



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

MÁRCIO FACUNDO ARAGÃO

**UTILIZAÇÃO DE IMAGENS TERMOMÉTRICAS NA ESTIMATIVA DO ESTADO
HÍDRICO DO MELOEIRO CULTIVADO EM SOLO COM E SEM COBERTURA
VEGETAL**

FORTALEZA

2019

MÁRCIO FACUNDO ARAGÃO

UTILIZAÇÃO DE IMAGENS TERMOMÉTRICAS NA ESTIMATIVA DO ESTADO
HÍDRICO DO MELOEIRO CULTIVADO EM SOLO COM E SEM COBERTURA
VEGETAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de Concentração Irrigação e Drenagem.

Orientador: Prof. Dr. Thales Vinicius de Araújo Viana

Coorientador: Prof. Dr. Luis Gonzaga Pinheiro Neto

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A672u Aragão, Márcio Facundo.

Utilização de imagens termométricas na estimativa do estado hídrico do meloeiro cultivado em solo com e sem cobertura vegetal / Márcio Facundo Aragão. – 2019.
74 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2019.

Orientação: Prof. Dr. Thales Vinicius de Araújo Viana.

Coorientação: Prof. Dr. Luis Gonzaga Pinheiro Neto.

1. Cucumis melo L.. 2. Manejo da irrigação. 3. Índice térmico. 4. Temperatura foliar. I. Título.

CDD 630

MÁRCIO FACUNDO ARAGÃO

UTILIZAÇÃO DE IMAGENS TERMOMÉTRICAS NA ESTIMATIVA DO ESTADO
HÍDRICO DO MELOEIRO CULTIVADO EM SOLO COM E SEM COBERTURA
VEGETAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de Concentração Irrigação e Drenagem.

Aprovada em: 31/05/2019.

BANCA EXAMINADORA

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

Prof. Dr. Luis Gonzaga Pinheiro Neto (Coorientador)
Instituto Federal do Ceará – Campus Sobral (IFCE)

Profª. Dra. Krishna Ribeiro Gomes
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profª. Dra. Waleska Martins Eloi
Instituto Federal do Ceará – Campus Fortaleza (IFCE)

Aos meus familiares, em especial aos meus pais Valdenor Farias Aragão e Maria Helena Aragão Facundo e a minha irmã Márcia Facundo Aragão, por tudo que representam na minha vida, e sempre presentes em todos os momentos da minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre abençoar a minha caminhada e pela sua presença constante.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro com a concessão da bolsa de estudos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola/Irrigação e Drenagem, pela oportunidade e suporte oferecidos.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará – Campus Sobral – IFCE, pelo o apoio e pela possibilidade de desenvolvimento da pesquisa.

Aos meus pais, Valdenor Farias Aragão e Maria Helena Aragão Facundo, que sempre estão comigo me apoiando e me aconselhando, e que não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida.

A minha irmã Márcia Facundo Aragão pelo amor, incentivos e conselhos constantes.

A todos meus professores, em especial aos Drs. Thales Vinicius de Araújo Viana e Luis Gonzaga Pinheiro Neto, pelas orientações e ensinamentos, disponibilidade, amizade, incentivo e contribuição para meu crescimento profissional.

Ao professor Edilson Mineiro Sá Junior, IFCE Campus Sobral, pelo o apoio e pelas orientações para manuseio do termofisor.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, em especial ao pesquisador Marlos Alves Bezerra, pelas orientações e especificações no manuseio da bomba de pressão de Schollander.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola – UFC, pelos ensinamentos que contribuíram para minha formação e engrandecimento profissional.

Aos professores do Curso de Tecnologia em Irrigação e Drenagem, IFCE – Campus Sobral, pelos ensinamentos que contribuíram para a minha formação acadêmica e para o meu engrandecimento profissional.

Aos estudantes e amigos do IFCE – Campus Sobral e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola – UFC, pelo apoio e pela ajuda em vários momentos.

RESUMO

Comumente, o cultivo do meloeiro (*Cucumis melo L.*) tem sido realizado em regiões de clima semiárido que necessitam de irrigação para manter a produtividade em índices satisfatórios, como no semiárido da região Nordeste do Brasil. Já que, as fontes de água são limitantes ao seu cultivo, sendo imperativo o uso de um adequado manejo de irrigação. Para isso, as imagens termométricas em infravermelho surgem como alternativa a outras metodologias tradicionais, especialmente em estratégias de irrigação com déficit. E, o uso de cobertura vegetal pode auxiliar no desempenho de plantas sob irrigação com déficit, pois reduz a evaporação da água e o escoamento superficial no solo. Por conseguinte, o objetivo principal deste estudo foi analisar a viabilidade de se utilizar imagens termométricas para estimar o estado hídrico de plantas de meloeiro cultivadas em solo com e sem cobertura vegetal, sob regimes de irrigação. Para isso, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos ao acaso, em parcelas subdivididas. As parcelas foram compostas de 5 regimes de irrigação (TL₁, 120%; TL₂, 100%; TL₃, 80%; TL₄, 60%; e TL₅, 40% da ET_c) e as sub parcelas com solo com cobertura vegetal (SCC) e sem cobertura vegetal (SSC), com cinco repetições. Foram avaliadas as seguintes variáveis: potencial hídrico foliar, temperatura do dossel, índice térmico $\Delta(T_{\text{dossel}} - T_{\text{ar}})$, umidade do solo aos 15, 30, 45 e 60 dias após o transplântio (DAT), peso médio do fruto, número de frutos por planta, firmeza da polpa e teor de sólidos solúveis, durante a colheita. Os dados referentes aos fatores regimes de irrigação e cobertura do solo foram submetidos à análise de variância. Posteriormente, os dados referentes aos regimes de irrigação, quando significativos pelo teste F, foram submetidos à análise de regressão. E, os dados referentes aos tratamentos com ou sem cobertura do solo, quando significativos, foram submetidos ao teste de médias de Tukey, ao nível de 5% (*). Pôde-se afirmar que: a utilização das imagens infravermelhas é eficiente na identificação do estado hídrico do meloeiro, podendo ser empregada como estratégia de manejo da irrigação; a produtividade do meloeiro se elevou na medida em que o índice térmico reduziu; as maiores lâminas de irrigação possibilitaram menores temperaturas do dossel e índices térmicos; a cobertura vegetal contribuiu para amenizar a deficiência hídrica do meloeiro nas menores lâminas, exceto sob a oferta hídrica muito reduzida. Verificou-se também que o uso de cobertura no solo influenciou a firmeza da polpa; já os regimes de irrigação influenciaram o número de fruto por planta, o teor de sólidos solúveis e o peso médio do fruto.

Palavras-chave: *Cucumis melo L.* Manejo da irrigação. Índice térmico. Temperatura foliar.

ABSTRACT

Commonly, the cultivation of melon (*Cucumis melo L.*) has been carried out in regions that need irrigation in order to have a satisfactory productivity, as in the semi-arid region of Northeast Brazil. However, the sources of water are limiting to its cultivation, being imperative the use of an adequate irrigation management. For this, infrared thermometric images appear as an alternative to other traditional methodologies, especially in deficit irrigation strategies. And, the use of vegetal cover can help the performance of plants under irrigation with deficit, because it reduces the evaporation of the water and the surface runoff in the soil. Therefore, the main objective since the study was to analyze the feasibility of using thermometric images to estimate the water status of melon plants cultivated in soil with and without plant cover under different irrigation regimes. The experimental design was of complete blocks at random, in subdivided plots. The plots were composed of 5 irrigation regimes (TL1, 120%, TL2, 100%, TL3, 80%, TL4, 60% and TL5, 40% of ETc) and subplots with soil with vegetation cover (SCC) and without vegetation cover (SSC). The following variables were evaluated: canopy temperature (TF); leaf water potential (Ψ_F) and soil moisture (UA) at 15, 30, 45 and 60 days after transplanting (DAT); the thermal index Δ ($T_{\text{dossel}} - T_{\text{ar}}$); productivity; the average fruit weight, the number of fruit per repetition, the firmness of the pulp and the soluble solids content. Data on soil cover factors and irrigation depths were submitted to analysis of variance. Subsequently, the results of the treatments with or without soil cover, when significant, were submitted to Tukey test at the 5% level (*). And the data referring to the irrigation slides (LI), when significant by the F test, were submitted to regression analysis. It can be stated that: the use of infrared images is efficient in the identification of the water status of the melon, and can be used as irrigation management strategy; the productivity of the melon increased as the thermal index, Δ ($T_{\text{dossel}} - T_{\text{ar}}$), decreased; the higher irrigation depths allowed lower canopy temperatures and thermal indexes; the vegetal cover contributed to reduce the water deficit of the melon in the smaller slides, except under very reduced water supply. And, that the use of soil cover influenced the firmness of the pulp; the irrigation slabs influenced the number of fruit per plant, the soluble solids content and the average fruit weight.

Keywords: *Cucumis melo L.* Irrigation management. Leaf temperature. Thermal Index

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Área experimental do IFCE – Campus Sobral/CE, 2018	27
Figura 2 – Bandeja utilizada para a formação das mudas do meloeiro. Sobral/CE, 2018	28
Figura 3 – Bandejas com mudas prontas em aclimação e transplântio das plântulas de meloeiro. Sobral/CE, 2018	29
Figura 4 – Fruto do meloeiro amarelo híbrido Goldex F1. Sobral/CE, 2018	29
Figura 5 – Croqui da área experimental. Sobral/CE, 2018	32
Figura 6 – Tanque Classe A, instalado na área experimental. Sobral/CE, 2018	34
Figura 7 – Linha lateral do bloco experimental. Sobral/CE, 2018	35
Figura 8 – Bagana de Carnaúba triturada. Sobral/CE, 2018	36
Figura 9 – Câmera térmica modelo Termovisor Flir I40, Sobral/CE, 2018	37
Figura 10 – Software para tratamento das imagens termométricas, Sobral/CE, 2018	37
Figura 11 – Entrada das imagens térmicas no software, Sobral/CE, 2018	38
Figura 12 – Tratamento das imagens térmicas no software, Sobral/CE, 2018	39
Figura 13 – Determinação do potencial hídrico foliar utilizando-se a bomba de pressão tipo Scholander, Sobral/CE, 2018	40
Figura 14 – Variações da temperatura média do dossel (TC), aos 15, 30, 45 e 60 DAT, sob diferentes regimes de irrigação, em solo com cobertura vegetal (SCC) e sem cobertura vegetal (SSC), (Figura 14A e 14B), respectivamente. Sobral/CE, 2018	43
Figura 15 – Variações do potencial hídrico (Ψ_F), aos 15, 30, 45 e 60 DAT, sob diferentes regimes de irrigação, em solo com cobertura vegetal (SCC) e sem cobertura vegetal (SSC), (Figura 15A e 15B), respectivamente. Sobral/CE, 2018	46
Figura 16 – Variações do teor de umidade do solo (UA), aos 15, 30, 45 e 60 DAT, sob diferentes regimes de irrigação, em solo com cobertura vegetal (SCC) e	

sem cobertura vegetal, (Figura 16A e 16B), respectivamente. Sobral/CE, 2018	47
Figura 17 – Valores médios do índice térmico, $\Delta(T_{\text{dossel}} - T_{\text{ar}})$, no solo com e sem cobertura vegetal, nos diferentes regimes de irrigação (TL ₁ , 120%; TL ₂ , 100%; TL ₃ , 80%; TL ₄ , 60% e TL ₅ , 40% da ETc), aos 15, 30, 45 e 60 DAT, (Figura 17A, 17B, 17C e 17D), respectivamente. Sobral/CE, 2018	48
Figura 18 – Relação índice térmico, $\Delta(T_{\text{dossel}} - T_{\text{ar}})$, versus umidade do solo (UA), e diferentes regimes de irrigação, (Figura 18A e 18B), respectivamente. Sobral/CE, 2018	50
Figura 19 – Relação da diferença entre a temperatura do dossel e a do ar $\Delta(T_{\text{dossel}} - T_{\text{ar}})$, em função do potencial hídrico foliar (ΨF) em solo com cobertura vegetal (SCC) e solo sem cobertura vegetal (SSC), (Figura 19A e 19B), (Figura 19A e 19B), respectivamente. Sobral/CE, 2018	51
Figura 20 – Produtividade do meloeiro em função do índice térmico, em solo com cobertura vegetal (SCC) e solo sem cobertura vegetal (SSC), (Figura 20A e 20B), respectivamente. Sobral/CE, 2018	55
Figura 21 – Teor de sólidos solúveis em função dos diferentes regimes de irrigação. Sobral/CE, 2018	57
Figura 22 – Firmeza da polpa do meloeiro cultivado em solo com cobertura vegetal (SCC) e solo sem cobertura vegetal (SSC), sob diferentes regimes de irrigação. Sobral/CE, 2018	58
Figura 23 – Peso médio do fruto de melão em função dos diferentes regimes de irrigação. Sobral/CE, 2018	59
Figura 24 – Peso médio do fruto de melão cultivado em solo com cobertura vegetal (SCC) e solo sem cobertura vegetal (SSC). Sobral/CE, 2018	60
Figura 25 – Número de frutos por planta do meloeiro cultivado em solo com cobertura vegetal (SCC) e solo sem cobertura vegetal (SSC), Sobral/CE, 2018	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características físico-químicas do solo da área experimental. Sobral/CE, 2018	30
Tabela 2 – Recomendação de adubação para o meloeiro irrigado	31
Tabela 3 – Demandas de N, P e K requeridas por estágio fenológico do meloeiro	31
Tabela 4 – Classificação do CUC e do CUD para sistemas de irrigação por gotejamento	33
Tabela 5 – Temperaturas mínimas e máximas horárias, umidade relativa do ar instantânea e total de chuva, durante a condução do experimento, respectivamente nos horários das avaliações aos 15, 30, 45 e 60 DAT. Sobral/CE, 2018	40
Tabela 6 – Imagens termométricas das plantas de meloeiro sob diferentes regimes de irrigação aos 15, 30, 45 e 60 DAT, cultivado em solo com cobertura vegetal (SCC). Sobral/CE, 2018	52
Tabela 7 – Imagens termométricas das plantas de meloeiro sob diferentes regimes de irrigação aos 15, 30, 45 e 60 DAT, cultivado em solo sem cobertura vegetal (SSC). Sobral/CE, 2018	54
Tabela 8 – Resumo do quadro de análises de variância das variáveis de pós-colheita dos frutos de melão. Sobral/CE, 2018	56

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	OBJETIVOS.....	16
2.1	Objetivos Geral.....	16
2.1.1	<i>Objetivos Específicos</i>	16
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	17
3.1	A cultura do Melão	17
3.2	Agricultura Irrigada	18
3.3	Manejo da Irrigação	19
3.3.1	<i>Manejo da Irrigação Via Planta</i>	20
3.4	Uso de Imagens Termométricas na Agricultura.....	21
3.5	Cobertura Vegetal do Solo.....	24
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	27
4.1	Localização do Experimento	27
4.2	A Cultura Utilizada no Estudo	27
4.3	Características do solo e adubação	30
4.4	O Delineamento Experimental	31
4.5	Irrigação e Cobertura do Solo	32
4.6	Variáveis Analisadas	36
4.6.1	<i>Temperatura do Dossel (TC) da Planta de Meloeiro</i>	36
4.6.2	<i>Potencial Hídrico Foliar (ΨF) do Meloeiro</i>	39
4.6.3	<i>Índice Térmico $\Delta(T_{dossel} - T_{ar})$ do Meloeiro</i>	40
4.6.4	<i>Umidade do Solo (UA) da Área Experimental.....</i>	41
4.6.5	<i>Numero de Fruto por Planta (NFP) de Meloeiro.....</i>	41
4.6.6	<i>Determinação do Peso Médio dos Frutos de Melão (PMF)</i>	41
4.6.7	<i>Firmeza da Polpa (FP) do Fruto do Meloeiro</i>	42
4.6.8	<i>Determinação dos Sólidos Solúveis (SS) do melão.....</i>	42
4.6	Análises Estatísticas.....	42
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	43
5.1	Temperatura do Dossel (TC)	43
5.2	Potencial Hídrico Foliar (ΨF)	45
5.3	Teor de Umidade do Solo (UA)	46

5.4	Índice Térmico $\Delta(T_{\text{dossel}} - T_{\text{ar}})$	47
5.5	Imagens Termométricas do Meloeiro Cultivado em solo com cobertura Vegetal	52
5.6	Imagens Termométricas do Meloeiro Cultivado em solo sem cobertura Vegetal	53
5.7	Relação Produtividade Versus Índice Térmico	54
5.8	Variáveis de Pós Colheita	56
5.8.1	<i>Sólidos Solúveis (SS) °Brix</i>	56
5.8.2	<i>Firmeza da Polpa (FP)</i>	58
5.8.3	<i>Peso Médio do Fruto do Meloeiro (PMF)</i>	59
5.8.4	<i>Número de Frutos por Planta de Meloeiro (NFP)</i>	61
6	CONCLUSÃO	62
	REFERÊNCIAS	63

1 INTRODUÇÃO

O meloeiro (*Cucumis melo L.*) pertence à família Cucurbitaceae, sendo um dos frutos mais valorizados pelo consumidor (FAO, 2016). A produção anual de melão no mundo é de 148.189.457 t, sendo que a Ásia tem aproximadamente 75,5% da área de cultivo e 82,31% do total da produção mundial. Os maiores produtores mundiais são China (64,3%), Turquia (3,9%), Irã (3,7%), Egito (1,9%), Brasil (1,8%) e EUA (1,8%), (NGUYEN *et al.*, 2019).

No Brasil, a produção de melão está concentrada na Região Nordeste, onde o clima favorece o cultivo. Esta região é responsável por mais de 95% da produção nacional, representada principalmente pelos estados do Ceará e do Rio Grande do Norte (CELIN *et al.*, 2017). As principais regiões produtoras de melão no Brasil têm características semiáridas, proporcionando as melhores condições climáticas para a produção, porém, são sujeitas à escassez de água.

Destarte, nessas regiões, a utilização de água na agricultura tornou-se uma questão crítica e com as mudanças climáticas, a produção agrícola deve ser cada vez mais limitada se não surgirem soluções mitigadoras. Em consequência, aumentar a eficiência do uso da água de irrigação, buscando novas estratégias de manejo dos recursos hídricos, torna-se necessário para se reduzir a concorrência por esse bem precioso e sustentar a continuidade da produção agrícola (GONDIM *et al.*, 2011).

Nesse contexto destaca-se que algumas estratégias de irrigação com déficit (IRD) são altamente eficazes para melhorar a produtividade da água e alcançar um desenvolvimento agrícola sustentável, economizando água sem afetar significativamente a produtividade, tendo um impacto positivo na qualidade do fruto (ORTUNO *et al.*, 2010; FERNÁNDEZ *et al.*, 2013; GÓMEZ-DEL-CAMPO, 2013; PADILLA-DÍAZ *et al.*, 2015). Assim, o monitoramento efetivo da disponibilidade da água para a planta ao longo do ciclo de cultivo torna-se decisivo (FERNÁNDEZ, 2014; POBLETE-ECHEVERRÍA *et al.*, 2016).

Destaca-se que muitos pesquisadores estudaram diferentes variáveis fisiológicas das plantas para o monitoramento do estado hídrico na cultura (ACEVEDO-OPAZO *et al.*, 2008). A medição direta da planta é mais precisa e tem sido amplamente utilizada para a quantificação da água, em vez das medições de umidade do solo (JONES *et al.*, 2004). Além de demonstrar o estado hídrico momentâneo da planta, verifica os estresses em tempo real.

Mas, a mensuração correta está relacionada com ferramentas confiáveis para se avaliar o estado hídrico nas culturas e suas variações espacial e temporal. Nesse sentido,

alguns autores já obtiveram sucesso realizando medições com abordagem em imagens térmicas, que se mostraram capazes de detectar o estresse hídrico nas culturas (COHEN *et al.*, 2012; ULLAH *et al.*, 2012; PEREIRA *et al.*, 2015; GERHARDS *et al.*, 2016).

