (a partir do caule da planta). Após a abertura das trincheiras, foi procedida a exposição das raízes com auxílio de escarificador manual e por meio da lavagem do solo com água.

Posteriormente, as plantas foram, cuidadosamente, retiradas e as raízes medidas com o auxílio de uma régua graduada (calibrada através de um paquímetro) (Figura 5).



Figura 5. Medição de raízes com régua graduada e calibrada

Essas medições foram realizadas a cada fase fenológica da cultura da melancia, sendo medidas as profundidades totais e efetivas radiculares.

4.1.10. A obtenção do fator de disponibilidade de água à cultura (f)

Não foram verificadas pesquisas no Nordeste do Brasil, com a determinação do fator de disponibilidade de água (f) para cada uma das seis fases fenológicas da cultura da melancia, conforme necessita o ISAREG. Inclusive, não há pesquisas locais determinando o fator “f”, nem de forma geral. Sabe-se que o conhecimento do fator “f” é fundamental no manejo da irrigação, através do balanço hídrico do solo. Em consequência, para a cultura da melancia o fator “f” foi determinado, diariamente, durante o ciclo da cultura da melancia, através da equação 10.

$$f = \frac{\theta_{cc} - \theta_a}{\theta_{cc} - \theta_{pmp}} \quad (10)$$

onde:

f: fator de disponibilidade de água à cultura;

θ_{cc} : umidade do solo à capacidade de campo ($m^3 m^{-3}$);

θ_a : umidade atual do solo ($m^3 m^{-3}$);

Θ_{pmp} : umidade do solo ao ponto de murcha permanente ($m^3 m^{-3}$).

4.1.11. A duração das fases fenológicas

Através da verificação “in loco”, com o auxílio de uma ficha foram estabelecidas as fases fenológicas da cultura: do plantio até a primeira irrigação; início de crescimento vegetativo; cobertura total e floração; formação de frutos; senescência das folhas; e, colheita e final do ciclo.

4.2. Ação de pesquisa II - Pesquisa de Campo junto aos irrigantes do Distrito de Irrigação Jaguaribe-Apodi (DIJA) quanto ao manejo da irrigação adotado pelos mesmos

Visando tomar conhecimento de como o irrigante realiza o manejo da irrigação, e qual a visão dos gestores do DIJA, foram aplicados questionários técnicos. O primeiro foi aplicado aos irrigantes, teve como principais objetivos: saber da forma de exploração da cultura da melancia, quando ocorre a irrigação, quanto de água é aplicado, o espaçamento da cultura, qual sistema de irrigação utilizado e qual a concepção dos irrigantes em se tratando do uso da água. O segundo foi aplicado ao representante da FAPIJA (Federação das Associações do Perímetro Irrigado Jaguaribe-Apodi). Esse teve como principais objetivos: saber dos gestores sobre suas opiniões e expectativas, quanto ao aumento de produção no perímetro irrigado; analisar qual a disponibilidade dos irrigantes em pagar as tarifas de uso da água e qual a função da FAPIJA na busca pela economia da água de irrigação.

De uma forma geral, os questionários tiveram a função fundamental de fornecer informações sobre quanto e quando a cultura da melancia estava sendo irrigada. Foram questionados 9 irrigantes e o representante da FAPIJA, totalizando 10 questionários. Ao final dessa ação de pesquisa os resultados foram compilados, analisados e comparados, com os manejos recomendados através das simulações com o “software” ISAREG.

4.3. Ação de pesquisa III - Simulação do “software” ISAREG e elaboração das proposições de irrigação para a cultura da melancia

Para a realização da simulação, utilizando - se o “ISAREG” (Figura 6) foi necessário a obtenção de dados geográficos, do clima e do solo, representativos do Distrito de irrigação Jaguaribe-Apodi (DIJA) e de informações acerca da cultura da melancia.



Figura 6. Tela inicial do ISAREG

4.3.1. Dados climatológicos

Inicialmente, para a alimentação do modelo, para quantificar a evapotranspiração de referência (ET_o) representativa da área do experimento, o ISAREG foi alimentado com valores médios mensais das variáveis climatológicas, obtidas através da estação agrometeorológica, presente no local do experimento. Posteriormente, através de uma “ferramenta” do ISAREG, calculou-se os valores de ET_o, sendo esses verificados em todo o ano em que ocorreu a ação de pesquisa I (Tabela 1). Durante as simulações, para as aplicações das Ações de Pesquisa IV e V o “software” correlacionou os valores de ET_o presentes nos meses, com o período do ciclo da cultura (plantio à colheita).

Tabela 1. Dados de evapotranspiração de referência - ETo utilizados nas simulações das ações de pesquisa I e III

Mês	Evapotranspiração de Referência (ETo) (mm dia ⁻¹)
Janeiro*	5,15/4,85
Fevereiro	4,46
Março	4,73
Abril	3,45
Maio	4,23
Junho	4,11
Julho	4,22
Agosto	5,67
Setembro	6,31
Outubro	6,95
Novembro	5,16
Dezembro	5,09

(*) Dados referentes ao mês de janeiro, dos anos de 2011 e 2012, respectivamente.

4.3.2. Dados da cultura da melancia

A cultura selecionada para o processo de simulação foi a melancia “*Citrullus lanatus*”. Essa cultura foi escolhida a partir de solicitações de produtores do DIJA. A supracitada cultura está em ascensão no perímetro, sendo cada vez mais cultivada.

O ISAREG foi alimentado com os seguintes dados da cultura da melancia (Tabela 2), oriundos da ação de pesquisa I:

Tabela 2. Dados da cultura da melancia inseridos no ISAREG no manejo da irrigação da cultura da melancia

Estádio Fenológico da Cultura	Data_{2ºciclo}	Data_{3ºciclo}	Profundidade das Raízes (Z) em metros (m)	Fator de Disponibilidade de Água (f)	Coefficiente Cultural (Kc)
Estádio A – Plantio e início da 1º irrigação	22/08/12	19/11/12	0,04	0,20	0,33
Estádio B – Início do crescimento vegetativo	24/08/12	21/11/12	0,17	0,19	0,33
Estádio C – Máxima cobertura e floração	09/09/12	07/12/12	0,27	0,175	1,00
Estádio D – Formação da produção	19/09/12	17/12/12	0,31	0,17	1,00
Estádio E – Início da senescência	10/10/12	07/01/13	0,39	0,19	1,00
Estádio F – Colheita e final do ciclo da cultura	28/10/12	25/01/13	0,41	0,205	0,75
Ciclo Total (dias)	67	67	-	-	-

4.3.3. Dados do solo

As variáveis necessitadas pelo ISAREG para a simulação foram a capacidade de campo, o ponto de murcha permanente, ambas em fração de volume, e as profundidades das camadas de amostragem do solo. Esses dados de solo também foram obtidos através da ação de pesquisa I a partir de análises literárias (Tabela 3).

Tabela 3. Dados de solo inseridos no ISAREG no manejo da irrigação da melancia

Camada do solo	1° camada	2° camada
Camada Superior (m)	0,00	0,15
Camada Inferior (m)	0,15	0,45
Espessura da Camada (m)	0,15	0,30
Capacidade de campo (m ³ m ⁻³)	0,33	0,40
Ponto de Murcha (m ³ m ⁻³)	0,18	0,21

4.3.4. O balanço hídrico realizado pelo modelo ISAREG

O ISAREG utilizou a seguinte metodologia indicada por Pereira (2004): Para a quantidade de água disponível total no solo (TAD) utilizou a equação 11.

$$TAD = 1000 (\theta_{cc} - \theta_{pmp}) Z_r \quad (11)$$

onde:

TAD: água disponível total na zona radicular (mm);

θ_{cc} : teor de água do solo à capacidade de campo (m³ m⁻³);

θ_{pmp} : teor de água do solo no ponto de murcha permanente (m³ m⁻³);

Z_r : profundidade radicular, i.e. da zona explorada pelas raízes (m).

Para a realização do balanço hídrico, recorreu-se a limiares relativos aos teores de umidade do solo. Assim foi utilizada a fração da água do solo extraível sem afetar a produção (f) que permitiu calcular a água facilmente disponível (AFD), através da equação 12.

$$AFD = f TAD = f 1000 (\theta_{cc} - \theta_{pmp}) Z_r \quad (12)$$

onde:

AFD: água do solo facilmente disponível na zona radicular (mm);

f: fração da água do solo extraível sem afetar a produção, ou seja, é a fração de TAD que pode ser extraída da zona radicular sem que ocorra estresse hídrico;

TAD: água disponível total na zona radicular (mm);

θ_{cc} : teor de água do solo à capacidade de campo ($m^3 m^{-3}$);

θ_{pmp} : teor de água do solo no ponto de murcha ($m^3 m^{-3}$);

Z_r : profundidade da zona explorada pelas raízes (m).

O balanço hídrico do solo visando simular o teor de umidade do solo foi calculado através da equação 13.

$$\theta_i = \theta_{i-1} + \frac{(P_i - Q_{ri}) + I_{ni} - ET_{ci} - DP_i + GW_i}{1000 Z_{ri}} \quad (13)$$

onde:

θ_i : teor de água do solo na zona radicular ($m^3 m^{-3}$ ou $mm mm^{-1}$) no dia i;

θ_{i-1} : teor de água do solo na zona radicular no dia i-1 ($m^3 m^{-3}$);

P_i : precipitação no dia i (mm);

Q_{ri} : escoamento superficial no dia i (mm);

I_{ni} : lâmina (líquida) de rega no dia i (mm), ou seja, a quantidade de água de rega que realmente se infiltrou para armazenamento na zona radicular;

ET_{ci} : evapotranspiração cultural no dia i (mm);

DP_i : percolação no dia i (mm);

GW_i : fluxo acumulado de ascensão capilar no dia i (mm).

Na ocasião da pesquisa, após a análise de campo, a ascensão capilar foi desprezada. Segundo Pereira (2004) não há problemas em não utilizar essa variável no balanço hídrico já que o seu valor é relativamente pequeno quando comparado com a ET_c e com as lâminas de precipitação e de irrigação, sendo freqüentemente inferior ao erro que se comete no cálculo do balanço hídrico.

A percolação (DP) foi estimada, obedecendo ao seguinte critério:

$$DP_i = 0 \quad \text{quando } \theta_i \leq \theta_{cc}$$

$$DP_i = 1000 (\theta_i - \theta_{cc}) Z_r I \quad \text{quando } \theta_i > \theta_{cc}$$

4.3.5. A simulação

O processo de simulação seguiu a seguinte seqüência: primeiramente, o modelo foi alimentado com os valores de evapotranspiração de referência (ET_o). Após esse procedimento, o modelo foi alimentado com dados de precipitação (média histórica) do DIJA, mas vale salientar que para a fase do experimento a precipitação foi nula. Ainda nessa fase, os primeiros passos consistiram na entrada de dados referentes às fases fenológicas da cultura, bem como a profundidade efetiva do sistema radicular e o fator de disponibilidade de água no solo, ambos por fase fenológica. Seguidamente, os valores de coeficiente da cultura (K_c) foram inseridos. Após ter sido finalizada a entrada de dados da cultura, foram inseridos os dados referentes ao solo (características físicas) da área experimental. Finalmente, quanto à irrigação, optou-se por um processo de simulação de manejo da irrigação disponível no modelo ISAREG, levando-se em consideração a CAD (capacidade de água disponível).

Após a entrada de dados no modelo de simulação foram geradas diversas informações. Resumidamente, as informações geradas foram as seguintes: a) lâmina de água aplicada durante todo o ciclo da cultura; b) lâmina de água percolada (quando houve) ao longo do ciclo da cultura; c) lâmina de água por ascensão capilar (quando houve); d) necessidade de lixiviação (quando houve); e) curva do coeficiente de cultivo (K_c); f) evapotranspiração da cultura (ET_c), ao longo de todo o ciclo; g) necessidade hídrica em função do fator de produtividade (K_y); h) variação completa do armazenamento da água no solo; i) intervalo entre irrigações, para cada opção de manejo; j) gráficos de lâmina em função de TAW (total de água disponível no solo) e RAW (água prontamente disponível no solo); k) gráficos do ciclo da cultura e dos perfis do solo; e, l) gráficos comparativos (validação) entre resultados experimentais e resultados oriundos da simulação.

Após o ISAREG ter gerado os dados e as informações necessárias ao comportamento da água no conjunto solo-planta-atmosfera para a manutenção do

armazenamento foram realizadas simulações para a estimativa das lâminas visando à manutenção do armazenamento da água no solo em torno de 60% e 80% da CAD.

4.4. Ação de pesquisa IV – Análise da eficiência no processo de simulação do modelo ISAREG

Nesta fase foram comparados os valores de evapotranspiração da cultura (ETc) obtidos em campo, através da metodologia do balanço hídrico no solo, com os valores de ETc simulados pelo modelo ISAREG durante a Ação de Pesquisa I.

Os seguintes indicadores estatísticos foram utilizados: o coeficiente de correlação de Pearson (r), entre os valores observados em campo e os valores simulados pelo ISAREG, através de metodologia descrita por Morettin e Bussab (2003). O coeficiente de correlação (r) indica o grau de dispersão dos dados obtidos em relação à média, ou seja, o erro aleatório; os seus valores variam de -1 a 1 e quanto mais próximo de 1 for a correlação entre os dados analisados (CARDOSO et al., 2005).

Já o índice de concordância de Willmott (Id), dado por uma aproximação matemática, avalia a exatidão e o afastamento dos valores simulados em relação aos observados (WILLMOTT, 1981), onde a variação é de zero (nenhuma concordância) até 1 (concordância perfeita). Esse índice foi calculado através da equação 14.

$$d = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^N (P_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^N (|P_i - O| + |O_i - O|)^2} \right] \quad (14)$$

em que: P_i é a evapotranspiração da cultura (ETc), verificada no campo, através do balanço hídrico no solo, em mm; O_i é a ETc simulada pelo ISAREG, em mm; e O é a ETc média simulada pelo ISAREG (mm).

Finalmente, visando à análise de confiabilidade do modelo ISAREG foi calculado o índice de desempenho de Camargo ($c = r \times Id$), que se constitui no produto dos dois índices anteriores (CAMARGO; SENTELHAS, 1997).

A avaliação do desempenho da estimativa do modelo ISAREG foi realizada através do índice “c”, conforme quadro 1.

Quadro 1. Critério de interpretação do desempenho dos modelos pelo índice "c", proposto por Camargo e Sentelhas (1997).

Valor de "c"	Desempenho
>0,85	Ótimo
0,76 a 0,85	Muito Bom
0,66 a 0,75	Bom
0,61 a 0,65	Mediano
0,51 a 0,60	Sofrível
0,41 a 0,50	Mau
< 0,41	Péssimo

4.5. Ação de pesquisa V - Experimentos de campo demonstrativos com as proposições geradas pelo modelo ISAREG e com o manejo modal adotado pelos irrigantes do DIJA versus condições diferenciadas de cobertura do solo, cálculo da eficiência de uso da água e análise de indicadores financeiros

Durante esta ação de pesquisa, foram montados 2 experimentos (2 ciclos), consecutivos, com a cultura da melancia. Todas as metodologias e análises realizadas para os 2 ciclos foram idênticas, exceto as lâminas de irrigação (simuladas pelo ISAREG durante a ação de pesquisa III). Estas foram diferentes, pois os ciclos ocorreram em períodos diferenciados.

4.5.1. Descrição dos experimentos

Nesta ação, a pesquisa foi conduzida cultivando-se novamente a cultura da melancia (*Citrullus lanatus*) sob proposições do modelo ISAREG e o manejo modal dos produtores versus utilização ou não de coberturas do solo.

Para isso realizou-se um experimento, em dois ciclos sucessivos, sob delineamento em blocos completos ao acaso, com parcelas subdivididas e com 4 repetições (4 x 4 x 4, totalizando 64 sub-parcelas). Os tratamentos consistiram da combinação de 04 proposições de irrigação (três proposições do ISAREG e o manejo modal dos produtores denominadas M1, M2, M3 e M4), que constituíram as parcelas, e 04 sub-parcelas, sendo 03 condições de cobertura do solo (com casca de arroz, com "mulching" branco e com "mulching" preto, denominadas C1, C2 e C3) (Figuras 7, 8 e 9), e a sub-parcela 4, o solo sem cobertura (testemunha), denominado C0.



Figura 7. Cobertura do solo com casca de arroz



Figura 8. Cobertura do solo com “mulching” branco



Figura 9. Cobertura do solo com “mulching” preto

As proposições do ISAREG foram:

M1, o manejo ótimo de irrigação (lâmina proposta para a manutenção diária do solo na sua capacidade máxima de armazenamento, 100% da CAD, sem percolação, para um solo sem cobertura);

M2, proposição de lâmina diária para manutenção do armazenamento de água do solo, sem cobertura, em torno de 80% da CAD;

M3, proposição de lâmina diária para manutenção do armazenamento do solo sem cobertura, em torno de 60% da CAD;

O tratamento M4 representou a lâmina modal diária utilizada pelos irrigantes locais.

A cultura foi plantada no espaçamento 2,0 m x 0,5 m, sendo que cada sub-parcela consistiu de 6 plantas, perfazendo 6,0 m² (2,0 m x 3,0 m). A área onde foram feitas as determinações (área útil por sub-parcela) compreendeu a área ocupada pelas 4 plantas do centro da fileira, Figura 10.

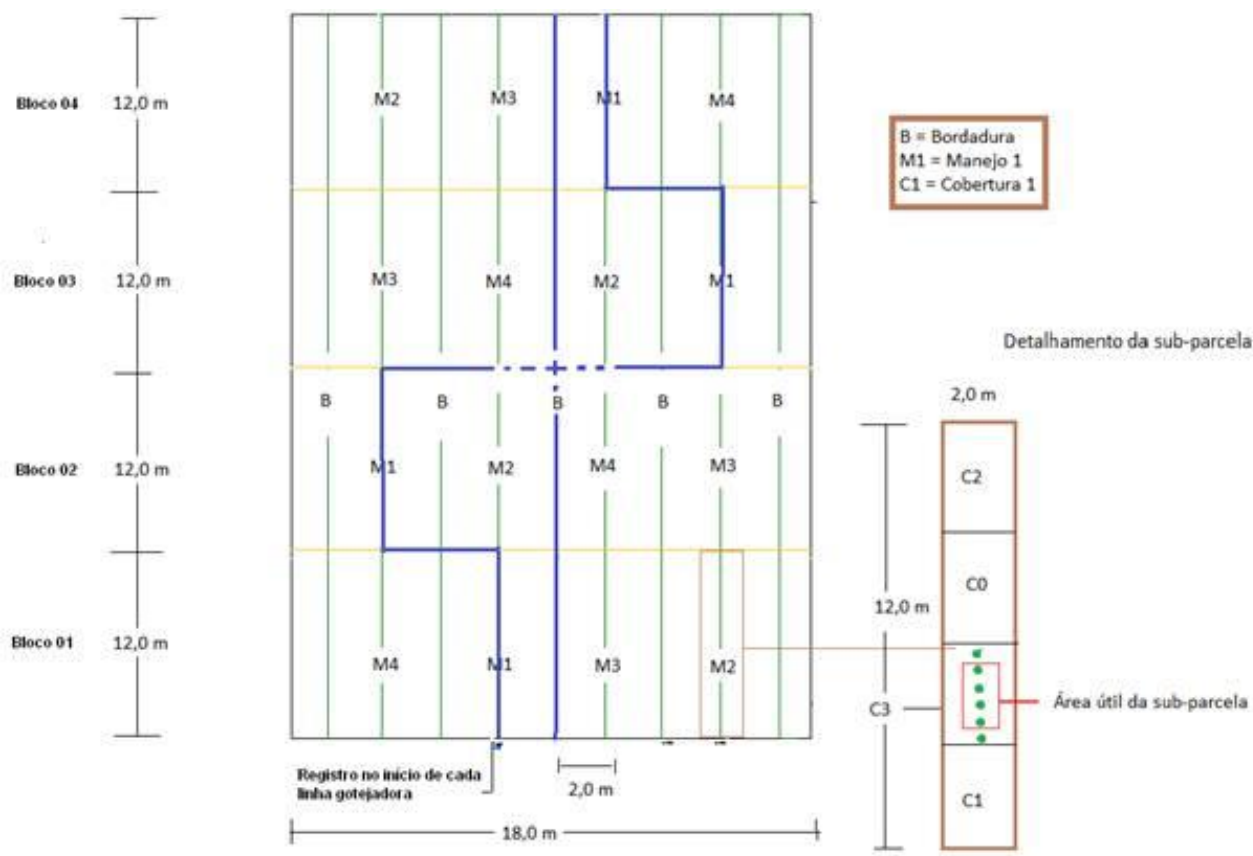


Figura 10. Croqui do delineamento experimental

Houve uma linha de bordadura entre as linhas com tratamento, perfazendo nove linhas ($9 \times 2,0 \text{ m} = 18,0 \text{ m}$ de largura). Cada bloco teve quatro sub-parcelas por tratamento, perfazendo $216,0 \text{ m}^2$ ($18,0 \text{ m} \times 12,0 \text{ m}$). A área total do experimento foi de $864,0 \text{ m}^2$ ($18,0 \text{ m} \times 48,0 \text{ m}$).

4.5.2. Condução da cultura da melancia

As sementeiras do 2º e 3º ciclos foram realizadas nos dias 15 de agosto e 12 de novembro de 2012, respectivamente, sendo realizadas em bandejas de isopor, com 128 células, com substrato comercial, isso de acordo com o número necessário de plantas que precisaram ser transplantadas. Já os transplantes ocorreram nos dias 22 de agosto (2º ciclo) e 19 de novembro de 2012 (3º ciclo) (Figura 11).



Figura 11. Transplântio das mudas

De acordo com os resultados das análises de solo, foram recomendadas as quantidades de adubos químicos, visando suprir as necessidades da cultura, em macro e micronutrientes, tendo sido aplicados via fertirrigação.

O controle das ervas daninhas foi realizado no decorrer do ciclo da cultura, com capinas, utilizando enxadas, nas entre linhas e desbaste manual próximo às plantas.

Já quanto às pragas e as doenças, verificou-se ataque de mosca branca, cochonilha e de fungo, tendo sido controlados com o uso racional de inseticidas e fungicidas.

As colheitas do 2º e 3º ciclos foram iniciadas nos dias 28 de outubro de 2012 e 25 de janeiro de 2013, respectivamente, sendo realizadas quando os frutos atingiram o ponto de maturação fisiológica, com brix mínimo em torno de 8º, determinado em campo com refratômetro portátil.

As colheitas periódicas foram feitas em intervalo de cinco dias, tendo início aos 67 DAT. Foram realizadas 2 colheitas, tendo sido considerados frutos comerciais aqueles com peso acima de 0,80 kg, formato normal e não estragados.

4.5.3. O manejo de irrigação

A cultura foi irrigada por um sistema localizado, tipo gotejamento, com uma linha de gotejadores por fileira de plantas. Os gotejadores foram do tipo autocompensante, com vazão média de $2,5 \text{ L h}^{-1}$, para uma pressão de serviço de 300 kPa. As irrigações foram realizadas diariamente, durante todo o ciclo da melancia.

As quantidades diárias de água aplicadas, seguiram as proposições de irrigação (L_i) elaboradas através do ISAREG e o manejo modal adotado pelos irrigantes do DIJA, conforme os tratamentos adotados.

O tempo de irrigação utilizado diariamente foi calculado a partir da lâmina de irrigação proposta para cada tratamento, em conformidade com a equação 14.

$$T_i = \frac{L_i * E_L * E_g * F_C}{E_i * q_g} \quad (15)$$

em que,

T_i é o tempo de irrigação, em h; L_i é a lâmina de irrigação proposta no tratamento i pelo ISAREG; E_L é o espaçamento entre linhas de irrigação, 2,0 m; E_G é o espaçamento entre gotejadores, 0,5 m; F_C é o fator de cobertura do solo, adimensional; E_i é a eficiência de irrigação, adimensional (0,95); q_g é a vazão do gotejador ($2,3 \text{ L h}^{-1}$).

Ademais, foram instalados tensiômetros de 20 cm de profundidade, com o objetivo de garantir que haveria umidade no solo na profundidade média da zona efetiva do sistema radicular da melancia.

4.5.4. Cobertura do solo

Em um dos tratamentos (C1), utilizou-se a casca de arroz, que é bastante abundante na região. A cobertura apresentou cerca de 2 cm de altura, com área de $0,5 \text{ m}^2$ em torno da planta, perfazendo aproximadamente 10 litros por planta.

Nos outros dois tratamentos com cobertura do solo, utilizou-se o “mulching” (filme de polietileno de baixa densidade de dupla face), sendo um com a face de coloração branca (C2) exposta a radiações locais e no outro a face preta (C3). Do mesmo modo, foram colocados ao redor das plantas com área de $0,5 \text{ m}^2$ em torno da mesma. O C0 representou o solo sem cobertura.

4.5.5. Variáveis analisadas

Condições da umidade do solo

A partir das leituras dos tensiômetros, instalados a uma profundidade de 20 cm (região média da zona efetiva de raízes da melancieira), em cada uma das

combinações (lâmina versus cobertura), analisou-se a umidade do solo, visando avaliar a influência da quantidade de água aplicada e do tipo de cobertura ao solo, nessa variável.

Características de desenvolvimento, produção e produtividade

- Peso médio de frutos: foi determinado pela pesagem de frutos individualmente em balança com precisão de 1 grama, de todos os frutos produzidos nas plantas observadas nos tratamentos e repetições, e a média obtida com o número de frutos pesados.
- Produtividade média: obtida através da função entre o peso médio dos frutos, o número de frutos por planta e a área do experimento (864 m²), com posterior extrapolação para a área de 10.000 m² (1ha).
- Número de frutos por planta: foi determinado pela contagem de todos os frutos produzidos nas plantas observadas nos tratamentos e repetições.

Características de pós-colheita

- Análise de qualidade do fruto através do teor de sólidos solúveis totais (SST): Foi avaliado no dia da colheita logo após a pesagem dos frutos. A determinação foi feita por refratômetro portátil (0 – 32 ° Brix) a partir do suco oriundo do macerado de quatro frutos (Figura 12).



Figura 12. Leitura do ° Brix, com uso do refratômetro portátil

- Resistência da polpa: foi feita pela determinação da resistência da polpa do fruto com o uso de um penetrômetro de fruto.

4.5.6 Cálculo da eficiência de uso da água, para a cultura da melancia, visando verificar a eficiência dos manejos de irrigação analisados e da utilização de cobertura do solo

A eficiência de uso da água (EUA) foi determinada pela relação entre produtividade e lâmina de água, para cada tratamento.

$$EUA = \frac{\text{Produtividade da cultura} (kg \text{ ha}^{-1})}{\text{lâmina} (mm)} \quad (16)$$

onde:

EUA: Eficiência no uso da água ($kg \text{ ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$);

Produtividade da cultura: ($kg \text{ ha}^{-1}$);

Lâmina de água utilizada: (mm).

4.5.7. Análises estatísticas

Os dados resultantes das características de produção, de pós-colheita, e de eficiência de uso da água, referentes às proposições de irrigação, as condições de cobertura do solo e da interação entre os mesmos, para cada variável analisada, foram submetidos à análise de variância (Anova). Posteriormente, quando significativos pelo teste F, os dados foram submetidos ao teste de médias de Tukey, a 1% (**) e 5% (*) de probabilidade, quanto ao fator qualitativo (cobertura) e à análise de regressão (variável quantitativa, lâminas). Ademais foram elaborados gráficos de tendência (interação entre os fatores).

4.5.8. Procedimento para determinação de indicadores financeiros

Em complemento, realizou-se a análise da operação financeira de investimento ou financiamento que otimizam economicamente a produção.

Quanto à análise financeira do projeto, visando à viabilidade de investimento, foram utilizados os métodos da taxa interna de retorno (TIR), que foi usada para a tomada de decisão em aceitar ou rejeitar o projeto (exploração da melancia no DIJA), e do valor presente líquido (VPL), que representa o valor do dinheiro no tempo, e foi obtido subtraindo-se o investimento inicial, do valor presente das entradas de caixa, descontado da taxa mínima requerida do projeto.

Indicadores financeiros determinados:

- Valor Presente Líquido (VPL):

$$VPL = \sum_{i=0}^n \frac{E_t}{(1+i)^t} \quad (17)$$

em que,

E_t é o fluxo de caixa líquido do projeto; i , taxa de desconto anual; t , o tempo, em anos e n , o horizonte do projeto.

- Taxa Interna de Retorno (TIR):

$$TIR = i, \text{ tal que, } VPL = \sum_{i=0}^n \frac{E_t}{(1+i)^t} - I_i = 0 \quad (18)$$

em que,

I_i é o investimento inicial do projeto.

Os preços dos insumos e equipamentos foram levantados de acordo com o mercado local. Um fluxo de caixa no período de seis anos foi construído para a realização da análise de viabilidade econômica da exploração da melancia irrigada no DIJA.

Foram construídos fluxos de caixa, levando-se em consideração as despesas com a produção da cultura; os custos da propriedade, dos equipamentos e impostos; e as receitas provenientes da cultura da melancia, que foram calculadas mediante a produtividade considerada, por hectare cultivado e considerando 3 ciclos por ano, para cada combinação de cobertura e lâmina de irrigação, com valores médios de comercialização dos últimos anos e, posteriormente, verificou-se a viabilidade econômica deste projeto pelos métodos acima citados.

4.6 Ação de pesquisa VI - elaboração de um manual prático (Tecnológico), para distribuição aos agentes de extensão e ao público usuário das tecnologias e inovações (ensino e pesquisa)

A partir dos resultados experimentais, observados durante a pesquisa com a cultura da melancia, irrigada no Perímetro de Irrigação Jaguaribe – Apodi (DIJA) foi elaborado um “manual tecnológico” para que o mesmo pudesse servir como ferramenta de capacitação de técnicos, irrigantes e gestores do DIJA.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Ação de pesquisa I

Durante o primeiro ciclo de cultivo da melancia, as 6 (seis) fases fenológicas da cultura foram determinadas. Segundo Pereira et al. (2003), o modelo ISAREG utiliza, para os cálculos da demanda hídrica, os dados fenológicos da cultura, dividido nas fases seguintes: fase 1, do plantio à primeira irrigação; fase 2, início do crescimento vegetativo; fase 3, cobertura total e floração; fase 4, formação dos frutos; fase 5, início da senescência das folhas; e, fase 6, colheita.

Os resultados experimentais observados, quanto à fenologia encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4. Resultado temporal das fases fenológicas da melancia, conforme requisitado pelo ISAREG

Fase fenológica	Data de início	Data do fim	Número de dias após o transplântio
1	01/11/2011	03/11/2011	02
2	03/11/2011	19/11/2011	16
3	19/11/2011	29/11/2011	10
4	29/11/2011	20/12/2011	21
5	18/12/2011	01/01/2012	14
6	02/01/2012	06/01/2012	04
TOTAL	-	-	67

5.1.1 Profundidade do sistema radicular (Z)

A cada fase fenológica da cultura foi realizada pelo menos uma medição das raízes. A partir da Tabela 5 é possível verificar que as observações ocorreram a cada 10 dias do ciclo da cultura, do plantio até 2 dias antes da colheita. Ademais, verificou-se o comprimento total das raízes e a concentração efetiva das mesmas.

Tabela 5. Profundidade do sistema radicular da melancia irrigada ao longo do ciclo fenológico

Data da medição	Fase fenológica	Dias após o transplântio	Z_{Total} (cm)	Z_{Efetivo} (cm)
01/11/2011	1°	0	8,0	4,3
10/11/2011	2°	09	14,0	6,1
20/11/2011	2°	19	24,0	17,0
30/11/2011	3°	29	53,0	27,0
10/12/2011	4°	39	57,0	30,2
23/12/2011	5°	52	62,0	38,0
03/01/2012	5° a 6°	63	65,0	41,0

Na fase fenológica 1, quando do transplântio, a planta tinha comprimento total de raízes de 8 cm, sendo que destas apenas 4,3 cm estavam na área de maior concentração de raízes, ou seja, área que efetivamente, contribuirá para a absorção de água e nutrientes pela planta. Já na fase 2 observa-se que o comprimento total quase dobrou e o efetivo aumentou em 42% (6,1 cm).

Esse aumento considerável no alongamento das raízes da melancia pode ser verificado até cerca de 31 DAT (dias após o transplântio), quando o comprimento total alcançou os 53 cm, onde destes 27 cm demonstraram serem efetivos. Torna-se bastante razoável afirmar que essa taxa elevada de crescimento até essa data é devido ao crescimento vegetativo acelerado da cultura da melancia até a fase 3. De forma semelhante, Rocha et al. (2011), avaliando o sistema radicular da cultura da melancia, observaram que aos 30 dias após o transplântio, a cultura encontrava-se com profundidade efetiva do sistema radicular de 30 cm. Na mesma linha de raciocínio, Souza et al. (2008) afirmam que a maior concentração de raízes efetivas da cultura da melancia encontra-se a cerca de 30 cm de profundidade, o que também foi verificado neste trabalho.

A partir da fase 4, ainda verifica-se crescimento, mas desacelerado, pois o aumento no comprimento das raízes efetivas, em relação à fase anterior foi de 12% (30,2 cm). Durante a fase 5, já a 10 dias para o final do ciclo da cultura da melancia, o comprimento máximo chegou a 62 cm e o efetivo a 38 cm. Finalmente, no último dia do ciclo, as medidas: máxima e efetiva, verificadas foram de 65 cm e 41 cm, respectivamente. Ademais, Rocha et al. (2011), constataram que aos 60 DAT as raízes efetivas da melancia alcançaram profundidade em torno de 40 cm.

5.1.2 Evapotranspiração da cultura da melancia (ETc)

A ETc da melancia irrigada, calculada através da metodologia do balanço hídrico no solo, com o uso da tensiometria, variou ao longo das fases fenológicas da cultura (influência do desenvolvimento da cultura), com os seguintes valores: 1,6 mm na fase 1; 1,8 mm na fase 2; 3,2 mm na fase 3; 7,5 mm na fase 4; e 5,2 mm nas fases 5 e 6 (Figura 13).

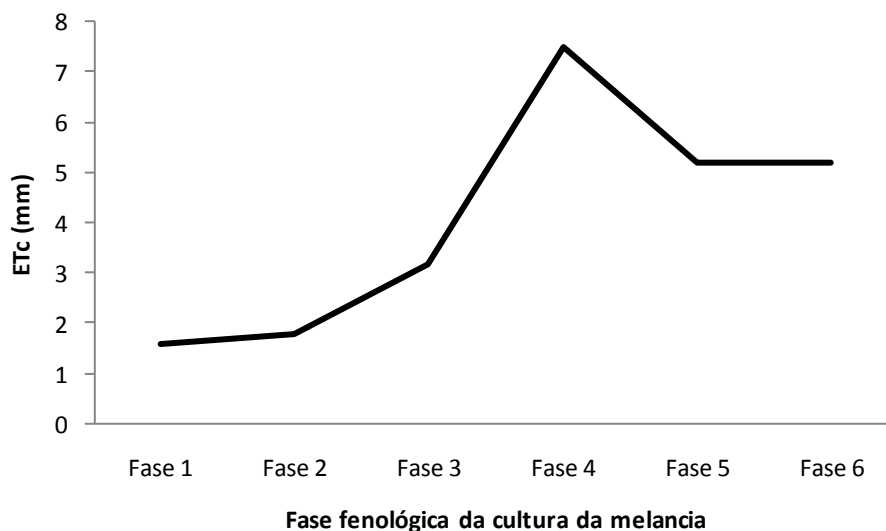


Figura 13. Evapotranspiração da cultura (ETc) da melancia irrigada

Com resultados próximos, Miranda et al. (2004), investigando a melancia em Paraipaba - CE, verificaram ETc's médias diárias de 1,5 mm, 3,7 mm, 6,4 mm, e 4,2 mm, para as fases fenológicas inicial, de crescimento, intermediária e final, respectivamente. Já Ferreira (2010), em pesquisa realizada no Piauí, observou, para as mesmas fases fenológicas, ETc's de 2,1 mm, 5,1 mm, 9,2 mm e 6,9 mm.

Como já era esperado foi nas fases de maior intensidade foliar (fases 3 e 4) que a planta demonstrou taxas mais elevadas de evapotranspiração, com redução gradativa nas duas fases finais do ciclo (fases 5 e 6), em que as folhas estavam em senescência e os frutos encontravam-se preparados para a colheita, ou seja, duas condições fisiológicas da planta em que há decréscimo na demanda hídrica. Comportamento semelhante foi verificado por Ferreira (2010), em investigação sobre a demanda hídrica da cultura da melancia irrigada, em Gurguéia - PI.

5.1.3 Coeficiente cultural da melancia (Kc)

Os Kc's médios verificados após a metodologia aplicada, a cada fase fenológica foram os seguintes: 0,32 na fase 1; 0,33 na fase 2; 0,56 na fase 3; 1,30 na fase 4; e 1,04 e 0,76 nas fases 5 e 6, respectivamente (Figura 14).

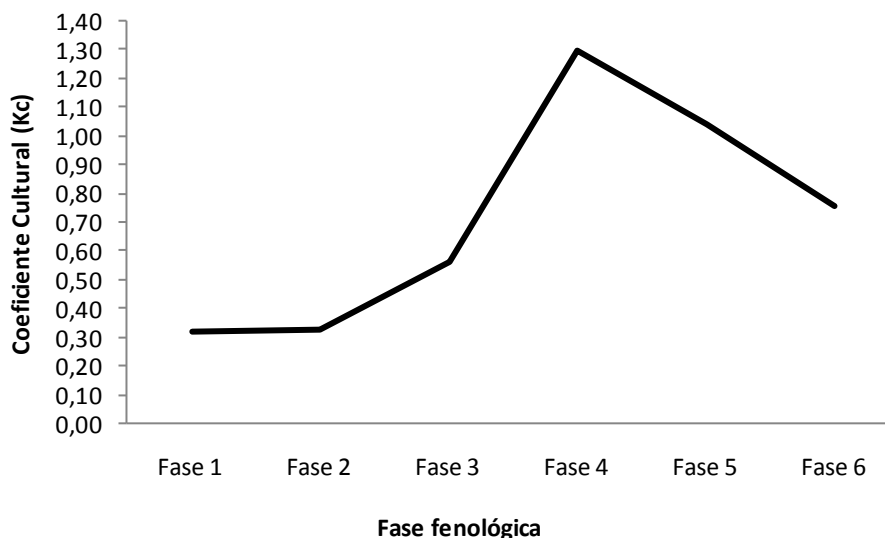


Figura 14. Coeficiente cultural (Kc) da melancieira a cada fase fenológica

Também, Bezerra e Oliveira (1999) determinaram os Kc's da cultura da melancia, através da metodologia do balanço hídrico no solo. Os autores dividiram o ciclo fenológico da cultura em 5 fases. O Kc da fase 1, que equivale às fases 1 e 2 deste experimento, foi de 0,32. Os restantes dos Kc's, que, teoricamente, representam os demais Kc's desta pesquisa, foram de 0,67 (fase 2), 1,27 (fase 3), 1,18 (fase 4) e 0,95 (fase 5). Os Kc's obtidos por Bezerra e Oliveira (1999) foram superiores aos deste experimento nas fases 2, 5 e 6. Já nas fases de maior demanda hídrica da cultura (fases 3 e 4, que correspondem as fases 5 e 6), onde seu crescimento vegetativo está mais acentuado, os Kc's deste experimento foram superiores.

Durante o período vegetativo, o valor de Kc varia à medida que a cultura cresce e se desenvolve, do mesmo modo que varia com a fração de cobertura da superfície do solo pela vegetação, e à medida que as plantas envelhecem e atingem a maturação (PEREIRA, 2004).

Convencionalmente, o Kc inicial foi de 0,32, o Kc máximo foi de 1,67 e o final de 0,75, o que pode ser verificado quando da análise do Kc ao longo do ciclo (Figura 15).

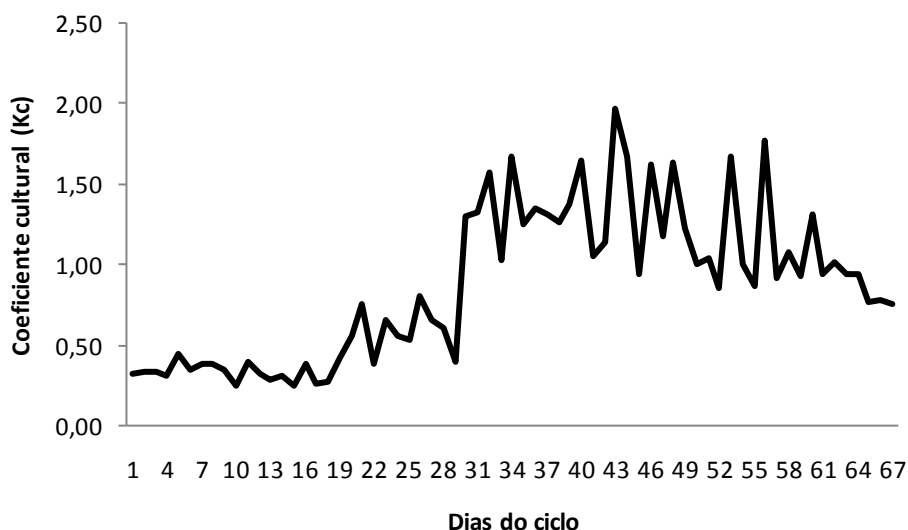


Figura 15. Coeficiente da cultura (Kc) da melancia irrigada ao longo do ciclo

Miranda *et al.* (2004) ao determinarem os Kc's através da equação de ETo, Penman-Monteith/FAO, verificaram Kc's de 0,30 (inicial), 1,15 (máximo) e 0,58 (final). O que se pode observar é que estes valores de Kc subestimam os deste experimento. Tal comportamento possivelmente justificado, principalmente, pelo fato de terem sido desenvolvidos em climas diferentes, onde as variáveis climatológicas também diferem, pois este experimento foi desenvolvido em uma região semiárida cearense e o de Miranda *et al.* (2004) ocorreu na região litorânea do Ceará.

Já Allen *et al.* (1998) recomendaram para a melancia o uso de Kc's de 0,20, 1,05 e 0,75 para as fases inicial, intermediária e final, respectivamente. Verifica-se que tais valores são menores do que os verificados na pesquisa (0,32 - inicial, 1,67 - máximo e 0,75 - final). No entanto, Ferreira (2010), pesquisando a cultura da melancia, no Piauí, verificou os seguintes Kc's: (0,44 - inicial, 1,51 - máximo e 1,28 - final). Salienta-se que os Kc's experimentais citados por Allen *et al.* (1998) foram verificados nas condições climáticas do mediterrâneo, ou seja, com valores de variáveis climatológicas, que traduziam menores evapotranspirações da cultura da melancia, em contraposição às condições climáticas do semiárido cearense, que favorecem a uma maior demanda hídrica da cultura.

5.1.4 Fator de disponibilidade de água (f)

Na Figura 16 é possível observar o fator de disponibilidade de água (f), ou seja, a porcentagem segura de água, no conteúdo de solo, que deve ser manejada, para que não haja déficit hídrico à cultura da melancia, ao nível de redução de produtividade, isso a cada fase fenológica da cultura.

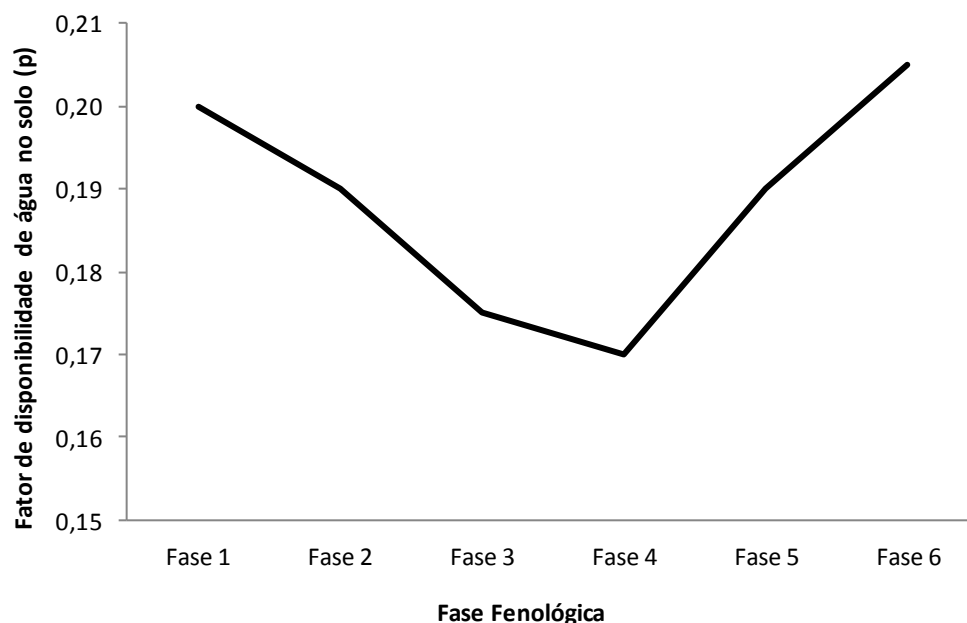


Figura 16. Fator de disponibilidade de água (f) a cada fase fenológica da melanciaira

Para a fase 1, verificou-se que quando a quantidade de água armazenada no solo decrescer 20%, então deve-se irrigar novamente. Já na fase 2 essa porcentagem alcançou os 19%. Da Fase 3 para a fase 4 o referido fator reduziu, sensivelmente, de 17,5% para 17%. Desta fase para a fase 5, quando a cultura, teoricamente, reduz a necessidade de água para a realização dos seus processos metabólicos, o p foi de 19%. Já na fase de senescência até a colheita, o p alcançou 0,205 (20,5%), indicando que a cultura irá necessitar de menos água, pois está no final de seu ciclo fenológico. Ademais, os processos hídricos celulares da planta não consideram que nesse período a quantidade de água aplicada ao solo deverá ser diminuída, para que haja uma maior concentração de sais no fruto (elevação do °BRIX), tampouco que o modelo ISAREG realizou simulações, visando à maior eficiência de uso da água, mesmo que para tanto, a planta de melancia deva sofrer algum déficit hídrico ao longo do ciclo.

5.2 Ação de pesquisa II

Aos irrigantes foram feitos os seguintes questionamentos: se cultivavam melancia há mais de 2 anos; se praticavam a irrigação localizada; se conheciam as vazões de seus emissores; se irrigavam diariamente, se diferenciavam o tempo de irrigação ao longo do ciclo da cultura; se sabiam o custo exato da água de irrigação; se sabiam a quantidade de água que aplicavam durante todo o ciclo da cultura; e se acreditavam que poderiam reduzir a quantidade de água aplicada, mantendo a produtividade da melancia.

A partir da Figura 17, verifica-se que 8 dos 10 entrevistados já cultivam a cultura da melancia há mais de 2 anos.

CULTIVA MELANCIA HÁ MAIS DE 2 ANOS ?

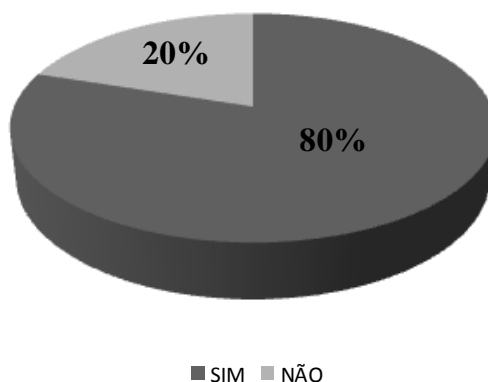


Figura 17. Percentagem de irrigantes que cultivam melancia a mais de 2 anos

A primeira constatação da investigação é que mesmo cultivando a cultura da melancia durante um longo período de tempo, os irrigantes não se atentam ao manejo da irrigação, pois todos afirmaram que irrigam da mesma forma desde a primeira vez que cultivaram a cultura. Cenário semelhante foi verificado por Saraiva et al. (2013), em pesquisa realizada no perímetro irrigado Baixo Acaraú, Ceará.

Outro fato importante é que todos os entrevistados utilizam irrigação localizada (Figura 18), em sua maioria irrigando a melancia por gotejamento. Todos os entrevistados relataram que já estavam economizando água pelo fato de estarem irrigando de forma localizada. Todavia, eles não levam em consideração a eficiência real de aplicação dessa água, nem a eficiência de distribuição da mesma no solo, pois um exemplo disso é que se verificou diversos vazamentos nas tubulações presentes nas

áreas de plantio, o que poderia estar causando uma diminuição, considerável, na eficiência da irrigação.

UTILIZA IRRIGAÇÃO LOCALIZADA ?

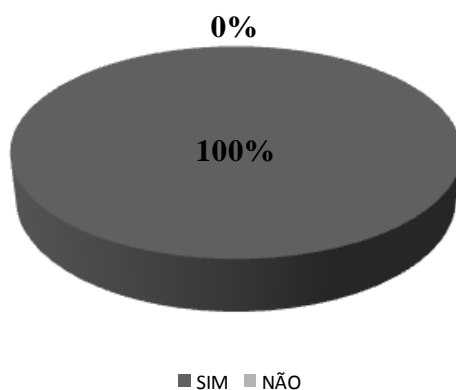


Figura 18. Percentagem de irrigantes que utilizam irrigação localizada

Segundo Lopes et al. (2011), o manejo da irrigação adotado no Perímetro Irrigado Baixo Acaraú é inadequado e os sistemas de irrigação em operação funcionam com baixo desempenho da uniformidade de distribuição da água e baixa eficiência de aplicação da água.

Segundo Ramos et al. (2000), muitas vezes, o produtor acha que basta adquirir um sistema de irrigação para obter elevados níveis de produtividade, esquecendo-se que é preciso adotar técnicas que possibilitem aplicar a água no momento certo e na quantidade necessária às plantas.

Outra informação relevante quanto à eficiência de irrigação é que 40% dos entrevistados não conhecem a vazão dos seus emissores (Figura 19). Inclusive foi observado em campo que em uma mesma área cultivada com melancia havia 2 ou 3 tipos diferentes de emissores, com vazões diferenciadas.

CONHECE A VAZÃO DOS EMISSORES ?

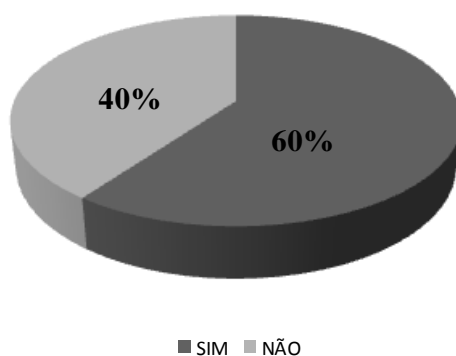


Figura 19. Percentagem de irrigantes que conhece a vazão de seus emissores

Um desafio essencial na agricultura irrigada é o da necessidade de redução das perdas nos sistemas de irrigação, sejam perdas na aplicação da água nas áreas irrigadas, sejam perdas de água nos sistemas de condução e de distribuição de água pelas infra-estruturas hídricas (CHRISTOFIDIS, 2008).

Costa (2006), pesquisando sobre a racionalização do uso da água no perímetro irrigado Curu – Pentecoste, diagnosticou perda de água, decorrente da operação dos sistemas irrigados do perímetro.

Uma informação bastante relevante oriunda da pesquisa é que 60% dos entrevistados não sabem “quando” nem “quanto” irrigar (Figura 20), pois aplicam a mesma quantidade de água do início do ciclo da cultura até a colheita. Ademais, vale salientar que os 40% que diferenciam o tempo de irrigação ao longo do ciclo não sabem se a quantidade de água aplicada é a demandada pela cultura em um dado estágio fenológico.

DIFERENCIA O TEMPO DE IRRIGAÇÃO AO LONGO DO CICLO DA CULTURA ?

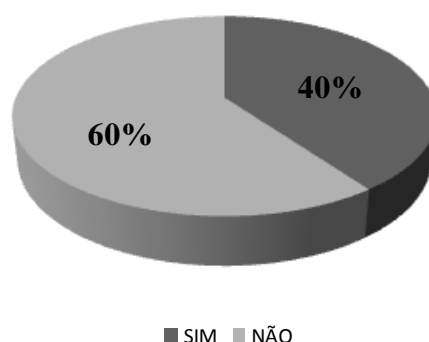


Figura 20. Percentagem de irrigantes que diferenciam o tempo de irrigação ao longo do ciclo da cultura da melancia.

Para Léo e Hernandez (2007) deve-se tornar evidente para o irrigante, em primeiro lugar, as características do desempenho de seus equipamentos de irrigação (como irrigar), e em segundo lugar, e não menos importante que o primeiro, o manejo da irrigação (quanto e quando irrigar). Com essas ações e informações o irrigante poderá garantir a economia de água e de energia desejada no processo produtivo da agricultura irrigada.

Como consequência de uma irrigação realizada no momento correto, aplicando-se a quantidade certa de água, é possível alcançar maiores produtividades (SOUZA, 2000).

Ao responderem os questionamentos, todos os entrevistados afirmaram sentir falta de assistência técnica (ATER) no DIJA, pois disseram que somente alguns tem acesso à ATER, mas de forma privada, ou seja, o técnico é pago pelos irrigantes, através da FAPIJA (Federação dos Agricultores do Perímetro de Irrigação Jaguaribe-Apodi). Lopes et al. (2011), analisando o manejo da irrigação realizado pelos produtores do Perímetro Irrigado Baixo Acaraú, Ceará, concluíram que os mesmos têm a necessidade de ATER, incluindo cursos práticos, palestras, além de práticas onde o agricultor aprenda as técnicas de produção agrícola praticando.

Em um perímetro, a assistência técnica e extensão rural são necessárias, dada a relevância das orientações tecnológicas em que repousam o conhecimento de espécies vegetais para a prática da irrigação. Essas capacitações são fundamentais, principalmente para os irrigantes na fase da produção primária (Albuquerque et al., 2010).

O uso eficiente da água vai ser tão mais adequado, quanto maior for a necessidade e a percepção dessa necessidade por parte dos produtores e dos gestores públicos (HERNANDEZ, 2008).

Esse cenário de inadequação no manejo da irrigação se evidencia quando se verifica que 8 dos 10 entrevistados não sabem o quanto de água aplicam, durante todo o ciclo da melancia (Figura 21).

**SABE QUANTO APLICA DE ÁGUA DURANTE
TODO O CICLO DA CULTURA ?**

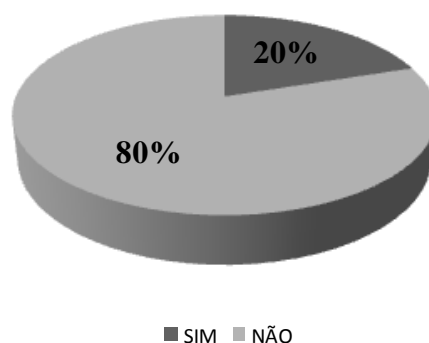


Figura 21. Percentagem de irrigantes que sabe a quantidade de água aplicada durante todo o ciclo da cultura da melancia.

Vale salientar que os 20% que afirmaram saber, quando foram perguntados sobre a confirmação da aplicação da dita quantidade de água aplicada disseram que têm plena consciência que há certo descontrole nas lâminas de irrigação. A verdade é que, em geral, não se irriga corretamente nos perímetros de irrigação.

Segundo Oliveira (2008), o perímetro Baixo Acaraú, o mais moderno da América Latina, não possui estratégia de manejo da irrigação, levando os irrigantes a manejar, empiricamente, os recursos hídricos.

É notório que o irrigante não sabe em que momentos (fase fenológica) a planta demanda mais ou menos água. Inclusive, Saraiva et al. (2013), em pesquisa realizada no Perímetro Irrigado Baixo Acaraú, investigando o cultivo da melancia, verificaram que os irrigantes estão manejando mal os recursos hídricos, pois durante todo o ciclo da cultura, em momentos em que a planta demanda menos água, o irrigante está aplicando em excesso cerca de 215,2 mm de água, e quando a cultura necessita de mais água, o irrigante proporciona um déficit hídrico de 24,2 mm à cultura, causando, além de estresse à cultura, desperdício de água e de energia, elevando os custos de produção.

A partir do cenário que ora se apresenta, já torna-se possível delinear possíveis causas da não preocupação com o gasto de água na irrigação, pois nenhum entrevistado sabe exatamente quanto paga pela quantidade de água que utiliza irrigando a cultura da melancia (Figura 22). Alguns afirmaram que o custo já estava embutido na conta de energia e por isso não se preocupavam, mas a maioria disse não se importar pelo fato de o custo da água ser pequeno, dentro do custo total de produção da melancia. A FAPIJA acredita que os irrigantes não praticam o manejo correto da irrigação, devido ao valor reduzido cobrado pelo uso da água.

SABE QUAL O CUSTO EXATO DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO ?

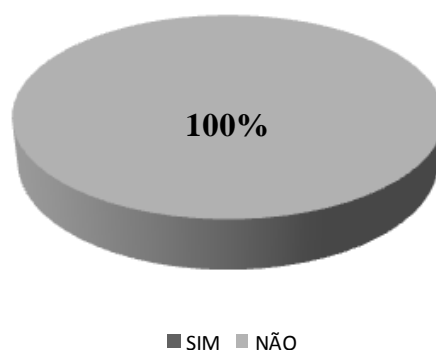


Figura 22. Percentagem de irrigantes que sabe, exatamente, quanto gasta com água de irrigação

A cobrança pela água ainda é um assunto polêmico e difícil de se praticar. Inclusive em alguns perímetros de irrigação já se tentou cobrar a água de forma

equalizada, ou seja, medida na “porta do lote” do irrigante, visando evitar injustiças na cobrança. No início gerou bons resultados, mas logo “fracassou”, pois roubaram os medidores (hidrômetros). Ainda hoje em alguns perímetros há insatisfação por parte dos irrigantes, pela injustiça na cobrança da água, pois cobra-se pelo tamanho da área e não pelo que realmente se utiliza.

Em pesquisa realizada no perímetro irrigado Morada Nova, Ceará, Albuquerque et al. (2010) verificaram que cerca de 50% dos irrigantes não sabem o que significa a tarifa de água paga por eles; 66,2% não sabem quanto, realmente, pagam pelo uso da água, e 57,7% dos entrevistados responderam não saber quais os critérios para o cálculo da tarifa de água a ser paga por eles. Tais pesquisadores concluíram ainda que os irrigantes desejam ser integrados, diretamente, no processo de transferências de tecnologias (manejo de irrigação).

Carvalho et al. (2000), pesquisando o manejo de irrigação no perímetro irrigado do Gorutuba, em Minas Gerais, concluíram que ao utilizar uma técnica de programação linear na irrigação, reduzindo a lâmina aplicada pelos irrigantes, a renda dos mesmos foi superior à obtida por eles na irrigação tradicional.