A termografia é uma ferramenta potencial para se estimar a temperatura da copa da planta, podendo também ser utilizada como indicador de estresse hídrico. A utilização de câmeras térmicas, quando combinada com a análise automatizada de imagens, torna-se muito precisa, sendo capaz de medir a temperatura relativa em vez da temperatura real (MERON *et al.*, 2013).

Visando ao aprimoramento da técnica, diversos índices já foram apresentados para se quantificar e se monitorar o estresse hídrico a partir da temperatura das plantas. O primeiro indicador, que foi desenvolvido para o clima árido do Arizona (onde o clima é semelhante às regiões semiáridas do nordeste brasileiro), foi denominado Índice de Estresse de Água na Lavoura (CWSI) (JONES, 1999; HAN *et al.*, 2018).

Entretanto, uns dos limitadores da técnica era o custo elevado das câmaras térmicas. Mas, com a chegada ao mercado de novos equipamentos para a geração de imagens térmicas, com precisão, os custos se tornaram mais baixos. Em consequência, apareceram novas oportunidades da aquisição das respostas térmicas das plantas, possibilitando a detecção com facilidade das variações hídrica na cultura (FUENTES *et al.*, 2012; COSTA *et al.*, 2012). Desta maneira, câmeras térmicas se tornaram propensas a serem usadas como dispositivos portáteis para a estimativa do estado hídrico da planta.

Por outro lado, é difícil se manter o estado hídrico das plantas em níveis confortáveis em regiões semiáridas, devido a sua escassez hídrica. Entretanto, técnicas alternativas podem contribuir para isto, como o uso de cobertura vegetal. Esta é uma prática agrônômica que atua para reduzir a evaporação da superfície do solo e o escoamento superficial. Em consequência, maximiza a água prontamente disponível para o cultivo, pois com o solo protegido há uma maior retenção de umidade no solo, ao mesmo tempo em que evita a redução do estande devido a danos provocados pela chuva forte e pela seca (BAUMHARDT *et al.*, 2013).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo principal deste estudo foi analisar a viabilidade de se utilizar imagens termométricas para estimar o estado hídrico de plantas de meloeiro cultivadas em solo com e sem cobertura vegetal, sob diferentes regimes de irrigação.

2.2 Objetivos Específicos

1. Avaliar por meio da termografia o estado hídrico das plantas de meloeiro ao longo do seu ciclo de cultivo;
2. Verificar a viabilidade do uso de cobertura vegetal na manutenção da umidade do solo;
3. Verificar se o índice térmico é um bom indicador do estresse hídrico do meloeiro, a partir das imagens captadas de câmeras térmicas;
4. Avaliar os aspectos produtivos e de pós-colheita do meloeiro sobre diferentes regimes de irrigação, cultivado com e sem cobertura vegetal.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A cultura do Melão

O meloeiro (*Cucumis melo L.*) pertencente à família cucurbitaceae. Existem algumas divergências sobre a real origem do meloeiro, segundo Santos *et al.* (2013). Autores como Withaker e Davis (1962) afirmaram que o meloeiro é originário da África, enquanto Ashizawa e Yamato (1965) disseram que o meloeiro teve a sua origem na Ásia.

Nas Américas, o melão foi introduzido por intermédio de Cristóvão Colombo e, a partir dessa época, passou a ser utilizado pelos índios, sendo rapidamente espalhado por todo o continente. No Brasil, segundo Costa *et al.*, (2004), o meloeiro foi introduzido por imigrantes europeus e seu cultivo em escala comercial teve início nos primeiros anos na década de 1960 no Estado do Rio Grande do Sul, possivelmente, o seu primeiro centro de cultivo no país.

A partir da década de 1980, começou a ser cultivado na região Nordeste devido às condições climáticas favoráveis para o desenvolvimento da espécie. Sob as condições semiáridas do Nordeste brasileiro, os produtores podem colher de três a quatro safras por ano. Nessa região, devido ao clima quente e com muita insolação o ciclo fenológico do meloeiro foi reduzido, tornando-o mais precoce.

E, atualmente, devido a sua adaptação a regiões de clima quente e seco, a maior parte da produção brasileira de melão concentra-se na região Nordeste, produzindo cerca de (94,97%) de toda a produção nacional. Os principais estados produtores são Rio Grande do Norte (44,97%), Ceará (37,54%), Bahia (5,90%) e Pernambuco (3,60%). Em 2013 foram produzidas no Brasil 565 mil toneladas, tendo uma área colhida de 22.021 hectares, com produtividade média de 25,69 toneladas por hectares, proporcionando uma renda de R\$ 501 milhões de reais (IBGE, 2013).

Os principais tipos de melão produzidos comercialmente no Brasil pertencem a dois grupos: inodorus e aromáticos. O grupo dos Inodorus é também conhecido como melão espanhol. Tem casca amarela e polpa variando de branca a creme. Seus frutos apresentam formato redondo ovalado. Por ser o mais resistente ao manuseio e apresentar boa conservação pós-colheita, é o tipo mais cultivado em todo o Brasil (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

O período de maior concentração da oferta de melão no mercado doméstico ocorre entre os meses de agosto e janeiro, período em que os polos de produção de Mossoró e de Açu, no Rio Grande do Norte, e do Baixo Jaguaribe (Quixerê), no Ceará, escoam boa parte

de suas produções (ARAÚJO *et al.*, 2010). Entretanto, isso só é possível devido a irrigação, que quando realizada de forma adequada, é a prática agrícola que mais favorece a produtividade da cultura do melão (MOTEIRO *et al.*, 2006). Logo, a escolha do sistema mais adequado ao tipo de cultivo e um manejo adequado são de suma importância para a continuidade do seu cultivo na região semiárida (MOROUELLI e SILVA, 1998).

Outro fator que contribui para a sua produção no semiárido são as temperaturas ocorrentes. Pois, para um desenvolvimento adequado, o meloeiro necessita de temperaturas elevadas, na faixa de 24 a 32 °C (CRISÓSTOMO *et al.*, 2002; ARAÚJO, *et al.*, 2011). Quando a temperatura está abaixo do ótimo, a taxa de crescimento foliar é afetada, pois a mesma é determinada pela intensidade luminosa.

A faixa de luminosidade próxima ao ideal para o meloeiro é em torno de 2.000 a 3.000 horas ano⁻¹, equivalente a uma média de isolamento em torno de 7 horas dia⁻¹. A redução na luminosidade proporciona um menor desenvolvimento da área foliar, conseqüentemente afeta a fotossíntese e a qualidade dos frutos (COSTA, 2010). Gihel e Jarenkow (2008), avaliando o efeito da luminosidade, demonstraram que esta variável meteorológica favorece o desenvolvimento e a qualidade dos frutos do meloeiro. Em relação a umidade relativa do ar, a faixa ideal para o desenvolvimento do meloeiro está entre 65 e 75%.

3.2 Agricultura Irrigada

A prática da irrigação no mundo ocorre desde as antigas civilizações, notadamente nas que se desenvolveram em regiões secas como no Egito e na Mesopotâmia (ANA, 2017). No início das civilizações, a irrigação era utilizada apenas como técnica de aplicação de água nas plantas, para sanar o estresse hídrico. Nos dias atuais, a agricultura irrigada tornou-se um foco do agronegócio, possibilitando o aumento da produção e da rentabilidade das propriedades agrícolas rurais (MANTOVANI *et al.*, 2009a).

A agricultura de um modo geral enfrenta grandes desafios, produzir mais e melhor, mesmo com as crescentes limitações devido as condições climáticas mais adversas, a maior escassez de recursos hídricos e a redução das áreas agricultáveis de boa fertilidade. Esta situação afeta em particular as regiões semiáridas (COLLINS *et al.*, 2009; FRAGA *et al.*, 2012). Segundo estudo realizado (UN DESA, 2009) haverá um aumento significativo na demanda por alimento, para atender os cerca de 9,1 bilhões de habitantes estimados para 2050. Em levantamento de dados realizado, (ONU, 2015) estimam que 80% dos produtos agrícolas, nos próximos 25 anos, serão providos pela agricultura irrigada.

E, estima-se que em 1900, o volume de água doce captado dos mananciais, a nível mundial, era da ordem de 580 km³ por ano, passando a ser da ordem de 3.900 km³ anuais em 2010 (FAO, 2015). Desta forma, com o aumento das áreas irrigadas e o aumento pela competição por água faz-se necessária uma adequada gestão dos recursos hídricos, associada a investimentos em pesquisas e em tecnologias (SHEN, *et al.*, 2013).

Em regiões semiáridas a situação é ainda mais crítica, pois a água é o recurso mais limitante para o crescimento das culturas. Nestas, a precipitação é escassa e irregularmente distribuída ao longo do ano (JONES, 2005; SCHULTZ E STOLL, 2010; DJAMAN *et al.*, 2015). Particularmente, no semiárido brasileiro, apesar das precipitações anuais serem de até 1.200 mm, em alguns locais, a sua distribuição é irregular e com grande variabilidade interanual (NÓBREGA e SANTIAGO, 2014; MARENGO e BERNASCONI, 2015). E, de acordo com Altieri e Koochafkan (2008), os produtores do semiárido são significativamente susceptíveis devido à sua localização geográfica, aos baixos níveis de renda e a grande dependência da agricultura (de sequeiro, principalmente).

Entretanto, a agricultura irrigada é importante por possibilitar maiores produções e promover o aumento da renda na vida dos produtores, com isso, diminuindo significativamente o êxodo rural (MANTOVANI *et al.*, 2009b). E, na região semiárida brasileira, o meloeiro irrigado vem se destacando com alta produtividade (BRAGA *et al.*, 2010). Portanto, visando a continuidade da agricultura irrigada em regiões semiáridas, novas técnicas vêm sendo discutidas no meio científico, como a irrigação com déficit regulado (RUIZ-SÁNCHEZ *et al.*, 2010). Entretanto, para o sucesso de uma estratégia com déficit hídrico regulado, o monitoramento do estresse se torna crucial, principalmente, o do potencial hídrico foliar e da condutância estomática.

3.3 Manejo da Irrigação

Na agricultura, o manejo do sistema de irrigação é fundamental para o desenvolvimento da cultura e para gerar lucros. O desperdício de água, além de aumentar os custos de produção, acarreta reduções na disponibilidade e na qualidade dos recursos hídricos. Essa situação tem levado muitos projetos de irrigação, a uma condição de baixa sustentabilidade econômica e socioambiental (CULLEN, 2004; OLIVEIRA *et al.*, 2006).

Segundo Oster e Wichelns (2003), a sustentabilidade de projetos de irrigação somente pode ser atingida por meio de ações efetivas tanto pelo agricultor quanto por órgãos públicos, visando a minimizar o desperdício de água durante a captação, a condução e a

aplicação a cultura. É necessário também ter cuidados com a necessidade de se melhorar ou de se manter as condições físicas, químicas e biológicas do solo em níveis adequados, pois isso contribuirá muito no desenvolvimento do projeto de irrigação (BERNARDO *et al.*, 2013).

Quando o irrigante tem recursos hídricos satisfatórios tende a aplicar quantidades maiores de água no solo, sem preocupação com a quantidade correta (MAROUELLI *et al.*, 2008). Lâminas excessivas, além de serem motivos de perda de água e de energia, também influenciam no processo erosivo da área através do escoamento superficial. Em contrapartida, lâminas deficitárias podem submeter as plantas a um processo de estresse que conduz a uma redução da produção final (SILVA *et al.*, 2017). Entretanto, um correto manejo da irrigação proporciona aumento da produção, maximização de uso dos recursos naturais e melhoria física e da fertilidade do solo (FREIRE *et al.*, 2011).

Cultivos submetidos a condições de excesso ou de falta de água são mais susceptíveis e predispostos a doenças e ao ataque de pragas (LOPES, *et al.*, 2006). Por conseguinte, é possível se aumentar a produtividade da maioria das culturas entre 10% e 30% e, ao mesmo tempo, se reduzir o uso de água em até 30% somente por meio da adoção de estratégias apropriadas de manejo de irrigação.

O cultivo de hortaliças em ambiente protegido e o manejo da irrigação com déficit hídrico são tecnologias bastante pesquisadas e difundidas atualmente com diferentes culturas. No entanto, estudos sobre as respostas produtivas e qualitativas do meloeiro a imposição de déficit hídrico em fases específicas de desenvolvimento são escassos no Brasil (BILIBIO, *et al.*, 2010).

3.4 Manejo da Irrigação via Planta

A programação das lâminas de irrigação a partir de indicadores com base na planta não tem tido ainda muita aceitação no meio produtivo, pois ainda é um método de manejo muito caro para os produtores. São necessárias calibrações sofisticadas nos instrumentos de medição, que são bastante sensíveis a variações ambientais e pouco sensíveis a variações do teor de água no solo, demandando maior desenvolvimento tecnológico dos irrigantes (CAMOGLU, 2013).

Dentre os métodos de manejo da irrigação com base em indicadores da planta, um dos métodos preferidos entre os pesquisadores é o índice de estresse hídrico da cultura, do termo técnico em inglês Crop Water Stress Index (CWSI), que leva em consideração a

diferença entre as temperaturas da folha e do ar e o déficit de pressão de vapor do ar (MAROUELLI *et al.*, 2011).

O teor da água na planta é expresso em teor relativo e em déficit de saturação. A energia livre é expressa em potencial total de água na planta. O processo de déficit de água na planta ocorre sempre que a transpiração ultrapassar a absorção de água disponível que a planta conseguiu retirar do solo. As altas demandas atmosféricas que ocorrem em dias excessivamente quentes é o principal fator para ocasionar o déficit temporário de água na planta, mesmo irrigadas. No período da noite esse déficit é eliminado, quando a absorção é maior que a transpiração. Durante a madrugada é quando a planta fica estável com o seu real potencial total de água (GUIMARÃES e STONE, 2008).

Segundo Haise e Hagan (1967), a estimativa da deficiência de água nas plantas pode ser avaliada com bastante precisão através das folhas. Estas consideraram a folha como o principal órgão da planta para a determinação do estado hídrico da planta. Os primeiros sinais que aparecem na folha, indicando o estresse hídrico na planta, são a mudança da coloração, o ângulo de posição das folhas, o índice de crescimento, o teor absoluto de água, o potencial hídrico, a temperatura, a taxa de transpiração e a abertura estomacal, sendo todos estes fatores afetados pelo estresse hídrico sofrido pela planta.

O método mais utilizado pelos pesquisadores para se determinar o potencial de água na folha é a câmara de pressão tipo Scholander, desenvolvida por Scholander *et al.*, (1965). Entretanto, para seu pleno funcionamento é necessário que o pesquisador tenha um conhecimento específico, para manuseá-la. Mas, mesmo com algumas restrições, ainda é o método mais indicado para se avaliar o potencial de água na folha das plantas.

3.5 Uso de Imagens Termométricas na Agricultura

A termografia é uma técnica usada como forma de investigação de problemas que possam surgir em diversos setores, tais como automobilístico, na aeronáutica, na construção civil, na medicina, na agricultura e na fisiologia vegetal. A termografia permite detectar a radiação infravermelha emitida pelos corpos convertendo-a em imagens visíveis, contendo informação sobre a temperatura da superfície dos corpos, termogramas (MCAUSLAND *et al.*, 2013).

As imagens podem ser captadas por câmeras termográficas instaladas em plataformas aéreas ou por câmeras operadas manualmente com dispositivos auxiliares como tripés, plataformas ou guindastes (BERNI *et al.*, 2009). No caso de câmeras operadas

manualmente, estas podem capturar imagens de plantas individuais ou até de partes delas, partes sombreadas ou iluminadas pelo sol, maior espaço de resolução do que imagens aéreas. Com o envolvimento de um único operador é possível se obter um grande número de imagens (JIMÉNEZ-BELLO *et al.*, 2011).

A principal vantagem na utilização de técnicas de imagem é que abrem a possibilidade de um monitoramento espaço-temporal rápido e não destrutivo de muitas características fisiológicas e estruturais das culturas. E, a temperatura da folha varia com a transpiração das folhas (JONES, 1999). Já a condutância estomática, medida por um porómetro, é a medida de referência mais sensível do estresse hídrico das plantas, induzido pelo déficit hídrico. No entanto, a medida direta da transpiração da folha usando a porometria envolve o contato com as folhas e intervém nas interações entre a folha e o ambiente circundante (JONES, 2004a).

A temperatura da copa tem sido proposta como um indicador do estresse hídrico da planta desde a década de 1960, com base no efeito de resfriamento do processo de transpiração. Desde então, os avanços tecnológicos permitiram aplicações melhoradas na agricultura, desde sensores de temperatura presos em folhas até sensoriamento remoto de curto alcance, como termometria infravermelha e imagens térmicas. Este último foi reconhecido como um método mais adequado para se avaliar a variabilidade das propriedades térmicas dentro dos dosséis da videira com potencial para outras culturas agrícolas (JONES *et al.*, 2002).

A medição da temperatura do dossel (T_c) por técnicas de infravermelho como um indicador de estresses abióticos e bióticos recentemente ganhou a atenção dos cientistas. Esse método pode ser usado remotamente e permite a medição de grandes áreas quando a geração de imagens térmicas é empregada. Plantas sob déficit hídrico do solo frequentemente fecham os estômatos, reduzindo a transpiração e aumentando a temperatura da folha. Estudos recentes mostraram que as medições da temperatura da copa em citros podem ser usadas para se detectar o estresse hídrico de plantas, moderados a graves (GARCIA-TEJERO *et al.*, 2011; ZARCO-TEJADA *et al.*, 2012).

Alguns procedimentos devem ser feitos para uma correta análise das imagens térmicas, o material não foliar deve ser excluído das imagens térmicas, podendo se usar uma variedade de métodos, tais como: a seleção manual de material foliar e o uso de materiais de referência "úmidos" e "secos" (CAMOGLU e GENÇ, 2013; AKKUZU *et al.*, 2013). Outros estudos propuseram estimando T_{seco} e $T_{úmido}$ usando variáveis meteorológicas auxiliares para derivar esses parâmetros (MOLLER *et al.*, 2007). Após os procedimentos, as imagens

térmicas de infravermelho podem ser tratadas se usando programas de computador especializados dos provedores de câmeras infravermelho, como o FLIR QuickReport e Reporter Pro (FLIR Systems, Portland, EUA), (JONES *et al.*, 1997). Esses pacotes de software oferecem cálculos básicos de temperatura média, máxima e mínima das regiões de interesse.

O software disponibilizado pelas empresas de material termográfico permite fazer o tratamento das imagens com bastante precisão. Alguns destes programas são muito caros e as versões gratuitas oferecem reduzidas possibilidades de análise, comprometendo o processo. Na tentativa de se encontrar maneiras confiáveis, várias alternativas têm sido desenvolvidas no domínio das ciências agrônômicas e das plantas, que se adaptam melhor às necessidades dos utilizadores e às características das plantas (FUENTES, *et al.*, 2012; TAGHVAEIAN, *et al.*, 2012).

As imagens térmicas proporcionam uma medição mais precisa da temperatura do dossel, pois fornecem valores instantâneos de todo o dossel, ou de várias fileiras quando tomadas de uma altura acima do dossel, tornando este método de mais abordagem integrativa (LOPEZ *et al.*, 2012; WANG *et al.*, 2010). Além disso, atualmente há câmeras disponíveis que podem gravar vídeos infravermelhos, permitindo a incorporação de posicionamentos geográficos embutidos, podendo ser usadas para se produzir mapas com distribuições de temperatura de copa, com potencial de distribuição dos índices de estresse hídrico da cultura, dentro de uma área agrícola (câmaras da série SC, FLIR Systems, Portland, EUA).

Entretanto, a técnica baseada na temperatura foliar apresenta alguns problemas, o principal problema é constituído pelo fato de que o uso direto dos valores de temperatura da folha ou do dossel, por si só não pode ser um estimador absoluto do padrão fisiológico das plantas de cultivo, uma vez que as temperaturas das folhas medidas em condições naturais de campo são muito sensíveis a fatores ambientais altamente variáveis. Assim, uma variedade de abordagens foram desenvolvidas no passado para se calibrar ou se normalizar a temperatura da folha para se estimar o estresse hídrico da planta de forma mais quantitativa.