Ao final dos questionamentos, foi demonstrado o “retrato” cultural dos irrigantes. O agricultor ainda tem receio da mudança e “medo” de não mais conseguir produzir em quantidade e qualidade adequadas, pois 80% dos entrevistados acreditam que se aplicarem menos água à cultura da melancia, produzirão menos (Figura 23). Inclusive, Lima et al. (2004) afirmam que, por não adotar um método de controle de irrigação, o produtor rural, usualmente, irriga em excesso, temendo que a cultura sofra um estresse hídrico.

**ACREDITA QUE PODERIA APLICAR MENOS
ÁGUA, PRODUZINDO A MESMA QUANTIDADE ?**

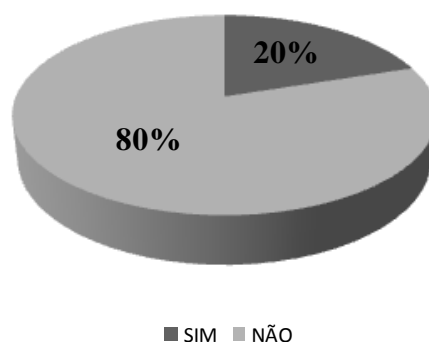


Figura 23. Percentagem de irrigantes que acredita manter a quantidade produzida de melancia, aplicando menos água, ao longo do ciclo da cultura

Já os 20% restantes, disseram acreditar na manutenção da produtividade, aplicando menos água, mas que somente mudariam o manejo de irrigação se visualizassem uma área produtora em condições modelo. No mesmo raciocínio, Lopes et al. (2009b), estudando os indicadores de sustentabilidade do Perímetro Irrigado Baixo Acaraú, Ceará, observaram que os principais indicadores do deficiente manejo de irrigação eram o baixo nível de escolaridade e a falta de adoção das técnicas corretas de produção agrícola.

Corroborando o pensamento, Hernandez (2008) afirma que o manejo da irrigação em perímetros de irrigação é o grande desafio em termos de agricultura irrigada. O produtor tem uma série de procedimentos com que se preocupar. Ele sabe que precisa irrigar, mas não tem a noção da dimensão do prejuízo ou do ganho, se fizer a coisa certa.

Já ao Distrito de Irrigação Jaguaribe-Apodi – DIJA, atualmente FAPIJA (Federação de Agricultores do Perímetro Irrigado Jaguaribe-Apodi), diversas perguntas foram realizadas, através do questionário aplicado, mas as de maior relevância para o entendimento da pesquisa foram as seguintes: quais as tarifas estão sendo pagas pelos irrigantes, se a água para irrigação é liberada diariamente, se há reclamações, por parte dos irrigantes, quanto ao pagamento da água, e principais locais para onde a produção de melancia do DIJA é escoada (Fortaleza e Rio Grande do Norte).

Mormente, observou-se que os irrigantes do DIJA, atualmente, estão pagando apenas a tarifa K2, que embute o valor cobrado pelo uso da água. Não estão pagando a tarifa K1, que representa um valor pago pelo uso das infra-estruturas de uso comum. Representantes da FAPIJA afirmam que, em geral, não há reclamações quanto ao valor pago pelo uso da água de irrigação, mesmo porque a água é liberada aos irrigantes todos os dias, e em quantidade suficiente. No entanto, uma observação importante é que, diferentemente da maioria dos distritos de irrigação, no DIJA o valor pago pela água está incluso na conta de energia.

Torna-se bastante razoável subtender os porquês de os irrigantes não se preocuparem com o desperdício da água de irrigação, pois além das questões culturais (produzir sem saber quanto nem quando irrigar), taxas simbólicas são cobradas pelo uso da água, e além do mais, camufladas pelo custo da energia.

5.3 Ação de pesquisa III

Após a simulação do modelo ISAREG, para a melancia plantada no dia 01/08/2012 (2° ciclo) e para a plantada no dia 19/11/2012 (3° ciclo), para cada condição de manejo de irrigação foram geradas informações relativas ao balanço hídrico no solo. Para tanto, o ISAREG utilizou informações de ciclo da cultura, coeficiente cultural, evapotranspiração de referência do local do experimento, época do plantio, profundidade do sistema radicular efetivo, fator de disponibilidade de água, e condição de manejo de irrigação.

Todavia, das variáveis geradas, as seguintes foram discutidas: lâmina aplicada total, evapotranspiração real total, percolação profunda, déficit hídrico, e água, prontamente, disponível no solo ao final do ciclo.

5.3.1 Análise das variáveis do balanço hídrico no solo, geradas pelo modelo ISAREG

- Segundo ciclo

Na Tabela 6 é possível observar as variáveis analisadas, geradas pelo ISAREG, a cada condição do manejo da irrigação, para a cultura da melancia, plantada no dia 01/08/2012.

Tabela 6. Variáveis do balanço hídrico no solo, geradas pelo modelo ISAREG – 2° ciclo

Variável	Condição do manejo da irrigação (% da CAD)			
	60%	80%	100%	Irrigante*
Lâmina aplicada total (mm)	208,3	288,8	365,2	410,0
Evapotranspiração real total (mm)	235,4	301,9	369,0	429,2
Percolação profunda (mm)	0,0	0,0	0,0	65,5
Déficit hídrico (mm)	27,1	13,1	3,8	0,0
Água prontamente disponível ao final do ciclo (mm)	0,0	0,0	5,6	8,6

(*) manejo de irrigação adotado pelo irrigante, com informações geradas pelo ISAREG, após simulação.

Quanto à lâmina de água aplicada total, ou seja, a quantidade de água total no ciclo, calculada pelo modelo, que foi aplicada à cultura da melancia, na condição de 60% da CAD (capacidade de água disponível), a cultura recebeu 208,3 mm, enquanto que na condição de máxima produtividade (100% da CAD) cenário em que o ISAREG visa a máxima produção e não o aumento da eficiência de uso da água a lâmina foi de 365,2 mm. No entanto, menor que a lâmina média aplicada pelo irrigante, ao longo do

ciclo da melancia cultivada no DIJA, que é de 410 mm, com uma média de 6,3 mm.dia⁻¹, aplicados ao longo de 65 dias de ciclo. Ao se analisar esses valores, torna-se lógico que na condição de maior manutenção de umidade no solo, o ISAREG recomendou a aplicação de maior quantidade de água.

Quanto à evapotranspiração real (ET_r), que está relacionada, diretamente à umidade do solo (lâmina de água aplicada), o ISAREG simulou valores que variaram de 235,4 mm, para a condição de 60% da CAD, a 429,2 mm, na condição de manejo de irrigação do irrigante.

Como o ISAREG realizou os cálculos das 3 (três) primeiras condições de manejo da irrigação, visando maximizar a eficiência de uso da água, ocorreu o esperado em suas simulações, pois para tais condições a percolação foi nula, o que não ocorreu na condição do irrigante, que perdeu 65,55 mm de água, durante o ciclo da melancia, no DIJA.

Resultado inverso ao da variável anterior foi observado quanto ao déficit hídrico, pois para se obter economia de água, o ISAREG realizou as simulações, prevendo pequenos déficits hídricos, ao longo do ciclo da melancia, mas sem prejuízo, considerável, na produtividade. É notório que quanto menor foi a lâmina aplicada, maior foi o déficit hídrico, pois esse valor foi de 27,1 mm na condição de aplicação de menos água (60% da CAD) e de 3,8 mm na aplicação de maior quantidade de água, recomendada pelo modelo. Já na condição real do irrigante não houve déficit hídrico. Informação esta, justificada pela aplicação de água realizada pelo irrigante, acima da demanda hídrica da cultura.

Seguindo o mesmo raciocínio, os resultados oriundos do ISAREG, quanto à água, prontamente disponível foram os seguintes: ao final do ciclo, na zona do solo de maior aproveitamento das raízes, não ficou água disponível nas condições de 60% e 80% da CAD. Já para as condições de 100% da CAD e do irrigante, restaram, após a colheita, 5,6 mm e 8,6 mm, respectivamente, na zona supracitada.

- Terceiro ciclo

Na Tabela 7 é possível observar as variáveis analisadas, geradas pelo ISAREG, a cada condição do manejo da irrigação, para a cultura da melancia, plantada no dia 19/11/2012 (terceiro ciclo).

Tabela 7. Variáveis do balanço hídrico no solo, geradas pelo modelo ISAREG – 3º ciclo

Variável	Condição do manejo da irrigação (% da CAD)			
	60%	80%	100%	Irrigante*
Lâmina aplicada total (mm)	160,1	228,0	295,1	410,0
Evapotranspiração real total (mm)	189,6	240,3	295,8	355,4
Percolação profunda (mm)	0,0	0,0	0,0	117,6
Déficit hídrico (mm)	29,5	12,3	0,7	0,0
Água prontamente disponível ao final do ciclo (mm)	3,2	5,4	8,6	9,3

(*) manejo de irrigação adotado pelo irrigante, com informações geradas pelo ISAREG, após simulação.

A lâmina de água aplicada total, recomendada pelo ISAREG, na condição de 60% da CAD foi de 160,1 mm, enquanto que na condição de 100% da CAD, a lâmina foi de 295,1 mm. Já a cultura da melancia cultivada sob manejo de irrigação de 80% da CAD recebeu 228 mm. No entanto, a lâmina aplicada pelo irrigante do DIJA foi de 410 mm. Vale salientar que nos 2 (dois) ciclos da “ação de pesquisa V”, a lâmina aplicada total, do manejo do irrigante foi a mesma, pois no DIJA, independente da época de plantio, o manejo da irrigação não varia. Também, Santos *et al.* (2004) afirmam serem raros os produtores que fazem uso de indicadores da necessidade hídrica, além da grande variação na dotação de rega para a planta e em geral as lâminas são fixas do início até o final do ciclo de desenvolvimento.

Ao se analisar os valores, constata-se a mesma lógica do modelo, pois na condição de maior manutenção de umidade no solo, o ISAREG recomendou a aplicação de maior quantidade de água. Outra observação importante é que as lâminas do terceiro ciclo da melancia foram menores do que as do segundo ciclo. Isso se deve às condições do clima, pois nos meses que compreenderam o terceiro ciclo (novembro, dezembro e janeiro) foram verificados menores registros de evapotranspiração de referência (ET_o), com média de 5,16 mm, 5,09 mm e 5,15 mm, respectivamente.

Quanto à evapotranspiração real (ET_r), o ISAREG simulou valores que variaram de 189,6 mm, para a condição de 60% da CAD a 355,4 mm, na condição de manejo de irrigação do irrigante. Da mesma forma da lâmina aplicada total, no terceiro ciclo verificou-se ET_r's menores do que as observadas durante o segundo ciclo. A justificativa também se ancora na ET_o, pois nos meses de agosto a outubro (meses do segundo ciclo), as ET_o's médias diárias foram as seguintes: 5,67 mm, 6,31 mm e 6,95 mm, respectivamente.

Quanto à percolação profunda, o ISAREG realizou os cálculos das 3 (três) primeiras condições de manejo da irrigação de forma a economizar água e, portanto, para tais condições a percolação foi nula, o que não ocorreu na condição do irrigante, que perdeu 117,56 mm de água, durante o ciclo da melancia, no DIJA. Em relação ao fluxo da água, na condição do irrigante é possível analisar que houve um aumento de mais de 100% na quantidade de água percolada, quando se compara essa variável, nos segundo e terceiro ciclos. Embora o modelo tenha realizado os cálculos para cada época diferenciada do ciclo, possivelmente esse aumento deve ter sido decorrente da menor demanda hídrica da cultura, durante o terceiro ciclo e/ou de alguma quantidade de água armazenada no solo, sobra do segundo ciclo. Isso, mesmo com o intervalo de cerca de 1 (um) mês entre ciclos, pois o solo do DIJA detém boa capacidade de retenção de água, devido à sua textura e sua granulometria.

Quanto ao déficit hídrico, o comportamento foi o inverso da variável anterior, pois como já fora dito, o ISAREG realizou os cálculos da simulação visando economia de água. Assim como no ciclo anterior, quanto menor foi a lâmina aplicada, maior foi o déficit hídrico, pois esse valor foi de 29,5 mm na condição de aplicação de menos água (60% da CAD) e de 0,7 mm na aplicação de 100% da CAD. Já na condição real do irrigante não houve déficit hídrico. Assim como no segundo ciclo da melancia, esse cenário é justificado pela aplicação excessiva de água pelo irrigante. Os déficits verificados no terceiro ciclo são também menores que os observados durante o segundo ciclo. É razoável dizer que isso ocorreu em decorrência dos menores registros de ETo, ou seja, a melancia do terceiro ciclo recebeu menos água, mas evapotranspirou bem menos água que a cultura da melancia do segundo ciclo.

Os resultados oriundos do ISAREG, quanto à água, prontamente disponível foram os seguintes: ao final do ciclo, na zona do solo de maior aproveitamento das raízes, a água disponível nas condições de 60% e 80% da CAD foi de 3,2 mm e 5,4 mm, respectivamente. Já para as condições de 100% da CAD e do irrigante, restaram, após a colheita, 8,6 mm e 9,3 mm, respectivamente. Quando comparados aos números do segundo ciclo, verifica-se que mais água ficou prontamente disponível no solo, ao final do terceiro ciclo. Fatalmente, esse comportamento se deve a menor perda de água para a atmosfera, nas plantas do terceiro ciclo, ficando mais água armazenada no solo.

5.4 Ação de pesquisa IV

Através da Figura 24, pode-se analisar a comparação entre os valores de evapotranspiração da cultura (ETc) obtidos em campo (experimental), através da metodologia do balanço hídrico no solo, com os valores de ETc simulados pelo modelo ISAREG, durante a Ação de Pesquisa I, onde o mesmo utilizou, para tanto, a equação de Penman-Monteith/FAO para o cálculo da ETo e Kc oriundo de pesquisa local.

Estimativas precisas da evapotranspiração são essenciais para identificar as variações temporais sobre a necessidade de irrigação, melhorar a alocação dos recursos hídricos e avaliar o efeito do uso da terra e mudanças na gestão do balanço hídrico (ORTEGA-FARIAS et al., 2009).

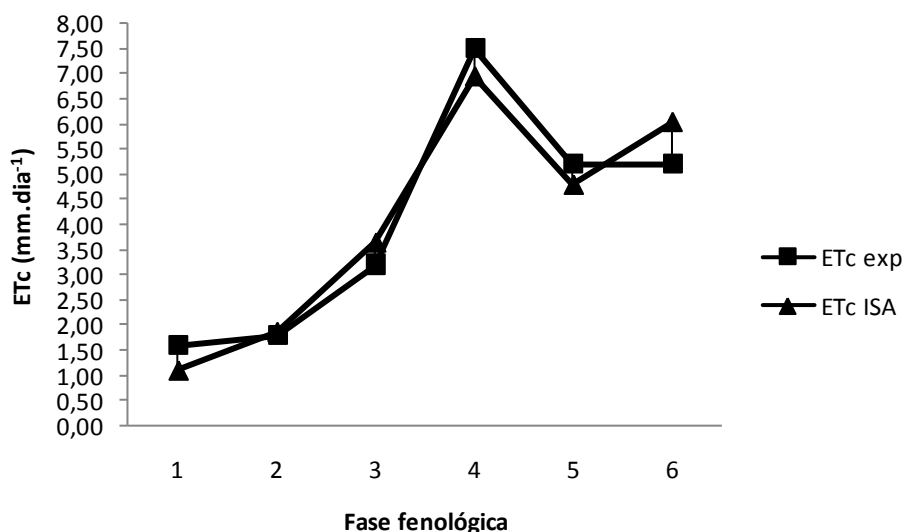


Figura 24. Comparação entre a ETc simulada pelo ISAREG e a ETc experimental (balanço hídrico no solo)

Durante todas as fases fenológicas da cultura da melancia a ETc experimental demonstrou-se sempre próxima à ETc simulada pelo ISAREG. Na fase 1, o simulado subestimou o experimental em 0,5 mm. A ETc simulada pelo modelo também subestimou a ETc experimental nas fases 4 e 5, com diferenças de 0,5 mm e 0,4 mm, respectivamente. Já na fase 2, o ISAREG superestimou a ETc em 0,07 mm. Essa superestimativa se repetiu nas fases 3 e 6, com diferenças de 0,3 mm e 0,7 mm.

O desempenho do modelo ISAREG foi avaliado através dos seguintes indicadores estatísticos: o coeficiente de correlação de Pearson (r), o índice de concordância de Willmott (Id) e o índice de desempenho de Camargo (c) (Tabela 8).

Tabela 8. Avaliação do desempenho do ISAREG na simulação da ETc da melancia

Análise	Parâmetros			Desempenho
	r	Id	c	
ET _{C_{EXP}} versus ET _{C_{ISA}}	0,969	0,928	0,899	ótimo

Quanto ao “r”, entre os valores observados em campo e os valores simulados pelo ISAREG, que indica o grau de dispersão dos dados obtidos em relação à média, ou seja, o erro aleatório, o ISAREG demonstrou excelente resultado (0,969), pois segundo Cardoso et al. (2005), os valores de “r” variam de -1 a 1 e quanto mais próximo da unidade maior, mais elevada é a correlação.

Em se tratando de “Id”, que avalia a exatidão e o afastamento dos valores simulados em relação aos observados, o ISAREG chegou próximo à perfeição (0,928), pois segundo Willmott (1981) a variação de “Id” é de zero (nenhuma concordância) até 1 (concordância perfeita).

Finalmente, quanto ao “c”, que representa a confiabilidade do modelo, segundo classificação de Camargo e Sentelhas (1997), o ISAREG foi classificado como ótimo. Alencar et al. (2011), avaliando a eficiência de diferentes métodos de estimativa de evapotranspiração de referência, utilizando os índices de Willmot e de Camargo, alcançaram resultados satisfatórios. O mesmo ocorreu em pesquisa conduzida por Araújo et al. (2007).

Nas condições em que foi realizada a avaliação, o modelo ISAREG simulou, satisfatoriamente, a evapotranspiração da cultura da melancia, cultivada no DIJA. Em investigação realizada com o uso do modelo ISAREG, no Perímetro de Irrigação Baixo Acaraú-CE, Saraiva et al. (2013) concluíram que o ISAREG demonstrou ser uma ferramenta importante no manejo da irrigação da cultura da melancia.

5.5 Ação de pesquisa V

5.5.1 Condições da umidade do solo

- Segundo ciclo

A partir da Figura 25 (A, B, C e D) é possível se analisar a variação na umidade do solo ($m^3 m^{-3}$) a uma profundidade média de 20 cm (zona média da profundidade efetiva do sistema radicular), ao longo do ciclo (10 semanas/observações)

da cultura da melancia plantada no dia 01/08/2012 (segundo ciclo), e irrigada com as seguintes lâminas: 208,3 mm (M3), 288,8 mm (M2), 365,2 mm (M1) e 410,0 mm (M4).

Na Figura 25A está a variação média da umidade do solo, nas unidades experimentais sem cobertura no solo (C0), e a cada manejo de irrigação (M1 – 100% da CAD, M2 – 80% da CAD, M3 – 60% da CAD e M4 – manejo do irrigante). Já nas Figuras 25B, C e D verificam-se a umidade do solo em função das lâminas com cobertura de casca de arroz, “mulching” branco e “mulching” preto, respectivamente.

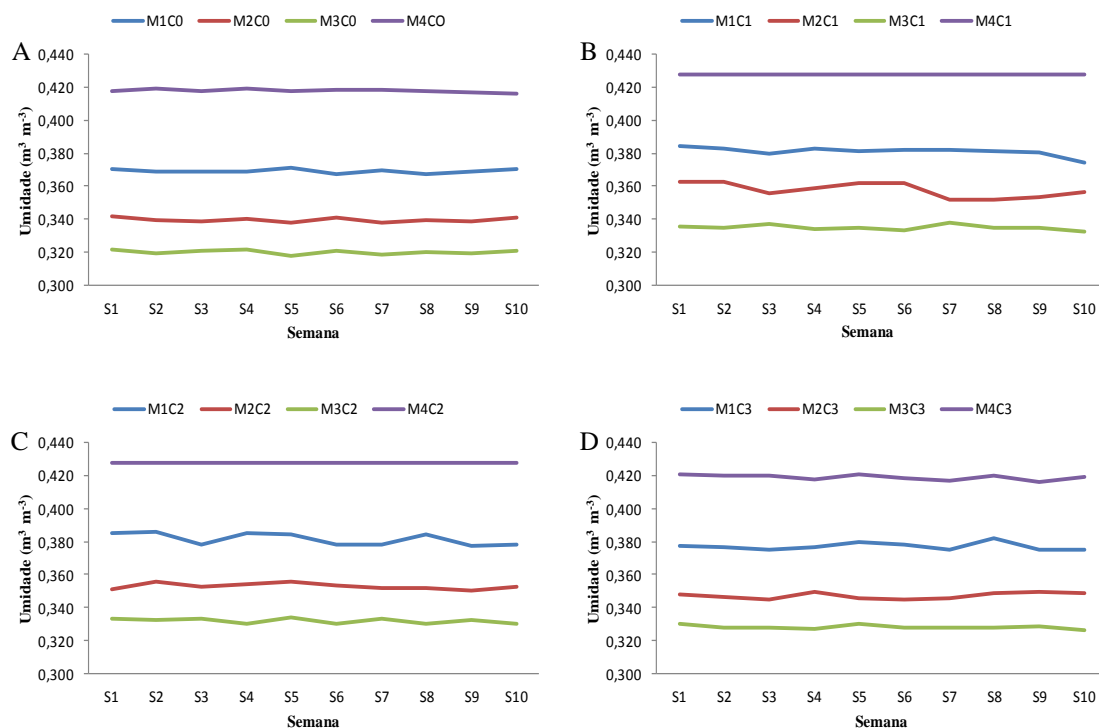


Figura 25. Influência das lâminas de irrigação e das condições de cobertura no solo (solo desnudo (A); casca de arroz (B); “mulching” branco (C); e “mulching” preto (D)) na variação de umidade do solo, cultivado com a cultura da melancia – 2º ciclo.

Conforme fora esperado, analisando - se a Figura 25A, verificou-se que conforme se aplicou mais água, maiores foram as umidades observadas. Na lâmina M4 (irrigante) a umidade média foi de $0,42 \text{ m}^3 \text{m}^{-3}$, ao longo das observações. Já na lâmina M3, a umidade foi de $0,32 \text{ m}^3 \text{m}^{-3}$. Na condição da menor lâmina aplicada (M3) foram registradas as menores umidades, o que, fatalmente, influenciou no desenvolvimento da cultura, pois segundo Bergamaschi (1992), na medida em que diminui a umidade do solo, torna-se mais difícil às plantas absorverem água, porque aumenta a força de retenção e diminui a disponibilidade de água no solo às plantas.

Na Figura 25B, o solo da condição M4 apresentou umidade em torno de $0,43 \text{ m}^3 \text{m}^{-3}$ e o M3 de $0,33 \text{ m}^3 \text{m}^{-3}$. Já no M1, a umidade ficou em torno de $0,38 \text{ m}^3 \text{m}^{-3}$.

Essa tendência da umidade foi a mesma da condição de cobertura anterior, mas com maiores valores. Fato, possivelmente, explicável devido à cobertura de casca de arroz, que diminui a evaporação da água aumentando a sua retenção no interior do solo.

Ao se analisar a Figura 25C, na condição em que o solo foi coberto por “mulching” branco, verifica-se umidades também maiores que as observadas na condição do solo sem cobertura. Inclusive, Chaves et al. (2004), investigando o efeito das coberturas e do manejo da irrigação no rendimento da alface, concluíram que a conservação da umidade no solo é uma das principais vantagens do uso das coberturas no solo. Também, na Figura 25D foram observadas as mesmas tendências das anteriores. Observação também verificada por Medeiros et al. (2007 apud DANTAS, 2010) que mencionaram eficácia da utilização do “mulching” na eliminação da evaporação direta da superfície do solo, mantendo por mais tempo a umidade no solo.

Na Figura 26A está a variação da umidade, nas unidades experimentais, com manejo de irrigação M1, a cada cobertura sobre o solo. Nas Figuras 26B, C e D, verifica-se a análise das demais lâminas com as diferentes coberturas.

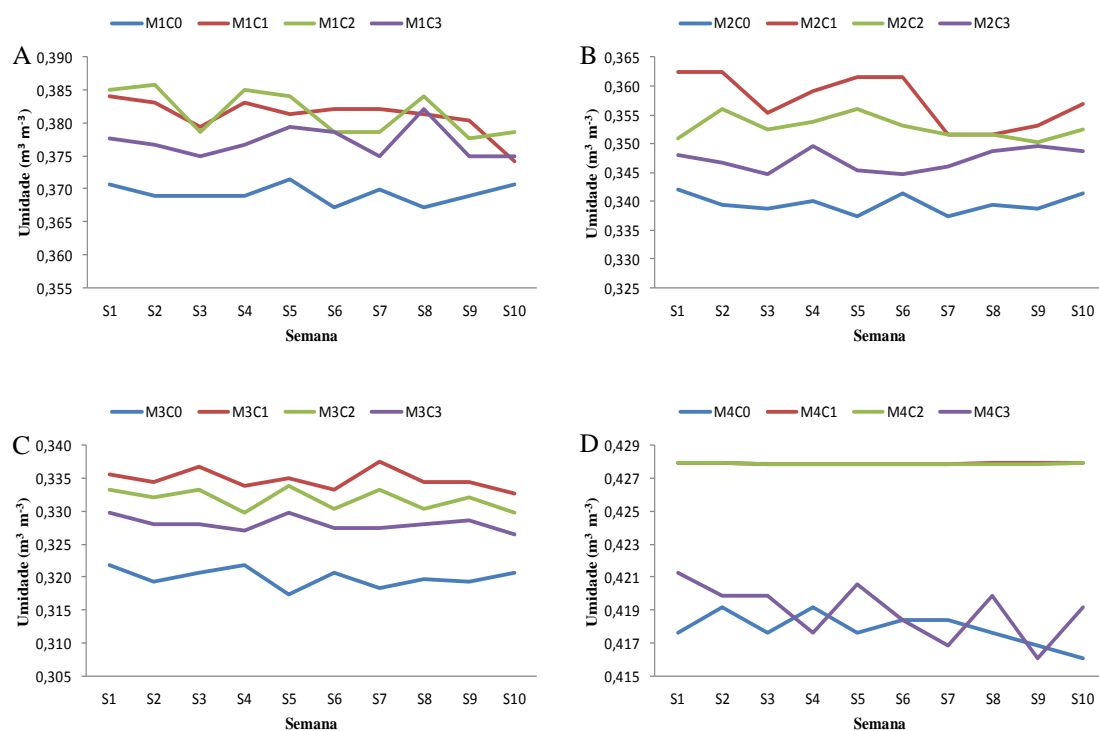


Figura 26. Influência das condições de cobertura no solo e das lâminas de irrigação (M1 – 365,2 mm (A); M2 – 288,8 mm (B); M3 – 208,3 mm (C); e M4 – 410,0 mm (D)) na variação de umidade do solo, cultivado com a cultura da melancia.

Ao se investigar a Figura 26 (A, B, C e D) foi possível se concluir que variando - se as coberturas, em uma mesma condição de lâmina, a tendência da umidade no solo é variável, quando da análise isolada de cada lâmina. Todavia, embora haja variações, há relação direta entre quantidade de lâmina aplicada e umidade no solo, com maiores umidades verificadas nas condições de solo coberto por casca de arroz e “mulching” branco.

- Terceiro ciclo

Através da Figura 27 (A, B, C e D) é possível se analisar a variação na umidade do solo ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) ao longo do ciclo, a uma profundidade média de 20 cm, da cultura da melancia plantada no dia 19/11/2012 (terceiro ciclo), e irrigada com as seguintes lâminas: 160,1 mm (M3), 228,0 mm (M2), 295,1 mm (M1) e 410,0 mm (M4).

Na Figura 27A está a tendência da umidade nas unidades experimentais sem cobertura no solo (C0) a cada manejo de irrigação. E nas Figuras 27B, C e D, observam-se a variação da umidade do solo, em função das lâminas, com as diferentes coberturas analisadas.