As primeiras correções foram feitas pela diferença entre a temperatura da folha e do ar (IDSO *et al.*, 1977). O popular índice de estresse de água nas culturas (JACKSON *et al.*, 1981) não apenas corrige a temperatura do ar, mas sim para todas as variáveis meteorológicas. Em particular, o uso de superfícies de referências artificiais, úmidas e molhadas, melhoram a usabilidade do índice de estresse de água nas culturas para sensoriamento remoto térmico.

O sucesso dessa estratégia, contudo, depende do momento e da intensidade do estresse hídrico da planta (BALLESTER *et al.*, 2013). As plantas sob déficit hídrico do solo

diminuem frequentemente a condutância estomática, reduzindo a transpiração e aumentando a temperatura da folha. A medida da radiação infravermelha emitida pelo dossel pode, portanto, ser usada como um indicador do estresse hídrico da planta.

No entanto, é importante ter em mente que a abertura estomática pode ser afetada não apenas pelo déficit hídrico do solo, mas também por outros fatores ambientais e endógenos, bem como por estresses bióticos, como pragas e doenças. As condições ambientais como a energia radiativa, a temperatura do ar e o vento, os aspectos da morfologia da planta, como a forma do dossel e o tamanho das folhas, bem como os mecanismos de transpiração que controlam as plantas, influenciam diretamente a temperatura da copa (JONES *et al.*, 2009).

3.6 Cobertura Vegetal do Solo

A superfície do solo, com ou sem cobertura vegetal, é a principal fonte de troca e armazenagem de energia térmica nos ecossistemas terrestres. É a partir da intensidade da radiação solar que atinge a superfície do solo, que ele se aquece e se resfria, no decorrer do dia e do ano, provocando variações térmicas nas camadas subjacentes. A temperatura do solo tem efeitos diretos no desenvolvimento das plantas. As reações químicas e a disponibilização de nutrientes dependem de faixas adequadas de temperatura do solo, influenciando na germinação das sementes, na atividade funcional das raízes, na velocidade e na duração do crescimento das plantas e na ocorrência e na severidade de doenças em plantas (GASPARIM *et al.*, 2005).

Várias estratégias de manejo de irrigação vêm sendo testadas, na busca de se manter a umidade do solo em níveis confortáveis para a planta e para aperfeiçoar o uso da água de irrigação. Uma delas é a utilização de cobertura vegetal do solo, que proporciona maior retenção da água no solo mantendo-o mais tempo úmido e, assim, sendo possível se aumentar os intervalos entre irrigações. Além dessas vantagens, atua também como agente isolante, impedindo oscilações bruscas da temperatura do solo e contribuindo para a menor evaporação da água armazenada com um melhor aproveitamento do conteúdo de água pelas plantas. E para que a utilização da cobertura seja viável faz-se necessário a utilização de material disponível na região de cultivo (BIZARI *et al.*, 2009).

Diversos materiais podem ser usados com cobertura vegetal ou cobertura morta do solo, sendo o ideal que se utilize o material mais abundante na região do plantio. A prática da cobertura do solo consiste em cobrir o solo com capim, palha, casca, papel, plástico e

outros. É recomendada para praticamente todos os solos, todos os climas e todas as culturas perenes, sendo inúmeros os benefícios por ela trazidos. Dentre as vantagens, pode-se citar a proteção do solo contra o impacto das gotas de chuva, que obstruem os poros implicando em perda de aeração, aumento de adensamento e escorrimento superficial, carreando as partículas do solo, resultando em redução de sua fertilidade (QUEIROGA *et al.*, 2002; PINHEIRO NETO *et al.*, 2008).

Em regime de sequeiro ou irrigado, a manutenção da cobertura vegetal do solo tem papel relevante na conservação da água precipitada no solo ou aplicada via irrigação, na redução da temperatura instantânea do solo e da amplitude diuturna dessa variável. Outros estudos comprovam sua eficácia na conservação da água armazenada no solo, e ao reduzir as perdas por evaporação, que podem se constituir em 30% a 40% da evapotranspiração diária para algumas culturas (MEDEIROS *et al.*, 2005).

Nesse sentido, Resende *et al.* (2005) observaram que a utilização da cobertura do solo mostrou-se como uma prática vantajosa para o cultivo de verão da cenoura, pois reduziu a temperatura em até 3,5°C, aumentou a retenção de umidade do solo em até 2,3%, em relação ao controle, e melhorou o desenvolvimento das plantas de cenoura.

Nas regiões semiáridas onde altas temperaturas são predominantes associadas à baixa umidade do ar, a limitação pluviométrica e a irregularidade das chuvas, o uso de cobertura do solo pode resultar em benefícios aos cultivos irrigados, especialmente às fruteiras. Nessas situações registra-se redução das perdas de água implicando em menor lâmina aplicada, na manutenção do solo mais úmido e nas melhorias das qualidades física, química e biológica do solo contribuindo para a adequada qualidade pós-colheita dos frutos (SILVA *et al.*, 2013).

Em regiões semiáridas é necessário a incorporação de outras estratégias, além da irrigação, como o uso da cobertura vegetal do solo, que reduz a evapotranspiração e aumenta a eficiência das menores lâminas no suprimento hídrico da cultura, mantendo o solo com umidade mais elevada e amenizando os efeitos de estresse hídrico. A cobertura vegetal do solo favorece a retenção da água no solo mantendo-o mais úmido e possibilita maiores intervalos entre irrigações e como agente isolante impede oscilações bruscas da temperatura do solo e contribui para a menor evaporação da água armazenada (FARIAS *et al.*, 2015).

A cobertura morta do solo pode ser realizada com restos culturais ou com a utilização de mulching de plástico. Esta técnica é muito eficaz na redução da evaporação, pois aumenta a resistência ao fluxo de vapor entre a superfície do solo e a atmosfera. Em vários estudos de campo, no semiárido noroeste da China, se observaram que o uso de mulching

plástico pode aumentar a eficiência e os rendimentos do uso de água (BU *et al.*, 2013; GAO *et al.*, 2014).

Em cultivos de melão, para se evitar a perda por percolação e por lixiviação, principalmente em solos arenosos, uma alternativa é a utilização de filmes plásticos enterrados subsuperficialmente, os quais auxiliariam na retenção de água e de nutrientes na profundidade efetiva do sistema radicular. Esse método associado à alta eficiência do uso da água pelo sistema de irrigação por gotejamento propiciaria maior disponibilidade hídrica e de nutrientes em solução para serem absorvidos pelas raízes. Com a utilização, as condições de umidade do solo são alteradas, se tornando necessário o ajuste da irrigação para essas condições, de forma a atender adequadamente às necessidades hídricas para a cultura do meloeiro e, conseqüentemente, se obter um maior retorno econômico (BRAGA *et al.*, 2011).

O uso de cobertura do solo com material orgânico (casca de coco e de arroz, palha de capim, bagaço de carnaúba e de cana, entre outros) vem sendo prática comum na agricultura em todo o mundo, com ganhos notórios tanto na produção como na diminuição dos custos de produção e no controle de infestação por plantas daninhas, além de se reduzir perdas de nutrientes por lixiviação e com obtenção de maiores produtividades de melão (COELHO e MONTEIRO, 2009). Porém, os resultados obtidos variam de acordo com os materiais de cobertura empregados, tipos ou variedades de melão e com as condições edafoclimáticas em que a cultura está sendo conduzida.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Localização do Experimento

O experimento foi conduzido na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará – IFCE, Campus Sobral (Figura 1), com coordenadas geográficas (03° 41' 10" S, 40° 20' 59" W, 69 m). De acordo com a classificação de Köppen, o clima local é classificado como BSw'h', clima quente e semiárido, de seca acentuada, com 7 a 8 meses de deficiência hídrica, com pluviosidade média anual de 854 mm, concentradas nos meses de janeiro a maio. A temperatura média anual é de 28,3°C, a insolação é em torno de 2.563 h ano⁻¹, a umidade relativa média anual é de 68% e a velocidade média anual do vento é de 3,5 m s⁻¹ (INMET, 2018).

Figura 1 – Área experimental do IFCE. Sobral/CE, 2018.

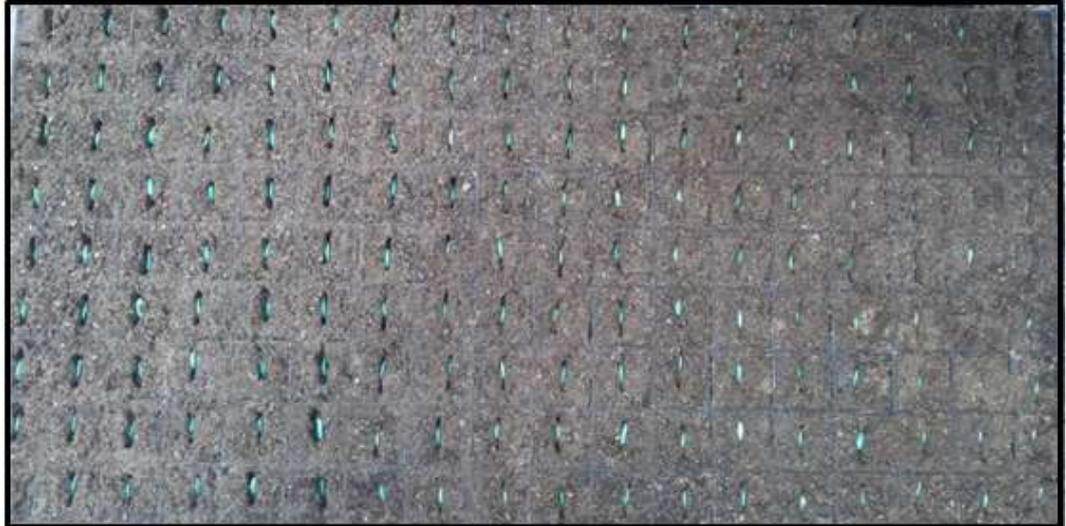


Fonte: elaborado pelo autor.

4.2 A cultura utilizada no Estudo

A cultura utilizada foi o melão amarelo (*Cucumis melo L.*), híbrido Goldex F1, sendo que na formação das mudas foram utilizadas quatro bandejas de isopor com 128 células cada (Figura 2). Para o preenchimento das células utilizou-se como substrato o esterco bovino e a areia lavada, na proporção de 50% cada. Após a semeadura, realizaram-se irrigações para a manutenção da umidade favorável à germinação das sementes.

Figura 2 – Bandeja utilizada para a formação das mudas do meloeiro. Sobral/CE, 2018.



Fonte: elaborado pelo autor.

As sementes foram plantadas a uma profundidade de 2 centímetros, profundidade considerada ótima para facilitar a emergência, tendo sido colocado uma semente por célula. Após a emergência, as mudas foram mantidas por cerca de 10 dias nas bandejas, tempo necessário para o surgimento de duas folhas definitivas.

Quando as plântulas de meloeiro apresentaram o desenvolvimento necessário para o plantio (figura 3A), as bandejas com as plântulas foram levadas para a área experimental. Estas ficaram em repouso, durante 24 horas, tempo suficiente para a aclimação das mudas ao local de cultivo. Após as 24 horas, iniciou-se o processo de transplantio (figura 3B), por volta das 16h 30min. Optou-se por este horário, pois em torno deste a temperatura local começa a diminuir, proporcionando uma melhor adaptação das plântulas ao local definitivo.

Figura 3 – Bandejas com mudas prontas em aclimatação e transplântio das plântulas de meloeiro. Sobral/CE, 2018.



Fonte: elaborado pelo autor.

O híbrido de melão amarelo (*Cucumis melo L.*) utilizado, o Goldex F1, é caracterizado por apresentar alta produtividade, polpa branco-creme, tolerância à raça 1 de oídio e folhas largas. Os frutos são elípticos, com casca levemente enrugada, cavidade interna pequena, uniforme, com °Brix entre 10 e 14° e ciclo relativamente curto (entre 64 e 66 dias), se plantado nas condições climáticas do Nordeste.

Na Figura 4, pode-se observar um fruto, de melão amarelo (*Cucumis melo L.*), híbrido Goldex F1, obtido na primeira colheita aos 58 dias após o transplântio (DAT).

Figura 4 – Fruto do meloeiro amarelo híbrido Goldex F1. Sobral/ CE, 2018



Fonte: elaborado pelo autor.

4.3 Características do solo e adubação

As características físico-químicas do solo da área experimental, analisadas no laboratório de Água e Solos do Departamento de Ciências do Solo no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará – UFC, se encontram na Tabela 1. O solo tem classificação textural franco argilosa.

Tabela 1. Características físico-químicas do solo da área experimental. Sobral/CE, 2018.

Químicos		Físicos	
Parâmetros	Valores	Parâmetros	Valores
MO	28,46 g kg ⁻¹	Areia Grossa	38,4 g kg ⁻¹
Mg	1,80 cmol _c dm ⁻³	Areia Fina	192 g kg ⁻¹
N	0,13 cmol _c dm ⁻³	Silte	341 g kg ⁻¹
K	0,57 cmol _c dm ⁻³	Argila	277 g kg ⁻¹
P	17 mg dm ⁻³	Argila Natural	201 g kg ⁻¹
Ph	6,2	DS	1,44 g cm ⁻³
Al	0,0	DP	2,65 g cm ⁻³
C.E	0,72 ds m ⁻¹	-	-

Valores dos parâmetros químicos: MO matéria orgânica, Mg magnésio, K potássio, P fosforo, pH do solo, Al alumínio, físicos: DS densidade do solo, DP densidade de partícula, do solo antes do início do cultivo de meloeiro.

Fonte: elaborado pelo autor.

A adubação foi realizada com base nos resultados obtidos da análise do solo, Tabela 1. As quantidades de nutrientes aplicadas, por fertirrigação via sistema Venturi, seguiram a recomendação de Crisóstomo *et al.*, (2002), para uma produção esperada acima de 30 t ha⁻¹ (Tabela 2): 140 kg ha⁻¹ de nitrogênio, 300 kg ha⁻¹ de potássio e 240 kg ha⁻¹ de fósforo.

Foram utilizados como fontes de nitrogênio, de fosforo e de potássio, a ureia, o superfosfato simples e o cloreto de potássio, respectivamente. As fertirrigações foram baseadas nas demandas de N, P e K requeridas por estágio fenológico do meloeiro (Tabela 3).

Tabela 2 – Recomendação de adubação para o meloeiro irrigado.

Produtividade esperada (t h ⁻¹)	N (kg ha ⁻¹)	P resina (mg dm ⁻³)			K solo (mmolc dm ⁻³)		
		0 a 25	26 a 60	> 60	0 a 1,5	1,6 a 3,0	>30
		kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅			kg ha ⁻¹ K ₂ O		
<20	80	160	120	80	200	160	100
20 a 30	100	200	160	100	250	200	140
>30	140	240	180	140	300	240	180

Fonte: Crisóstomo, *et al.*, (2002).

Tabela 3. Demandas de N, P e K requeridas por estágio fenológico do meloeiro.

Nutriente	Aplicação na Fundação	Diferente estágio fenológico do meloeiro (dias)							
		1-7	8-14	15-21	22-28	29-35	36-42	43-49	50-56
		Quantidade relativa de nutrientes (%)							
N	14	4,2	7	7	21	29,4	29,4	21	7
K	24	7,2	12	12	36	50,4	50,4	36	12
P	108	0	9	9	18	18	18	0	0

Fonte: Autor adaptado de Marouelli *et al* (2011).

O preparo da área experimental consistiu-se inicialmente de uma limpeza completa com capinas (manual e mecanizada). Posteriormente, foi realizada a amontoa do solo para a confecção dos camalhões de plantio, onde foram inseridas as fileiras de plantas.

No decorrer do ciclo da cultura, foram realizados controles de pragas e de doenças através de pulverizações com defensivos agrícolas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Os mais utilizados no experimento foram: o fungicida Dimethyl-4,4'-(*o*-phenylene) bis (3-thioallophanate); e o inseticida 1-(6-chloro-3-pyridinylmethyl) N-nitroimidazolidim-2-ylideneamine.

E, também, foram utilizados defensivos naturais, para se minimizar o uso dos agrotóxicos, como soluções a base de farinha de trigo, de castanha, de álcool, de óleo e de sabão. Para uma melhor eficiência no uso destas, procurou-se sempre aplicá-las no início da manhã ou ao final da tarde.

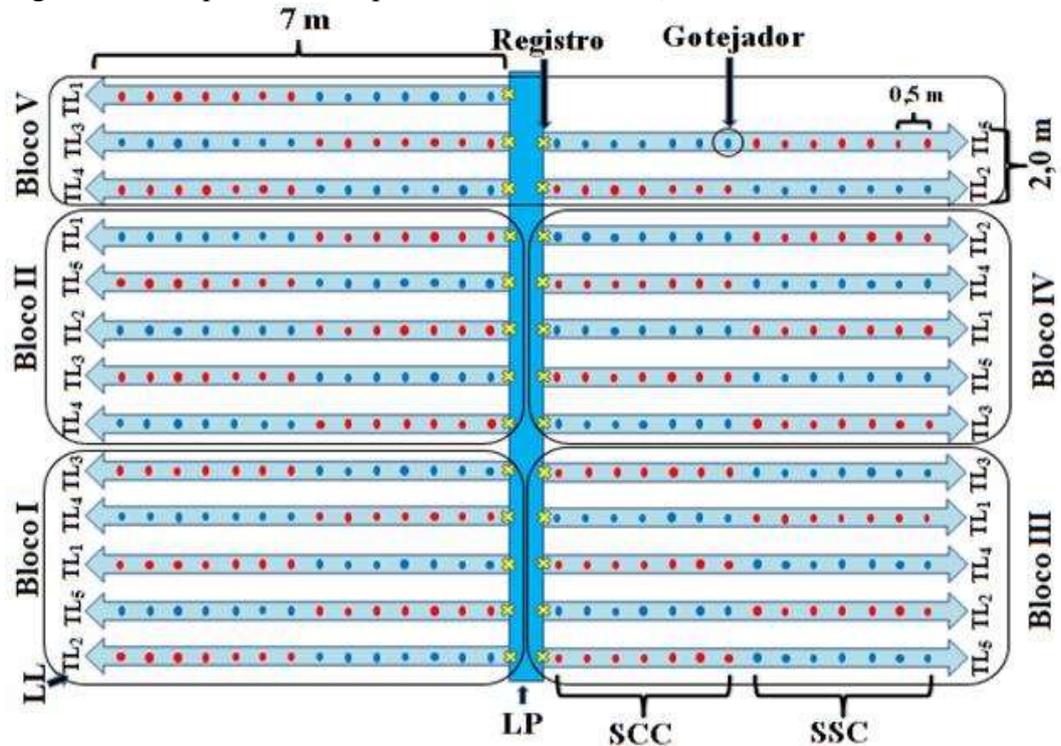
4.4 O Delineamento Experimental

O trabalho foi conduzido no período de outubro a dezembro de 2018. O delineamento experimental utilizado foi de blocos completos ao acaso, em parcelas subdivididas. As parcelas foram compostas por 5 regimes de irrigação (TL₁, 120%; TL₂, 100%; TL₃, 80%; TL₄,

60%; e TL₅, 40% da ETc) e, nas subparcelas solo com cobertura vegetal (SCC) e sem cobertura vegetal (SSC). Optou-se por 5 repetições, totalizando 50 unidades experimentais, com sete plantas em cada unidade, totalizando 350 plantas no experimento.

O espaçamento utilizado foi de 2 m entre fileiras e 0,50 m entre plantas. A área total do experimento foi de 350 m². Na Figura 5, se pode visualizar o croqui da área experimental.

Figura 5 – Croqui da área experimental. Sobral/CE, 2018.



Linha Principal (LP), Linha lateral (LL), Solo com Cobertura vegetal (SCC) e Solo sem Cobertura vegetal (SSC).

Fonte: elaborado pelo autor.