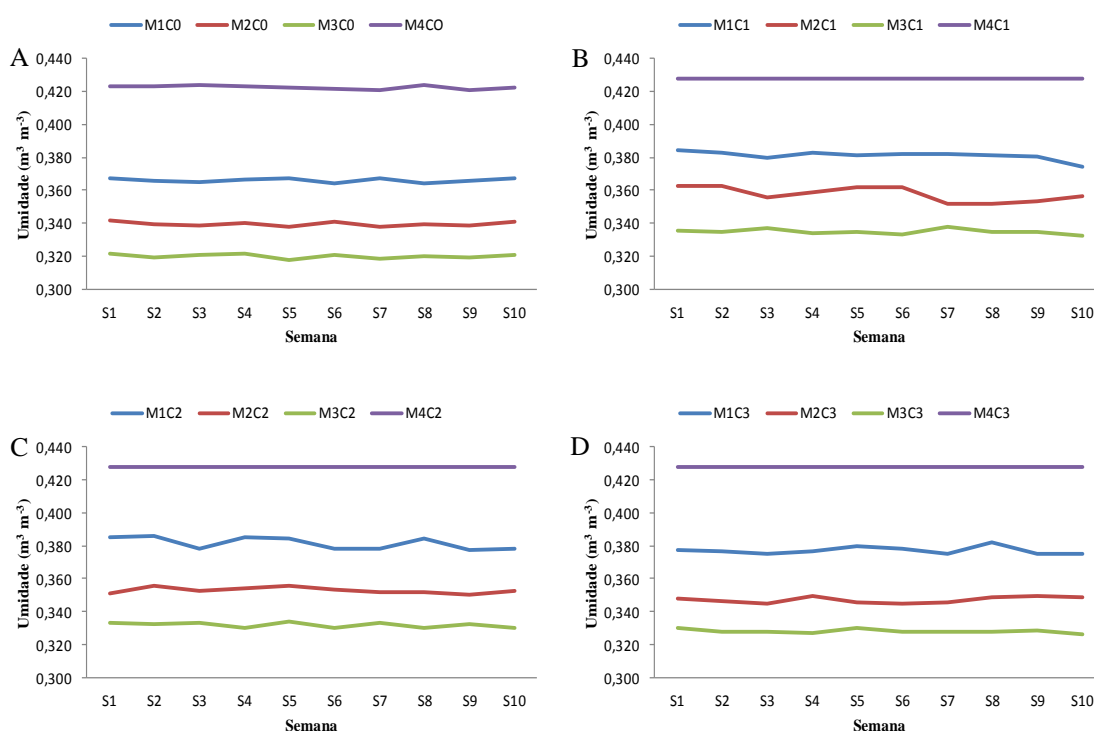


Figura 27. Influência das lâminas de irrigação e das condições de cobertura no solo (solo desnudo (A); casca de arroz (B); “mulching” branco (C); e “mulching” preto (D)) na variação de umidade do solo, cultivado com a cultura da melancia – 3º ciclo.

Assim como ocorreu na avaliação do segundo ciclo da melancia, ao se investigar a Figura 27 (A, B, C e D) foi possível concluir que variando as lâminas, em uma mesma condição de cobertura, a tendência da umidade no solo se repete, quando da análise isolada de cada cobertura. Ademais, como esperado, quanto maiores as lâminas aplicadas, mais úmido encontrava-se o solo analisado. Vale salientar também que em todas as condições de cobertura foram verificadas maiores umidades, quando comparadas às condições de solo desnudo. Esse comportamento possivelmente se deve à redução de perdas de água no solo (ZHANG et al., 2005; LI et al., 2008), à diminuição do escoamento superficial (BABALOLA et al., 2007), ao aumento na capacidade de infiltração (SILVA et al., 2006), além de melhorar a eficiência no uso da água (CHAKRABORTY et al., 2008).

Na Figura 28A está a tendência da umidade, nas unidades experimentais, com manejo de irrigação M1, e nas Figuras 29B, 29C e 29D verifica-se a análise de cada lâmina isolada, com as diferentes coberturas.

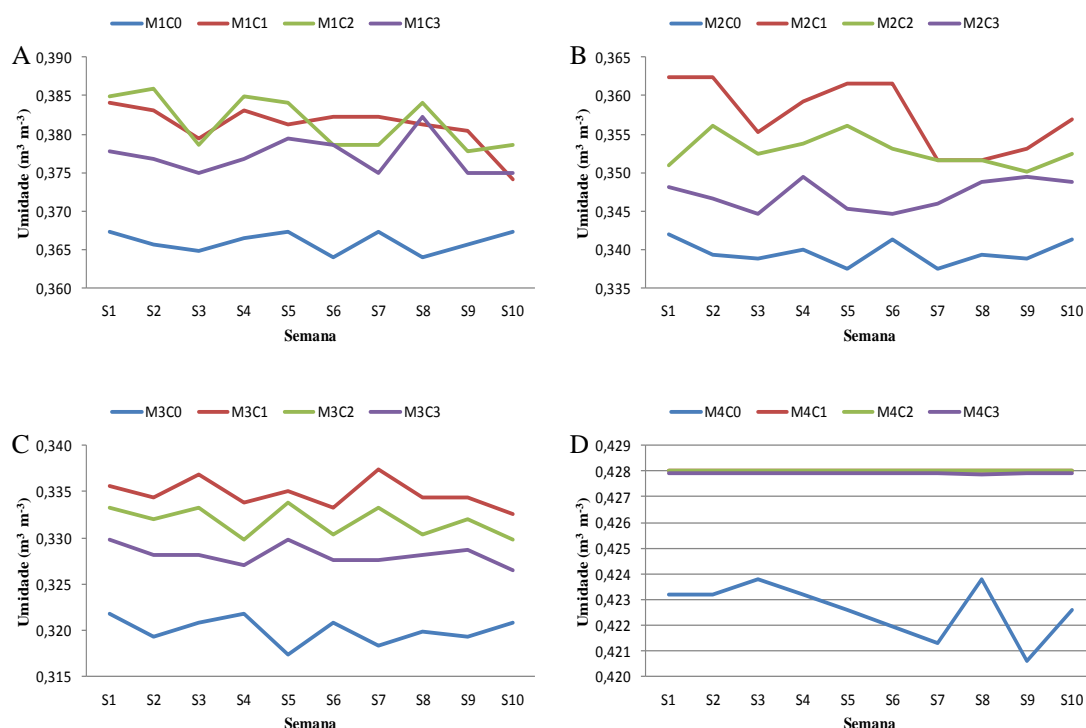


Figura 28. Influência das condições de cobertura no solo e das lâminas de irrigação (M1 – 295,1 mm (A); M2 – 228,0 mm (B); M3 – 160,1 mm (C); e M4 – 410,0 mm (D)) na variação de umidade do solo, cultivado com a cultura da melancia.

Analisando - se a Figura 28A, verifica-se que houve influência direta das coberturas nas umidades observadas, como também foi observado no segundo ciclo. Na condição de cobertura C2 a umidade variou de 0,38 a 0,385 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ ao longo das

observações. Já na cobertura C1, a umidade iniciou em $0,385 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ e ao final do ciclo ficou com $0,375 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$. Com a cobertura C3 a umidade sofreu variações, durante o ciclo fenológico da cultura. Já na condição sem cobertura (C0) observou - se a menor umidade ($0,364 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$). Como explicitado no segundo ciclo, esse comportamento já era esperado, devido à exposição do solo à ação direta da radiação, diminuindo a água infiltrada no solo, pois Silva et al. (2006) concluíram que com o uso de coberturas no solo, ocorre uma maior quantidade de água infiltrada e a diminuição de escoamento superficial. Na mesma linha de raciocínio, Muller (1991) avaliou o efeito da cobertura com material orgânico sobre o regime hídrico do solo em comparação com filme de polietileno e solo descoberto. O autor concluiu que a necessidade de irrigação foi menor no solo com cobertura plástica, devido à cobertura plástica evitar a transferência da água para atmosfera, seguido da cobertura orgânica e da condição sem cobertura, que demonstrou a menor umidade.

Situações semelhantes foram observadas nas Figuras 28B, C e D, onde em solos cobertos por casca de arroz ou cobertura plástica foram verificadas maiores umidades no solo. Fato corroborado por Aragão et al. (2013), que em experimento com a cultura da melancia irrigada, com o uso de coberturas no solo, presumiram que o manejo da irrigação com certo nível de déficit hídrico, mas aliado ao uso de cobertura no solo, possam ter melhorado as condições de disponibilidade hídrica, favorecendo o desenvolvimento das plantas. Já o solo sem cobertura, exposto diretamente às condições climáticas, independente da lâmina aplicada, demonstrou sempre as menores umidades, o que confirma a importância no uso das coberturas. Inclusive, Lyra et al. (2010), ao pesquisarem o conteúdo da água no solo (com e sem cobertura), com a cultura do milho, observaram que em solo sem cobertura, as umidades foram inferiores às demais. Ademais, os autores atribuíram esse comportamento às maiores evaporações e percolações ocorridas em solos desnudos.

Conforme o ocorrido durante a análise do segundo ciclo da melancia, através do terceiro ciclo foi possível concluir que variando as coberturas, em uma mesma condição de lâmina, o comportamento da umidade no solo é variável.

5.5.2 Características de produção, de desenvolvimento do fruto, de produtividade, de pós-colheita, e eficiência de uso da água

5.5.2.1 Número de frutos por planta e peso médio dos frutos

Segundo ciclo

A partir da análise de variância (Tabela 9) foi verificado efeito significativo para a interação entre lâminas de irrigação versus coberturas no solo, para as seguintes variáveis analisadas: número de frutos por planta ($P < 0,05$) e peso médio de frutos ($P < 0,01$).

Tabela 9. Resumo da análise de variância e níveis de significância para as variáveis: número de frutos por planta (NFP) e peso médio dos frutos (PMF) – 2º ciclo

FV	GL	Quadrado Médio	
		NFP	PMF
Lâminas de Irrigação (LI)	3	0,09563*	5,08333**
Resíduo (a)	12	0,02187	0,10083
Coberturas (C)	3	0,57229**	10,27000**
Interação A x B	9	0,05451*	1,79667**
Resíduo (b)	36	0,02299	0,04417
Total	63	-	-
CV % (LI)	-	10,31	6,43
CV % (C)	-	10,57	4,26

FV= Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; * e ** = Significativo a 5%, 1%, respectivamente

Através da análise de regressão (Figuras 29A e 29B) verifica-se que as diferentes lâminas de irrigação, na ausência e na presença de cobertura no solo, verificou – se efeito polinomial, sob o número de frutos por planta e peso médio de frutos de melancia.

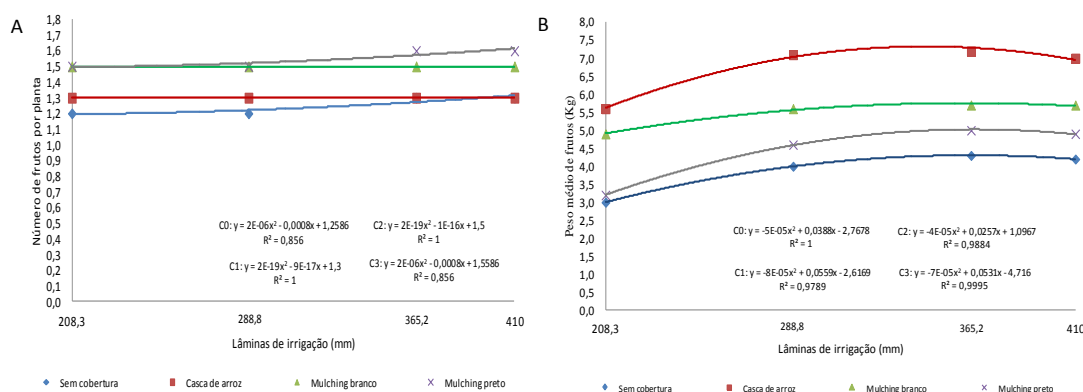


Figura 29. Influência das lâminas de irrigação e condições de cobertura no solo no número de frutos por planta (A) e peso médio de frutos (B) de melancia, durante o segundo ciclo.

Na Figura 29A, ao se analisar as interações das lâminas de irrigação com as coberturas no solo, verifica-se que há um padrão de aumento do número de frutos por

planta, em relação à quantidade de água aplicada, mas até um certo limite, entre as lâminas M1 e M4, o que leva a imaginar que com uma possível lâmina superior a M4, ocorreria uma diminuição no número de frutos por planta. Do mesmo modo, Lima Junior e Lopes (2009), avaliando os métodos de irrigação na produção de melancia, verificaram que a lâmina aplicada influencia, até um certo limite, o número de frutos por planta.

A combinação das lâminas M1 (365,2 mm) e M4 (410 mm), com um solo coberto por “mulching” preto resultaram nos maiores números de frutos por planta (1,6). Já o solo sem cobertura, principalmente com a menor lâmina de irrigação (208,3 mm), resultou nos menores números de frutos por planta de melancia (mínimo de 1,2 e máximo de 1,3). Provavelmente, isso ocorreu devido à menor umidade no solo. Fato esse verificado em pesquisa por Azevedo *et al.* (2005), quando os mesmos relataram que a deficiência hídrica causa um decréscimo acentuado nas atividades fisiológicas, principalmente na divisão e no crescimento das células e, em consequência, no crescimento e na produção das plantas. Ademais, segundo Marouelli *et al.* (2012) e Sousa *et al.* (2011), o déficit de água durante o florescimento e o pegamento de frutos diminui o número de frutos por planta de melancia.

Através da análise de regressão da Figura 29B verifica-se que as diferentes lâminas de irrigação, na ausência e na presença de cobertura no solo, proporcionaram efeito polinomial sobre o peso médio dos frutos por planta de melancia. A mesma observação foi verificada por Sousa *et al.* (2012), que ao pesquisarem a produção da melancieira submetida ao estresse hídrico, concluíram que o aumento das lâminas de água proporcionou resposta semelhante, quanto ao peso médio do fruto de melancia.

Ao se analisar as interações das lâminas de irrigação com as coberturas no solo, verifica-se que houve uma interação positiva, quanto ao peso médio dos frutos, ou seja, com o aumento da lâmina aplicada, até o limite de M1, os registros de peso médio dos frutos foram maiores, independentemente do tipo de cobertura. Esse fato pode ser explicado nas simulações do ISAREG, que previra excesso hídrico no solo analisado, quando da aplicação de uma lâmina maior que 365,2 mm (M1).

Em se tratando das coberturas, os frutos mais pesados foram verificados nas combinações com casca de arroz e os menos pesados nos solos sem cobertura. Entre os solos cobertos por plástico, melhores resultados foram verificados nos solos cobertos por “mulching” branco. A partir dos resultados obtidos pode-se afirmar que o uso de coberturas auxilia na retenção de umidade no solo além de favorecer outros aspectos

positivos ao desenvolvimento da cultura da melancia. Também, Lopes et al. (2011), pesquisando a cultura do tomate em diferentes tipos de coberturas, constataram que o uso de coberturas no solo contribui para o aumento da massa de frutos.

Assim como nos demais tipos de coberturas, na condição de solo sem cobertura o efeito foi crescente até certo limite, entre M1 e M4, alcançando peso máximo de 4,3 kg, na interação com a lâmina M1. Todavia, foi possível observar a influência primária da quantidade de água aplicada, no peso médio dos frutos de melancia. Cultivando melancia irrigada, em espaçamento e quantidade média de água aplicada semelhantes ao utilizado neste trabalho, Ramos et al. (2009) verificaram peso médio dos frutos de melancia de 3,6 kg. Já Fernandes (2012), em experimento com melancia irrigada, mas em condições diferentes de lâminas aplicadas, verificou peso médio de frutos máximo e mínimo de 10,2 kg e 7,1 kg, respectivamente.

A combinação da lâmina M1 com um solo coberto por casca de arroz resultou no maior peso médio de frutos (7,2 kg). Já o fruto de menor peso médio (3,0 kg) foi oriundo da lâmina M3 (208,3 mm) no solo sem cobertura. Assim como ocorreu no número de frutos por planta, os menores registros de peso médio de frutos foram observados no solo sem cobertura, independente da lâmina de irrigação. Com menor umidade no solo sem cobertura, fatalmente, os frutos cresceriam menos, alcançando menores pesos, pois segundo Andrade Júnior *et al.* (2001), em se tratando da cultura da melancia, o déficit hídrico tende a reduzir o peso médio dos frutos, tornando-os inaceitáveis no mercado consumidor.

Terceiro ciclo

A partir da análise de variância (Tabela 10) foi verificado efeito significativo ($P < 0,01$) para a interação entre lâminas de irrigação versus coberturas no solo, para as seguintes variáveis analisadas: número de frutos por planta e peso médio de frutos.

Tabela 10. Resumo da análise de variância e níveis de significância para as variáveis: número de frutos por planta (NFP) e peso médio dos frutos (PMF) – 3º ciclo

FV	GL	Quadrado Médio	
		NFP	PMF
Lâminas de Irrigação (LI)	3	0,13667**	2,20917**
Resíduo (a)	12	0,00917	0,06667
Coberturas (C)	3	0,63000**	14,78250**
Interação A x B	9	0,09000**	2,52694**
Resíduo (b)	36	0,01139	0,08444
Total	63	-	-
CV % (LI)	-	6,90	4,23
CV % (C)	-	7,69	4,76

FV= Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; ** = Significativo a 1%

Através da análise de regressão (Figuras 30A e 30B) verifica-se o efeito polinomial sobre o número de frutos por planta de melancia.

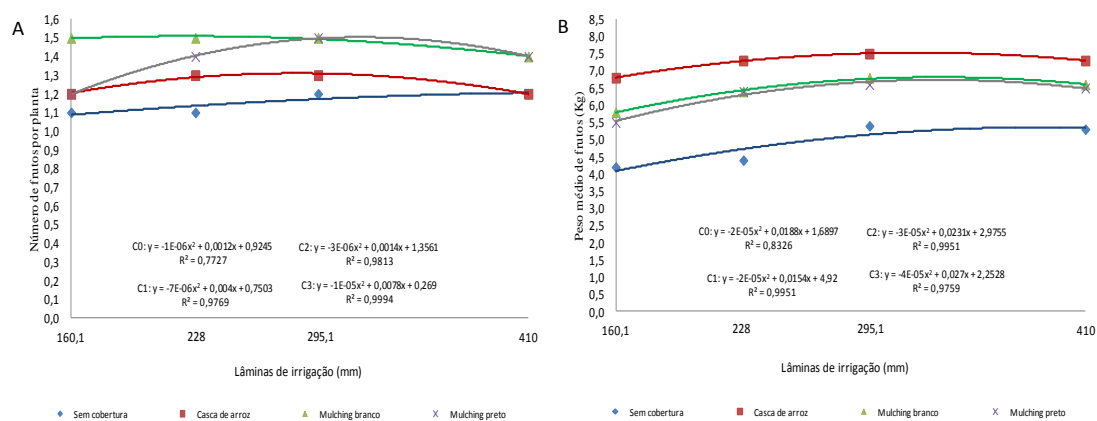


Figura 30. Influência das lâminas de irrigação e condições de cobertura no solo, no número de frutos por planta (A) e peso médio de frutos (B) de melancia, durante o terceiro ciclo.

Através das interações entre as lâminas de irrigação e as coberturas no solo, a mesma tendência do ciclo anterior foi verificada (Figura 30A).

Assim como ocorrido na análise do segundo ciclo, as combinações oriundas de solos cobertos por “mulching” (branco e preto) geraram melhores resultados, ou seja, um maior número de frutos por planta. Já na condição de solo sem cobertura, independentemente da lâmina aplicada, o número de frutos por planta de melancia foi inferior (1,1), sendo observado as menores quantidades de frutos por planta. Resultados semelhantes foram observados por Lima Junior e Lopes (2009).

A combinação da lâmina M1, em um solo coberto por “mulching” branco, resultou no maior número de frutos por planta (1,5). Já Dantas (2010), em pesquisa

realizada em Mossoró, com a cultura da melancia irrigada e em diferentes coberturas no solo, verificou número máximo médio de frutos por planta de 2,0. Essa diferença possivelmente pode estar relacionada ao espaçamento entre plantas (0,5 m) deste experimento que foi menor do que o utilizado pelo supracitado autor. No solo sem cobertura, aliado à menor lâmina aplicada (160,1 mm), verificou-se os menores números de frutos por planta de melancia (1,1). Resultado semelhante ao obtido neste estudo foi observado por Medeiros *et al.* (2007) que, ao analisarem a influência de lâminas de irrigação na produção de melão Cantaloupe, observaram que a redução da lâmina de irrigação determinou a diminuição do número de frutos totais e o número de frutos para o mercado interno. Também Karasawa *et al.* (2008), em pesquisa com melancias “ICEBOX”, verificaram número médio de frutos por planta de melancia de 1,6.

Na análise de regressão da Figura 30B verifica-se que as diferentes lâminas de irrigação, na ausência e na presença de coberturas no solo, promoveram polinomial sobre o peso médio dos frutos de melancia. Do mesmo modo, Lopes *et al.* (2011), ao analisarem a influência dos “mulchings” branco e preto, dentre outros, nas características produtivas de hortaliças, verificaram efeito interativo entre as variáveis por eles analisadas.

Quanto às coberturas, assim como no segundo ciclo, os frutos mais pesados foram verificados nas combinações com casca de arroz e os menos pesados nos solos sem cobertura. Entre os solos cobertos por plástico, melhores resultados foram verificados com o uso do “mulching” branco. Este resultado demonstra também a eficácia das coberturas plásticas, no cultivo da melancia. Inclusive, Silvernail *et al.* (2006) pesquisando o efeito do “mulching” nas características produtivas da melancieira, no Estado de Kentucky (EUA), concluíram que as coberturas plásticas proporcionaram maiores pesos médios de frutos, quando comparadas às outras coberturas não plásticas. Também Martins (1983), avaliando diferentes tipos de materiais como cobertura, concluiu que, a produção da cultura do morangueiro teve uma maior tendência de rendimento quando se utilizou cobertura plástica.

A combinação da lâmina M1 (295,1 mm) em um solo coberto por casca de arroz, resultou no maior peso médio de frutos (7,5 kg). Em resultado semelhante para a maior lâmina, Andrade Junior *et al.* (2007), em pesquisa realizada no Piauí, verificaram peso médio de frutos em torno de 8,0 kg. Conclusão compartilhada por Santos *et al.* (2013), que analisando a influência da irrigação na produção de melancia, verificaram

que com o aumento da lâmina de água, até certo limite, verificaram frutos mais pesados. Resultados semelhantes foram obtidos por Bradenberger e Wiendenfeld (1997) que verificaram aumento na produção de melão, em média, de 42% em 1994 e 27% no ano de 1995, com a utilização da cobertura do solo em relação ao solo descoberto.

Vale salientar que, em geral, os frutos colhidos no terceiro ciclo demonstraram pesos médios mais elevados do que os do segundo ciclo, pois mesmo sabendo-se que a quantidade de água não é o único fator limitante do crescimento dos frutos, esse comportamento pode ter sua causa no clima mais ameno (menor evapotranspiração) do terceiro ciclo, resultando, dentre outros fatores, em maior umidade retida no solo. Inclusive, Andrade Júnior *et al.* (2007 apud FERNANDES, 2012) asseguram que os frutos de melancia apresentam em sua composição nutritiva um percentual de 92,6% de água, assim a massa dos frutos está bastante relacionada ao conteúdo de água, o que torna a produção dessa cultura bastante dependente da água.

5.5.2.2 Resistência da polpa, sólidos solúveis totais e produtividade média

Segundo ciclo

A partir da análise de variância (Tabela 11) foi verificado efeito significativo ($P < 0,01$) para a interação entre lâminas de irrigação versus coberturas no solo, para as seguintes variáveis analisadas: resistência da polpa, sólidos solúveis totais e produtividade média.

Tabela 11. Resumo da análise de variância e níveis de significância para as variáveis: resistência da polpa (RP), sólidos solúveis totais (SST) e produtividade média (PM) – 2º ciclo

FV	GL	Quadrado Médio		
		RP	SST	PM
Lâminas de Irrigação (LI)	3	111,59896**	1,52083*	511,02042**
Resíduo (a)	12	0,60938	0,40625	0,94094
Coberturas (C)	3	21,72396**	3,35417**	2171,01042**
Interação A x B	9	59,12674**	1,59028**	118,92333**
Resíduo (b)	36	0,48438	0,42014	0,61455
Total	63	-	-	-
CV % (LI)	-	4,35	6,87	1,58
CV % (C)	-	3,88	6,98	1,28

FV= Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; * e ** = Significativo a 5%, 1%, respectivamente

Através da análise de regressão (Figuras 31A 31B) observa-se a constituição de efeito linear e decrescente sobre a resistência da polpa da melancia.

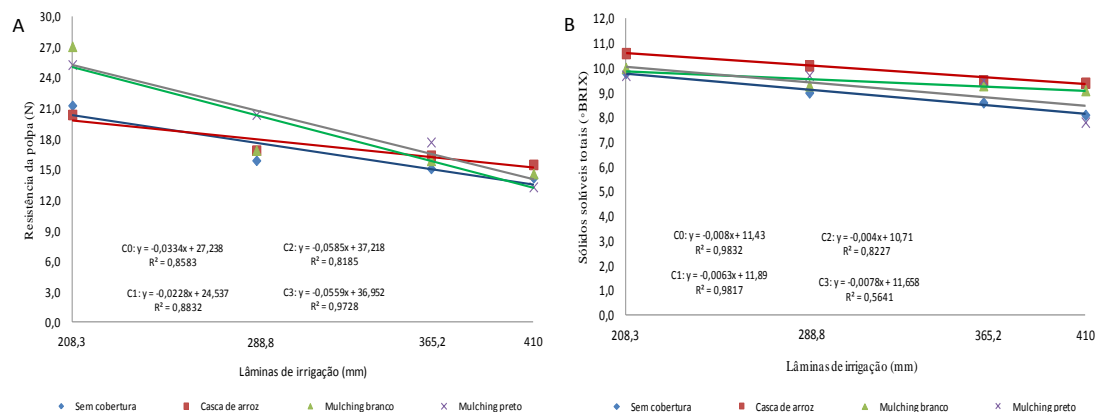


Figura 31. Influência das lâminas de irrigação e das condições de cobertura no solo na resistência da polpa (A) e nos sólidos solúveis totais (B) dos frutos de melancia, durante o segundo ciclo.

A partir da Figura 31A pode-se observar que os frutos de plantas que receberam mais água tiveram menores RP's (Resistência de polpa). Fato parecido foi verificado por Costa (1999 apud SILVA et al., 2008), afirmando que quanto mais água se aplica ao meloeiro, até certo limite, este deve produzir frutos que apresentam menor resistência à penetração e, conseqüentemente, menor valores de firmeza (resistência) de polpa. Há uma relação direta entre a RP e o estado hídrico (fisiologia) da planta, pois segundo Lacerda (2004), a água contida na célula vegetal é responsável pela manutenção da turgescência e, portanto, contribui para o crescimento e para a manutenção da forma e estrutura dos tecidos tenros da cultura.

Em geral, em relação às coberturas, os menores valores de resistência de polpa foram verificados em solo sem cobertura, com valores mínimos de 14,2 N. Já os maiores valores foram verificados na condição de cobertura com "mulching" preto, com valores máximos de 25,3 N. Essa observação pode ser explicada pelo fato de o plástico preto ter reduzido a umidade, através da absorção de calor, nos solos dessa combinação, deixando menos água disponível para a planta, e, conseqüentemente, sendo translocada uma menor quantidade de água na parede celular dos frutos, o que se traduz em maior RP.

Na condição de lâminas M2 e M4, os frutos de maiores RP's foram verificados na cobertura de "mulching" preto (20,4 N) e de casca de arroz (15,5 N), respectivamente. Em condições semelhantes de lâmina de água aplicada, Barros et al.

(2012), em experimento realizado em Roraima, verificaram resistência de polpa média de 20 N.

A combinação M3C2 gerou a maior resistência de polpa (27,1 N). Fica clara a influência, preponderante, da umidade do solo (lâmina aplicada) na resistência de polpa, pois frutos oriundos de plantas que receberam menores quantidades de água demonstraram maior resistência. Em condições de lâminas semelhantes a este experimento, mas em solo sem cobertura, Silva et al. (2008), analisando a qualidade pós-colheita em melancias, na Bahia, verificaram resistência média de polpa de 13,0 N.

Na análise das interações entre as lâminas de irrigação e as coberturas no solo, verifica-se que há um padrão linear e decrescente dos sólidos solúveis totais, em relação à quantidade de água aplicada, independente da cobertura no solo (Figura 31B). Pode se tornar uma justificativa plausível, dizer que o excesso hídrico reduz os sólidos solúveis totais da polpa da melancia. Fato confirmado por Andrade Junior et al. (2007), onde concluíram que o excesso de água pode provocar rachaduras na casca dos frutos e redução do teor de açúcares, tornando os frutos insípidos (aguados). Corroborando essa afirmação, segundo Sousa et al. (2011), a exigência de água da cultura da melancia, durante o estágio de maturação reduz-se sensivelmente cerca de 25% a 30%, em relação ao estágio anterior, pois nesse caso a redução na quantidade de água aplicada torna-se decisiva para otimizar o teor de sólidos solúveis totais dos frutos.

Na condição de menor lâmina (M3) foram verificados frutos com maior °BRIX (10,6) na combinação com o solo coberto por casca de arroz, o que reforça a ação satisfatória dessa cobertura e da influência direta da lâmina de irrigação aplicada à cultura da melancia. No entanto, vale salientar que no período final do ciclo da melancia, aconselha-se suspender o fornecimento de água, visando a uma maior concentração de sais (°BRIX). Já os menos doces, para a mesma lâmina, foram observados nos solos cobertos por “mulching” preto e sem cobertura. Para as lâminas M1, M2 e M4, os frutos de maiores °BRIX foram verificados no solo com cobertura de casca de arroz. Corroborando os resultados, Dantas (2010), em pesquisa realizada em Mossoró, com a cultura da melancia irrigada e em diferentes coberturas no solo, observou °BRIX médio de 10,6, mas não constatou diferença significativa entre as coberturas plásticas analisadas.

A combinação M4C3 gerou frutos de menor °BRIX, com valor de 7,8. Exemplos são os resultados de Ramos et al. (2009) que ao pesquisarem melancia

irrigada, verificaram °BRIX médio de 8,3. Já Carlos et al. (2002), analisando pós-colheita em melancia, verificaram °BRIX médio de 10,6.

Assim como na maioria das variáveis analisadas, as coberturas de casca de arroz (principalmente) e de “mulching” branco demonstraram melhores resultados, pois os maiores valores de °BRIX foram verificadas nas tais coberturas, e as menores encontram-se na condição de solo sem cobertura, provando que é, tecnicamente, vantajoso se utilizar cobertura no solo do DIJA.