4.5 Irrigação e Cobertura do Solo

O sistema de irrigação utilizado foi do tipo gotejamento, com emissores na linha, modelo botão autocompensante PCJ - CNL, trabalhando a uma pressão média de 150 kPa e com vazão nominal de 4,2 L h⁻¹, espaçados de 0,5 m, resultando em um emissor para cada planta. Os emissores foram previamente avaliados em condições de laboratório. A metodologia utilizada para a avaliação da uniformidade foi constituída do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), proposto por CHRISTIANSEN (1942), e do Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD), que apresentaram valores de 91% e 84%, respectivamente.

A interpretação dos valores dos coeficientes CUC e CUD, baseou-se na proposição de Frizzone *et al.*, (2012), apresentados nas Tabela 4.

Tabela 4. Classificação do CUC e do CUD para sistemas de irrigação por gotejamento.

CLASSIFICAÇÃO	CUC (%)	CUD (%)
Excelente	90 – 100	≥ 90
Bom	80 – 90	80 – 90
Razoável	70 – 80	70 – 80
Ruim	60 – 70	< 70

Fonte: Frizzone *et al.*, (2012).

A quantidade de água a ser aplicada foi determinada mediante a estimativa de reposição das perdas decorrentes da evapotranspiração da cultura (ETc), diariamente. A estimativa da evapotranspiração de referência (ETo) foi feita a partir de leituras diretas da evaporação diária medida por meio de um tanque evaporímetro Classe “A”, instalado em uma área ao lado do plantio, Figura 6. A água do tanque foi renovada regularmente para se eliminar as impurezas, conforme Doorenbos e Pruitt (1997).

O cálculo da evapotranspiração de referência (ETo) foi realizado, de acordo com a metodologia proposto por Allen *et al.*, (1998) utilizando-se a equação 1.

$$ETo = ECA * Kp \quad (1)$$

Em que:

ETo - Evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹);

ECA - Evaporação medida no tanque classe A (mm dia⁻¹);

Kp - Coeficiente do tanque (adimensional).

Adotou-se um valor fixo de Kp de 0,72, em virtude dos fortes ventos apresentados e das altas temperaturas observadas no local do experimento, concordando com a literatura, onde preconiza que para regiões de clima semiárido, o Kp pode variar de 0,70 até 0,75, aproximando-se mais do primeiro sempre que estas características forem elevadas. Para se quantificar a evapotranspiração da cultura (ETC) foi utilizada a proposição de Allen *et al.* (1998).

Figura 6 - Tanque Classe A instalado na área experimental. Sobral/ CE, 2018



Fonte: elaborado pelo autor.

$$ET_c = E_{To} * K_c * FCS \quad (2)$$

Em que:

ET_c – Evapotranspiração da cultura (mm dia^{-1});

E_{To} - Evapotranspiração de referência (mm dia^{-1});

K_c – Coeficiente da cultura (adimensional);

FCS – Fator de cobertura do solo (adimensional).

Os valores de coeficientes de cultivo K_c utilizados foram 0,50, 0,80, 1,05 e 0,75, recomendados por (Doorenbos e Kassam, 1994; Doorenbos e Pruitt 1997), referentes aos períodos de desenvolvimento vegetativo, floração, frutificação e maturação do meloeiro, respectivamente.

O fator de cobertura do solo FCS ou fator de sombreamento foi calculado medindo-se as dimensões dos ramos do meloeiro no sentido transversal às linhas de plantio e dividindo-se o valor encontrado pelo espaçamento da cultura entre as fileiras de plantas.

A condução de água para às plantas nos tratamentos foi composta de linhas laterais espaçadas em 2 m, de polietileno, diâmetro nominal 16 mm, PN 250 kPa e 7 m de comprimento, com 14 plantas por linha, com pode ser visto na Figura 7.

Figura 7 – Linha lateral do bloco experimental. Sobral/ CE, 2018.



Fonte: elaborado pelo autor.

Para o procedimento de cálculo do tempo de irrigação foi utilizada a equação 3:

$$Ti = 60 * \frac{f * ETc * Ap}{Ea * Q} \quad (3)$$

Em que:

Ti – Tempo de irrigação (minutos);

f – Fator de ajuste dos regimes de irrigação (0,4; 0,6; 0,8; 1,0 e 1,2, adimensionais);

ETc – Evapotranspiração da cultura (mm dia^{-1});

Ap – Área ocupada pela planta (m^2);

Ea – Eficiência do sistema de irrigação (adimensional);

Q – Vazão do gotejador (L h^{-1}).

A quantidade de água aplicada em cada tratamento de irrigação (TL₁, 120%; TL₂, 100%; TL₃, 80%; TL₄, 60%; e TL₅, 40% da ETc) durante todo o ciclo do meloeiro foi equivalente a 386,69, 322,24, 257,79, 193,34 e 128,89 mm, respectivamente.

O material utilizado como cobertura vegetal do solo foi a bagana (composta de folhas secas de carnaúba triturada), Figura 8, posta aos 5 DAT. A quantidade de bagana utilizada no tratamento foi de cerca de 3 cm de altura, formando uma camada de cobertura em cima do solo, com um diâmetro de 0,50 m em torno do caule da planta de meloeiro.

Figura 8 – Bagana de Carnaúba triturada. Sobral/CE, 2018



Fonte: elaborado pelo autor.

4.6 Variáveis Analisadas

Foram avaliadas as seguintes variáveis: temperatura do dossel, potencial hídrico foliar, índice térmico $\Delta(T_{\text{dossel}} - T_{\text{ar}})$, umidade do solo, peso médio dos frutos, número de frutos por planta, firmeza da polpa e teor de sólidos solúveis.

4.6.1 Temperatura do dossel (TC)

A temperatura do dossel (TC) foi mensurada aos 15, 30, 45 e 60 DAT se utilizando uma câmera térmica termovisor flir I40 (Figura 9). A câmera tinha sensibilidade térmica de até $0,06^{\circ}\text{C}$ (resolução térmica: 80×60 e resolução MSX: 320×240) e emissividade regulada em 0,96.

Figura 9 – Câmera térmica modelo Termovisor Flir I40.



Fonte: Fabricante

A câmara foi fixada em um tripé, para melhor ajuste, e as imagens térmicas foram capturadas, manualmente, a uma distância entre 0,50 e 1,0 m da planta em torno das 8 h, antes do início dos tratamentos de irrigação. Foram capturadas três imagens de cada planta, em três plantas por tratamento. Ou seja, a temperatura média do dossel foi originada de nove quantificações da temperatura do dossel por tratamento, em cada data de medição.

Posteriormente, a captura das imagens, passava-se para o software utilizado no tratamento das mesmas, Flir QuickReport, que é específico para tratamento de imagens térmicas e oferece varias funções para se extrair as imagens da câmara (Figura 10).

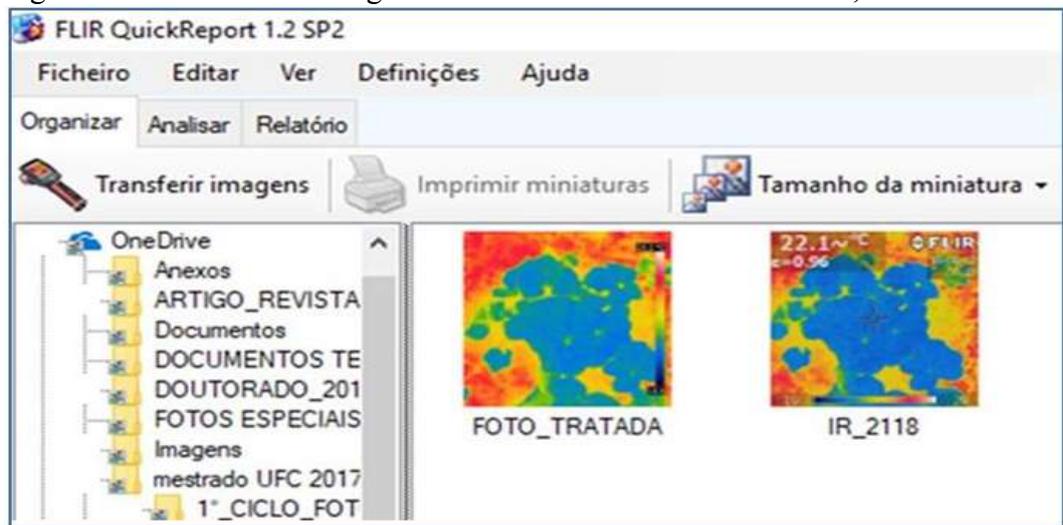
Figura 10 – Software para tratamento das Imagens termométricas. Sobral/CE, 2018.



Fonte: elabora pelo autor.

Na figura 10A, pode ser visto a tela de apresentação do programa utilizado para tratamento das imagens termométricas, onde o mesmo disponibiliza varias ferramentas para mensuração dos dados térmicos das imagens capturadas. Na (Figura 10B), pode ser visualizado a tela de entrada do software, apresentando as primeiras funções para inicio do tratamento das imagens termométricas, onde o operador tem a opção de trabalha às fotos individualmente ou inseri varias fotos ao mesmo tempo. Logo após a inserção da imagem térmica no software iniciava-se o processo de extração da informação térmica (Figura 11).

Figura 11 – Entrada das imagens térmicas no software. Sobral/CE, 2018.

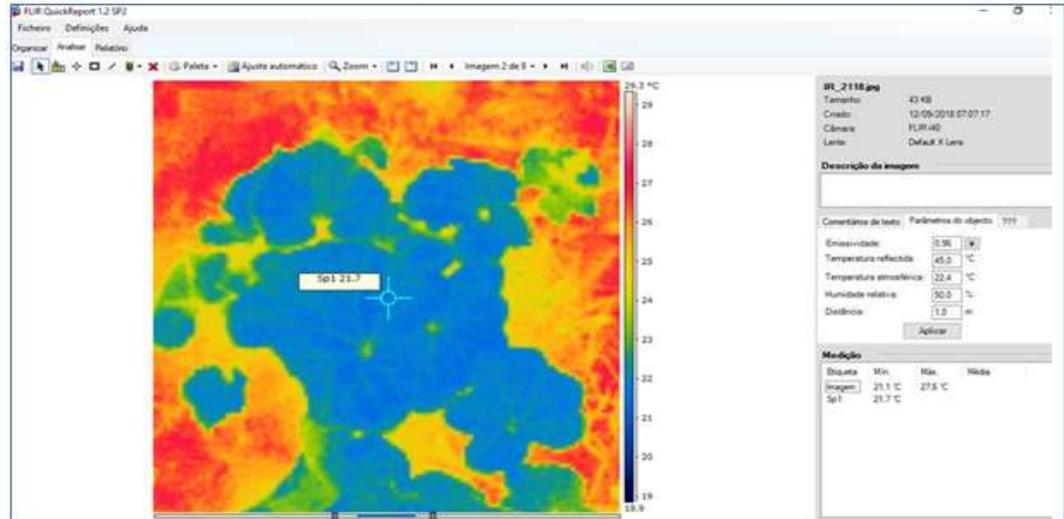


Fonte: elaborado pelo autor.

Ressalta-se que quando a foto térmica é capturada no campo, a câmera marca um ponto X dentro da imagem, que pode ser observado pelo operador da máquina, logo após a captura da imagem, demonstrando a temperatura do ponto específico. Entretanto, para se realizar uma medida mais precisa da temperatura média do dossel desprezou-se este valor, com o auxílio do software, e observou-se a temperatura em vários pontos dentro da mesma imagem térmica.

Nesse processo, selecionaram-se apenas as áreas de interesse (folhas) e retiraram-se outras áreas que apareciam entre as folhas (solo, tubulações, frutos), especificando-se o local de leitura das temperaturas (Figura 12). Para determinar a temperatura térmica do dossel da planta de meloeiro foi utilizada a ferramenta ponto, com a utilização desta ferramenta o operador marca vários pontos dentro da imagem termométrica, após marca todas as áreas de interesse do dossel, é feito o calculo da media de todos os pontos, com isso, é estimado um valor térmico representativo de todo o dossel.

Figura 12 – Tratamento das imagens térmicas no software. Sobral/CE, 2018.



Fonte: elaborado pelo autor.

4.6.2 Potencial hídrico foliar (Ψ_F)

O potencial hídrico foliar (Ψ_F) foi medido aos 15, 30, 45 e 60 DAT em torno das 8 h. Para se realizar a medida se utilizou uma bomba de Scholander. A folha escolhida para que fosse feita a medida era a terceira folha, contada a partir do ápice do ramo (a folha adulta mais jovem).

A bomba de pressão (tipo Scholander) mede a pressão hidrostática negativa (tensão) que existe no xilema das plantas, segundo Scholander *et al.*, (1965). Parte da planta a ser medida tem que ser cortada e colocada na câmara. Neste caso, é assumido que o Ψ_F do xilema é igual ao Ψ_F médio de todos os órgãos. Antes do corte, a coluna de água no xilema está sob tensão; e, quando a coluna de água é cortada é puxada para dentro dos capilares do xilema. Para se fazer a medição, a câmara é pressurizada com gás comprimido até que a água retorne para a superfície do corte. Quando o observador notar o umedecimento da superfície do corte, deve-se parar a pressurização e anotar a pressão marcada no manômetro. Este valor negativo corresponde ao Ψ_F do órgão (Figura 13).

Figura 13 - Determinação do potencial hídrico foliar utilizando-se a bomba de pressão tipo Scholander. Sobral/CE, 2018.



Fonte: elaborado pelo autor.

4.6.3 Índice térmico $\Delta(T_{dossel} - T_{ar})$

Para se obter a temperatura ar utilizou-se um datalogger (Modelo Termo higrômetro HOBO U12-012), instalado ao lado da área experimental. Os valores das variáveis meteorológicas mensuradas, durante o horário das avaliações aos 15, 30, 45 e 60 DAT de medição do potencial hídrico foliar, da temperatura do dossel e da umidade do solo, encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5. Temperaturas mínimas e máximas horárias, umidade relativa do ar instantânea e total horário de chuva, durante o horário das avaliações aos 15, 30, 45 e 60 DAT.

DAT	Horário	Tmin (°C)	Tmáx (°C)	UR (%)	PP (mm)
15	08:00	22,5	24,7	66,5	0,0
15	09:00	26,8	28,9	65,8	0,0
30	08:00	22,6	24,1	65,2	0,0
30	09:00	25,2	27,6	65,1	0,0
45	08:00	23,0	25,6	66,7	0,0
45	09:00	27,5	28,9	66,4	0,0
60	08:00	24,7	26,1	65,1	0,0
60	09:00	27,9	29,5	64,2	0,0

Valores médios das variáveis meteorológicas de Outubro a Dezembro de 2018, Sobral – CE.

Fonte: elaborado pelo autor.

De posse dos dados das temperaturas médias do dossel e da temperatura do ar procedeu-se o calculo do índice térmico, $\Delta(T_{dossel} - T_{ar})$, de acordo com (COSTA *et al.*, 2013) (Equação 4):

$$\Delta(T_{dossel} - T_{ar}) = T_{dossel} - T_{ar} \quad (4)$$

Em que:

$\Delta(T_{dossel} - T_{ar})$ – Índice térmico

T_{dossel} – Temperatura dossel

T_{ar} – Temperatura do ar

4.6.4 Umidade do solo (UA)

A determinação da umidade do solo foi realizada pelo método gravimétrico. A secagem das amostras foi realizada em estufa, entre 105 e 110 °C, por 24 horas, conforme Klar (1991). Para a obtenção da umidade do solo utilizou-se a equação 7, a partir da diferença entre o peso da amostra úmida e da seca (JARRELL *et al.*, 1999).

$$UA = \frac{M1 - M2}{M2 - M3} * 100 \quad (7)$$

em que:

Ua = umidade atual do solo, %;

M1 = massa do recipiente com solo úmido, g;

M2 = massa do recipiente com solo seco, g, e;

M3 = massa do recipiente, g.

4.6.5 Numero de fruto por planta (NFP)

O número de frutos por planta foi determinado a partir da divisão do número total de frutos comerciáveis por parcela pela quantidade de plantas. O número de frutos comercializáveis foi obtido pela contagem dos frutos da área útil de cada parcela que se enquadraram dentro dos padrões de qualidade do mercado.

4.6.6 Peso médio dos frutos (PMF)

Em cada colheita, foram selecionados manualmente somente os frutos com características comerciais, eliminando-se todos os frutos que apresentavam defeitos. Em

seguida, foi realizada a pesagem dos frutos por tratamento, em balança digital. Após as colheitas, o peso médio dos frutos por tratamento correspondeu ao somatório dos frutos selecionados por tratamento dividido pela quantidade dos mesmos.

4.6.7 Firmeza da Polpa (FP)

A determinação da variável FP foi realizada com o auxílio de um penetrômetro manual com "pluger" (ponteira) de 8 mm de diâmetro. Os frutos foram previamente seccionados, longitudinalmente em duas partes (fatias) equidistantes, sendo a medida feita na posição mediana da face lateral, de pelo menos duas fatias. As leituras em libras (lb) foram convertidas em Newton (N), multiplicando o valor encontrado pelo fator 4,45 (FILGUEIRAS *et al.*, 2000).

4.6.8 Sólidos Solúveis (SS) (°Brix)

As análises de sólidos solúveis foram feitas com os frutos selecionados no padrão de comercialização. Nestes, foi retirado uma fatia longitudinal de aproximadamente 3 cm de espessura, sem casca e sem sementes. Em seguida, determinou-se valor de sólidos solúveis em °Brix, utilizando-se um refratômetro digital, com correção automática de temperatura.

4.7 Análises Estatísticas

Os dados referentes aos fatores regimes de irrigação e cobertura do solo foram submetidos à análise de variância. Posteriormente, os dados referentes aos regimes de irrigação, quando significativos pelo teste F, foram submetidos à análise de regressão. Nesta, as equações de regressão, modelos linear e polinomial quadrático, foram escolhidas com base na significância dos coeficientes de regressão até 5% de probabilidade pelo teste F e no maior coeficiente de determinação (R^2). E, os dados referentes aos tratamentos com ou sem cobertura do solo, quando significativos, foram submetidos ao teste de médias de Tukey, ao nível de 5% (*).

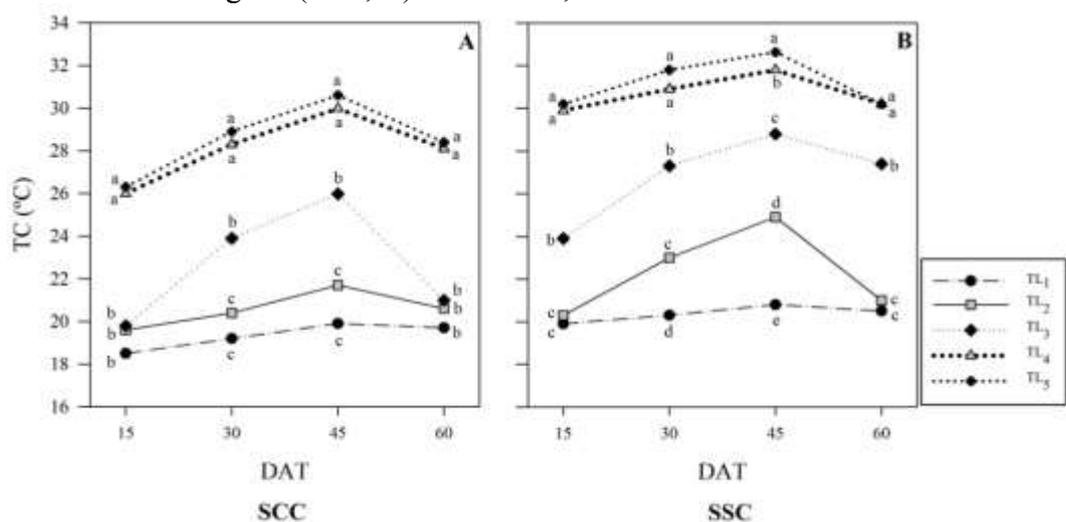
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Temperatura do Dossel do Meloeiro (TC).