Observando – se a análise de regressão na Figura 32 verifica-se que as lâminas de irrigação e as coberturas no solo, promoveram efeito polinomial, sob a produtividade média da melancia.

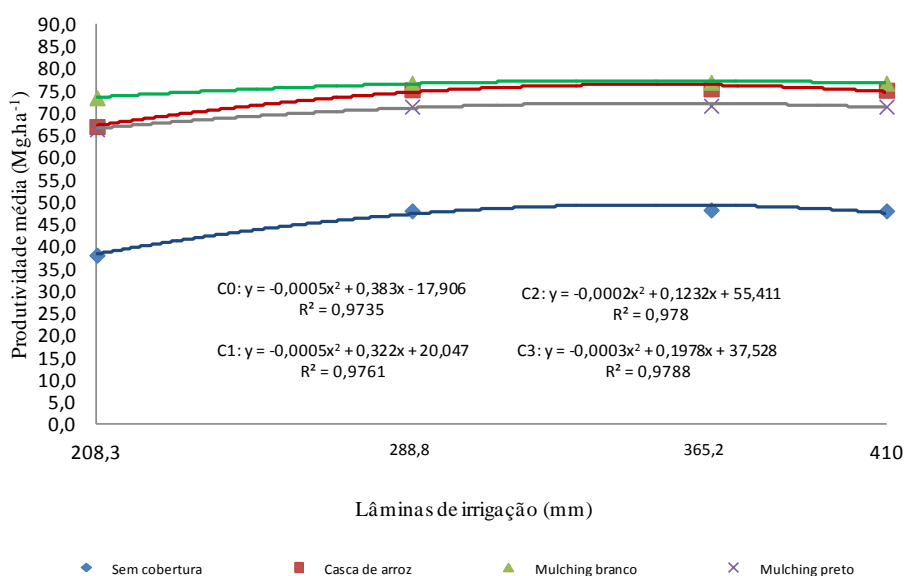


Figura 32. Influência das lâminas de irrigação e condições de cobertura no solo, na produtividade média da cultura da melancia, durante o segundo ciclo.

Na análise das interações entre as lâminas de irrigação e as coberturas no solo, verifica-se que, até certa condição limiar entre M1 e M4, há um padrão de aumento da produtividade média da melancia, em relação à quantidade de água aplicada, independente do tipo de cobertura no solo. Fato também verificado por Batista *et al.* (2008), que analisando o déficit hídrico na melancieira, constataram maior produtividade no tratamento sem déficit. Já Oliveira *et al.* (2012 apud FERNANDES, 2012), ao encontrarem resultado semelhante, afirmam que tal comportamento está associado à manutenção de teores adequados de água no solo para a cultura, possibilitando uma maior absorção de água e nutrientes, o que é responsável por uma

maior proporção de fotoassimilados translocados das folhas para os órgãos reprodutivos, o que se traduz em aumento de produção.

Na condição de lâmina M1 (365,2 mm) foram verificadas maiores produtividades (77,0 Mg ha⁻¹) em combinação com o solo coberto por “mulching” branco, o que mais uma vez reforça a importância no uso dessa cobertura para a cultura da melancia irrigada. Derivada a equação representativa da produtividade para o solo coberto com tal cobertura, observou-se ponto de produtividade máxima (74,38 Mg ha⁻¹) com lâmina aplicada de 308 mm. Com resultado semelhante Ramos *et al.* (2009), analisando as características produtivas da melancia irrigada, chegaram a valores médios de produtividade total de 76,1 Mg ha⁻¹.

Já a menor produtividade, para a mesma lâmina, foi observada no solo sem cobertura. Para as lâminas M4, M2 e M3, as maiores produtividades também foram verificadas no solo coberto por “mulching” branco. Ao se analisar esta variável, tornou-se possível verificar a relação positiva da supracitada cobertura no aumento da produtividade da cultura da melancia, cultivada no DIJA, principalmente em função da retenção de umidade. Fato corroborado por Carvalho *et al.* (2007), com afirmação de que redução hídrica em certas fases fenológicas pode contribuir substancialmente para a diminuição da produtividade da melancia.

Já com a combinação de menor lâmina e sem cobertura (M3C0) observou-se a menor produtividade, com valor de 38 Mg.ha⁻¹. Já Dantas (2010), em pesquisa realizada em Mossoró, com a cultura da melancia irrigada e em diferentes coberturas no solo, verificou - se produtividades máxima e mínima de 93,1 Mg ha⁻¹ e 72,2 Mg ha⁻¹, respectivamente.

Na análise dessa variável, com coberturas de “mulching” branco, casca de arroz e “mulching” preto, em ordem decrescente, obtiveram – se os melhores resultados, o que demonstra a vantagem técnica de se utilizar cobertura no solo no cultivo da melancia no DIJA.

Coberturas do solo com filmes de polietileno têm levado ao incremento em crescimento e em produtividade em várias hortaliças (MEDEIROS *et al.*, 2006, CANTU *et al.*, 2007; MORAIS *et al.*, 2008).

Terceiro ciclo

Na análise de variância (Tabela 12) foi verificado efeito significativo (P<0,01) para a interação entre lâminas de irrigação versus coberturas no solo, para as

seguintes variáveis analisadas: resistência da polpa, sólidos solúveis totais e produtividade média.

Tabela 12. Resumo da análise de variância e níveis de significância para as variáveis: resistência da polpa (RP), sólidos solúveis totais (SST) e produtividade média (PM) – 3º ciclo

FV	GL	Quadrado Médio		
		RP	SST	PM
Lâminas de Irrigação (LI)	3	2,40917**	5,54000*	302,64229**
Resíduo (a)	12	0,39250	1,04542	0,46146
Coberturas (C)	3	2,23583*	1,79333**	2119,70562**
Interação A x B	9	3,91583**	2,73333**	446,77840**
Resíduo (b)	36	0,53083	0,28542	0,33521
Total	63	-	-	-
CV % (LI)	-	4,40	10,15	1,09
CV % (C)	-	5,12	5,30	0,93

FV= Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; * e ** = Significativo a 5%, 1%, respectivamente

A partir da análise de regressão (Figura 33A e 33B) verifica-se que a utilização de diferentes lâminas de irrigação, na ausência e na presença de cobertura no solo, resultou em efeito linear sobre a resistência da polpa e nos sólidos solúveis totais da melancia.

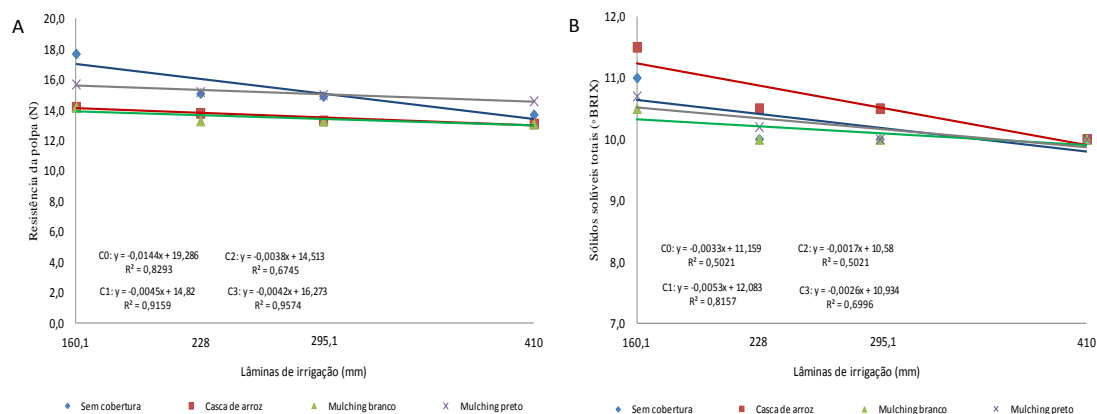


Figura 33. Influência das lâminas de irrigação e condições de cobertura no solo, na resistência da polpa (A) e nos sólidos solúveis totais (B) dos frutos de melancia, durante o terceiro ciclo.

Quanto à Figura 33A, observaram - se com as menores lâminas aplicadas, maiores valores de resistência de polpa. Já as lâminas M1 e M4, independente da cobertura, geraram resultados menores, com valores máximos de 14,9 N e 14,6 N, e mínimos de 13,3 N e 13,1 N, respectivamente. Em experimento com condições

climáticas semelhantes, Carlos et al. (2002), analisando pós-colheita em melancia, verificaram resistência de polpa média de 10,9 N.

Assim como verificado no segundo ciclo, frutos oriundos de plantas que receberam maiores lâminas de irrigação, demonstram polpas de menor firmeza. Tal tendência ocorreu, mais claramente, nas condições de solo com coberturas, pois com o uso dessas, o solo conseguiu reter uma maior quantidade de água.

Com a combinação M3C0 observou-se a maior resistência de polpa (17,7 N), enquanto Ramos et al. (2009), ao investigarem as características produtivas em melancia irrigada, observaram frutos com resistência máxima média de 10,8 N. Já com a combinação M4C1 observou-se frutos de polpa menos firme, com valor de 13,1 N.

Através da Figura 33B, verificou-se que nas condições das lâminas M3 e M2 foram observados frutos com maior °BRIX. Além da economia de água e de energia, a redução da quantidade de água aplicada a partir do início do estágio de maturação possibilita aumentar o teor de açúcares nos frutos (MAROUELLI et al, 2012).

Para a lâmina M1, os frutos de maiores °BRIX foram verificados no solo com cobertura de casca de arroz. Já para as condições experimentais que receberam a lâmina M4, os valores foram iguais, entre as situações de coberturas. Em experimento sob condições climáticas semelhantes, Andrade Junior et al. (2007), em pesquisa realizada no Piauí, verificaram frutos com °BRIX em torno de 10,4.

Assim como ocorreu na investigação da melancia do segundo ciclo, as coberturas de casca de arroz e de “mulching” branco, demonstraram melhores resultados, pois as maiores verificações de °BRIX foram verificadas nas tais coberturas, e as menores encontram-se na condição de solo sem cobertura. Corroborando esses resultados, Câmara et al. (2007) observaram que a cobertura do solo com “mulching” plástico proporcionou maiores teores de sólidos solúveis totais, em relação ao solo desnudo.

Através da análise de regressão da Figura 34 verifica-se o efeito polinomial, sob a produtividade média da melancia.

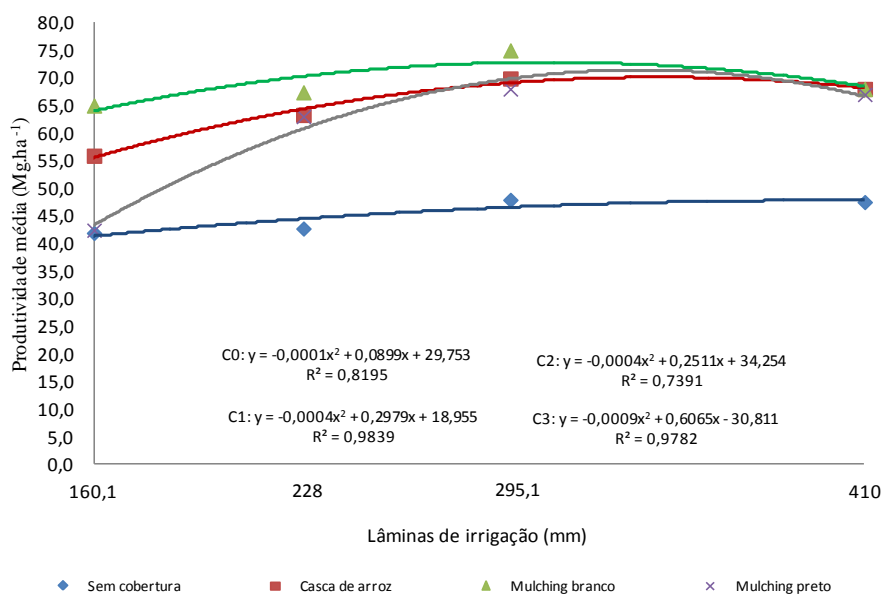


Figura 34. Influência das lâminas de irrigação e condições de cobertura no solo, sob a produtividade média da cultura da melancia, durante o terceiro ciclo.

Assim como foi verificado na análise do segundo ciclo, com a lâmina M1 observou-se a maior produtividade em solo com cobertura de “mulching” branco (75,0 Mg ha⁻¹). Após derivada a respectiva equação, constatou-se ponto de produtividade máxima (73,66 Mg ha⁻¹) com lâmina aplicada de 314 mm. Em condições experimentais semelhantes, Andrade Junior et al. (2007), em pesquisa realizada no Piauí, observaram produtividade total média da melancia, máxima e mínima, de 95,28 Mg ha⁻¹ e 74,57 Mg ha⁻¹, respectivamente. A menor produtividade, para a mesma lâmina, foi observada no solo sem cobertura (47,9 Mg ha⁻¹). Já a combinação M3C0 demonstrou a menor produtividade, com valor de 41,9 Mg ha⁻¹. Provavelmente isso ocorreu devido ao déficit hídrico proporcionado pela menor lâmina e o solo desnudo, pois Fernandes e Prado (2004) afirmam que a melancieira é pouco resistente ao déficit hídrico no solo, uma vez que a irrigação frequente ao longo do ciclo de cultivo tem aumentado significativamente a produção de frutos. Em comparação, Fernandes (2012) verificou produtividades máxima e mínima de 64,7 Mg ha⁻¹ e 39,6 Mg ha⁻¹, respectivamente.

Analisando os valores obtidos, em comparação com os resultados do segundo ciclo, conclui-se que, independentemente, das coberturas, quanto maior a lâmina aplicada, até certo limite entre M1 e M4, maiores são as produtividades. Inclusive, Santos et al. (2013), investigando a influência de lâminas de irrigação na produção de melancia, constataram que há uma relação direta e positiva entre a lâmina aplicada e a produtividade de melancia, pois na comparação entre as plantas irrigadas

sob lâminas de 100 mm e 500 mm, os autores observaram um aumento de cerca de 13,1 Mg ha⁻¹ na produtividade média. No entanto, o solo deste experimento tem capacidade drenável inferior ao do experimento dos supracitados autores.

Assim como ocorreu no segundo ciclo, melancieiras cultivadas nos solos com coberturas alcançaram maiores produtividades, ocorrendo o inverso na condição de solo sem cobertura. Corroborando, Silvernail et al. (2006) pesquisando o efeito do “mulching” nas características produtivas da melancieira, concluíram que coberturas plásticas proporcionaram maiores produtividades, quando comparadas às outras coberturas não plásticas ou solo sem cobertura.

5.5.2.3 Eficiência de uso da água

Segundo ciclo

A partir da análise de variância (Tabela 13) foi verificado efeito significativo para a interação entre lâminas de irrigação versus coberturas no solo, para a variável eficiência de uso da água ($P < 0,01$).

Tabela 13. Resumo da análise de variância e níveis de significância para a variável eficiência de uso da água (EUA) – 2º ciclo

FV	GL	Quadrado Médio
		EUA
Lâminas de Irrigação (LI)	3	174911,36139**
Resíduo (a)	12	1,59090
Coberturas (C)	3	132582,57634**
Interação A x B	9	26181,09893**
Resíduo (b)	36	1,92477
Total	63	-
CV % (LI)	-	0,35
CV % (C)	-	0,38

FV= Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; ** = Significativo a 1%

Através da análise de regressão (Figura 35) verifica-se que as diferentes lâminas de irrigação, na ausência e na presença de cobertura no solo, proporcionaram efeito polinomial, sob a eficiência de uso da água na cultura da melancia, cultivada no DIJA. Resultado semelhante foi verificado por Oliveira et al. (2012).

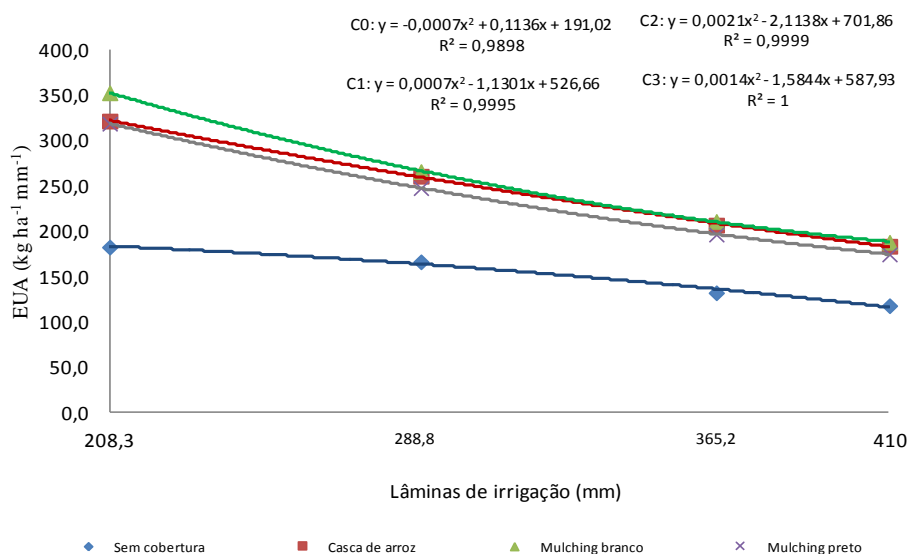


Figura 35. Influência das lâminas de irrigação e condições de cobertura no solo, na eficiência no uso da água para a cultura da melancia cultivada durante o segundo ciclo.

Na análise das interações entre as lâminas de irrigação e as coberturas no solo verifica-se que com o aumento da lâmina de água aplicada, houve uma redução na eficiência de uso da água. Inclusive na condição de lâmina M3 foram verificadas maiores eficiências, com valor máximo de $352,85 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ na combinação com o solo coberto por “mulching” branco, o que mais uma vez reforça a importância no uso dessa cobertura para a cultura da melancia irrigada. Já Melo et al. (2010) verificaram EUA máxima de $196,0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$, para a cultura da melancia, com lâmina de 266 mm; enquanto Sousa et al. (2000), em experimento realizado em Parnaíba-PI, com a cultura do meloeiro, observaram valores máximos de $231,7 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$, com lâmina aplicada de 276 mm. Já na combinação M4C0 produziu-se apenas $117,70 \text{ kg ha}^{-1}$ de melancia, com 1 mm de água, demonstrou a menor EUA.

Assim como ocorrido na investigação da maioria das variáveis, a menor eficiência, para a mesma lâmina, foi observada no solo sem cobertura. Para as lâminas M1, M2 e M4, as maiores eficiências foram verificadas nos solos cobertos por “mulching” branco. Ao analisar esta variável tornou-se possível afirmar a relação positiva entre as coberturas e o aumento da EUA para a melancia cultivada no DIJA, pois os maiores valores foram verificados nos experimentos com coberturas, e os menores encontram-se na condição de solo sem cobertura, corroborando a vantagem técnica de se utilizar cobertura no solo do DIJA para a exploração da melancia. Sustentando os resultados verificados na pesquisa, Aragão et al. (2013), investigando as

características produtivas da melancia irrigada, com o uso de coberturas no solo, verificaram EUA máxima de 177,2 Kg ha⁻¹ mm⁻¹, na condição de menor lâmina aplicada.

Terceiro ciclo

A partir da análise de variância (Tabela 14), assim como ocorrido no segundo ciclo, foi verificado efeito significativo para a interação entre lâminas de irrigação versus coberturas no solo para a variável eficiência de uso da água (P<0,01).

Tabela 14. Resumo da análise de variância e níveis de significância para a variável eficiência de uso da água (EUA) – 3º ciclo

FV	GL	Quadrado Médio
		EUA
Lâminas de Irrigação (LI)	3	487850,17403**
Resíduo (a)	12	0,69051
Coberturas (C)	3	113542,62341**
Interação A x B	9	10831,27681**
Resíduo (b)	36	0,50014
Total	63	-
CV % (LI)	-	0,19
CV % (C)	-	0,16

FV= Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; ** = Significativo a 1%

Através da análise de regressão da Figura 36 verifica-se o mesmo efeito polinomial do segundo ciclo, sob a eficiência de uso da água na cultura da melancia, cultivada no DIJA.

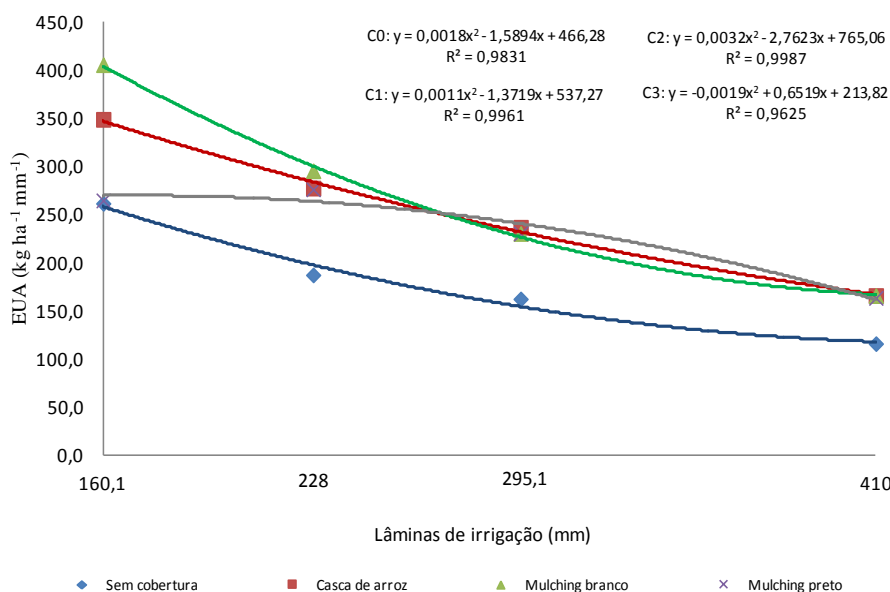


Figura 36. Influência das lâminas de irrigação e condições de cobertura no solo, na eficiência no uso da água para a cultura da melancia cultivada durante o terceiro ciclo.

Na análise das interações entre as lâminas de irrigação e as coberturas no solo, assim como verificado durante o segundo ciclo, verifica-se que há um padrão de diminuição da eficiência de uso da água, em relação à quantidade de água aplicada, pois pode - se observar que aumentando da lâmina de água aplicada, reduz-se a EUA, variando as taxas, em função da produtividade da cultura.

Todavia, na condição de lâmina M2 (228 mm) os resultados de EUA para a cobertura de “mulching” preto gerou maiores valores de EUA, do que no verificado em M3. Ao analisar os resultados de produtividade da cultura, aliada à lâmina aplicada, verificou-se que nesta combinação (M2C3) houve um aumento, considerável, na produtividade, colaborando para tal comportamento da EUA.

Assim como verificado nas condições do segundo ciclo da melancia, na condição de lâmina M3 foram verificadas maiores eficiências, com valor máximo de $406,0 \text{ kg ha}^{-1}.\text{mm}^{-1}$, na combinação com o solo coberto por “mulching” branco. Também corroborando com os resultados do segundo ciclo, a combinação M4C0 demonstrou a menor EUA ($115,85 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$). Já Morais et al. (2008) obtiveram valores médios, máximo e mínimo de $240,8 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ e de $143,9 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$, aplicando lâminas de 205 mm e 470 mm, respectivamente.

Além do mais, com já verificado e comentado anteriormente, a menor eficiência, para a mesma lâmina, foi observada no solo sem cobertura. Fato este, justificado pelas baixas produtividades observadas nas culturas cultivadas nesses solos desnudos. Isso, quando comparado aos demais tratamentos. Nestes, provavelmente, ocorreu maior perda de água, principalmente por evaporação, nessas condições. Ademais, Oliveira et al. (2012), analisando a eficiência de uso da água na melancia irrigada, em Pentecoste - CE, verificaram valor máximo de $333,4 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$, com o uso da menor lâmina experimental de irrigação. Já Miranda et al. (2004), em experimento realizado com melancia “Crimson Sweet”, em Paraipaba-CE, verificaram EUA de $216,0 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{mm}^{-1}$.

Para as lâminas M1, M2 e M4, as maiores eficiências foram verificadas nos solos cobertos por casca de arroz e “mulching” branco, respectivamente. Vale salientar que a EUA quantificada para os diferentes tipos de cobertura no solo foram próximas. Ademais, como fora esperado, as menores EUA's foram verificadas nas condições de solo sem cobertura.

5.5.3 Indicadores financeiros

Quanto à análise financeira do projeto, visando à viabilidade de investimento, foram utilizados os métodos da taxa interna de retorno (TIR) e do valor presente líquido (VPL), tomando como base 1 ha cultivado e considerando - se 3 ciclos por ano, para cada combinação de cobertura e lâmina de irrigação.

Segundo ciclo

Na Tabela 15, verifica-se os resultados dos indicadores financeiros (TIR e VPL) calculados para um período de fluxo de caixa de seis anos.

Tabela 15. Indicadores financeiros – valor presente líquido (VPL) e taxa interna de retorno (TIR), para a melancia cultivada durante o segundo ciclo

Tratamentos	Indicadores	
	VPL (R\$)	TIR (%)
M1C0	61.626,71	116,41
M1C1	160.798,72	292,68
M1C2	155.300,14	282,93
M1C3	143.775,70	262,00
M2C0	61.307,55	115,85
M2C1	160.479,56	292,10
M2C2	154.980,98	282,34
M2C3	143.456,54	261,42
M3C0	18.937,06	43,29
M3C1	125.421,99	229,06
M3C2	141.432,02	257,94
M3C3	122.164,48	223,25
M4C0	59.426,94	112,62
M4C1	158.168,77	287,95
M4C2	153.960,71	280,53
M4C3	141.575,92	258,07

Primeiramente, após os resultados obtidos através dos dois métodos utilizados, observou-se que para todas as combinações, os fluxos de caixa foram satisfatórios. Pela investigação da VPL, em todos os casos, o dinheiro se valorizou no tempo; e, a TIR leva a concluir que “aceita-se” o projeto, seja qual for a combinação, mesmo sabendo que há diferenças financeiras entre os mesmos.

Fato corroborado por Dias et al. (2008), que investigando a análise econômica (VPL e TIR), em um prazo de 5 (cinco) anos, para a cultura da melancia irrigada, em condições semelhantes às do DIJA, concluíram que o investimento é viável.

Quanto às lâminas aplicadas, as combinações que geraram maiores valores de VPL e TIR foram as que receberam a lâmina M1 (100% da CAD), demonstrando valores máximos de R\$ 160.798,72 e 292,68%, respectivamente. Já os menores indicadores verificados para a melancia do segundo ciclo, ocorreram nas combinações que receberam a lâmina M3 (208,3 mm), com valores mínimos de R\$ 18.937,06 e 43,29%, respectivamente. Provavelmente, esta diferença na viabilidade, entre M1 e M3, deva-se ao maior custo com a água de irrigação, além de menores receitas, advindas da produtividade das plantas que receberam a menor lâmina (M3). Na mesma linha de pensamento, Tavares et al. (2011) pesquisando os indicadores financeiros VPL e TIR, em diversas culturas irrigadas, em Pernambuco verificaram que, dependendo do custo da água de irrigação, elevando-se a restrição hídrica aumenta-se o VPL.

Quanto às coberturas, as combinações que tiveram o solo coberto por casca de arroz demonstraram maior viabilidade para investimento, seguido pelas plantas sob “mulching” branco. Ao se analisar tais variáveis, mais uma vez se torna viável a exploração da cultura da melancia, com o uso das supracitadas coberturas. Apesar de demonstrada viabilidade financeira, as plantas cultivadas em solo sem cobertura geraram os menores valores de VPL e TIR. Embora os custos sejam reduzidos, quando comparados aos das combinações com coberturas, as plantas cultivadas em C0 produziram menos, gerando uma menor receita. Obtendo conclusão semelhante, mas com menores valores, Schonwald et al. (2008) pesquisando a análise econômica de algumas culturas, no Paraná, constataram que a exploração de melancia foi viável, com VPL de R\$ 65,41 e TIR de 11%. No entanto, os autores salientam que o produtor analisado no experimento não tinha experiência no cultivo da melancia, o que culminou em reduzida produtividade da cultura.

A combinação de lâmina aplicada e tipo de cobertura, que gerou resultados financeiros mais positivos, com aceitação e valorização ao longo do tempo foi a M1C1, ou seja, lâmina de 365,2 mm e cobertura de casca de arroz. Já a combinação M3C0 (lâmina de 208,3 mm e sem cobertura) demonstrou ser a menos vantajosa, como investimento.

Terceiro ciclo

Na Tabela 16, verifica-se os resultados dos indicadores financeiros (TIR e VPL), calculados para um período de fluxo de caixa de seis anos, para a cultura da melancia plantada no dia 19/11/2012, no DIJA.

Tabela 16. Indicadores financeiros – valor presente líquido (VPL) e taxa interna de retorno (TIR), para a melancia cultivada durante o terceiro ciclo

Tratamentos	Indicadores	
	VPL (R\$)	TIR (%)
M1C0	60.190,08	113,93
M1C1	136.562,96	249,04
M1C2	146.550,58	267,16
M1C3	127.713,21	233,19
M2C0	38.443,49	76,57
M2C1	108.793,96	199,43
M2C2	114.479,86	209,71
M2C3	106.826,97	195,95
M3C0	35.891,01	72,21
M3C1	77.850,12	144,85
M3C2	105.044,63	192,93
M3C3	19.100,41	43,69
M4C0	57.270,67	108,90
M4C1	127.190,97	232,26
M4C2	115.239,81	211,09
M4C3	122.212,76	223,37

Assim como ocorreu na análise do segundo ciclo, observou-se que para todas as combinações, os fluxos de caixa foram satisfatórios, pois pela investigação da VPL, em todos os casos, o dinheiro se valorizou no tempo; e, a TIR leva a concluir que “aceita-se” o projeto, seja qual for a combinação. Até porque devido, principalmente, à estrutura do DIJA, os irrigantes parecem demonstrar elevada capacidade de pagamento de custos. Inclusive, Campos (2010), analisando a capacidade de pagamento (CP) dos irrigantes dos perímetros de irrigação da bacia do Jaguaribe, verificou que dentre os perímetros analisados, os irrigantes do Jaguaribe – Apodi têm a maior capacidade de pagamento, com destaque para os fruticultores, com CP’s três vezes maior que os demais irrigantes do DIJA.

Quanto às lâminas aplicadas, as combinações que geraram maiores valores de VPL e TIR foram as que receberam a lâmina M1 (295,1 mm), demonstrando valores máximos de R\$ 146.550,58 e 267,16%, respectivamente. Conforme verificado no segundo ciclo, os menores indicadores verificados para a melancia do terceiro ciclo ocorrem nas combinações que receberam M3 (160,1 mm), com valores mínimos de R\$ 19.100,41 e 43,69%, respectivamente. Todavia, vale salientar que o valor pago pelo irrigante pela água de irrigação é reduzido, e incluído em sua conta de energia, o que torna ainda mais vantajoso, economicamente, se aplicar a maior lâmina. No entanto,

com a crescente escassez dos recursos hídricos, em um cenário futuro de custo elevado da água, fatalmente, a irrigação com déficit deverá ser incentivada.

Da mesma forma como verificado na investigação da melancia do segundo ciclo, quanto às coberturas, as combinações que tiveram o solo coberto por “mulching” branco e casca de arroz, demonstraram maior viabilidade para investimento. Com o “mulching” branco, a combinação M1C2 demonstrou os maiores valores de VPL (R\$ 146.550,58) e TIR (267,16%). Novamente, constata-se os efeitos positivos das supracitadas coberturas na exploração da cultura da melancia. Também, como observado no segundo ciclo, apesar de demonstrada viabilidade financeira, as plantas cultivadas em solo sem cobertura geraram os menores valores de VPL e TIR, com valores mínimos de R\$ 35.891,01 e 72,21%. Ademais, segundo Amaral e Dalpasquale (2000, apud SCHONWALD et al., 2008), a partir de uma TIR de 25%, o projeto já pode ser considerado viável.

Já a combinação M3C0 (lâmina de 160,1 mm e solo nú) demonstrou ser a menos vantajosa, como investimento. Nesse caso, verifica-se a influência considerável na lâmina de irrigação, mesmo sabendo que o custo da água no DIJA é, relativamente, reduzido. Portanto, esse cenário credencia a pesquisa a afirmar que a produtividade foi fator preponderante em toda a investigação dos indicadores financeiros (segundo e terceiro ciclos).

Ademais, nas condições agrárias, econômicas e financeiras dos produtores de melancia do DIJA, torna-se viável a exploração dessa cultura, mas vale salientar a importância de sempre se observar os preços atuais, o que numa situação crítica de baixa nos preços poderia ocasionar a inviabilidade no projeto, pois segundo Dias et al. (2008), a sazonalidade dos preços de comercialização na agricultura é uma característica marcante, levando diversos produtores a deixarem de investir. Ademais, segundo Tavares et al. (2011), os maiores fatores de risco quanto à economia de um projeto (exploração da melancia) são variabilidade na disponibilidade hídrica, produtividades das culturas e, incertezas quanto a custos de produção e preço de venda de produtos.

5.6 Ação de pesquisa VI

Visando disseminar os resultados da pesquisa foi elaborado um “Manual Prático” (Apêndice) sobre como manejar a cultura da melancia irrigada, com o uso de coberturas no solo, para as condições edafoclimáticas do DIJA.

6 CONCLUSÕES

Como conclusões, dentre outras, pode-se afirmar que: o fator de disponibilidade de água (f) foi 0,20 na F1, fase fenológica 1; 0,19 na fase 2; 0,175 na fase 3; 0,17 na 4; 0,19 na F5; e 0,205 na F6; os irrigantes não praticam o manejo correto da irrigação, sendo a lâmina modal diária de 6,3 mm; o irrigante aplica, durante todo o ciclo da melancia, mais água do que a indicação de maior lâmina do ISAREG (100% da CAD), gerando perda considerável por percolação profunda; as maiores umidades no solo foram verificadas nas condições experimentais com maiores lâminas aplicadas com coberturas de casca de arroz e “mulching” branco; as menores foram verificadas nos solos sem cobertura; em geral, as plantas irrigadas pela lâmina M1 e sobre solos cobertos por casca de arroz e “mulching” branco demonstraram melhores características produtivas e de pós-colheita; os indicadores financeiros demonstraram que em todas as situações analisadas o investimento é viável, no entanto, os maiores retornos ocorreram, principalmente nas plantas sob M1 com casca de arroz e “mulching” branco, em contraposição ao M3 e solo sem cobertura; a maior eficiência de uso da água foi verificada na condição de lâmina M3 com cobertura de “mulching” branco e a menor em M4 com solo sem cobertura; o modelo ISAREG, quando alimentado corretamente com todas as variáveis por ele requeridas, demonstrou ser eficiente na simulação do balanço hídrico, mesmo sob irrigação deficitária, no cultivo da melancia no DIJA.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, L.P.; SEDIYAMA, G.C.; WANDERLEY, H.S.; ALMEIDA, T.S.; DELGADO, R.C. Avaliação de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para três localidades no norte de Minas Gerais. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG. v.19, n.5, 437-449p. 2011.

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 279p. (FAO, Irrigation and Drainage Paper, 56). 1998.

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Evapotranspiración del Cultivo. **Guias para La Determinación de los Requerimientos de Agua de los Cultivos**. Estudio Riego y Drenaje 56, FAO, Roma. 2006b.

ALBUQUERQUE, J.A.; MONTE, F.S.S.; DE PAULA, L.A.M. Avaliação do programa transferência da gestão de perímetros de irrigação na percepção dos irrigantes do projeto Morada Nova. **Documentos Técnicos-Científicos**, Fortaleza, v.41, n.4, 2010.

ANDRADE JÚNIOR, A.S. de. **A cultura da melancia**. Brasília: Embrapa-SPI; Teresina: Embrapa - CPAMN, 1998, 86p. (Coleção plantar; 34).

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

ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; DIAS, N. DA S.; LIRA, R. B. DE; FIGUEREDO JUNIOR, L. G. M.; DANIEL, R. Frequência de aplicação de nitrogênio e de potássio via água de irrigação por gotejamento na cultura da melancia em Parnaíba, PI. **Agropecuária Científica no SemiÁrido**, Campina Grande, v. 03, p. 01-07, 2007.

ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; RODRIGUES, B.H.N.; SOBRINHO, C.A.; BASTOS, E.A.; MELO, F.B.; CARDOSO, M.J.; SILVA, P.H.S.; DUARTE, R.L.R. **A cultura da melancia**. 98p. Brasília, 2007.

ARAGÃO, C.A.; PINTO, H.C.; QUEIRÓZ, S.O.P.; DANTAS, B.F. Avaliação de melancia cultivada no Vale do Submédio São Francisco sob diferentes manejos de água. **Revista SODEBRÁS**, v.8, n.91, 2013.

ARAÚJO, W.F.; COSTA, S.A.A.; SANTOS, A.E. Comparação entre métodos de estimativa de evapotranspiração de referência (ET_o) para Boa Vista – RR. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.20, n.4, p.84-88, 2007.

ARAÚJO, A. P. **Cobertura do solo e métodos de plantio no cultivo do melão amarelo**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do SemiÁrido, Mossoró. 2000.

ARAÚJO, A.P.; NEGREIROS, M.Z.; LEITÃO, M.M.V.B.R.; PEDROSA, J.F.; BEZERRA NETO, F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; FERREIRA, R.L.F.; NOGUEIRA, I.C.C. Rendimento de melão amarelo cultivado em diferentes tipos de cobertura do solo e métodos de plantio. **Horticultura Brasileira**. v.21, n.1, p.123-126. 2003.

ASSAF NETO, A. **Matemática Financeira e Suas Aplicações**. 9^a ed. São Paulo: ATLAS, 2006. 448p.

AZEVEDO, B. M.; BASTOS, F. G. C.; VIANA, T. V. A.; RÊGO, J. L.; ÁVILA, J. H. T. Efeitos de níveis de irrigação na cultura da melancia. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 36, n. 1, p. 9-15. jan-abr., 2005.

BABALOLA, O. et al. Effects of vetiver grass (*Vertiveria nigrítana*) strips, vetiver grass mulch and an organomineral fertilizer on soil, water and nutrient losses and maize (*Zea mays* L.) yields. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v.96, n.1-2, p.6-18, 2007.

BANDEIRA, C.T.; MESQUITA, A.L.; AQUINO, A.R.N.; CAVALCANTE JÚNIOR, A.T.; SANTOS, F.J.S.; OLIVEIRA, F.N.S.; SOUZA NETO, J.; BARROS, L.M.; SOBRINHO, R.B.; LIMA, R.N.; OLIVEIRA, V.H. **O cultivo do sapatizeiro**. Circular Técnica. Embrapa. Fortelaza, Ceará. 2002.

BARBOSA, F.C. **Estimativa das necessidades de irrigação e avaliação do impacto da cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia do baixo Jaguaribe – Ce**. Dissertação de mestrado. Fortaleza, 2005.

BARROS, M.M.; ARAÚJO, W.F.; NEVES, L.T.B.C.; CAMPOS, A.J.; TOSIN, J.M. Produção e qualidade da melancia submetida à adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande-PB, v.16, n.10, p.1078-1084, 2012.

BASTOS, E.A.; SILVA, C.R.; RODRIGUES, B.H.N.; ANDRADE JÚNIOR, A.S.; IBIAPINA, L.M.M. Coeficiente de cultivo da melancia irrigada por gotejamento nos tabuleiros litorâneos-PI. In: XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. **Anais... XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**. Aracaju-SE. 2007.

BATISTA, P. F.; KARASAWA, M.; SILVA, M. C.; PIRES, M. M. M. L.; PIMENTA, R. M.B.; ARAGÃO, C. A. Produtividade da melancia irrigada por gotejamento submetida a diferentes espaçamentos e lâminas de irrigação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, (Suplemento - CD-Rom), 2008.

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

BERNARDO, S.; SOARES, A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**, 7ª edição; Viçosa, UFV, Imprensa universitária, 2005, 611p.

BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 6ª ed. Viçosa: Ed. UFV, 1995. 656p.

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, PB. 1999.

BEZERRA, A.H.F.; LEVIEN, S.L.A.; PEIXOTO, T.D.C. Determinação de Kc de melão e melancia utilizando os softwares SingleKcSim e DualKcSim. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.6, n.11; 2010.

BRAGA, M.B.; RESENDE, G.M.de; MOURA, M.S.B.; COSTA, N.D.; DIAS, R.C.S.; CORREIA, J.S.; SILVA, F.Z.da. Produtividade e qualidade do melão em função da cobertura do solo no Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira**, v.27, n.2: S3939-S3945. 2009.

BRANDENBERGER, L.; WIEDENFELD, B. Physical characteristics of mulches and their impact on crop response and profitability in muskmelon production. **HortTechnology**, v.7: p.165-168. 1997.

BUCKINGHAM, E. **Studies on the movement of soil moisture**. USDA. Bur. Coils, BULL, 38p. 1907.

CAITANO, R. F. ; MOREIRA, L. C. J. ; OLIVEIRA, A. D. ; Teixeira, A.S. dos. ; BEZERRA, F. M. L. . Condutividade hidráulica não saturada, em latossolo vermelho amarelo, pelo método do perfil instantâneo. In: IX CONGRESSO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE INGENIERIA AGRICOLA/XXXIX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 2010, Vitória. **Anais... IX CLIA/XXXIX CONBEA**. Jaboticabal: SBEA, 2010. v. 1. p. 11.

CÂMARA, M. J. T.; NEGREIROS, M. Z. de ; MEDEIROS, J. F. de; BEZERRA NETO, F.; BARROS JÚNIOR, A. P. Produção e qualidade de melão amarelo influenciado por coberturas do solo e lâminas de irrigação no período chuvoso. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.1, p.58-63, jan. fev. 2007.

CAMARGO, A. P.; SENTELHAS, P.C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.5, n.1, p.89-97, 1997.

CAMEIRA, M.R.; FERNANDO, R.M.; AHUJA, L.; PEREIRA, L.S. Simulating the fate of water in field soil-crop environment. **Journal of Hydrology** 315: 1-24. 2005.

CAMPOS, R.T. Avaliação sob risco da capacidade de pagamento por água bruta de produtores da bacia do Jaguaribe (CE). **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.48, n.2, Brasília, 2010.

CANTU, R.R.; JUNGLAUS, R.W.; FERNANDES, L.J.C.; GOTO, R. Cultivo de rúcula em túneis com diferentes tipos de cobertura e mulching. **Horticultura Brasileira** 25: Suplemento. CD-ROM. 2007.

CARDOSO, L. R. et al. Variabilidade genética entre populações de *Pistia stratiotes*. **Planta Daninha**, v. 23, n. 2, p. 181-185, 2005.

CARLOS, A.L.X.; MENEZES, J.B.; ROCHA, R.H.C.; NUNES, G.H.S.; SILVA, G.G. Vida útil pós-colheita de melancia submetida a diferentes Temperaturas de armazenamento. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.4, n.1, p.29-35, 2002.

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

CARVALHO, D.F.; SOARES, A.A.; RIBEIRO, C.A.A.S.; SEDIYAMA, G.C.; PRUSKI, F.F. Otimização do uso da água no perímetro irrigado do Gorutuba, utilizando-se a técnica da programação linear. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, DEAg/UFPB, v.4, n.2, p.203-209, 2000.

CHAKRABORTY, D. et al. Effect of mulching on soil and plant water status, and the growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) in a semi-arid environment. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.95, n.12, p.1323-1334, 2008.

CHATERLAN, Y.; DUARTE, C.; LEÓN, M.; PEREIRA, L.S.; TEODORO, P.R.; GARCÍA, R.R. Coeficientes de cultivo de la cebolla y su determinación con el modelo ISAREG. In: MODERNIZACIÓN DE RIEGOS Y USO DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN (Red CYTED-Riegos, La Paz, Bolivia, Setembro de 2007). **Anais...** La Paz, Bolívia CD-ROM. 2007.

CHAVES, S.W.P.; MEDEIROS, J.F.; NEGREIROS, M.Z.; SILVA, A.K.M.; FREITAS, K.K.C. Rendimento de alface em função da cobertura do solo e frequência de irrigação. **Revista Caatinga** 17: 25-31. 2004.

CHRISTOFIDIS, D. O futuro da irrigação e a gestão das águas. **Revista Item**, n.80. p. 40-47. Brasília, 2008.

COSTA, R.N.T.; COLARES, D.S.; SAUNDERS, L.C.U.; SOUZA, F.de. Eficiências de aplicação e de uso da água em cultivo de arroz no perímetro irrigado morada nova, ce. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 10, n. 4, p. 372-382, novembro-dezembro, 2005.

COSTA, R.N.T. **Estratégias para racionalização e conservação do recurso água na parte baixa da bacia hidrográfica do rio Curu-CE**. Projeto de pesquisa. Pentecoste-CE. 2006.

COSTA, N.D.; LEITE, W.M. **O Cultivo da Melancia**. Relatório técnico. Fortaleza, CE. 35p. 2004.

DANTAS, M.S.M. **Rendimento e qualidade de frutos de melancia cultivada sob proteção de agrotêxtil combinado com “mulching” plástico**. Dissertação de Mestrado, 51f, Mossoró, 2010.

DIAS, F.M.; MORAIS, S.J.S.; REZENDE, R.C. **Análise da viabilidade econômica para produção de melancia e cenoura com financiamento em Anápolis – GO**. Apostila Técnica, 6p, Goiás, 2008.

DNOCS - DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS. **O perímetro irrigado Jaguaribe Apodi**. Fortaleza – CE. Disponível em:< http://www.dnocs.gov.br/~dnocs/doc/canais/perimetros_irrigados/ce/jaguaribe_apodi.html>. Acesso em: 15 jul. 2014.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Necessidades hídricas da cultura**. Campina Grande, UFPB, 1997. 204p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem).

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. Guidelines for predicting crop water requirements. **Irrigation and Drainage Paper**, n. 24, 2ed. FAO. Rome. 1977. 156p.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos**. Roma: FAO. Estudio FAO. Riego y Drenaje, 33. 1979. 212p.

FERREIRA, J.O.P. **Evapotranspiração e coeficientes de cultura da melancia irrigada por gotejamento em Alvorada do Gurguéia-PI**. Tese de Doutorado. 103f. Jaboticabal-SP, 2010.

FERNANDES, C.N.V. **Frequência de irrigação e de fertirrigação com nitrogênio e fósforo na cultura da melancia**. (Dissertação de Mestrado). 79f. Fortaleza, CE. 2012.

FERNANDES, F. M., PRADO, R. M. Fertirrigação da cultura da melancia. In: BOARETTO, A. E.; VILLAS BOAS, R. L.; SOUZA, W. F. PARRA, L. R. V. **Fertirrigação: teoria e prática**. Piracicaba, v. 1, p. 632-653, 2004.

FREITAS, A. A.; BEZERRA, F. M. L. Coeficientes de cultivo da melancia nas suas fases Fenológicas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 35, n.2, jul.-dez., 2004, p.319 – 325.

FRIZZONE, J.A. **Controle de irrigação**. Piracicaba, ESALQ. Departamento de Engenharia Rural. 1990. 25p. (Notas de aula).

FRIZZONE, J. A. **Funções de resposta das culturas à irrigação**. Piracicaba : ESALQ, 1993. 42 p. (Ler. Série Didática, 6). 1993.

FRIZZONE, J. A.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. **Planejamento de irrigação: análise de decisão de investimento**. Brasília: EMBRAPA, 2005, 626p.

GARCIA, L.F. **Influência do espaçamento e da adubação nitrogenada sobre a produtividade da melancia no baixo Paraíba Piauiense**. Teresina: Embrapa Meio Norte. 5p. (Comunicado técnico, 79). 1998.

GONDIM, R.S.; JÚNIOR, S.C. de F.F.; EVANGELISTA, S. R. M.; CASTRO, M.A.H. de; TEIXEIRA, A. S. Impacto das mudanças climáticas na evapotranspiração em nível de bacia hidrográfica utilizando um sistema de informações geográficas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 16, p. 5-12, 2011.

GUIMARÃES, J. W. A. **Manejo do algodão irrigado no projeto Jaguaribe-Apodi, utilizando um modelo computacional**. Dissertação de Mestrado. Fortaleza, 1993, 182p.

HERNANDEZ, F.B.T. “A gestão dos perímetros irrigados precisa ser repensada”. Um dos palestrantes da II Winotec - II Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação e o I Simpósio Brasileiro sobre o Uso Múltiplo da Água, Fortaleza, **Anais... II Winotec**, 2008.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2005-2006**. Rio de Janeiro, p.1-777, 2006.

JENSEN, M. E. **Evapotranspiration and Irrigation Water Requirements**. Prepared by the Committee on Irrigation Water Requirements of the Irrigation and Drainage Division of the American Society of Civil Engineers-ASCE. 1990.

KARASAWA, M.; SILVA, M.C.; PIRES, M.M.M.L.; PIMENTA, R.M.B.; DIAS, R.C.S.; ARAGÃO, C.A. Características produtivas de melancias “icebox” submetidos a diferentes coberturas do solo. **Horticultura Brasileira**, v.26, n.2:S5711-S5715. 2008.

KELLER, J; KARMELI, D. Trickle irrigation design parameters. **Transactions of the ASAE**, v.17, p.678-684, 1975.

LACERDA, C.F. **Relações solo – água – planta**. Apostila de ensino. Universidade Federal do Ceará – UFC. Fortaleza, CE, 104f., 2004.

LÉO, L.F.R.; HERNANDEZ, F.B.T. **A irrigação na agricultura irrigada**. São Paulo-SP. 2007.

LI, Q. et al. Effects of irrigation and straw mulching on microclimate characteristics and water use efficiency of winter wheat in North China. **Plant Production Science**, Tokyo, v.11, n.2, p.161-170, 2008.

LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A.; CHRISTOFIDIS, D. **O uso da irrigação no Brasil**. 2004. Disponível em: <<http://www.cf.org.br/cf2004/irrigacao.doc>>. Acesso em: 30 dez. 2011.

LIMA JUNIOR, J. A. de; LOPES, P. R. A. Avaliação da cobertura do solo e métodos de irrigação na produção de melancia. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 315-322, abr./jun. 2009.

LYRA, G.B.; SOUZA, J.L.; IEDO, T.; LYRA, G.B.; MOURA FILHO, G.; ARAÚJO JUNIOR, R.F. Conteúdo de água no solo em cultivo de milho sem e com cobertura morta na entrelinha na região de Arapiraca-AL. **Irriga**, Botucatu, v.15, n.2, p.173-183, 2010.

LIU, Y.; TEIXEIRA, J.L.; ZHANG, H.J.; PEREIRA, L.S. **Model validation and crop coefficients for irrigation scheduling in the North China plain**. *Agri. Water manag.* 36: 223-246p. 1998.

LOPES, F.B.; SOUZA, F.; ANDRADE, E.M.; MEIRELES, A.C.M.; CAITANO, R.F. Determinação do padrão do manejo da irrigação praticada no perímetro irrigado Baixo Acaraú, Ceará, via análise multivariada. **Irriga**, Botucatu, v. 16, n. 3, p. 301-316, 2011.

LOPES, F. B.; ANDRADE, E. M.; AQUINO, D. N.; LOBATO, F. A. O.; MENDONÇA, M. A. B. Indicadores de sustentabilidade do Perímetro Irrigado Baixo Acaraú, Ceará, empregando a análise multivariada. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 40, n. 01, p. 17-26, 2009b.

MAROUELLI, W.A.; BRAGA, M.B.; ANDRADE JUNIOR, A.S. **Irrigação na cultura da melancia**. Circular Técnica (Embrapa), n.108, 22p., Brasília, 2012.

MAROUELLI, W. A. **Tensiômetros para o controle de irrigação em hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2008. 15 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 57).

MARTINS, N. L. F. **Efeitos de coberturas plásticas e orgânicas sobre o rendimento de frutos de duas cultivares de morangueiro (Fragaria x ananassa Duch.) e a temperatura do solo**. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 1983.

MEDEIROS, S.S.; SOARES, A.A.; RAMOS, M.M.; MANTOVANI, E.C.; SOUZA, J.A.A. **Avaliação do manejo de irrigação no Perímetro Irrigado de Pirapora, MG.** Id. 898208 Idioma português. Título Avaliação do manejo de irrigação no Perímetro Irrigado de Pirapora, MG, 2001. Disponível em:<<http://www.scielo.br>>. Acesso em: 20 abr. 2012.

MEDEIROS, J.F.; SANTOS, S.C.L.; CÂMARA, M.J.T.; NEGREIROS, M.Z. Produção de melão Cantaloupe influenciado por coberturas do solo, agrotêxtil e lâminas de irrigação. **Horticultura Brasileira** 25: 538-543. 2007.

MEDEIROS, J. F. de, SILVA, M. C. de C.; CÂMARA NETO, F. G.; ALMEIDA, A. H. B. de, SOUZA, J. de O.; NEGREIROS, M. Z. de ; SOARES, S. P. F. Crescimento e produção do melão cultivado sob cobertura de solo e diferentes frequências de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.4, p.792–797, 2006.

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

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

MIRANDA, E.P. **Coefficiente de cultivo do melão (Cucumis melo, L.) determinado pelo balanço hídrico e graus-dia de desenvolvimento.** Dissertação de Mestrado. Fortaleza, Ceará. 1998.

MONTENEGRO, A.A.T. **Evapotranspiração e coeficientes de cultivo do mamoeiro obtidos através do método do balanço hídrico para a região litorânea do Ceará.** Dissertação de mestrado. Fortaleza. 2002.

MONTEIRO, R.O.C.; COSTA, R.N.T.; LEÃO, M.C.S.; AGUIAR, J.V. Eficiência do uso da água e nitrogênio na produção de melão. **Revista Irriga**, Botucatu, v.13, n.3, p.367-377, 2008.

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

MORENO, F.; MARTÍN-PALOMO, M.J.; GIRÓN, I.F.; FERNÁNDEZ, J.E.; MURILLO, J.M.; CABRERA, F. Experiencias científicas para optimizar el riego de los cultivos en zonas semiáridas. In: Modernización de Riegos y Uso de Tecnologías de Información (Red CYTED-Riegos, La Paz, Bolivia, Set. 2007). **Anais...** La Paz, Bolívia CD-ROM. 2007.

MORETTIN, P.A.; BUSSAB, W.O. **Estatística Básica**, 5a ed. Atual Editora, São Paulo, TRIOLA, M.F. Introdução à Estatística. 7a ed. 2003.

MULLER, A. G. **Comportamento térmico do solo e do ar em alface (Lactuca sativa.) para diferentes tipos de cobertura do solo**. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1991.

NOBREGA, G.B.; SANTOS, A.F.; COSTA, C.C.; SILVA, F.V.G.; DIAS, R.C.S.; BARBOSA, J.W.S. Caracterização de genótipos de melancia no município de São Bento-PB. **Horticultura Brasileira**, v.27: S2857-S2862. 2009.

OLIVEIRA, P.G.F.; MOREIRA, O.C.; BRANCO, L.M.C.; COSTA, R.N.T.; DIAS, C.N. Eficiência de uso dos fatores de produção água e potássio na cultura da melancia irrigada com água de reuso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande-PB, v.16, n.2, p.153-158, 2012.

OLIVEIRA, J.J.G. **Evapotranspiração máxima e coeficientes de cultivo da melancia (Citrullus lanatus, Schrad) através de lisímetro de pesagem de precisão para a região litorânea do Ceará**. (Dissertação de Mestrado). Fortaleza, 1999, 121p.

OLIVEIRA, F.Z. de. **O Crescimento da fruticultura irrigada no Ceará**. Folder da ADECE. Fortaleza, Ceará. 2008.

OLIVEIRA, A.S.; LEÃO, M.C.S.; OLIVEIRA, H.G. de; PEREIRA, O.J. Ocorrência da podridão apical em frutos de melancia submetidos a diferentes períodos de deficiência hídrica no solo. **Ciência Agrônômica**. Fortaleza, v.22, n.1/2, p.121-125, 1991.

ORTEGA-FARIAS, S.; IRMAK, S.; CUENCA, R.H. Special issue on evapotranspiration measurement and modeling, **Irrigation Science**, v.28, n.1, p.1–3, 2009.

ORTEGA-FARIAS, S. Sistema integral para la gestión hídrica. In: Modernización de Riegos y Uso de Tecnologías de Información (Red CYTED-Riegos, La Paz, Bolivia, Set. 2007). **Anais...** La Paz, Bolívia CD-ROM. 2007.

PEREIRA, W.A.; ALMEIDA, L.S. **Método manual para cálculo da taxa interna de retorno**. Apostila didática, 13p. São Paulo, 2008.

PEREIRA, L.S. **Necessidades de água e métodos de rega. Publicado na Europa e América**. 300p. Lisboa-Portugal. 2004.

PEREIRA, J.; PERES, J.R.R. **Manejo da matéria orgânica. In: Solos de Cerrados – tecnologias e estratégias de manejo**. São Paulo: Nobel/Brasília: Embrapa- CPAC, 1986. p. 270-278.

PEREIRA, L.S.; PERRIER, A.; AIT KADI, M.; KABAT, P. (eds): **Crop Water Models**. ICID Bulletin Special issue 41 (2). USA. 1992.

PEREIRA, L.S.; VAN DEN BROEK, B.; KABAT, P.; ALLEN, R.G. (eds), **Crop-Water Simulation Models in Practice**. Wageningen Pers, Wageningen. USA. 1995.

PEREIRA, L.S.; TEODORO, P.R.; RODRIGUES, P.N.; TEIXEIRA, J.L. Irrigation scheduling simulation: the model ISAREG. In: Rossi, G., Cancelliere, A., Pereira, L.S., Oweis, T., Shatanawi, M., Zairi, A. (Eds.) Tools for Drought Mitigation in Mediterranean Regions. Kluwer, Dordrecht, p. 161-180. 2003. **Anais...** Kluwer, 2003.

PEREIRA, L.S. **Necessidades de água e programação da rega: modelação, avanços e tendências**. Taller Internacional: Modernización de riegos y uso de tecnologías de información. La paz – Bolivia. 2007.

PEREIRA, L.S.; PERRIER, A.; ALLEN, R.G.; ALVES, I. Evapotranspiration: concepts and future trends. **J. Irrig. Drain. Engrg. ASCE** 125 (2), p.45–51. 1999.

PEREIRA, L.S. **Indicadores de uso da água**. In: AF Cirelli e E.M. Abraham (Eds.). Uso y gestion Del água em terras secas. v. XI El Água en Iberoamérica. CYTED área IV. 13: 207-214p. 2003.

PONTES, C. G. M. **Evapotranspiração máxima e coeficientes de cultivo do abacaxi (Ananas comosus L. Merrill) através de lisímetro de pesagem de precisão para a região litorânea do Ceará**. (Dissertação de Mestrado). Fortaleza: UFC, 2002. 98 p.