Na Figura abaixo podem ser observados os valores da temperatura média do dossel (TC), medidos aos 15, 30, 45 e 60 dias após o transplante, DAT, sob diferentes regimes de irrigação, em solo com cobertura vegetal (SCC, 14A) e sem cobertura vegetal (SSC, 14B).

Em A e em B, pode ser observado que ocorreu uma elevação da temperatura do dossel até os 45 DAT, depois esta decresceu. Como o meloeiro aumenta o consumo de água progressivamente durante o seu ciclo fenológico, até em torno dos 45 DAT, provavelmente, as lâminas aplicadas, mesmo nos tratamentos com maiores disponibilizações hídricas, não foram suficientes para o pleno atendimento da demanda hídrica da cultura, principalmente, neste período de maior demanda. Esse comentário baseia-se no fato que elevações da TC ocorrem quando os estômatos são fechados, normalmente, sob condições de redução hídrica. De acordo com Dejong *et al.* (2015), a temperatura do dossel aumenta quando a radiação solar é absorvida, mas é resfriada quando essa energia é usada para a evaporação da água (energia latente ou transpiração) em vez de aquecer as superfícies das plantas.

Figura 14 – Variações da temperatura média do dossel (TC), aos 15, 30, 45 e 60 DAT, sob diferentes regimes irrigação, em solo com cobertura vegetal (SCC, A) e sem cobertura vegetal (SSC, B). Sobral/CE, 2018.



As letras a, b, c, d e e, mostram diferenças entre os tratamentos lâminas de irrigação TL₁, TL₂, TL₃, TL₄ e TL₅, no diferentes períodos de avaliação 15, 30, 45 e 60 dias após transplante (DAT) respectivamente ($p < 0,05$).

Fonte: elaborado pelo autor.

Com relação ao efeito do fator lâminas de irrigação sobre a variável TC, ocorreu tendência de decréscimo desta na medida em que a disponibilidade de água foi elevada. Quando a planta está em condições hídricas confortáveis, a TC se mantém em um nível menor, oscilando pouco. Estudo de Baluja *et al.* (2012), monitorando o estado da água em videira usando imagens térmicas e multiespectrais aéreas, mostraram que quando a planta está em condições hídricas satisfatórias a TC fica estável. Resultados semelhantes também foram observados por Poblete-Echeverría *et al.* (2016), que também estimaram o estado da água nas plantas utilizando informações térmicas.

Em trabalhos de Leinonen e Jones (2004) e Berni *et al.* (2009), também com a utilização de imagens termométricas para se avaliar o estado da água das culturas agrícolas através da TC, foram observados resultados semelhantes. Do mesmo modo, outros trabalhos têm relatando correlações significativas entre a informação térmica e as variáveis fisiológicas relacionadas ao estado hídrico da planta (FUENTES *et al.*, 2014; OSROOSH *et al.*, 2016).

Outro fato que também pode ser observado é que os valores da TC no tratamento TL₃, aos 15 DAT e aos 60 DAT, não diferiram estatisticamente dos valores observados com TL₁ e TL₂, figura 14A. Nestes períodos, há uma menor necessidade hídrica do meloeiro. Porém, aos 30 DAT e aos 45 DAT, os valores observados em TL₃ diferiram estatisticamente dos observados com TL₁ e TL₂. Provavelmente, isto se deveu ao aumento da demanda hídrica pela cultura, aos 30 DAT e aos 45 DAT, que coincidem com a fase reprodutiva, conforme Doorenbos e Pruitt (1997).

No geral, ocorreram maiores valores de TC nos tratamentos TL₄ e TL₅. Isso pode ser explicado devido a maior restrição hídrica imposta durante o ciclo do meloeiro nos mesmos. Nessas condições, a planta fecha os estômatos e diminui a transpiração ocasionando uma maior temperatura do dossel. Em trabalhos de García-Tejero *et al.* (2018) com amêndoas, Pou *et al.* (2014) com videira e Stuckens *et al.* (2011) em pomar de citros, utilizando termografia, os autores também observaram que as plantas submetidas a condições de restrição hídrica apresentaram maiores temperaturas do dossel, porém, outros autores (MAES e STEPPE, 2012) chamaram atenção para as variações das variáveis meteorológicas que podem também influenciar diretamente os dados da TC.

Quando se compara as Figuras 14A (SCC) e 14B (SSC), pode-se observar que os valores de TC nos tratamentos sem cobertura do solo apresentaram médias com valores de 1,3 a 3,6 °C superiores aos observados nos tratamento com cobertura do solo. Nas plantas cultivadas em solo sem cobertura vegetal, as lâminas de irrigação utilizadas começaram a elevar significativamente a TC já no tratamento TL₂, onde o mesmo diferiu estatisticamente

do tratamento TL₁ aos 30 e aos 45 DAT (Figura 14B). Porém quando observamos a Figura 14A, no mesmo período e no tratamento citado, observamos que não houve diferença significativa entre TL₁ e TL₂. Provavelmente, a cobertura vegetal possibilitou menor evaporação e, conseqüentemente, maior disponibilização de água para a planta. Conseqüentemente, ocorreram menores valores de TC em TL₂.

Relatos de Ponge *et al.* (2013) afirmam que o uso de cobertura vegetal favoreceu o desenvolvimento das raízes, a assimilação de nutrientes, maior retenção de água, menores temperaturas e melhor aeração do solo. Fatores que incidem diretamente na quantidade de água disponível para a planta, conseqüentemente, em uma TC mais baixa, evidenciando a vantagem de se utilizar a cobertura vegetal no solo. Em resultado semelhante, estudos de Wang *et al.* (2016), utilizando mulching como cobertura do solo, observaram melhoras significativas na eficiência do uso da água, no rendimento e no desenvolvimento de plantas cultivadas no semiárido chinês.

5.2 Potencial Hídrico Foliar do Meloeiro (Ψ_F).

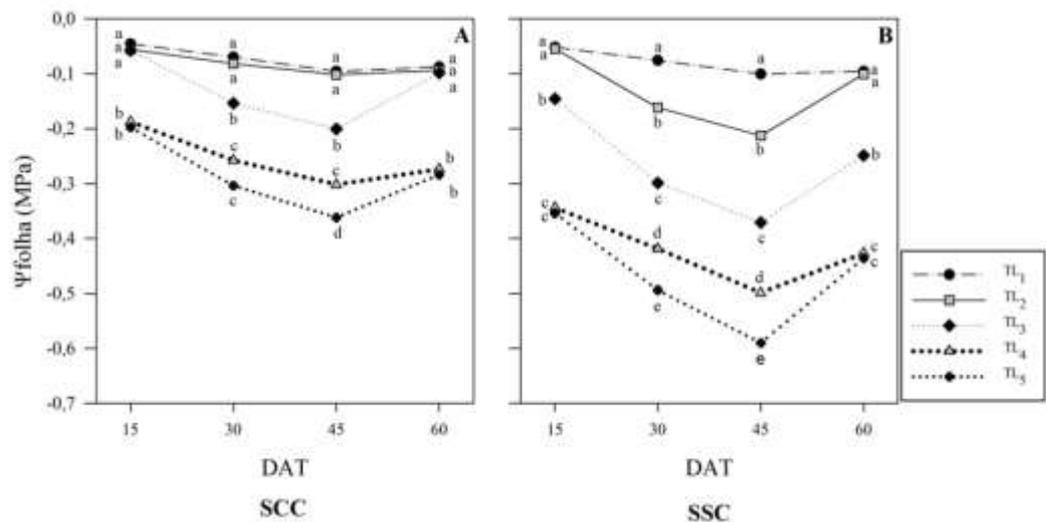
Na Figura 15 pode ser observado os valores do potencial hídrico foliar (Ψ_F), medidos aos 15, 30, 45 e 60 dias após o transplântio, DAT, sob diferentes regimes de irrigação, em solo com cobertura vegetal (SCC, 15A) e sem cobertura vegetal (SSC, 15B).

Com relação ao Ψ_F em SCC (15A), se observa que nos tratamentos TL₁ e TL₂ ocorreram valores médios de -0,079 e -0,090 MPa, respectivamente, o que comprova a ocorrência nestes tratamentos de condições favoráveis para um bom estado hídrico do meloeiro. Entretanto, nos tratamentos TL₃, TL₄ e TL₅, os valores do Ψ_F tenderam a apresentar valores cada vez mais negativos. Para estes, aos 45 DAT, que é o ponto mais crítico para a cultura do meloeiro, com as fases de floração e início da frutificação, o Ψ_F teve valores médios de -0,180, -0,292 e -0,355 MPa, para TL₃, TL₄ e TL₅, respectivamente, demonstrando a intensificação do déficit hídrico da planta neste período. Diversos autores (GONZALEZ-DUGO *et al.*, 2012; GARCÍA-TEJERO *et al.*, 2016; BELLVERT *et al.*, 2014), utilizaram o Ψ_F como um bom indicador do status hídricos da cultura agrícola e afirmaram a importância do uso do mesmo devido, principalmente, a grande variação deste sob irrigação deficitária.

Analisando-se 15B (SSC), em oposição ao ocorrido no solo com cobertura vegetal, os valores do Ψ_F dos tratamentos TL₁ e TL₂ demonstraram diferença estatística aos 30 e aos 45 DAT. Isto mostra, que quando o solo teve cobertura vegetal (15B), esta influenciou positivamente os valores do Ψ_F , pois conseguiu manter a umidade do solo em níveis

favoráveis, proporcionando melhores condições às plantas. Condição esta, não observada quando o solo não teve cobertura vegetal. Em trabalho de Vicente-Vicente *et al.* (2017), a prática de cobertura vegetal em olivais apresentou resultados promissores na proteção do solo, melhorando a absorção de nutrientes e aumentando a eficiência no uso da água.

Figura 15 – Variações do potencial hídrico (Ψ_f), aos 15, 30, 45 e 60 DAT, sob diferentes regimes de irrigação, em solo com cobertura vegetal (SCC, A) e sem cobertura vegetal (SSC, B). Sobral/CE, 2018.



As letras a, b, c, d e e, mostram diferenças entre os tratamentos laminas de irrigação TL₁, TL₂, TL₃, TL₄ e TL₅, no diferentes períodos de avaliação 15, 30, 45 e 60 dias após transplantio (DAT) respectivamente ($p < 0,05$).

Fonte: elaborado pelo autor.

5.3 Teor de Umidade do Solo (UA).

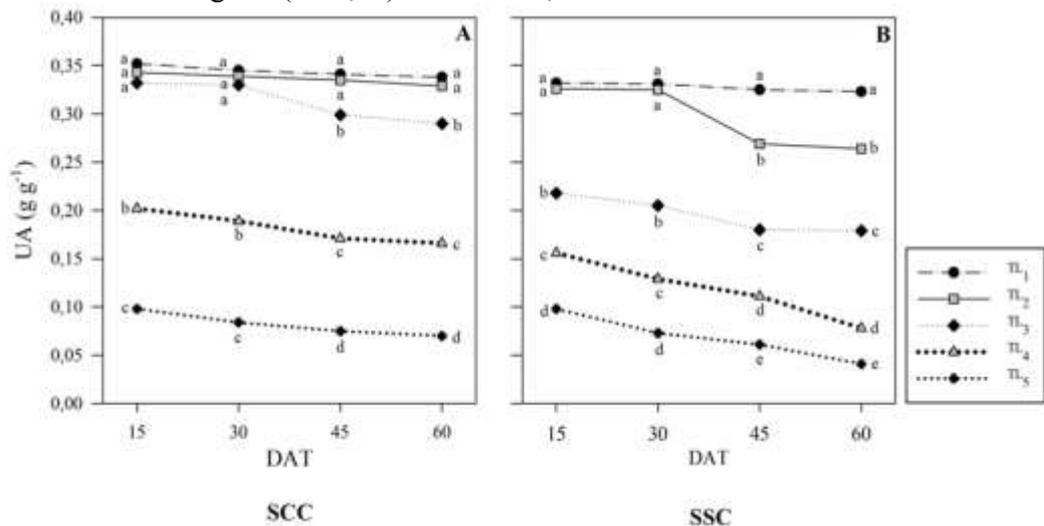
Na figura 16 pode ser observado os valores do teor de umidade do solo (UA, em $g\ g^{-1}$), medidos aos 15, 30, 45 e 60 dias após o transplantio, DAT, sob diferentes regimes de irrigação, em solo com cobertura vegetal (SCC, 16 A) e sem cobertura vegetal (SSC, 16 B).

Analisando-se os valores da umidade do solo em SCC (A) e em SSC (B), observa-se que ocorreu uma elevação da mesma nos tratamentos em que o solo recebeu a cobertura vegetal de bagana de carnaubeira. Resultados semelhantes também foram observados em trabalhos de Jin *et al.* (2016) e Kang *et al.* (2017), que demonstraram que a cobertura do solo favorece uma maior UA e um melhor desenvolvimento das culturas agrícolas.

Portanto, nos tratamentos sem cobertura do solo, em todos os regimes de irrigação, os valores de UA tenderam a serem inferiores aos dos tratamentos com cobertura do solo, mostrando que a cobertura vegetal potencializa e aperfeiçoa o uso da água de irrigação, diminuindo as perdas de água por evaporação, pois não há incidência dos raios solares

diretamente sobre o solo. E, concordando com Hansen *et al.* (2012) e Liang *et al.* (2017), que afirmaram que a utilização de cobertura do solo diminui a evaporação da água armazenada no solo, melhorando o desenvolvimento e o crescimento de culturas em sistemas agrícolas, estabilizando o calor e o balanço hídrico do solo.

Figura 16 – Variações do teor de umidade do solo (UA), aos 15, 30, 45 e 60 DAT, sob diferentes regimes de irrigação, em solo com cobertura vegetal (SCC, A) e sem cobertura vegetal (SSC, B). Sobral/CE, 2018.



As letras a, b, c, d e e, mostram diferenças entre os tratamentos laminas de irrigação TL₁, TL₂, TL₃, TL₄ e TL₅, no diferentes períodos de avaliação 15, 30, 45 e 60 dias após transplantio (DAT) respectivamente ($p < 0,05$).

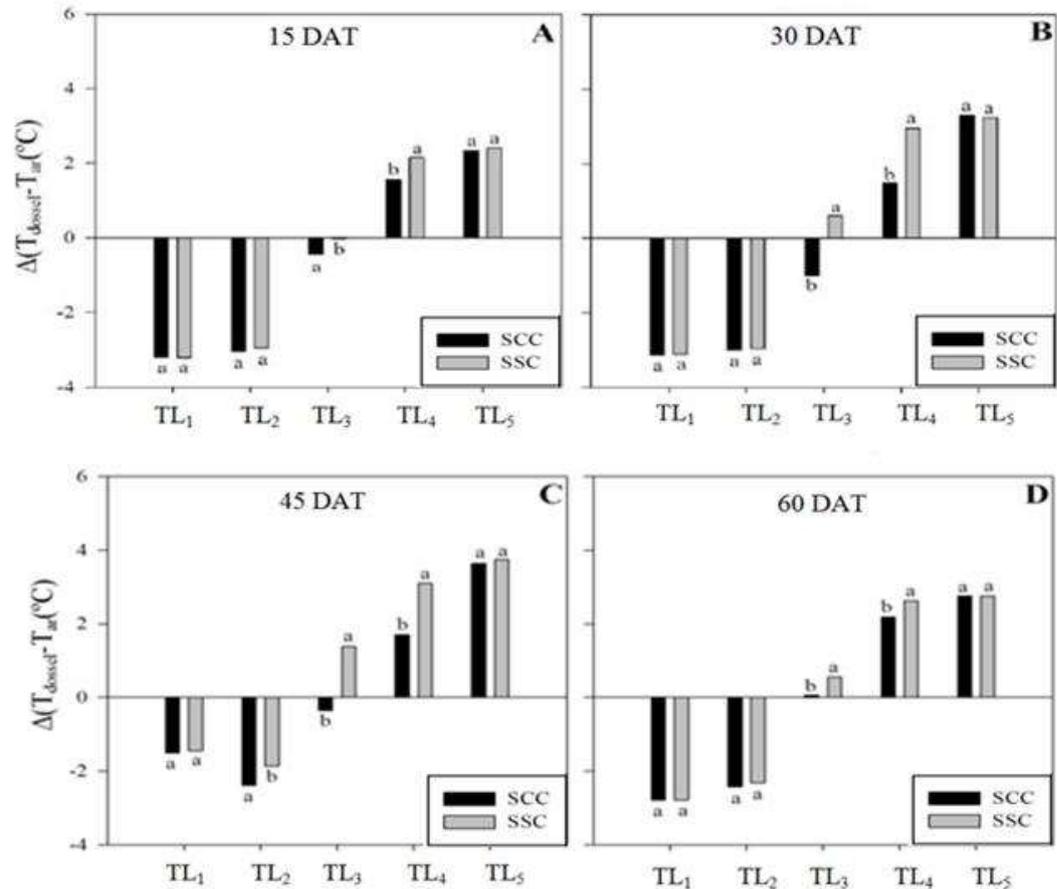
Fonte: elaborado pelo autor.

Resultados semelhantes também foram encontrados por Yao *et al.* (2017), trabalhando com cobertura do solo, utilizando mulching. Os autores conseguiram evitar uma perda de aproximadamente 80% da água de irrigação e uma maior manutenção da umidade do solo. Em observações próximas, Mcclymont *et al.* (2012) relatam que os métodos de irrigação quando combinados com algum tipo de cobertura do solo apresentam resultados vantajosos, otimizando o consumo de água, sem diminuir a produção; já em cultivos em solo sem cobertura, o consumo de água aumenta significativamente.

5.4 Índice Térmico $\Delta(T_{\text{dossel}} - T_{\text{ar}})$.

Na Figura 17 podem ser observados os valores médios do índice térmico, $\Delta(T_{\text{dossel}} - T_{\text{ar}})$, no solo com e sem cobertura vegetal, nos regimes de irrigação (TL₁, 120%; TL₂, 100%; TL₃, 80%; TL₄, 60%; e TL₅, 40% da ETc), aos 15(A), 30(B), 45(C) e 60(D) DAT.

Figura 17 – Valores médios do índice térmico, $\Delta(T_{\text{dossel}} - T_{\text{ar}})$, no solo com e sem cobertura vegetal, nos regimes de irrigação (TL₁, 120%; TL₂, 100%; TL₃, 80%; TL₄, 60%; e TL₅, 40% da ETC), aos 15(A), 30(B), 45(C) e 60(D) DAT. Sobral/CE, 2018.



As letras a e b mostram diferenças entre os tratamentos com cobertura vegetal (SCC) e sem cobertura vegetal (SSC), nos diferentes regimes de irrigação (TL₁, 120%; TL₂, 100%; TL₃, 80%; TL₄, 60%; e TL₅, 40% da ETC), respectivamente ($p < 0,05$).

Fonte: elaborado pelo autor.

Com relação aos regimes de irrigação, os valores do índice térmico observados em TL₁ e em TL₂ foram estatisticamente idênticos aos 15, 30 e 60 DAT, no solo com e sem cobertura vegetal, (Figuras 17A, B e D). Isto pode ser explicado pelo fato de que em TL₁ e em TL₂ a planta teve as melhores condições de disponibilidade hídrica. Em consequência, a influência da cobertura vegetal não foi significativa devido a maior oferta de água para a cultura nesses regimes.

Entretanto, aos 45 DAT houve diferença significativa entre TL₁ e TL₂, sendo que no SCC observou-se valor de $\Delta(T_{\text{dossel}} - T_{\text{ar}})$ inferior em 0,9 °C ao observado no SSC, (Figura 17C). Nesse caso, pode-se afirmar que a cobertura do solo foi eficiente possibilitando uma maior oferta hídrica, no momento de maior demanda.