RAMOS, M.M.; OLIVEIRA, R.A.; LOPES, J.M.S. **Manejo da irrigação em diferentes fontes de água na agricultura irrigada**. São Paulo-SP. 2000.

RAMOS, A.R.P.; DIAS, R. de C.S.; ARAGÃO, C.A. Qualidade de frutos de melancia sob diferentes densidades de plantio. **Horticultura Brasileira**, v.27, n.2. S2182-S2188. 2009.

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

RIBEIRO, R.S.F. **Modelo computadorizado para a determinação de calendários de irrigação**. Dissertação de Mestrado. Fortaleza-Ce. 1992, 89p.

ROCHA, M.R.; E.L.T.Z., F.L.F.; SANTOS, M.S.; ROCHA, P.V.; GOULART, L.Z. Produtividade, qualidade dos frutos e distribuição radicular da melancia em diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 35:1377-1386, 2011.

SALOMÓN, M.A.; SÁNCHEZ, C.M.; PEREIRA, L.S. Estimacion del balance hídrico mediante aplicación del modelo ISAREG en el Canal Segundo Vistalba, Lujan de Cuyo, Mendoza (Argentina). In: E. Ruz e L.S. Pereira (eds.) Modernización de Riegos y Uso de Tecnologías de Información (Red CYTED-Riegos, La Paz, Bolivia, Set. 2007). **Anais...** La Paz, Bolívia CD-ROM. 2007.

SANTOS, M.A.L.; COSTA, R.N.T.; FRIZZONE, J.A.; SANTOS, C.G.; SANTOS, V.R. Modelo de programação linear para otimização econômica do projeto de irrigação baixo acaraú – ce. **Revista Caatinga** (Mossoró,Brasil), v.22, n.1, p.06-19, janeiro/março de 2009.

SANTOS, G.R.; LEÃO, E.U.; GONÇALVES, C.G.; CARDON, C.H. Manejo da adubação potássica e da irrigação no progresso de doenças fúngicas e produtividade da melancia. **Horticultura Brasileira** 31: 36-44. 2013.

SANTOS, F.J.S.; LIMA, R.N.; RODRIGUES, B.H.N.; CRISÓSTOMO, L.A.; SOUZA, F.; OLIVEIRA, J.J.G. **Manejo da Irrigação da Melancia: Uso do Tanque Classe “A”**. Fortaleza: Embrapa. 13p. (Circular Técnica da Embrapa Meio Norte, 22). 2004.

SARAIVA, K. R. **Validação e aplicação prática do modelo “ISAREG” no manejo da irrigação da cultura da melancia no perímetro irrigado Baixo Acaraú, Ceará**. 174f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

SARAIVA, K. R.; SOUZA, F. de. O efeito das mudanças climáticas nas necessidades hídricas do feijão-caupi no curu-pentecoste utilizando o modelo “ISAREG”. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.6, nº. 1, p. 8-13, 2012.

SARAIVA, K. R.; BEZERRA, F. M. L.; SOUZA, F. de.; CAMBOIM NETO, L. F. Aplicação do “ISAREG” no manejo da irrigação na cultura da melancia no Baixo Acaraú, Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 53-60, jan-mar, 2013.

SCHONWALD, C.; SAMPAIO, S.C.; SATO, M.; FRIGO, E.P.; SUSZEK, M.; FRIGO, J.P. Avaliação econômica de sistemas de irrigação em estabelecimentos rurais familiares na região oeste do Paraná. **Irriga**, Botucatu, v.13, n.1, p.128-138, 2008.

SILVA, N.C.; KARASAWA, M.; BATISTA, P.F.; PIRES, M.M.M.L.; DOUZA, S.F.; DIAS, R.C.S.; ARAGÃO, C.A. Qualidade pós-colheita de melancias para mercado interno sob diferentes espaçamentos entre plantas e lâminas de irrigação. **Horticultura Brasileira**, v.26, p.5617-5621, 2008.

SILVA, F. L. da. **Ambiência e Biofertilização no cultivo orgânico de figo, em condições semiáridas**. (Tese de Doutorado). UFC. Fortaleza, Ceará. 130f. 2012.

SILVA, M.L.; FONTES, A.A. Discussão sobre os critérios de avaliação econômica: Valor presente líquido (VPL), Valor anual equivalente (VAE) e Valor esperado da terra (VET). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.6, p.931-936, 2005.

SILVA, F.A.M. et al. Dinâmica da água nas palhadas de milho, milheto e soja, utilizadas em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.5, p.717-724, 2006.

SILVERNAIL, A.; BOMFORD, M.; HARVEY, B. Alternatives to plastic mulch for organic watermelon production. **Kentucky Academy of Science Meeting**, Agricultural Sciences Section. Morehead, KY. 2006.

SOUSA, V.F.; MAROUELLI, W.A.; COELHO, E.F.; PINTO, J.M.; COELHO FILHO, M.A.C. **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Embrapa Informação Tecnológica, 771f., Brasília, DF, 2011.

SOUSA, V.F.; COELHO, E.F.; ANDRADE JUNIOR, A.S.; FOLEGATTI, M.V.; FRIZZONE, J.A. Eficiência do uso da água pelo meloeiro sob diferentes frequências de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4: 183-188. 2000.

SOUSA, J.R.M.; ALVINO, F.C.G.; BRITO, M.E.B.; WANDERLEY, J.A.C.; SÁ, F.V.S.; ARAÚJO FILHO, G.D. Crescimento e produção da melancieira submetida a estresse hídrico no semiárido paraibano. In: INOVAGRI International Meeting. **Anais... INOVAGRI International Meeting e IV WINOTEC**. Fortaleza, CE. 2012.

SOUZA, F.F.; DIAS, R.C.S.; QUEIRÓZ, M.A. **Aspectos botânicos da melancia. In: Cultivo da melancia em Rondônia.** 102p. Embrapa Rondônia. Porto Velho-RO, 2008.

SOUZA, F.; GONÇALVES, J.J.O.; VASCONCELOS, J.P.; OLIVEIRA, V.R.; SARAIVA, K.R. **Relatório técnico** CENTEC/DNOCS acerca de 4 perímetros de irrigação no Ceará. Fortaleza. 2004.

SOUZA, F.de. **Irrigação – Desenvolvimento e Tecnologia.** 93p. 2000.

SRINIVAS, K.; HEDGE, D.M.; HAVANAGI, G.V. Plant water relations, canopy temperature, yield and water-use efficiency of watermelon *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsun et Nakai under drip and furrow irrigation. **Journal of Horticultural Science**, Ashford Kent, v.64, n.1, p.115-124, 1989.

TATE, D. M. **Principios del uso eficiente del agua.** Disponível em: <http://www.unesco.org.uy/phi/libros/uso_eficiente/cap2.htm>. Acesso em: 15 jan. 1990.

TAVARES, B.S.; BORGES JUNIOR, J.C.F.; CORRÊA, M.M.; LIMA, J.R.S.; DANTAS NETO, J. Análise de risco e otimização de recursos hídricos e retorno financeiro em nível de fazenda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.15, n.4, p.338–346, 2011.

TEIXEIRA, J.L.; PEREIRA, L.S. ISAREG, na irrigation scheduling model. **ICID bulletin**, 41 (2): 29-48p. 1992.

TORRECILLAS, A.; CONEJERO, W.; ORTUÑO, M.F.; GARCÍA-ORELLANA Y., NICOLÁS, E.; ALARCÓN, J.J. Utilización de las medidas de las variaciones del diámetro del tronco para la programación Del riego en melocotonero temprano. In: Modernización de Riegos y Uso de Tecnologías de Información (Red CYTED-Riegos, La Paz, Bolivia, Set. 2007). **Anais...** La Paz, Bolívia CD-ROM. 2007.

VAN GENUCHTEN, M. T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Sci. Am. J.**, Madison. 44 (5): 892-8. 1980.

VIANA, J.M. **Determinação de calendário de irrigação para as culturas do perímetro irrigado Curu-Paraipaba, utilizando um modelo computacional (Cropwat v.5.7, 1991-FAO).** Dissertação de Mestrado. Fortaleza-Ce. 1997, 122p.

VICTORIA, F.R..B.; VIEIRA, H.J.; PEREIRA, L.S. O gerenciamento de microbacias com vocação agrícola em Santa Catarina: estudos agro-hidroclimatológicos integrados. In: Modernización de Riegos y Uso de Tecnologías de Información (Red CYTED-Riegos, La Paz, Bolivia, Set. 2007). **Anais...** La Paz, Bolívia CD-ROM. 2007.

WILLMOTT, C.J. **On the validation of models.** Physical Geography, v.2, p. 1984 – 194. 1981.

ZHANG, X.Y. et al. Improved water use efficiency associated with cultivars and agronomic management in the North China Plain. **Agronomy Journal**, Madison, v.97, n.3, p.783-790, 2005.

APÊNDICE - Manual prático

AGRADECIMENTOS

A Deus pela sabedoria e discernimento.

À minha família (pais, irmãos, esposa e filha), pelo apoio e confiança.

Ao amigo e professor Thales Vinícius de Araújo Viana, responsável pela orientação da pesquisa (tese de Doutorado) que serviu de base para a elaboração deste manual.

Ao professor, amigo e "mentor" Tílicio, pelas contribuições fornecidas durante toda a minha caminhada acadêmica.

Aos amigos e professores do IFCE - Limoeiro: Solerme, Evando e Sildemberny, pelo indispensável apoio, durante todas as fases dos experimentos de campo.

Aos amigos do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola - PPGEA, Luiz Alves, e Andrézão, pelas contribuições e pela amizade e convivência harmoniosa.

Aos amigos de Limoeiro do Norte: Cristiane Celedônio, Gregório e Reginaldo, que tanto me ajudaram durante todos os experimentos de campo.

À Universidade Federal do Ceará - UFC, pela oportunidade e apoio concedidos durante toda a minha vida acadêmica.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro (recursos de projeto) à pesquisa, durante os dois anos de experimento de campo, em Limoeiro do Norte-CE.

À CAPES, pelo apoio financeiro (bolsa de estudos) à pesquisa, que desde o início do meu ingresso como Doutorando da UFC tem me apoiado.

Aos gestores da UEPE e da FAPIJA, e aos irrigantes do perímetro irrigado Jaguaribe Apodi que colaboraram durante todas as fases da pesquisa.



Patrocínio:



NOVAGRI

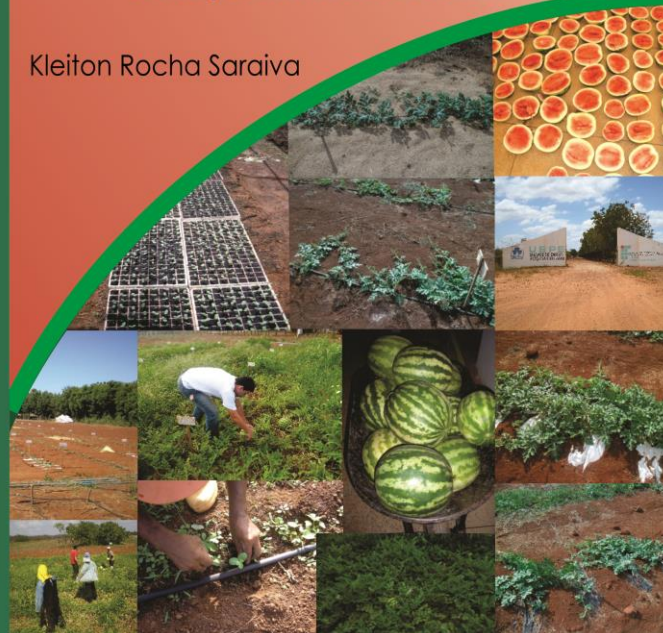
Instituições Parceiras:

MANUAL PRÁTICO DE RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS

A CULTURA DA MELANCIA

Manejo, Colheita e Pós-Colheita

Kleitton Rocha Saraiva



Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-67668-07-9



9 788567 668079

**MANUAL PRÁTICO DE
RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS**

**CULTIVO DE MELANCIA
MANEJO, COLHEITA E PÓS-COLHEITA**

KLEITON ROCHA SARAIVA

FORTALEZA, 2014

AUTOR**KLEITON ROCHA SARAIVA**

ENGENHEIRO AGRÔNOMO
MESTRE EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

ORIENTADOR E REVISOR**THALES VINÍCIUS DE ARAÚJO VIANA**

DOUTOR EM IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

COLABORADORES**SOLERNE CAMINHA COSTA**

DOUTOR EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

EVANDO LUIZ COELHO

DOUTOR EM FITOTECNIA

SILVIO CARLOS RIBEIRO VIEIRA LIMA

DOUTOR EM IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

ANDRÉ HENRIQUE PINHEIRO ALBUQUERQUE

MESTRE EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

CRISTIANE AIRES CELEDÔNIO

MESTRE EM IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

FRANCISCO SILDEMBERNY SOUZA DOS SANTOS

MESTRE EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

LUIZ ALVES DE LIMA JUNIOR

MESTRE EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

GREGÓRIO HERMES PAIVA DE LIMA

ENGENHEIRO AGRÔNOMO

RAIMUNDO REGINALDO DA COSTA

TECNÓLOGO EM RECURSOS HÍDRICOS/IRRIGAÇÃO

FORTALEZA

2014

SUMÁRIO

	APRESENTAÇÃO	
1	INTRODUÇÃO	
2	CLIMA	
3	SOLO	
4	CALAGEM E ADUBAÇÃO	
5	CULTIVAR	
6	SEMEADURA E TRANSPLANTIO	
7	CONTROLE DE ERVAS DANINHAS	
8	CONDUÇÃO DAS RAMAS	
9	DESBASTE DE FRUTOS	
10	COBERTURA NO SOLO	
11	IRRIGAÇÃO	
12	FERTIRRIGAÇÃO	
13	DOENÇAS	
14	PRAGAS	
15	COLHEITA	
16	PÓS-COLHEITA (TEMPO DE PRATELEIRA)	
17	INDICADORES FINANCEIROS	
18	CONCLUSÕES	
	REFERÊNCIAS	

APRESENTAÇÃO

PREZADOS TÉCNICOS E PRODUTORES RURAIS,

Os manuais práticos são recursos instrucionais relevantes para o processo da Formação Profissional Rural e Promoção Social e, quando elaborados segundo metodologia cientificamente adequada, constituem um reforço da aprendizagem adquirida pelos técnicos e produtores rurais ao longo de suas vidas no campo.

Este manual foi criado, especialmente, para as suas orientações em todo o processo de cultivo da melancia irrigada, cultivada no Distrito de Irrigação Jaguaribe - Apodi – DIJA, na Região do Baixo Jaguaribe - CE.

É resultado de experimentos de campo, realizados durante o processo de elaboração da Tese de Doutorado do autor deste manual, pertencente ao Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará - UFC, intitulada “**Utilização do modelo “ISAREG” no manejo da irrigação da cultura da melancia, sob diferentes coberturas no solo visando à conservação dos recursos hídricos do semiárido brasileiro**”.

A pesquisa (projeto de Tese) foi financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – **CNPq**, com o auxílio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - **CAPES** (bolsa de estudos). Os experimentos ocorreram na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão – **UEPE**, pertencente ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – **IFCE**, campus Limoeiro do Norte, localizado dentro do Perímetro (distrito) de Irrigação Jaguaribe – Apodi – **DIJA**. A organização da produção do perímetro irrigado é realizada pela Federação das Associações do Perímetro Irrigado Jaguaribe-Apodi – **FAPIJA**.

Este manual prático, de maneira simples e ilustrada, trata do manejo do cultivo da melancia irrigada, abordando aspectos desde a produção até a colheita e pós-colheita. Aborda, também, aspectos que interferem na economia de água e de energia no manejo da cultura.

1 INTRODUÇÃO

Uma crescente escassez de água está ampliando os desafios para a agricultura, perdulária no seu uso, necessitando-se que se encontrem novas soluções para a gestão dos recursos hídricos em áreas irrigadas, principalmente as localizadas na região semiárida, onde a água é escassa. Além disso, no semiárido, predominantemente, ainda não se realiza o correto manejo da irrigação. Como resultado, além das produtividades das culturas estarem aquém do seu potencial, normalmente se aplica mais água do que as culturas necessitam, ocasionando o desperdício dos recursos hídricos, além do maior gasto de energia elétrica.

Uma das alternativas para evitar o desperdício do recurso hídrico é a utilização de softwares computacionais usados no manejo da irrigação, como o modelo ISAREG, que é capaz de auxiliar na simulação de lâminas de irrigação visando à manutenção da umidade do solo em diferentes porcentagens de armazenamento. Outra maneira de se reduzir o uso do recurso hídrico na agricultura é através da utilização de cobertura do solo, que é uma tecnologia simples e cujos benefícios sobre a produção e a produtividade das culturas são irrefutáveis, especialmente em situações de baixa disponibilidade de água, reduzindo, inclusive, a frequência dos tratos culturais e, em consequência, os custos de produção.

Entretanto, após a finalização da pesquisa, as tecnologias utilizadas precisam chegar até os técnicos e os produtores, motivo maior que impulsionou a criação deste manual. Isto, visando à aplicação de técnicas de convivência e de interação dos pesquisadores com os agricultores e com os agentes de extensão.

O trabalho apresentado nesse manual prático vislumbra a confirmação das seguintes afirmativas (hipóteses), esclarecidas durante a pesquisa de campo: com a diminuição da lâmina de água aplicada à cultura da melancia, em relação à quantidade de água aplicada, atualmente, pelo irrigante do Perímetro Jaguaribe – Apodi, a produtividade da cultura se manterá ou se elevará; com a utilização das coberturas no solo, uma maior quantidade de água será retida, na zona das raízes da cultura da melancia, sendo preciso menos água aplicada do que no cultivo em solo sem cobertura; a maior eficiência no uso da água (maior produtividade, utilizando menos água) será verificada em tratamento que estiver com cobertura, seja ela sintética ou orgânica (casca de arroz); e, o ISAREG, sendo alimentado com dados de solo, clima e cultura locais, se

mostrará eficiente no cálculo do balanço hídrico do solo e do manejo de irrigação para a cultura da melancia.

2 CLIMA

Os principais fatores climáticos que afetam o crescimento e a produção da melancia são temperatura, quantidade de luz solar diária, umidade relativa do ar e ventos.

A melancieira desenvolve-se melhor na faixa de temperatura entre 25°C e 30°C (ANDRADE JÚNIOR et al., 2007). Durante os experimentos em campo no DIJA, as temperaturas médias diárias variaram de 24,7 °C a 30,1°C, ou seja, em termos de temperatura o DIJA demonstrou condições favoráveis ao cultivo da cultura da melancia.

Quanto à quantidade de luz solar, torna-se inquestionável a condição propícia ao cultivo da melancia do DIJA, pois encontra-se em uma região, notadamente, com elevados registros de insolação e radiação solar.

Quanto aos ventos fortes, verificou-se que no período de setembro a janeiro ocorreram as maiores velocidades dos ventos (em torno de 6,7 m.s⁻¹). Portanto, em regiões sujeitas a ventos excessivos é aconselhável que o preparo do solo não seja muito intenso, deixando-se alguns torrões onde as gavinhas das ramas possam se fixar melhor (ANDRADE JÚNIOR et al., 2007).

Quanto à umidade relativa do ar, não se verificou limitações para a exploração da atividade, pois se observou valores médios em torno de 60%.

3 SOLO

Apesar de os solos arenosos serem mais indicados para o cultivo da melancieira, não se verificou limitações quanto à textura do solo do DIJA (na área do estudo sendo classificado como podzólico, com considerável quantidade de argila).

Quanto ao preparo do solo, deve-se fazer uma aração e uma gradagem ou duas gradagens, de forma cruzada, isto dependendo do grau de compactação do solo e da profundidade do sistema radicular da última cultura explorada no local.

Vale salientar que o solo foi preparado de forma convencional, mas que o irrigante poderá adotar a metodologia de cultivo mínimo ou de plantio direto.

Após o preparo do solo, poderá ser dado início à marcação dos pontos no terreno e à abertura das covas, para posterior semeadura ou transplante das mudas.

4 CALAGEM E ADUBAÇÃO

Em se tratando do solo da Chapada do Apodi, local onde está localizado o DIJA, não há necessidade de se fazer calagem, pois o processo de formação desses solos ocorreu sobre rochas de calcário, resultando em solos alcalinos (pH em torno de 7,0 a 8,0). Portanto, sabendo-se que o pH ideal, para que a maioria dos nutrientes contidos no solo possam ser disponibilizados para as plantas é de, aproximadamente 6,0, recomenda-se a aplicação de ácidos, via água de irrigação ou fertirrigação, visando reduzir o pH do solo do DIJA. No experimento de que trata este manual, o ácido fosfórico foi utilizado, para acidificar o solo. Todavia, a recomendação da aplicação acerca do tipo de ácido e da quantidade a ser utilizada deverá ser feita por um técnico (Engenheiro Agrônomo) habilitado.

Os produtos comerciais utilizados, durante a pesquisa foram uréia (N), cloreto de potássio branco (K_2O), ácido fosfórico (P_2O_5), sulfato de enxofre (S) e ácido bórico (B), como fontes de nitrogênio, potássio, fósforo, enxofre e boro, respectivamente. As quantidades aplicadas durante o ciclo da melancia estão descritos no item 12 deste manual prático.

Vale salientar que antes de se determinar quais produtos fertilizantes serão utilizados e em quais quantidades, deverá ser realizada coleta de solo e posterior análise laboratorial, para que, posteriormente, um profissional habilitado possa fazer a recomendação da adubação, levando-se em consideração a disponibilidade dos nutrientes no solo e as exigências nutricionais da cultura da melancia.

5 CULTIVAR

Recomenda-se utilizar a cultivar americana “Crimson Sweet”, por ter grande aceitação no mercado nacional e por demonstrar elevado tempo de prateleira, ou seja, tem considerável durabilidade após serem depositadas nas prateleiras dos supermercados, principalmente por apresentar boa resistência ao transporte, devido à firmeza de sua casca.

Essa cultivar apresenta casca rajada, com largas faixas longitudinais verde-escuras e verde-claras alternadas (Figura 1). Destaca-se pela excelente qualidade da polpa, de sabor muito doce. Apresenta resistência à antracnose, à Fusariose e baixa incidência de podridão-apical (DIAS et al., 2010).



Figura 1. Cultivar “Crimson Sweet”

6 SEMEADURA E TRANSPLANTIO

O método mais utilizado ainda é o plantio direto na cova ou no sulco, mas visando o maior controle de qualidade da plântula (muda jovem de até 12 dias após a germinação) recomenda-se a semeadura em bandejas de isopor, com utilização de substrato, seja caseiro ou comercial (Figura 2).



Figura 2. Bandejas de isopor semeadas com melancia

Após cheia a bandeja com o substrato, deve-se colocar 2 sementes por célula, para que após a germinação (quando as mudas apresentarem 3 a 4 folhas definitivas) possa ser realizado um desbaste (corte) da muda menos vigorosa, pois a restante irá para o campo. Vale salientar que se o produtor dispuser de bastantes bandejas e composto orgânico (substrato), poderá optar por colocar apenas 1 semente por célula, visando à economia de semente, visto que, em alguns casos, têm valores elevados.

É importante que sejam produzidas mais mudas do que o número de covas abertas no campo (pelo menos 10% a mais), visando suprir possíveis perdas ocasionadas por ataques de pragas, estresse climático, dentre outros fatores. Isso, objetivando proporcionar melhor uniformidade da cultura no campo.

Em torno de 7 a 10 dias após a sementeira, momento em que a plântula encontra-se com 3 a 4 folhas, deve-se fazer a operação de transplantio, retirando as mudas da bandeja e colocando-as nas covas já feitas anteriormente (Figuras 3 e 4).



Figura 3. Retirada das mudas da bandeja de isopor



Figura 4. Transplântio (colocando a muda na cova)

7 CONTROLE DE ERVAS DANINHAS

Essa prática tem o objetivo de manter a cultura livre de plantas invasoras (“mato”), que competem por água, luz e nutrientes, reduzindo a produtividade de frutos. Deve ser realizada com bastante cuidado para evitar danos ao sistema radicular superficial e às ramas da melancia. Essa prática deve ser evitada quando as plantas estiverem bem desenvolvidas, pois a melancieira é muito prejudicada pela movimentação excessiva de suas ramas (ANDRADE JÚNIOR et al., 2007).

Esse controle poderá ser de forma manual (capina manual), de forma mecanizada (trator + roçadora) ou ainda pode ser realizado o controle químico, com o uso de herbicidas. Torna-se importante salientar que em caso de controle químico, um Engenheiro Agrônomo deverá ser consultado para que o mesmo possa, de acordo com a necessidade, receitar o herbicida e a dosagem a serem utilizados no campo produtivo.

8 CONDUÇÃO DAS RAMAS

Com o objetivo de livrar as ramas de contatos físicos, sejam eles causados por torrões de solo, movimentação de pessoas, máquinas ou animais, recomenda-se após o final do crescimento vegetativo (em torno de 20 a 30 dias após o transplântio) retirar as ramas dos corredores da área, facilitando todas as práticas na área de cultivo da melancia, durante o restante do ciclo da cultura.

9 DESBASTE DE FRUTOS

Visando conferir mais qualidade à melancia, recomenda-se retirar os frutos menos desenvolvidos, deixando cerca de 2 frutos por planta. Segundo Andrade Júnior et al. (2007) esse procedimento deverá ser feito quando os frutos atingem cerca de 10 cm de diâmetro. No entanto, o produtor deverá analisar se será viável tal prática, pois requer grande quantidade de mão-de-obra.

10 COBERTURA NO SOLO

No Nordeste do Brasil, onde ocorre um período chuvoso e outro seco durante o ano, a cobertura morta, segundo Bandeira et al. (2002) apresenta uma série de benefícios: a) melhora a qualidade do produto (como acontece com a produção de abóbora, melão e melancia); b) incrementa a produtividade das culturas; c) prolonga o tempo de disponibilidade de água no solo; d) reduz as variações de temperaturas do solo; e) aumenta a estabilidade dos agregados do solo; f) reduz a concorrência com plantas daninhas; g) aumenta a fertilidade do solo; h) reduz a erosão pela redução do impacto da chuva.

Nos experimentos realizados com a cultura da melancia no DIJA, foram testados 3 tipos de cobertura no solo. Foram elas: casca de arroz, “mulching” (também conhecido como lona plástica) branco (leitoso) e “mulching” preto.

A **casca de arroz** é abundante na região do baixo – Jaguaribe, mais precisamente em Morada Nova - CE. Caso se decida por utilizar a casca de arroz, esta cobertura deverá ser colocada no solo, com cerca de 2 cm de altura, uma área em torno de 0,5 m² em torno da planta, perfazendo aproximadamente 10 litros por planta (Figura 5).



Figura 5. Cobertura do solo com casça de arroz

Caso o agricultor e/ou técnico opte por utilizar o “**mulching**” (filme de polietileno (plástico) de baixa densidade de dupla face ou única face), deverá instalar um com a face de coloração branca face exposta a radiações locais ou utiliza-se a face preta. Do mesmo modo, deverão ser colocados ao redor das plantas com área de 0,5 m² em torno da mesma (Figuras 6 e 7).



Figura 6. Cobertura do solo com “mulching” branco



Figura 7. Cobertura do solo com “mulching” preto

É importante dizer que o cultivo da melancia em “solo nu” resultou nos mais reduzidos indicadores de produção e qualidade dos frutos de melancia, quando comparados aos números encontrados em cultivos com alguma das coberturas citadas acima.

Em relação à produtividade e ao peso dos frutos, as coberturas de casca de arroz e “mulching” branco alcançaram melhores resultados ($75.000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ e $6,5 \text{ kg}$ (peso do fruto), em média) (Figura 8). Quanto ao grau de doçura dos frutos (BRIX), as 3 coberturas proporcionaram $^{\circ}\text{BRIX}$ em torno de $10,5$, em média.



Figura 8. Melancia de tamanho uniforme e peso médio de $7,5 \text{ kg}$

11 IRRIGAÇÃO

A melancia apresenta um consumo de água diferenciado ao longo de seu ciclo, sendo que a exigência aumenta do início da ramificação até a frutificação, quando a ocorrência de deficiência hídrica atrasa o crescimento da planta e diminui o tamanho dos frutos. A fase crítica vai da frutificação até o início da maturação, quando a produção é altamente afetada pelo déficit hídrico. Do início da maturação até a colheita, a exigência de água reduz-se sensivelmente, sendo necessário, inclusive, que a disponibilidade de água no solo seja pequena (ANDRADE JÚNIOR et al., 2007).

O método de irrigação a ser utilizado no DIJA deverá ser por gotejamento (Figura 9), pois permite uma maior eficiência de aplicação de água, além de proporcionar a aplicação localizada de água, reduzindo, consideravelmente, o aparecimento das ervas daninhas “mato” e possibilitando a diminuição da incidência de doenças fungicidas, devido à redução de umidade na área de plantio. Além do mais, a fertirrigação pode ser praticada, com eficiência, através desse método.



Figura 9. Irrigação por gotejamento

Após a aplicação de diversas metodologias, aplicadas ao manejo correto da irrigação, recomendadas pela FAO (Food Agriculture Organization), tais como, o uso de tensiômetros (Figura 10), e do modelo ISAREG (Figura 11), no experimento realizado no DIJA, a prática da irrigação que resultou em melhores características em termos de produtividade, peso médio de frutos e °BRIX, com a cultura da melancia cultivada no mês de agosto, foi a seguinte: a) manejo de irrigação diária, em que a quantidade aplicada de água em todo o ciclo foi de 160 mm ou 1600 m³.ha⁻¹.