Já nos tratamentos TL₃ e TL₄, os valores de $\Delta(T_{\text{dossel}} - T_{\text{ar}})$ diferiram

estatisticamente em todos os períodos de avaliações, sendo que no SCC os valores sempre foram inferiores aos observados no SSC. Isto mostra que em condições de solo com cobertura vegetal, sob lâminas deficitárias, a planta de meloeiro tem um índice de estresse hídrico menor. Provavelmente, devido a cobertura vegetal possibilitar um maior período com condições hídricas mais favoráveis, pois em solo SSC a água evapora com maior facilidade. Como já comentado, a cobertura vegetal tem efeito isolante e protege o solo, impedido que os raios solares incidam diretamente neste, diminuindo a ação do vento, sobre a evaporação. Em consequência, possibilita que a umidade do solo fique mais elevada por um maior período de tempo. Resultados parecidos podem ser vistos em trabalhos de Dong *et al.* (2017), que utilizando cobertura plástica, afirmaram que conseguiram mitigar os riscos de estresse hídrico sofrido pelas culturas.

Nos tratamentos TL₄ e TL₅ não ocorreram diferenças significativas nos valores de $\Delta(T_{\text{dossel}} - T_{\text{ar}})$ em nenhuma das análises realizadas. O que permite inferir que, sob intensa redução na oferta hídrica, a cobertura vegetal não foi suficiente para possibilitar condições hídricas mais favoráveis a planta. Ou seja, a cobertura vegetal ajudou no cultivo do meloeiro, mas quando a restrição hídrica foi muito intensa o uso da mesma não se mostrou efetivo. Resultado semelhantes foram encontrado em trabalho de Yonts *et al.* (2018), em que o plantio direto nos resíduos da cultura não melhorou o rendimento do feijoeiro sob os cenários de irrigação deficitária, em comparação com os terrenos sem cobertura sob condições climáticas normais e úmidas.

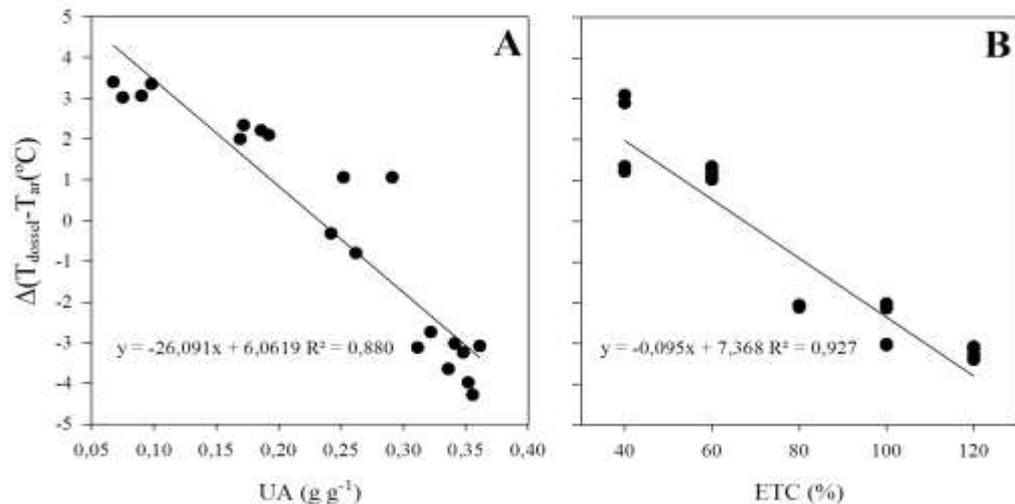
Valores de $\Delta(T_{\text{dossel}} - T_{\text{ar}})$ tornando-se positivos, normalmente, indicam que a cultura está começando a sentir déficit hídrico. E, quanto maior for este déficit, mais elevada será a diferença entre a temperatura do dossel e a do ar. Nesse experimento, nas lâminas intermediárias, resultados de $\Delta(T_{\text{dossel}} - T_{\text{ar}})$ mais elevados foram encontrados nos tratamentos com SSC, demonstrando que a cobertura vegetal amenizou o déficit hídrico no meloeiro. Ressalta-se que muitos autores consideraram o valor do índice térmico, $\Delta(T_{\text{dossel}} - T_{\text{ar}})$, o mais recomendável para se estimar o status hídrico da cultura utilizando imagens termométricas, devido a sua praticidade. Utilizando o índice térmico, autores monitoraram o estresse hídrico com sucesso em citros (GARCÍA-TEJERO *et al.*, 2011) e em videira (COSTA *et al.*, 2018).

Ressalta-se que em trabalhos de Urban *et al.* (2017) ocorreram diferenças de temperatura de até 9°C entre plantas cultivadas em solo seco e em solo úmido. E, que a utilização de outros tipos de cobertura, como o mulching, também possibilitaram melhores condições de desenvolvimento da planta (DARYANTO *et al.*, 2017), devido à menor perda de água por evaporação, proporcionando maior volume água armazenada por um período mais

longo (WANG *et al.*, 2008; ZEGADA-LIZARAZU e BERLINER, 2011; LI *et al.*, 2013).

Na figura 18 pode ser observado os valores de índice térmico, $\Delta(T_{\text{dossel}} - T_{\text{ar}})$, em relação a umidade do solo (Figura 18A) e aos diferentes regimes de irrigação (Figura 18B), sob.

Figura 18 – Relação índice térmico, $\Delta(T_{\text{foliar}} - T_{\text{ar}})$, versus umidade do solo (A) e regimes de irrigação (B). Sobral/CE, 2018.



Diferentes regimes de irrigação (40, 60, 80, 100 e 120 da ETC) correspondem 128,89; 193,34; 257,79; 322,24 e 386,69 mm, respectivamente, durante o ciclo do meloeiro.

Fonte: elaborado pelo autor.

Analisando-se a Figura 18A, pode se visualizar que os valores de $\Delta(T_{\text{dossel}} - T_{\text{ar}})$ em função da umidade do solo apresentaram correlação aceitável, com valor de R^2 de 0,88. E, quando se analisa o estresse hídrico em função da umidade do solo, percebe-se que os valores de $\Delta(T_{\text{dossel}} - T_{\text{ar}})$ são negativos quando a cultura está em conforto hídrico, significando que a TC está menor do que a temperatura do ar. Já quando os valores de $\Delta(T_{\text{dossel}} - T_{\text{ar}})$ são positivos, a cultura está sob baixa umidade do solo e, em consequência, os valores de TC estão mais elevados do que os da temperatura do ar.

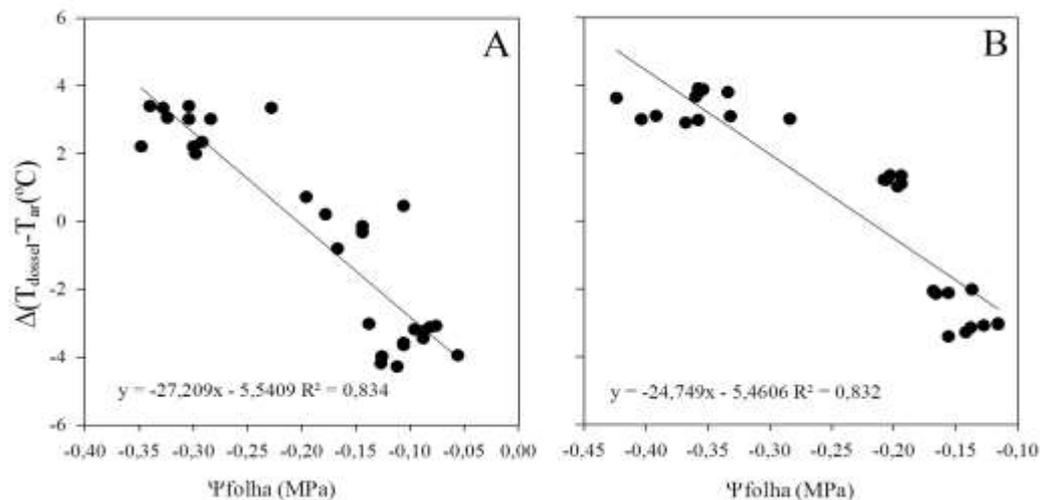
Isto infere que sob condições ideais de umidade no solo, a planta transpira mais, reduzindo acentuadamente a temperatura do dossel (SCHIRRMANN, *et al.*, 2015; TANAKA *et al.*, 2015; SCHIRRMANN *et al.*, 2016). Já a baixa umidade do solo, não afeta apenas as relações hídricas das plantas através da redução do teor de água, do turgor e da água total, também afeta o fechamento dos estômatos, reduz a transpiração, eleva a temperatura do dossel e limita as taxas de assimilação de carbono (LISAR *et al.*, 2012).

Na Figura 18B se verifica que com o aumento da quantidade de água aplicada pelos regimes de irrigação, os valores de $\Delta(T_{\text{dossel}} - T_{\text{ar}})$ tenderam a diminuir, ficando nas

maiores lâminas com valores negativos. Quando se aplicou a regressão, o modelo que melhor se ajustou foi o linear decrescente com valor de $R^2 = 0,92$, caracterizando alta correlação. Isto demonstra, que através de imagens termométricas pode se estimar, com uma precisão alta, o status hídrico da cultura do meloeiro. Em trabalhos utilizando imagens térmicas para se estimar o status hídricos em cultura agrícolas, Rud *et al.*, (2014) e Cohen *et al.*, (2017) obtiveram ajuste inferior ao encontrado nesse trabalho, entretanto, valor semelhante ao encontrado neste trabalho foi relatado por Taghvaeian *et al.* (2014), com milho.

Na figura 19 pode ser observada a variação do índice térmico em função do potencial hídrico foliar, em plantas de meloeiro cultivadas no solo com cobertura vegetal (Figura 19A) e em solo sem cobertura vegetal (Figura 19B). Com relação a Figura 19, se pode visualizar uma tendência linear decrescente, em A e em B. Ou seja, na medida em que o potencial hídrico foliar foi se reduzindo, os valores de $\Delta(T_{\text{dossel}} - T_{\text{ar}})$ foram se elevando.

Figura 19 – Relação da diferença entre a temperatura do dossel e a do ar, $\Delta(T_{\text{foliar}} - T_{\text{ar}})$, em função do potencial hídrico foliar (ΨF) em solo com cobertura vegetal (Figura 19A) e solo sem cobertura vegetal (Figura 19B). Sobral/CE, 2018.



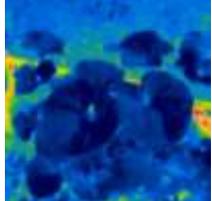
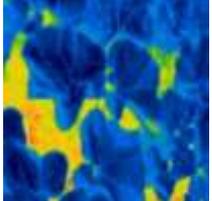
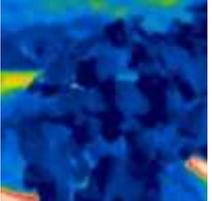
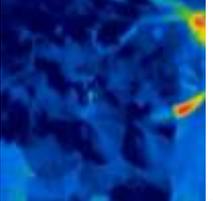
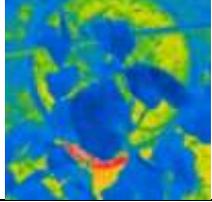
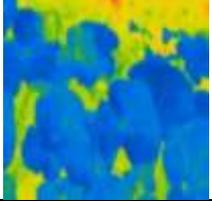
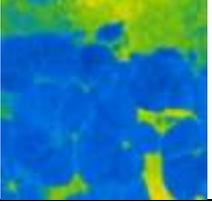
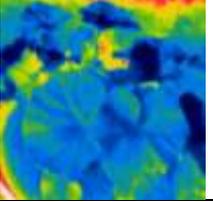
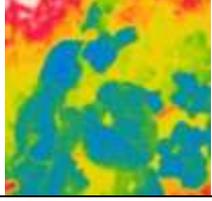
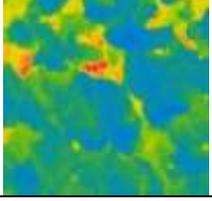
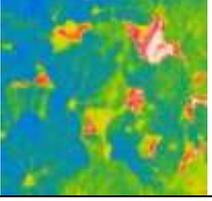
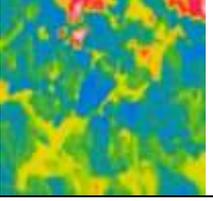
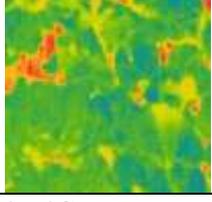
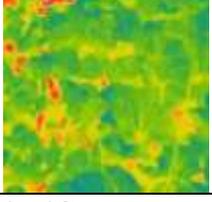
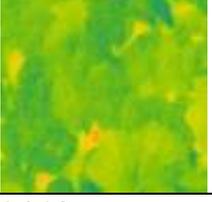
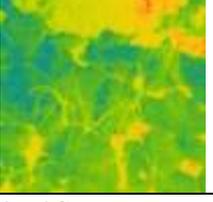
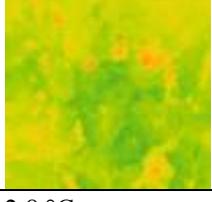
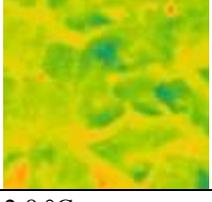
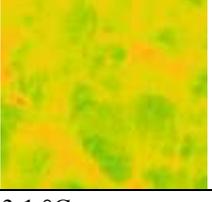
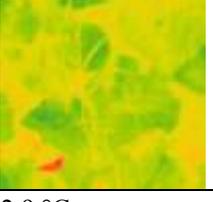
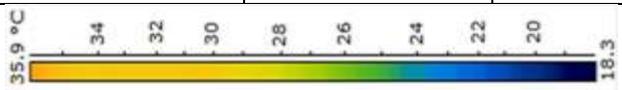
Fonte: elaborado pelo autor.

Na figura 19B, em tendência, se observam valores mais elevados do índice térmico, em comparação com o cultivo sobre solo com cobertura, demonstrando que sem cobertura há uma intensificação da restrição hídrica. Sugerindo que sob esta condição, meloeiro transpira menos e, conseqüentemente, o índice térmico eleva-se acentuadamente, indicando que a cultura está sob estresse hídrico mais intenso. Condições similares também foram observadas por (González-Dugo *et al.*, (2012) e Ballester *et al.*, (2013).

5.5 Imagens termométricas do meloeiro cultivado no solo com cobertura vegetal.

Na Tabela 6, se observam as imagens termométricas das plantas de meloeiro aos 15, 30, 45 e 60 DAT, sob diferentes regimes de irrigação, em solo com cobertura vegetal (SCC). Podem ser visualizados ainda na mesma, o índice térmico, $\Delta(T_{\text{dossel}} - T_{\text{ar}})$, e a produtividade de melão (t ha^{-1}) por tratamento.

Tabela 6 – Imagens termométricas das plantas de meloeiro nos diferentes regimes de irrigação aos 15, 30, 45 e 60 DAT, em solo com cobertura vegetal (SCC). Sobral/CE, 2018.

Período	15 DAT	30 DAT	45 DAT	60 DAT	Prod.
TL ₁					44.01 t ha^{-1}
$\Delta(T_c - T_a)$	-3.2 °C	-3.3 °C	-3.4 °C	-3.4 °C	
TL ₂					43.98 t ha^{-1}
$\Delta(T_c - T_a)$	-3.1 °C	-3.4 °C	-3.2 °C	-3.4 °C	
TL ₃					33.49 t ha^{-1}
$\Delta(T_c - T_a)$	0.1 °C	-0.5 °C	0.3 °C	0.1 °C	
TL ₄					24.78 t ha^{-1}
$\Delta(T_c - T_a)$	2.7 °C	2.7 °C	2.8 °C	2.7 °C	
TL ₅					13.20 t ha^{-1}
$\Delta(T_c - T_a)$	2.8 °C	2.8 °C	3.1 °C	2.9 °C	
					

Fonte: elaborado pelo autor.

Nos regimes de irrigação sem déficits com relação a E_{Tc} (TL₁ e TL₂) e que,

portanto, suprimam a necessidade hídrica da cultura durante o ciclo, os pixels em infravermelho apresentaram as plantas em uma tonalidade de azul escuro, ou seja, com temperaturas do dossel em torno de 20,0°C, conforme escala abaixo da tabela. O índice térmico oscilou em torno de -3,3 °C e as produtividades em torno de 44,0 t ha⁻¹.

Nos menores regimes de irrigação (TL₄ e TL₅), em que as plantas foram submetidas a um déficit hídrico acentuado, as colorações tenderam a um verde amarelado. E, nestas, as temperaturas médias do índice térmico foram elevadas em todas as observações, principalmente, em TL₅. Nos dois regimes, os índices térmicos foram sempre superiores a +2,50°C, nas quatro avaliações das plantas. Como produtividades, observaram-se 24,78 e 13,20 t ha⁻¹ para TL₄ e TL₅, respectivamente.

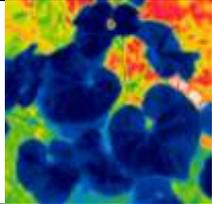
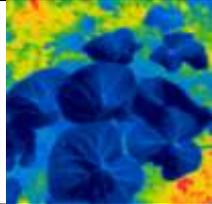
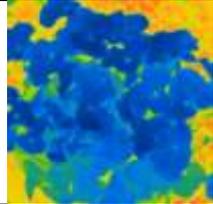
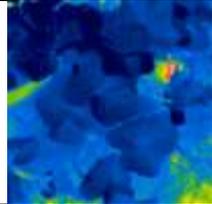
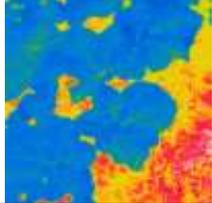
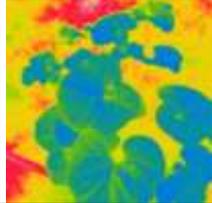
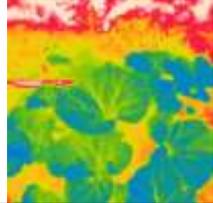
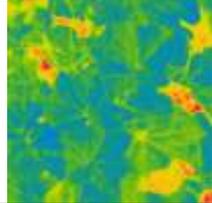
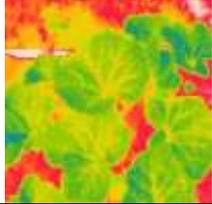
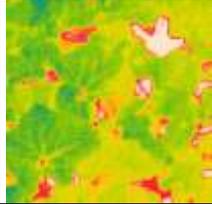
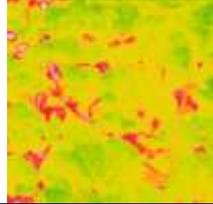
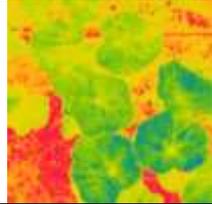
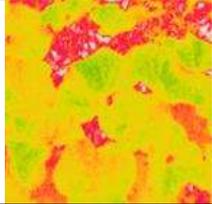
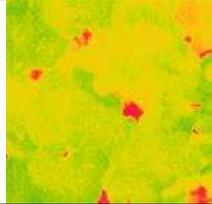
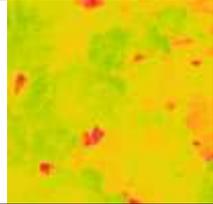
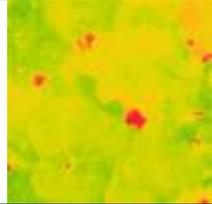
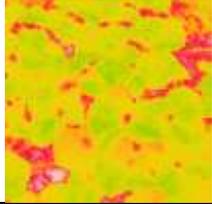
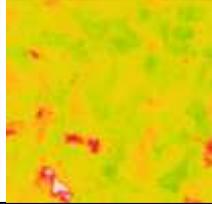
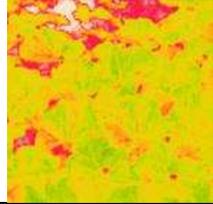
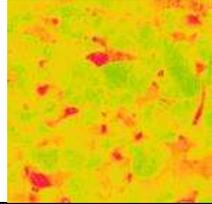
Em síntese, a partir da tabela 6, pode-se inferir que, após captação e tratamentos, as imagens termométricas em infravermelho mostraram com clareza as variações dos índices térmicos. E, a partir das imagens, de posse da TC, pôde-se calcular o índice térmico e inferir sobre as plantas que estavam sob déficit hídrico. Comentários semelhantes acerca da eficiência da técnica com outras culturas também foram feitos por Bellvert *et al.* (2016) e Poblete-Echeverría *et al.* (2016).

5.6 Imagens termométricas do meloeiro cultivado no solo sem cobertura vegetal.

Na tabela 7, as imagens termométricas das plantas variaram de uma predominância da cor azul escuro (TL₁) até um verde amarelado e com presença de alguns pixels avermelhados (TL₅). O $\Delta(T_{\text{dossel}} - T_{\text{ar}})$ variou desde valores inferiores a -3,0°C, para a maior lâmina, até valores próximos a +3,8°C com a menor lâmina. Do mesmo modo, trabalhos de Grant *et al.* (2007), Costa *et al.* (2010) e García-Tejero *et al.* (2012) relataram a precisão técnica na avaliação da condição hídrica das plantas, a partir do procedimento de captura de imagem termométricas e posterior análise.

Em comparação das tabelas 6 e 7, pode-se deduzir que os valores observados nas plantas cultivadas no solo com cobertura vegetal apresentaram-se mais qualificados, demonstrando a vantagem do uso da mesma. Esse resultado corrobora com os comentários de Ni *et al.*, (2019), que afirmaram que o uso de cobertura vegetal resultou em menores temperatura e favoreceu a assimilação de nutrientes, ao desenvolvimento das raízes, a retenção de água e a aeração do solo.

Tabela 7 – Imagens termométricas das plantas de meloeiro nos diferentes regimes de irrigação aos 15, 30, 45 e 60 DAT, em solo sem cobertura vegetal (SSC). Sobral/CE, 2018.

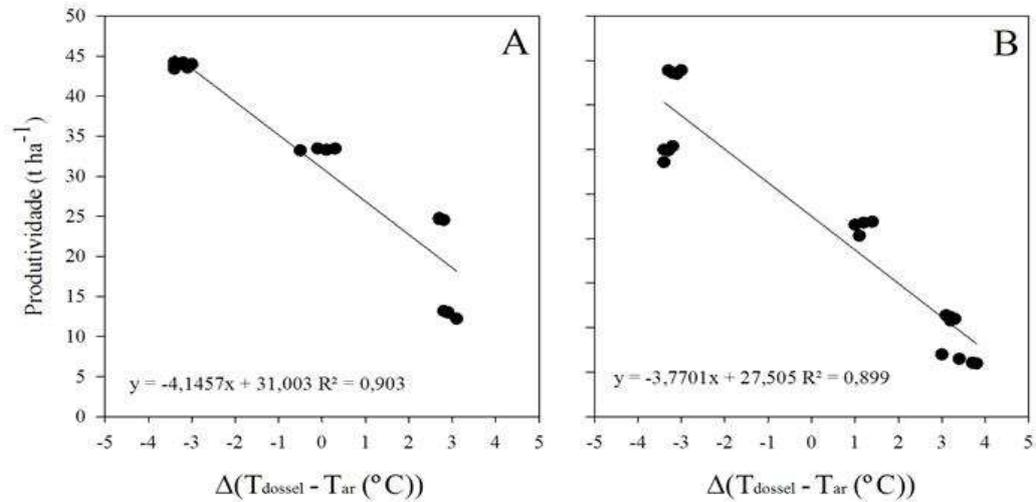
Período	15 DAT	30 DAT	45 DAT	60 DAT	Prod.
TL ₁					43.67 t ha ⁻¹
$\Delta(T_c-T_a)$	-3.0 °C	-3.2 °C	-3.3 °C	-3.3 °C	
TL ₂					35.59 t ha ⁻¹
$\Delta(T_c-T_a)$	-2.9 °C	-3.0 °C	-3.1 °C	-3.2 °C	
TL ₃					25.68 t ha ⁻¹
$\Delta(T_c-T_a)$	1.1 °C	1.0 °C	1.4 °C	1.2 °C	
TL ₄					16.32 t ha ⁻¹
$\Delta(T_c-T_a)$	3.1 °C	3.2 °C	3.3 °C	3.2 °C	
TL ₅					11.00 t ha ⁻¹
$\Delta(T_c-T_a)$	3.2 °C	3.4 °C	3.7 °C	3.8 °C	
					

Fonte: elaborado pelo autor.

5.7 Relação Produtividade versus Índice Térmico.

Na figura 20 pode ser observar a relação entre a produtividade e o índice térmico, $\Delta(T_{\text{dossel}} - T_{\text{ar}})$, em SCC (Figura 20A) e em SSC (Figura 20B). Ambas foram lineares decrescentes com valor de R^2 de 0,90 para a condição de solo com cobertura vegetal e de 0,89, quando o solo não teve cobertura vegetal.

Figura 20 – Produtividade do meloeiro em função do índice térmico, em SCC (20A) e em SSC (20B).



Fonte: elaborado pelo autor.

Na figura 20A, pode se observar que para índices térmicos em torno de $-3,2^{\circ}\text{C}$ a produtividade foi estimada em torno de $44,0 \text{ t ha}^{-1}$. Para valores de $\Delta(T_{\text{dossel}} - T_{\text{ar}})$ em torno de $0,0^{\circ}\text{C}$, a produtividade se reduziu para valores próximos a $34,0 \text{ t ha}^{-1}$.

Quando se comparou as produtividades obtidas com os valores extremos do índice térmico, observou-se um decréscimo de $30,47 \text{ t ha}^{-1}$, no maior índice térmico em relação ao menor, o que correspondeu a 69% de perda de produção. Reduções de produtividade sob temperaturas do dossel elevadas comprovam os comentários de Dejonge *et al.* (2015).

Do mesmo modo, quando se observa a figura 20B, no cultivo sem cobertura vegetal, percebe-se uma redução da produtividade na medida em que o índice térmico se eleva. Entretanto, as perdas de produtividade observadas no maior índice em relação ao menor são ainda maiores, ocorrendo uma redução em torno de $32,67 \text{ t ha}^{-1}$, o que corresponde a 74,81%. Mostrando também o efeito amenizador do estresse no cultivo sob cobertura vegetal.

Em síntese, pode-se afirmar que a utilização das imagens infravermelhas é eficiente na identificação do estado hídrico do meloeiro. Comprovando resultados já relatados por outros autores (ULLAH *et al.*, 2012; PEREIRA *et al.*, 2015; GERHARDS *et al.*, 2016). E, que a cobertura do solo contribuiu para amenizar a deficiência hídrica do meloeiro nas menores lâminas, exceto sob oferta hídrica muito reduzida. Do mesmo modo, comprovando resultados já relatados (PANICO *et al.*, 2018).

5.8 Variáveis de Pós Colheita.

Conforme o resumo das análises de variância, apresentado na Tabela 8, os sólidos solúveis (SS), a firmeza da polpa (FP), o peso médio do fruto (PMF) e o número de frutos por planta (NFP) foram influenciando significativamente pelos efeitos dos regimes de irrigação (LI), a 0,01 de probabilidade.

Com relação a cobertura vegetal do solo, verificou-se influência significativa somente nas variáveis peso médio do fruto e número de frutos por planta a 0,05 e 0,01 de probabilidade pelo teste F, respectivamente. E a interação lâmina x cobertura foi significativa apenas nas variáveis firmeza da polpa e número de frutos por planta.

Tabela 8 – Resumo do quadro de análises de variância das variáveis de pós-colheita. Sobral/CE, 2018.

FV	GL	Quadrados Médios			
		SS	FP	PMF	NFP
Blocos	4	0,0472 ^{ns}	0,6825 ^{ns}	25076,93 ^{ns}	0,00834 ^{ns}
Lâmina-L	4	1,1362 ^{**}	116,8162 ^{**}	3626141,48 ^{**}	3,85710 ^{**}
Cobertura-C	1	0,0018 ^{ns}	0,66394 ^{ns}	461119,73 [*]	0,15680 ^{**}
Int. TLxTC	4	0,0218 ^{ns}	3,10241 ^{**}	85378,28 ^{ns}	0,01938 [*]
Resíduo-L	16	0,0332	0,9507	13348,60	0,00811
Resíduo-C	20	0,0258	0,39188	58896,85	0,00614
Reg.Linear	1	1,2321 ^{**}	369,3283 ^{**}	13576767,9 ^{**}	1861,26 ^{**}
Reg.Quadratica	1	3,1800 ^{**}	3,4126 ^{ns}	1457,09 ^{**}	1,1223 ^{ns}
Total	49	-	-	-	-
CV-L		1,56	7,38	7,37	4,99
CV-C		1,37	10,00	15,49	4,34

Sólidos solúveis (SS), Firmeza da polpa (FP), peso médio do fruto (PMF) e número de frutos por planta (NFP) do meloeiro, com diferentes regimes de irrigação cultivado em solo com e sem cobertura vegetal. FV= fonte de variação; GL= grau de liberdade; * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F ns= não significativo.

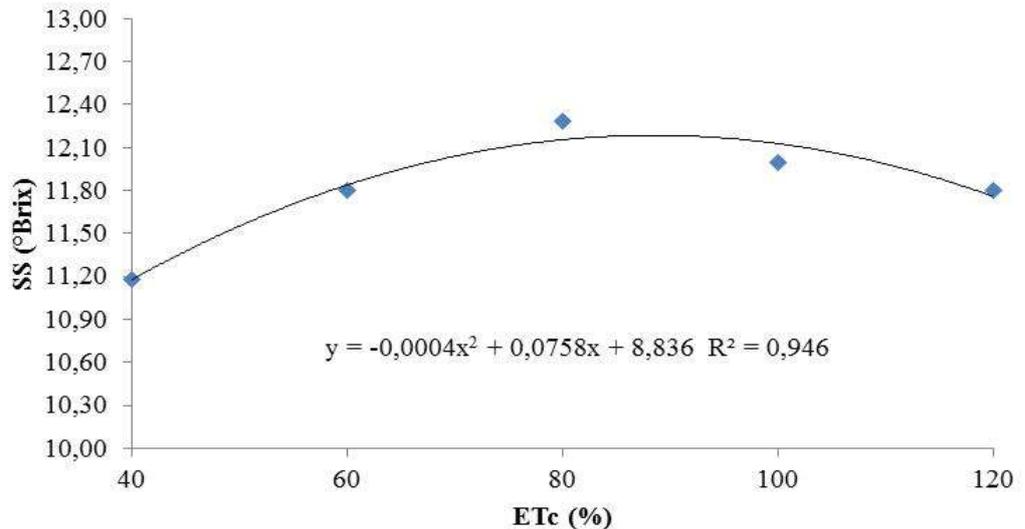
Fonte: elaborado pelo autor.

5.8.1 Sólidos solúveis (SS) °Brix

Na Figura 21 pode ser observando o efeito dos diferentes regimes de irrigação no teor de sólidos solúveis (em °Brix), onde o mesmo ajustou-se melhor ao modelo de regressão quadrática, com R^2 de 0,98. Nos menores regimes hídricos, os teores de sólidos solúveis reduziram-se significativamente, apresentando 11,70 e 11,20 °Brix, no tratamento TL₄ e TL₅ respectivamente. Tais resultando podemos ser explicados devido às plantas dos tratamentos TL₄ e TL₅, terem sido submetidas ao estresse hídrico severo em durante todo ciclo fenológico, fato que prejudicou o seu desenvolvimento e diminuiu a capacidade da planta em absorver os

fotoassimilado. Já na maior oferta hídrica TL₅, corresponde a 120% da ET_c, os valores dos SS também diminuíram, para 11,84 °Brix. Resultado já esperando devido a maior oferta de água para planta aumentar a quantidade de água no fruto e diminuir a concentração de sólidos solúveis do mesmo.

Figura 21 – Teor de sólidos solúveis em função dos regimes de irrigação.



Regimes de irrigação (TL₁, 120%; TL₂, 100%; TL₃, 80%; TL₄, 60%; e TL₅, 40% da ET_c).
Fonte: elaborado pelo autor.

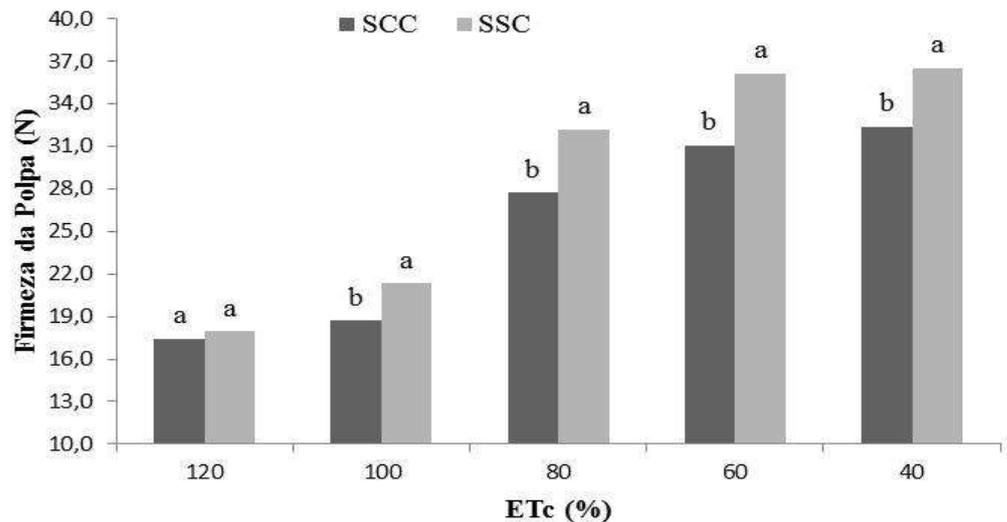
O máximo valor do teor de sólidos solúveis foi de 12,42 °Brix, com uma lâmina hídrica correspondente a 94,75% da ET_c, para aumentar a concentração SS nos frutos de melão, a planta é submetida a um estresse hídrico no final do ciclo fenológico. Resultados próximos ao encontrado neste trabalho foram observados por Koetz *et al.* (2006), que observaram que o teor de sólidos solúveis foi influenciado pelas lâminas de irrigação, resultando em efeito decrescente dos sólidos solúveis com o aumento da lâminas de irrigação.

E, os valores observados neste trabalho estão dentro dos padrões para exportação, pois, segundo Aroucha *et al.* (2012) e Crisosto *et al.* (2012), um fruto de excelente qualidade deve apresentar um teor de sólidos solúvel superior a 12°Brix, exigido por países europeus como a Inglaterra e a Alemanha. E, Nunes *et al.* (2005) encontraram em híbridos de melão amarelo valores de sólidos solúveis superior a 11°Brix, qualificando-os como de ótima qualidade; valores estes parecidos com os encontrados neste trabalho.

5.8.2 Firmeza da polpa (FP)

Como se pode observar na figura 22, em todos os regimes de irrigação, as plantas cultivadas no solo com cobertura vegetal apresentaram frutos com menores valores de firmeza da polpa, em comparação com o cultivo no solo desnudo. O menor valor foi observado no SCC no regime TL₁, com 16,7 N. Já a partir de TL₂ até TL₄, observaram-se diferenças de -4,7, -5,6 e -5,8 N, entre os valores obtidos no solo com cobertura e sem cobertura. Câmara et al. (2007), trabalhando com melão amarelo híbrido Goldex e utilizando coberturas plásticas, verificou que o uso de coberturas do solo levou a uma menor firmeza dos frutos.

Figura 22 – Firmeza da polpa do meloeiro cultivado em solo com e sem cobertura vegetal sob regimes de irrigação.



As letras a e b mostram diferenças entre os tratamentos com cobertura vegetal (SCC) e sem cobertura vegetal (SSC), nos diferentes regimes de irrigação (TL₁, 120%; TL₂, 100%; TL₃, 80%; TL₄, 60%; e TL₅, 40% da ETc), respectivamente (p < 0,05).

Fonte: elaborado pelo autor.

Também se pode observar, que com a diminuição da lâmina de irrigação os valores de firmeza de polpa foram ficando mais elevados. Do mesmo modo, em trabalho testando a firmeza da polpa de melão, Pires *et al.* (2013) observaram que a mesma foi influenciada pelos manejos de água, obtendo-se maiores médias de firmeza nos frutos que foram submetidos à menor lâmina de água aplicada. Em trabalho de Follegati *et al.* (2004), testando qualidade do melão fertirrigado com diferentes dosagens de K e lâminas de irrigação, se observou que o incremento da irrigação diminuiu a firmeza de polpa do melão.

E, ressalta-se que a firmeza é um dos principais atributos de qualidade em frutos, em razão de os frutos com maior firmeza serem mais resistentes às injúrias mecânicas durante

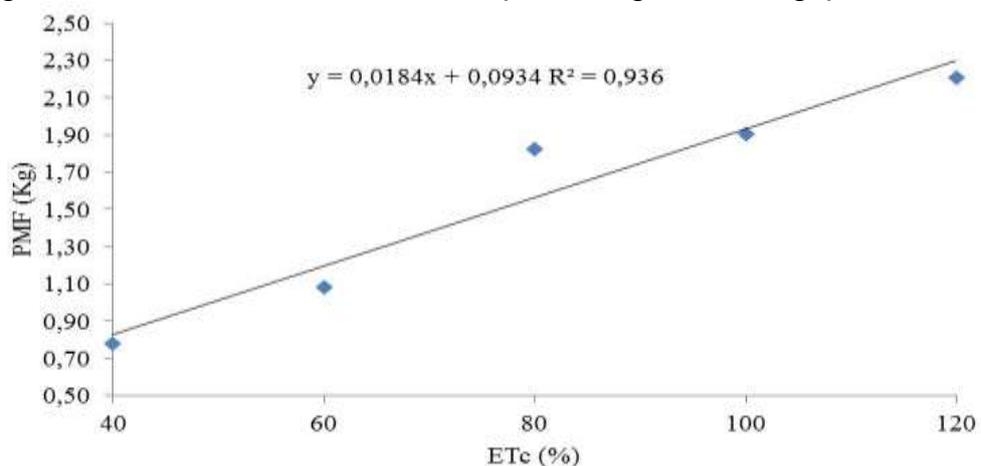
o transporte e a comercialização. Entretanto, parece claro que sob níveis mais elevados de umidade no solo a firmeza dos frutos de melão se reduz (SALES JUNIOR *et al.*, 2004; MORAIS *et al.*, 2009). E, neste trabalho, essa elevação da umidade do solo foi proporcionada pela interação decorrente do uso da cobertura vegetal como a utilização de maiores lâminas, implicando em menores firmezas de polpa do meloeiro. Mas, a presença da cobertura e as maiores lâminas possibilitaram resultados positivos para a maioria das demais variáveis analisadas. Daí, porque uma das práticas recorrentes no cultivo do melão ser a suspensão da irrigação próximo a colheita, o que eleva a firmeza da polpa e o teor de sólidos solúveis.

5.8.3 Peso médio do fruto (PMF)

Na Figura 23 pode ser observar o efeito dos diferentes regimes de irrigação no peso médio do fruto. Ocorreu uma tendência linear crescente, com valor de R^2 de 0,93, ou seja, com maiores ofertas de água para a planta o peso médio do fruto respondeu positivamente.

A escolha correta do sistema de irrigação e o suprimento de água para às plantas, na quantidade exigida pelo meloeiro, são decisivos para o sucesso do processo produtivo, gerando frutos atrativos para os consumidores. Do mesmo modo, em experimentos realizados por Costa *et al.* (2002) e Araújo *et al.* (2010), com seis lâminas de irrigação, ocorreram tendências lineares crescentes com o aumento do peso médio do fruto em função da elevação da quantidade de água aplicada no meloeiro.