Figura 10. Bateria de tensiômetros na melancia



Figura 11. Tela inicial do ISAREG

Fonte: Teixeira e Pereira (1992)

A distribuição das lâminas de irrigação, na situação acima, poderá ser visualizada na Tabela 1.

Tabela 1. Calendário de irrigação (tempo de irrigação) para a cultura da melancia cultivada no DIJA, no mês de agosto

Dia	Tempo de irrigação (min)	Tempo de irrigação (min e seg.)
01/ago	16,65	16,39
02/ago	16,65	16,39
03/ago	16,65	16,39
04/ago	16,65	16,39
05/ago	16,65	16,39
06/ago	19,15	19,09
07/ago	19,15	19,09
08/ago	19,15	19,09
09/ago	19,15	19,09
10/ago	20,81	20,49
11/ago	21,65	21,39
12/ago	21,65	21,39
13/ago	21,65	21,39
14/ago	21,65	21,39
15/ago	24,98	24,59
16/ago	24,98	24,59
17/ago	24,98	24,59
18/ago	24,98	24,59
19/ago	27,47	27,28
20/ago	27,47	27,28
21/ago	27,47	27,28
22/ago	27,47	27,28
23/ago	27,47	27,28
24/ago	27,47	27,28
25/ago	27,47	27,28
26/ago	29,14	29,08
27/ago	29,14	29,08
28/ago	29,14	29,08
29/ago	31,08	31,05
30/ago	34,00	34,00
31/ago	36,91	36,55
01/set	40,80	40,48
02/set	43,71	43,43
03/set	46,62	46,37
04/set	55,37	55,22
05/set	63,14	63,08
06/set	59,11	59,06
07/set	62,44	62,26
08/set	64,94	64,56
09/set	67,44	67,26
10/set	69,10	69,06
11/set	70,77	70,46
12/set	72,43	72,26

13/set	74,10	74,06
14/set	75,76	75,46
15/set	77,43	77,26
16/set	65,22	65,13
17/set	65,22	65,13
18/set	65,91	65,55
19/set	66,60	66,36
20/set	66,60	66,36
21/set	67,30	67,18
22/set	67,30	67,18
23/set	67,99	67,59
24/set	67,99	67,59
25/set	69,38	69,23
26/set	69,38	69,23
27/set	69,38	69,23
28/set	69,38	69,23
29/set	69,38	69,23
30/set	69,38	69,23
01/out	69,38	69,23
02/out	69,38	69,23
03/out	69,38	69,23
04/out	69,38	69,23
05/out	69,38	69,23
TOTAL	3.055	-

Vale salientar que a tabela acima somente poderá ser aplicada nas seguintes condições de campo: espaçamento entre linhas de 2,0 m, espaçamento entre plantas de 0,5 m, vazão de gotejadores de 2,3 a 2,5 litros por hora (autocompensantes), e eficiência de irrigação de aproximadamente 94%. Para esta última variável, recomenda-se consultar um Técnico de campo.

Hernandez (2008) afirma que o manejo da irrigação em perímetros de irrigação é o grande desafio em termos de agricultura irrigada. O produtor tem uma série de procedimentos com que se preocupar. Ele sabe que precisa irrigar, mas não tem a noção da dimensão do prejuízo ou do ganho, se fizer a coisa certa. O que torna importante, em caso de condições de campo diferentes das anteriormente citadas, um profissional técnico (ex: Engenheiro Agrônomo) deverá ser consultado, para que o mesmo possa, incluindo as variáveis precisas, tais como: espaçamentos (entre linha e entre planta), vazão dos emissores, eficiência de irrigação, dentre outros que acharem necessários, construir um calendário diário de irrigação para o uso dos irrigantes de melancia do DIJA.

Em se tratando da eficiência do uso da água, ou seja, a quantidade de melancia que se consegue produzir a cada milímetro de água utilizada, a unidade experimental que recebeu o manejo de irrigação conforme a tabela acima foi a segunda melhor, pois nessas condições foi possível produzir cerca de 406 kg.ha^{-1} de melancia, com 1 mm de água. A condição de manejo de irrigação que demonstrou maior economia de água foi a de $1.600 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$, porém os frutos gerados por tais plantas foram os de menor qualidade, quando comparados aos gerados por plantas irrigadas por quantidades de água diferentes (em maior quantidade), portanto indica-se o manejo de irrigação da Tabela 1. Já em termos de cobertura, as maiores economias de água foram verificadas com o uso do “mulching” branco e da casca de arroz, com valores de $406 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{mm}^{-1}$ e $349 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{mm}^{-1}$, respectivamente.

12 FERTIRRIGAÇÃO

Com essa prática é possível aplicar fertilizantes solúveis, via água de irrigação, reduzindo, principalmente, os custos com mão-de-obra no processo produtivo da melancia.

Baseado no resultado da pesquisa de Fernandes (2012) resolveu-se, durante os experimentos com a cultura da melancia, no DIJA, fazer a fertirrigação diária.

Após a decisão do irrigante e/ou do técnico em utilizar a fertirrigação, esta deverá ser iniciada no dia do transplantio (momento em que as mudas serão retiradas das bandejas e colocadas no campo) e finalizada aos 50 DAT (Dias após o transplantio).

A injeção dos fertilizantes poderá ser feita através do “injetor Venturi”, pois esse equipamento funciona bem e tem um custo bastante reduzido, quando comparado aos demais equipamentos de injeção (ex: bombas hidráulicas). O injetor Venturi deverá ser acoplado a um “cavalete”, onde também deverão ser instalados 1 registro metálico, 2 registros plásticos, 1 manômetro, 1 filtro e as demais conexões; pois será a partir desse cavalete que a fertirrigação será controlada (pressão e vazão) (Figura 12).



Figura 12. Cavalete com seus componentes

Em termos práticos, as quantidades aplicadas durante o ciclo da melancia (fertilizantes e doses) estão presentes na Tabela 2.

Tabela 2. Esquema de aplicação de nutrientes para a cultura da melancia em cultivo sob fertirrigação.

Dia	Uréia (g)	Ácido fosfórico (ml)	Cloreto potássio (g)	Ácido bórico (g)	Sulfato zinco (g)
1	122	760	320	17	34
2	122	760	320	17	34
3	122	760	320	17	34
4	122	760	320	17	34
5	122	760	320	17	34
6	122	760	320	17	34
7	122	760	320	17	34
8	122	760	320	17	34
9	122	760	320	17	34
10	122	760	320	17	34
11	122	760	320	17	34
12	122	760	320	17	34
13	122	760	320	17	34
14	246	760	463	17	34
15	246	760	463	17	34
16	246	760	463	17	34
17	246	760	463	17	34
18	246	760	463	17	34
19	246	760	463	17	34
20	246	760	463	17	34
21	509	760	649	17	34
22	509	760	649	17	34

23	509	760	649	17	34
24	509	760	649	17	34
25	509	760	649	17	34
26	509	760	649	17	34
27	509	760	649	17	34
28	903	760	1144	17	34
29	903	760	1144	17	34
30	903	760	1144	17	34
31	903	760	1144	17	34
32	903	760	1144	17	34
33	903	760	1144	17	34
34	903	760	1144	17	34
35	1002	760	1267	17	34
36	1002	760	1267	17	34
37	1002	760	1267	17	34
38	1002	760	1267	17	34
39	1002	760	1267	17	34
40	1002	760	1267	17	34
41	1002	760	1267	17	34
42	345	760	1577	17	34
43	345	760	1577	17	34
44	345	760	1577	17	34
45	345	760	1577	17	34
46	345	760	1577	17	34
47	345	760	1577	17	34
48	345	760	1577	17	34
49	180	760	1700	17	34
50	180	760	1700	17	34

O manejo da fertirrigação deverá ser feito dividindo-se o tempo de cada irrigação em três partes iguais. No **primeiro terço**, efetua-se apenas a aplicação de água para o umedecimento inicial do solo. No **terço médio** é feita a aplicação dos fertilizantes diluídos na água de irrigação. No **terço final**, aplica-se novamente apenas água para a adequada distribuição dos fertilizantes no perfil do solo e para a lavagem do sistema de irrigação.

Sugere-se que o produtor busque orientação técnica de um Engenheiro agrônomo para a adequada utilização da técnica da fertirrigação, visando à escolha do método e o dimensionamento hidráulico do sistema de injeção dos fertilizantes, manejo e cálculos das doses e do volume de solução, quando se utiliza outras fontes de nutrientes.

O cálculo do volume de solução (água + fertilizante) a ser aplicado em cada fase de desenvolvimento da cultura é muito importante para que sejam mantidos os

níveis adequados dos nutrientes na solução do solo, evitando assim problemas de salinização do solo e injúrias às plantas (ANDRADE JÚNIOR et al., 2007).

13 DOENÇAS

A melancieira pode ser atacada por diversas doenças, mas serão citadas neste manual prático somente as verificadas ao longo dos experimentos realizados no DIJA.

As principais doenças e seu controle são:

O Tombamento ou *damping-off* – Doença causada por fungos. Caracteriza-se, geralmente, por pequena lesão situada na região do colo das plantinhas novas (zona intermediária entre as raízes e o caule da planta), que induz o tombamento e morte da planta (Figura 13).



Figura 13. Sintoma de “damping-off”, em melancia

Fonte: www.jornalagricola.wordpress.com

Previamente, o controle poderá ser feito, evitando excesso de água próximo à planta, fazendo-se rotação de cultura e uma adubação equilibrada. Adicionalmente poderá ser aplicada a calda bordalesa (água + sulfato de cobre + cal virgem). Em ataques intensos, o controle curativo deve ser feito com fungicidas.

A Podridão-aquosa - Doença causada por bactéria. Pode ocorrer em qualquer fase do ciclo da cultura. Os sintomas mais típicos da doença se manifestam nos frutos, onde são observadas manchas aquosas, de cor verde-oliva, as quais se aprofundam para o interior dos mesmos, causando podridão interna (Figura 14).



Figura 14. Sintoma de podridão-aquosa em melancia

Fonte: www.jornalagricola.wordpress.com

Esta doença afeta, consideravelmente, o tempo de prateleira da melancia. O controle deve ser realizado mantendo baixa umidade próxima à planta (evitando excesso de água de irrigação) e se preciso, deve-se fazer a aplicação de bactericida.

É importante afirmar que o emprego de agrotóxicos, quando estritamente necessário, deve ser sempre orientado (receituário agrônomo) por um Engenheiro Agrônomo. Ademais a aplicador deverá sempre utilizar o “Equipamento de Proteção Individual – EPI” (Figura 15).



Figura 15. Equipamento de Proteção Individual – EPI

14 PRAGAS

Assim como ocorreu nas doenças serão citadas neste manual somente as pragas verificadas ao longo dos experimentos realizados no DIJA.

Durante o ciclo da melancia, pragas subterrâneas (atacam raízes e colo da planta) e pragas aéreas (atacam folhas, ramos, flores e frutos) se alimentaram da cultura da melancia, precisando ser combatidas. Foram elas:

A **paquinha** é uma praga subterrânea. São insetos que costumam atacar a noite, ocasião em que ninfas (filhotes) e adultos alimentam-se das raízes da melancia. Solos úmidos favorecem o ataque desse tipo de inseto (Figura 16).



Figura 16. Paquinha

Fonte: www.jardineiro.net

O controle pode ser feito por meio de pulverizações de inseticidas, dirigidas para o colo das plantas (no caso de grandes áreas) ou em pequenas áreas, a seguinte fórmula para utilização como isca pode ser utilizada: 100 g de Triclorfon 80, 4 g de sal de cozinha e 80 g de esterco de curral. Dilui-se o inseticida e o sal em quantidade de água suficiente para umedecer o esterco, que deve ser mantido esfarelado e, depois, distribuído em montículos pela área. (ANDRADE JÚNIOR et al., 2007).

Os pulgões (pragas da parte aérea) se alimentam sugando a seiva das plantas, injetando toxinas e transmitindo viroses (Figura 17).



Figura 17. Pulgão

Fonte: www.jornalagricola.wordpress.com

No caso da melancia, transmite o vírus-do-mosaico-da-melancia (PRSV-W). Segundo Fornari (2002) o controle orgânico poderá ser realizado com a aplicação de solução de fumo + alho + pimenta ou ainda com a instalação de armadilhas com latas pintadas, internamente, de amarelo e cheias até a metade de água com sabão. O controle também poderá ser feito com a aplicação de inseticida, de efeito residual longo, no início do ciclo da cultura.

A **mosca branca**, praga também de parte aérea, poderá atacar a melancia durante todo o ciclo da cultura. Esse inseto localiza-se no fruto, nos ramos e, principalmente, na parte inferior das folhas, onde se alimenta e se reproduz. Essa mosca injeta toxinas na planta, ocasionando queda na produção (Figura 18).



Figura 18. Ataque de Mosca branca em melancia

Fonte: www.jornalagricola.wordpress.com

Segundo Alencar e Dias (2010) as principais medidas preventivas para o controle ou convivência com a mosca-branca são: a) fazer plantios isolados; b) eliminar

Fotos de inóculo como maxixe, abóbora ou ervas daninhas hospedeiras da praga que estejam ao redor da área a ser plantada; c) iniciar o preparo do solo, mantendo a área limpa, pelo menos 30 dias antes do plantio; d) rotação de culturas com plantas não hospedeiras; e) após o plantio, manter a área isenta de plantas hospedeiras da praga, no interior e ao redor da cultura; f) não permitir cultivos abandonados nas proximidades da área cultivada; g) eliminar os restos culturais imediatamente após a colheita.

Ademais mosca-branca é um inseto de difícil controle, a aplicação contínua de inseticidas químicos induz com muita rapidez o surgimento de populações resistentes. Produtos à base de Azadiractina provenientes do “nim indiano” ou o próprio extrato de sementes têm sido usados para o controle desse inseto. (ANDRADE JÚNIOR et al., 2007).

A **formiga cortadeira** é uma praga que pode ser bastante danosa à cultura da melancia, principalmente na fase fenológica inicial, onde os ramos ainda encontram-se pouco fibrosos, o que facilita o corte por parte da formiga. Esta praga corta folhas, ramos, flores e frutos em estágio inicial de desenvolvimento (Figura 19).



Figura 19. Formiga cortadeira

Fonte: www.ahmaxi.com.br

O controle deverá ser feito da seguinte forma: primeiramente, deverá ser identificado o “olho do formigueiro”, ou seja, o local onde a formiga rainha está localizada, e é para lá que as operárias levam todos os pedaços da melancieira que cortam. Identificado o “olho”, então deverá ser aplicado formicida em pó, com o uso de um fumigador, dentro do “olho”. Se possível, também deverá ser colocado o mesmo formicida em pó, circundando toda a área de plantio. Concomitantemente, deverá ser

colocada isca granulada próximo aos caminhos (rastros) deixados pelas formigas cortadeiras.

Os grilos são insetos mastigadores (Figura 20), com hábito noturno. Alimentam-se das raízes mais “tenras”, das folhas, e do caule da planta de melancia jovem.



Figura 20. Grilo

Fonte: www.vivaterra.org.br

O controle orgânico poderá ser realizado, utilizando-se repelentes, tais como: folhas de tomateiro, erva - de - santa - maria e pedrinhas de carbureto de cálcio (FORNARI, 2002).

15 COLHEITA

Essa prática ainda é realizada de forma manual (Figura 21).



Figura 21. Colheita manual da melancia

A colheita deve ser feita quando os frutos alcançarem a maturação. Na prática, a identificação do “ponto de colheita” pode ser realizada das seguintes maneiras: a) observação do secamento da gavinha mais próxima do fruto (melancia) e coloração da “barriga da melancia”, que passa de branca a amarelada. Uma forma precisa, mas menos prática de identificar a maturação da melancia é medindo o conteúdo de açúcar dos frutos, através do ° BRIX, usando-se um refratômetro manual (Figuras 22 e 23). No caso da pesquisa do DIJA, verificou-se que frutos doces encontravam-se com ° BRIX variando de 9 a 11.



Figura 22. Refratômetro manual



Figura 23. Obtenção de °BRIX, com Refratômetro manual, no DIJA

Apesar de a colheita poder ser iniciada aos 55 dias de ciclo, a melancia cultivada no DIJA teve sua 1ª colheita iniciada aos 67 dias, e após 5 dias foi realizada uma segunda colheita.

A produtividade de frutos comercializáveis de melancia depende de vários fatores, principalmente da cultivar, do manejo da irrigação, da qualidade e quantidade da adubação e das condições ambientais. Nas condições experimentais do cultivo de melancia no DIJA, foram alcançadas produtividades máximas em torno de 75.000 kg.ha⁻¹, mas em média, verificou-se produtividade de 60.000 kg.ha⁻¹. Andrade júnior et al. (2001) em pesquisa realizada no Estado do Piauí, com a cultura da melancia, verificaram produtividade média de 43.855 kg.ha⁻¹, com aplicação de lâmina total de água de 356,2 mm.

Já os frutos tiveram um peso médio de 6,5 kg. Vale salientar que a produção de frutos de melancia de menor peso foi uma busca proposital, trabalhando com espaçamentos reduzidos (2 m x 0,5 m), visto que o número de integrantes da família brasileira reduziu e com isso, a procura por frutos menores (peso e volume) aumentou, ou seja, talvez já não seja tão interessante, em termos de mercado, se produzir melancias de 12 a 15 kg.

Segundo Garcia (1998), cultivando melancia no sistema tradicional (rasteiro), a diminuição no espaçamento entre plantas proporciona um aumento na produtividade, mas, por outro lado ocorre diminuição no tamanho dos frutos, o que às vezes é desejável.

Segundo Karasawa et al. (2008), as mini-melancias, com peso variando 1 a 6 kg, atualmente são preferidas por pequenas famílias, pois são compactas e ocupam pouco espaço na geladeira.

16 PÓS-COLHEITA (TEMPO DE PRATELEIRA)

Após a separação da planta, os frutos devem ser colocados ao longo da linha de plantio, para facilitar a retirada dos mesmos da área de cultivo. Os frutos devem ser levados do campo até o galpão, podendo ser trator com carreta agrícola, carrinho de mão convencional ou com a caçamba adaptada para transportar uma maior quantidade de frutos, bem como com contentores plásticos, pois é importante que as melancias sejam acondicionadas, o mais rápido possível, em local com sombra, seco e ventilado (DIAS; LIMA, 2010).

Após análises do tempo de prateleira (durabilidade do fruto em prateleira), em condições naturais do ambiente, ou seja, em temperatura e umidade do ar naturais (ambiente) do DIJA, verificou-se que, em geral, após a colheita, os frutos acondicionados em armazéns, duram cerca de 20 dias sem dano que impossibilite o seu consumo, ou seja, o que poderá ocorrer nesse tempo é o aparecimento de machas externas, prejudicando a aparência da melancia para o mercado.

Em termos de durabilidade (tempo de prateleira), 3 dos 4 manejos de irrigação realizados nos experimentos no DIJA demonstraram tempos médios de 20 dias, mas os frutos do experimento que recebeu menos água (130mm ou 1300 m³.ha⁻¹) tiveram sua durabilidade reduzida em 6 dias, ou seja, chegando a um tempo de prateleira médio de apenas 14 dias.

Vale salientar que devido às restrições orçamentárias, as pesquisas de tempo de prateleira não foram realizadas em condições de ambiente refrigerado. Ainda que seja sabido que a durabilidade da melancia se eleva em condições refrigeradas. Carlos et al. (2002), em pesquisa realizada em Tibau - RN, em análise de pós-colheita, com a cultura da melancia, verificaram que no armazenamento em temperatura ambiente os frutos de melancia se deterioram cerca de 20 a 30%, mais rapidamente do que em temperatura refrigerada (10 °C).

17 INDICADORES FINANCEIROS

Ao final dos experimentos, 2 indicadores financeiros foram calculados, para que fosse possível concluir qual o manejo de irrigação seria mais viável economicamente.

Foram calculados o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR). Os resultados demonstraram que o manejo de irrigação de 1600 m³.ha⁻¹ (Tabela 1), tem potencial para gerar satisfatórios retornos financeiros, sendo uma boa opção de investimento. Já em termos de cobertura, os maiores retornos financeiros foram verificados com o uso do “mulching” branco e da casca de arroz.

18 CONCLUSÕES

Ao final da pesquisa realizada, através de diversos experimentos realizados no DIJA, com a cultura da melancia cultivada sob espaçamento de 2,0 m x 0,5 m e adequadas condições de manejo da cultura, as seguintes informações foram geradas:

- Com o manejo de irrigação de 160 mm ou 1600 m³.ha⁻¹, durante o ciclo da cultura da melancia, e com o uso de cobertura no solo de casca de arroz ou “mulching” branco é possível alcançar os seguintes números indicadores produtivos: produtividade máxima de 65.000 kg.ha⁻¹, cerca de 2 frutos bem formados por planta, peso médio de frutos em torno de 6,5 kg e °BRIX (doçura do fruto) médio de 10;

- Nas mesmas condições de manejo de irrigação e cobertura no solo supracitadas é possível se produzir cerca de 406 kg.ha⁻¹ de melancia, utilizando 1 mm de água, o que é bem superior ao que se produz pelos irrigantes do DIJA (em média), com a mesma quantidade de água (cerca de 258 kg.ha⁻¹);

- A soma do manejo de irrigação com 160 mm de água em todo o ciclo da melancia com uma das duas opções de cobertura no solo (casca de arroz ou “mulching” branco), aliado às demais práticas de manejo da cultura, demonstram elevado potencial para gerar satisfatórios retornos financeiros, sendo uma boa opção de investimento agrícola de curto prazo.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, J.A.; DIAS, R.C.S. **Sistema de produção de melancia**. EMBRAPA, 2010. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/pragas.htm#1>>. Acesso em: 25 out. 2013.

ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; RODRIGUES, B. H. N.; ATHAYDE SOBRINHO, C.; BASTOS, E. A.; MELO, F. de B; CARDOSO, M. J.; SILVA, P. H. S. da; DUARTE, R. L. R. **A cultura da melancia**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 85 p. (Coleção Plantar, 57).

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

BANDEIRA, C.T.; MESQUITA, A.L.; AQUINO, A.R.N.; CAVALCANTE JÚNIOR, A.T.; SANTOS, F.J.S.; OLIVEIRA, F.N.S.; SOUZA NETO, J.; BARROS, L.M.; SOBRINHO, R.B.; LIMA, R.N.; OLIVEIRA, V.H. **O cultivo do sapatizeiro**. Circular Técnica. Embrapa. Fortaleza, Ceará. 2002.

CARLOS, A.L.X.; MENEZES, J.B.; ROCHA, R.H.C.; NUNES, G.H.S.; SILVA, G.G. Vida útil pós-colheita de melancia submetida a diferentes Temperaturas de armazenamento. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.4, n.1, p.29-35, 2002.

DIAS, R.C.S.; BARBOSA, G.S.; SOUZA, F.F.; QUEIROZ, M.A.; RESENDE, G.M.; COSTA, N.D. **Sistema de produção de melancia**. EMBRAPA, 2010. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/cultivares.htm>>. Acesso em: 24 out. 2013.

DIAS, R.C.S.; LIMA, M.A.C. **Sistema de produção de melancia**. EMBRAPA, 2010. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/colheita.htm>>. Acesso em: 20 out. 2013.

FERNANDES, C.N.V. **Frequência de irrigação e de fertirrigação com nitrogênio e fósforo na cultura da melancia**. (Dissertação de Mestrado). 79f. Fortaleza, CE. 2012.

FORNARI, E. **Manual prático de agroecologia**. Editora Aquariana, 1ed. São Paulo, 232p. 2002.

GARCIA, L.F. **Influência do espaçamento e da adubação nitrogenada sobre a produtividade da melancia no baixo Paraíba Piauiense**. Teresina: Embrapa Meio Norte. 5p. (Comunicado técnico, 79). 1998.

HERNANDEZ, F.B.T. “A gestão dos perímetros irrigados precisa ser repensada”. II Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação e o I Simpósio Brasileiro sobre o Uso Múltiplo da Água. **Anais... II Winotec**. Fortaleza, 2008.

KARASAWA, M.; SILVA, M.C.; PIRES, M.M.M.L.; PIMENTA, R.M.B.; DIAS, R.C.S.; ARAGÃO, C.A. Características produtivas de melancias “icebox” submetidos a diferentes coberturas do solo. **Horticultura Brasileira**, v.26, n.2:S5711-S5715. 2008.

MAXI, A.A.H. **Formiga cortadeira**. 2009. Disponível em: <<http://www.ahmaxi.com.br/ah/contato.php>>. Acesso em: 24 out. 2013.

OLIVEIRA, A.C. **A cultura da melancia**. 2012. Disponível em: <<http://jornalagricola.wordpress.com/2012/06/22/cultura-melancia/>>. Acesso em: 22 out. 2013.

PATRO, R.; GALISTEO, J.C.H. **Paquinha**. 2013. Disponível em: <<http://www.jardineiro.net/pragas/paquinha.html>>. Acesso em: 24 out. 2013.

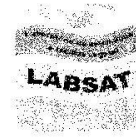
TEIXEIRA, R.M. **Grilo**. 2002. Disponível em: <http://www.vivaterra.org.br/insetos_3.htm>. Acesso em: 29 out. 2013.

TEIXEIRA, J.L.; PEREIRA, L.S. ISAREG: an irrigation scheduling model. **ICID Bulletin**. New Delhi, v.41, n.02, p.29-48, 1992.

ANEXO - Resultados das análises do solo e da água



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
Campus
Caruaru - Pernambuco



RESULTADO DE ANÁLISE DE FERTILIDADE DO SOLO

INTERESSADO: THALES VIANA (PROF: SOLERNE)	MUNICÍPIO: LIMOEIRO DO NORTE
PROCEDÊNCIA: UEPE	DATA ENTRADA: 21/09/2011 DATA SAÍDA: 13/10/2011

LAB.	IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	g/kg			mg/dm ³	mmolc/dm ³								%			dS/m
		C	M. O.	pH	P	K	Ca	Mg	Na	Al	H+Al	SB	CTC	V	PST	m	CE
962	PROJETO: MELANCIA 0-30 cm	8,63	14,88	7,1	4	8,44	85,5	10,0	1,17	N. D.	13,2	105,1	118,3	89	1	0	0,25


* Não foi possível realizar a determinação - quantidade insuficiente da amostra.

EXTRATORES: P, Na e K - Mehlich; Ca, Mg e Al - KCL; H+Al - Acetato de Cálcio; pH - água (1:2,5)

OBS: Os resultados são entregues na data prevista, salvo quando ocorrer:
-Bloqueio de resultados pelo controle de qualidade;
-Imprevistos Técnicos.

SB : Soma de Bases
CTC : Capacidade de Troca de Cátions
PST : Percentagem de Sódio Trocável
m : Percentagem de saturação com alumínio
V : Percentagem de Saturação por Bases


RESPONSÁVEL TÉCNICO:


Arilene Franklin Chaves
Eng. Agrônoma
Msc. Agr. - CREA 39216-D



RESULTADO DE ANÁLISE DE FÍSICA DO SOLO

INTERESSADO: THALES VIANA (PROF: SOLERNE)								MUNICÍPIO/UF: LIMOEIRO DO NORTE/CE					
PROCEDÊNCIA: UEPE								DATA ENTRADA: 21/09/2011			DATA SAÍDA: 13/10/2011		
LAB	IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA						DENSIDADE		UMIDADE			
		(g/Kg)						(g/cm ³)		(g/100g)			
		AREIA GROSSA	AREIA FINA	SILTE	ARGILA	ARG. NAT.	GRAU FLOC.	SOLO	PART.	0,033 MPa	1,5 MPa	ÁGUA ÚTIL	
226	PROJETO MELANCIA ; PROF:0 - 30 cm	232	208	300	259	-	-	1,29	2,63				

OBS: Os resultados são entregues na data prevista, salvo quando ocorrer: -Bloqueio de resultados pelo controle de qualidade; -Imprevistos Técnicos.	LAB	CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL
	226	FRANCO
RESPONSÁVEL TÉCNICO:  Arlene Franklin Chaves Eng. Agrônoma Msc. Agr. - CREA 39216-D		

RESULTADO DE ANÁLISE DE ÁGUA PARA FINS DE IRRIGAÇÃO

INTERESSADO: PROF. LIMEIRA										MUNICÍPIO/UF: LIMOEIRO DO NORTE/CE						
PROCEDÊNCIA: UEPE										DATA ENTRADA: 23/9/2011				DATA SAÍDA: 14/10/2011		
LAB.	IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	CÁTIONS (mmol _C L ⁻¹)					ÂNIONS (mmol _C L ⁻¹)					dSm ⁻¹	RAS	pH	mg L ⁻¹	CLASSIF.
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	SOMA	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	SOMA	CE	SÓLIDOS DISSOLVID			
1184		1,04	0,56	1,13	0,18	2,92	1,15	0,04	1,77	0,28	3,24	0,55	1,27	8,4	351	C2S1

INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS:

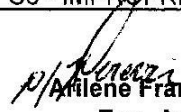
PERIGO DE SALINIZAÇÃO

C1 - BAIXA
 C2 - MODERADA
 C3 - MÉDIA
 C4 - ALTA
 C5 - MUITO ALTA
 C6 - IMPRÓPRIA

PERIGO DE SODIFICAÇÃO

S1 - BAIXO
 S2 - MÉDIO
 S3 - ALTO
 S4 - MUITO ALTO

RESPONSÁVEL TÉCNICO:


 Arlene Franklin Chaves
 Eng. Agrônoma
 Msc. Agr. - CREA 39216-D