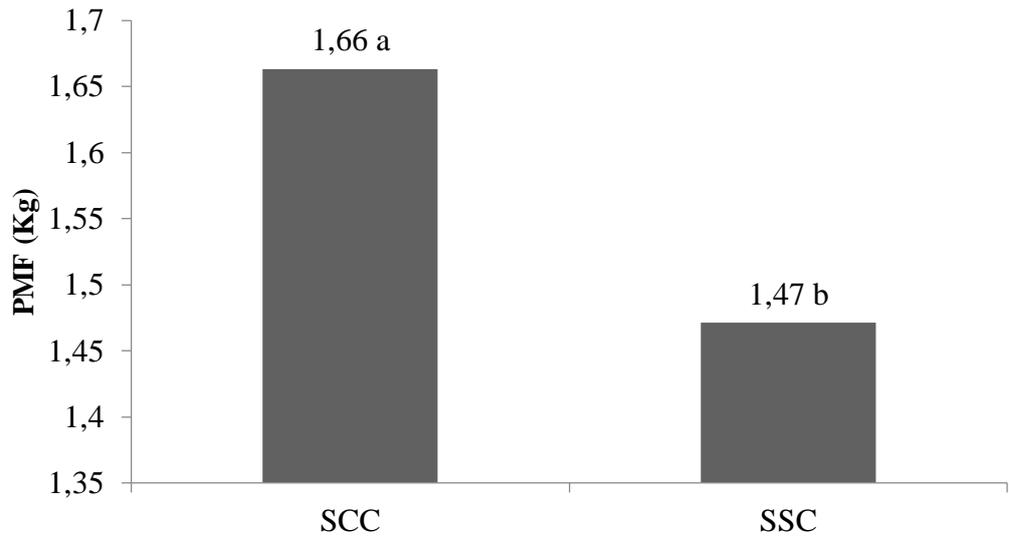
Figura 23 – Peso Médio do Fruto em função dos regimes de irrigação.



Regimes de irrigação (TL₁, 120%; TL₂, 100%; TL₃, 80%; TL₄, 60%; e TL₅, 40% da ETc).
Fonte: elaborado pelo autor.

Na Figura 24 pode ser observar o efeito do tratamento cobertura vegetal do solo, solo com cobertura vegetal (SCC) e solo sem cobertura vegetal (SSC) na variável peso médio do fruto. A cobertura do solo proporcionou um aumento de 0,19 kg ou 190 gramas no peso médio do fruto de melão respondendo positivamente, com relação ao solo sem cobertura.

Figura 24 – Peso Médio do Fruto em solo com cobertura vegetal (SCC) e solo sem cobertura vegetal (SSC).



As letras a e b mostram diferenças entre os tratamentos com cobertura vegetal (SCC) e sem cobertura vegetal (SSC), respectivamente ($p < 0,05$).

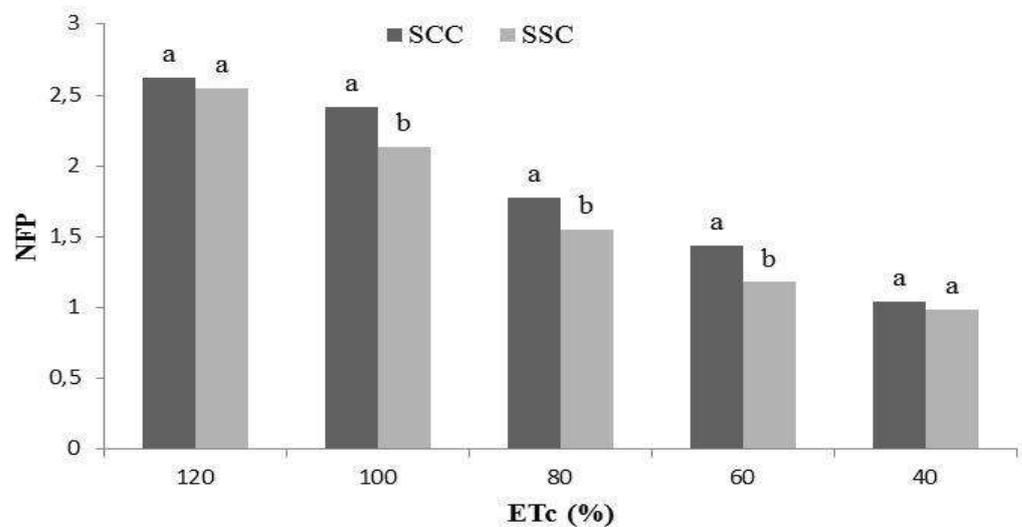
Fonte: elaborado pelo autor.

Em pesquisa realizada por Bradenberger & Wiendenfeld (1997), verificaram aumento na produção de melão, em média, de 42%, com a utilização da cobertura do solo em relação ao solo descoberto. Além do aumento de produção e peso médio dos frutos, observaram aumento nos teores de sólidos solúveis de 0,6% para os tratamentos com cobertura em relação ao solo descoberto. Em trabalho de Lima Junior e Andrade Lopes. (2009), avaliando o rendimento de melancia em solo com e sem cobertura morta diferentes métodos de irrigação, observou que a cobertura proporcionou medias maiores para numero de fruto e peso médio de fruto.

5.8.4 Número de Frutos por Planta de Meloeiro (NFP)

Na figura 25 estão mostrados os efeitos da interação entre os diferentes regimes de irrigação e a cobertura vegetal do solo na variável número de frutos por planta. O solo com cobertura vegetal (SCC) apresentou em todos os regimes de irrigação os maiores valores, porém, não diferindo do solo sem cobertura em TL₁ e TL₅, que representam a maior e a menor lâmina hídrica testada.

Figura 25 – Número de frutos por planta do meloeiro cultivado em solo com e sem cobertura vegetal sob regimes de irrigação.



As letras a e b mostram diferenças entre os tratamentos com cobertura vegetal (SCC) e sem cobertura vegetal (SSC), nos diferentes regimes de irrigação (TL₁, 120%; TL₂, 100%; TL₃, 80%; TL₄, 60%; e TL₅, 40% da ETC), respectivamente ($p < 0,05$).

Esse resultado mostra que a cobertura do solo influenciou significativamente o número de frutos por planta, proporcionando um aumento em torno de 0,5 frutos por planta em TL₂, TL₃ e TL₄. Esses resultados são próximos aos obtidos por Silva (2002) e Porto *et al.* (2003), que observaram, no período de estiagem, que a cobertura do solo proporcionou aumento no número total de frutos por planta e no peso médio do fruto.

6 CONCLUSÕES

A utilização das imagens infravermelhas é eficiente na identificação do estado hídrico do meloeiro, podendo ser empregada como estratégia de manejo da irrigação;

A produtividade do meloeiro se elevou na medida em que o índice térmico reduziu;

As maiores lâminas de irrigação possibilitaram menores temperaturas do dossel e índices térmicos;

A cobertura vegetal contribuiu para amenizar a deficiência hídrica do meloeiro nas menores lâminas, exceto sob a oferta hídrica muito reduzida.

O uso de cobertura no solo influenciou a firmeza da polpa; já os regimes de irrigação influenciaram o número de fruto por planta, o teor de sólidos solúveis e o peso médio do fruto.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration — guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO. Irrigation and Drainage Paper 56. Food and Agriculture Organization, 1998.
- ACEVEDO-OPAZO, C.; TISSEYRE, B.; GUILLAUME, S.; OJEDA, H. The potential of high spatial resolution information to define within vineyard zones related to vine water status. **Precision Agriculture Journal**. Netherlands, Springer. v. 9, p. 285 -302, 2008.
- ALTIERI, M. A.; KOOHAFKAN, P. **Enduring Farms: Climate Change, Smallholders and Traditional Farming Communities**. Penang, Malaysia: Third World Network, 2008.
- AKKUZU, E.; KAYA, U.; CAMOGLU, G.; PAMUK MENGU, G.; ASIK, S. Determination of crop water stress index and irrigation timing on olive trees using a handheld infrared thermometer. **ASCE Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, Nebraska, USA. v. 139, p. 728–737, 2013.
- ARAÚJO, W. F.; OLIVEIRA, G. A.; CARVALHO, F. K.; SILVA, W. M.; CRUZ, P. L. S.; MACIEL, F. C. S. Manejo da irrigação do meloeiro com base na evaporação do tanque classe A. **Horticultura Brasileira**, Brasília. v. 28, p. 495-499, 2010.
- ARAÚJO, V. F. S.; CAMPOS, D. F. **A cadeia Logística do Melão Produzido no Agropólo Fruticultor Mossoró/Assú**. P. 506, 2011.
- AROUCHA, E. M. M.; MESQUITA, H. C.; SOUZA, M. S.; TORRES, W. L.; FERREIRA, R. M. A. Vida útil pós-colheita de cinco híbridos de melão amarelo produzidos no agropolo Mossoró-Assu. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 3, p. 52-57, 2012.
- ASHIZAWA, M.; YAMATO, S. Soviet melon. **Biological Agriculture and Horticulture**. v. 40, p.1355-1361, 1965.
- ATLAS Irrigação - Uso da Água na Agricultura Irrigada. **Agencia Nacional de Água - ANA**, (2017).
- BALLESTER, C.; JIMÉNEZ-BELLO, M. A.; CASTEL, J. R.; INTRIGLIOLO, D. S.; Usefulness of thermography for plant water stress detection in citrus and persimmon trees. **Agricultural and Forest Meteorology**, Netherlands, Elsevier. v. 168, p. 120– 129, 2013.
- BALUJA, J.; DIAGO, M. P.; BALDA, P.; ZORER, R.; MEGGIO, F.; MORALES, F.; TARDAGUILA. Assessment of vineyard water status variability by thermal and multispectral imagery using an unmanned aerial vehicle (UAV). **Irrigation Science**. Germany, Springer. v. 30, p. 511–522, 2012.
- BAUMHARDT, R. L.; SCHWARTZ, R.; HOWELL, T.; EVETT, S. R.; COLAIZZI, P. Residue management effects on water use and yield of deficit irrigated corn. **Agronomy Journal**. USA, ACSSESS. v. 4, p.1035–1044, 2013.

- BELLVERT, J.; ZARCO-TEJADA, P. J.; FERERES, E.; GIRONA, J. Mapping crop water stress index in a 'Pinot-noir' vineyard: comparing ground measurements with thermal remote sensing imagery from an unmanned aerial vehicle. **Precision Agriculture Journal**, Netherlands, Springer. v.15, p. 361–376, 2014.
- BELLVERT, J.; ZARCO-TEJADA, P. J.; MARSAL, J.; GIRONA, J.; GONZÁLEZ-DUGO, V.; FERERES, E. Vineyard irrigation scheduling based on airborne thermal imagery and water potential thresholds. **Journal. Grape Wine Res. Australian**. v. 22, p. 307–315, 2016.
- BERNARDO, S. SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**, 8º Edição, Editora UFV, Viçosa, 2013.
- BERNI, J. A.; ZARCO-TEJADA, P.; SÚAREZ, L.; FERERES, E. Thermal and narrowband multispectral remote sensing for vegetation monitoring from an unmanned aerial vehicle. **IEEE Trans. Geoscience and Remote Sensing**, USA. v. 47, p. 722–738, 2009.
- BILIBIO, C.; CARVALHO, J. A.; REZENDE, F.C.; FREITAS, E. A.; GOMES, L. A. A. Desenvolvimento vegetativo e produtivo da berinjela submetida a diferentes tensões de água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande. v. 14, p. 730-735, 2010.
- BIZARI, D. R.; MATSURA, E. E.; ROQUE, M. W.; SOUZA, A. L. de. Consumo de água e produção de grãos do feijoeiro irrigado em sistemas plantio direto e convencional. **Ciência Rural**, Santa Maria. v. 39, p. 2073-2079, 2009.
- BRAGA, M. B.; RESENDE, G. M.; MOURA, M. S. B.; DIAS, R. C. S.; COSTA, N. D.; CALGARO, M.; CORREIA, J. S.; SILVA, F. Z. Produtividade e qualidade do melão submetido a diferentes tipos de cobertura do solo. **Irriga, Botucatu**, v. 15, n. 4, p. 422-430, 2010.
- BRAGA, D. F.; NEGREIROS, M. Z.; FREITAS, F. C. L.; GRANGEIRO, L. C.; LOPES, W. A. R. crescimento de melancia 'mickylee' cultivada sob fertirrigação. **Revista Caatinga**, Mossoró. v. 24, p. 49-55, 2011.
- BRADENBERG, L.; WIENDEFELD, B. Physical characteristics of mulches and their impact on crop response and profitability in muskmelon production. **HortTechnology**, Alexandria, v. 7, p. 165-169, 1997.
- BU, L. D.; LIU, L. L.; ZHUA, L.; LUO, S.S.; CHEN, X. P.; LI, S. Q.; HILL, R. L.; ZHAO, Y. The effects of mulching on maize growth, yield and water use in a semi-arid region. **Agricultural Water Management**, Netherlands, Elsevier. v. 123, p.71–78, 2013.
- CÂMARA, M. J. T.; NEGREIROS, M. Z.; MEDEIROS, J. F.; BEZERRA NETO, F.; BARROS JÚNIOR, A. P. Produtividade 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, 2007.
- CAMOGLU, G.; GENÇ, A. Determination of water stress using thermal and spectral indices from green bean canopy. **Fresenius Environmental Bulletin**. Lituânia, Kaunas. v. 22, p. 2-13, 2013a.

CAMOGLU, G. The effects of water stress on evapotranspiration and leaf temperatures. **Žemdirbystė Agriculture**. Lituânia, Kaunas. v. 100, p. 91–98, 2013.

CAMPILLO, C.; FORTES, R.; PRIETO, M. D. H. Solar radiation effect on crop production. In: Babatunde, E.B. (Ed.), **Solar Radiation**. Intech. Covenant University, Nigeria. p.167–194, 2012.

CELIN, E. F.; SILVA, F. D.; OLIVEIRA, N. R. X.; DIAS, R. de C. S.; ARAGÃO, F. A. S de. Simple genetic inheritance conditions resistance to *Liriomyza sativae* in melon. **EUPHYTICA (WAGENINGEN)**, Netherlands, Springer Link. v. 213, p. 1-11, 2017.

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

COELHO, R. D.; MONTEIRO, R. O. C.; CHAVES, S. W. P.; SHIRAHIGE, F. H. Effects of subsurface drip irrigation (SDI) and plastic mulching on melon crop under protect environment. In: **Annual International Meeting**. USA, Nevada. Reno. ASABE: 095565(doi:10.13031/2013.26915), 2009.

COHEN, Y.; ALCHANATIS, V.; PRIGOJIN, A.; LEVI, A.; COHEN, Y. Use of aerial thermal imaging to estimate water status of palm trees. **Precision Agriculture Journal**. Netherlands, Springer. v. 13, p. 123–140, 2012.

COHEN, Y.; ALCHANATIS, V.; SARANGA, Y.; ROSENBERG, O.; SELA, E.; BOSAK, A. Mapping water status based on aerial thermal imagery: Comparison of methodologies for upscaling from a single leaf to commercial fields. **Precision Agriculture**. Netherlands, Springer. v. 18, p. 801–822, 2017.

COLLINS, R.; KRISTENSEN, P.; THYSSEN, N. Water resources across Europe – confronting water scarcity and drought. **European Environmental Agency (EEA)**, Europa – EU. Report series. p. 55, 2009.

COSTA, F. A.; NEGREIROS, M. Z.; MEDEIROS, J. F.; BEZERRA NETO, F.; PÔRTO, D.R.Q.; CHAVES, S. W. P. Rendimento de melão Cantaloupe em diferentes coberturas do solo e lâminas de irrigação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, 2002.

COSTA, C. C.; CECÍLIO FILHO, A. B.; CAVARIANI, R.L.; BARBOSA, J. C. Concentração de potássio na solução nutritiva e a qualidade e o número de frutos de melão por planta em hidroponia. **Ciência Rural**, Santa Maria. v. 34, p. 731-736, 2004.

COSTA, J. M.; GRANT, O.; CHAVES, M. M. **Use of thermal imaging in viticulture: current application and future prospects**. In: DELROT, S.; MEDRANO, H.; OR, E.; BAVARESCO, L.; GRANDO, S. (Eds.), *Methodologies and Results in Grapevine Research*. USA, Springer Link. p.135–150, 2010.

COSTA, J. M.; ORTUÑO, M. F.; LOPES, C. M.; CHAVES, M. M. Grapevine varieties exhibiting differences in stomatal response to water deficit. **Functional Plant Biology**. Australian, Springer. v. 39, p. 179–189, 2012.

COSTA, J. M.; GRANT, O. M.; CHAVES, M. M. Thermal imaging to assess plant environment interactions. **Journal of Experimental Botany**. England, SEB – Our Journals. v. 64, p. 3937-3949, 2013.

COSTA, J. M.; EGIPTO, R.; SÁNCHEZ-VIROSTA, A.; LOPES, C.M.; CHAVES M.M. Canopy and soil thermal patterns to support water and heat stress management in vineyards. **Agricultural Water Management**, Netherlands, Elsevier. v. 216, p. 484–496, 2018.

CRISÓSTOMO, L. A.; SANTOS, A. A.; RAIJ, B.; FARIA, C. M. B.; SILVA, D. J.; FERNANDES, F. A. M.; SANTOS, F. J. S.; CRISÓSTOMO, J. R.; FREITAS, J. A. D.; HOLANDA, J. S.; CARDOSO, J. W.; COSTA, N. D. Adubação, irrigação, híbridos e práticas culturais para o meloeiro no Nordeste. Fortaleza: **Embrapa Agroindústria Tropical**, Fortaleza. p. 21, Circular Técnica, 14, 2002.

CRISOSTO, C.; MITCHAM, B.; KADER, A.; CANTWELL, M.; THOMPSON, J.; SUSLOW, T.; ARPAIA, M. L.; REID, M. **Fruit Ripening & Ethylene Management**. USA, California: UC-DAVIS, p. 130, 2010.

CULLEN, P. The journey to sustainable irrigation. In: irrigation association of australia annual conference, Adelaide. Proceedings: **Irrigation Association of Australia**, Australia, Sydney. 2004.

DARYANTO, S.; WANG, L.; JACINTHE, P. A. Can ridge-furrow plastic mulching replace irrigation in dry land wheat and maize cropping systems. **Agricultural Water Management**, Netherlands, Elsevier. v. 190, p. 1–5, 2017.

DEJONGE, K. C.; TAGHVAEIAN, S.; THOMAS J.; TROUT, T. J.; LOUISE H.; COMAS, L. H.; Comparison of canopy temperature-based water stress indices for maize. **Agricultural Water Management**, Netherlands, Elsevier. v. 156, p. 51–62, 2015.

DJAMAN, K.; BALDE, A. B.; SOW, A.; MULLER, B.; IRMAK, S.; N'DIAYE, M. K.; MANNEH, B.; MOUKOUMBI, Y. D.; FUTAKUCHI, K.; SAITO, K. Evaluation of sixteen reference evapotranspiration methods under sahelian conditions in the Senegal River Valley. **Journal of Hydrology**, Netherlands, Elsevier. v. 3, p.139-159, 2015.

DONG, W.; ZHANG, L.; DUAN, Y.; SUN, L.; ZHAO, P.; VANDER, W.; EVERS, J. B.; WANG, Q.; WANG, R.; SUN, Z. Ridge and furrow systems with film cover increase maize yields and mitigate climate risks of cold and drought stress in continental climates. **Field Crops Research**, Netherlands, Elsevier. v. 207, p. 71–78, 2017.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Effect of water on crop yield**. Rome: (FAO, Irrigation and Drainage Studies 33). FAO p. 306, 1994.

DOORENBOS, J.; PRUITT, J. O. **Crop water requeriment**. Rome: (FAO, Irrigation and Drainage Paper, 24), FAO, p. 144, 1977.

FAO (**Food and Agriculture Organization of the United Nations**). Statistical Pocketbook. Rome, p. 216, 2015. Disponível em: <http://www.fao.org/publications/card/en/c/CA1796EN/> Acesso em: 15 out. 2018.

FAO (**Food and Agriculture Organization of the United Nations**). FAOSTAT Production of Crops. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 23 out. 2018.

FAO (**Food and Agriculture Organization of the United Nations**) (2016). Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCGhini>. Acesso em 3 jul. 2018.

FARIAS D. B. dos S.; LUCAS, A. A. T.; MOREIRA, M. A.; NASCIMENTO, L. F. de A.; SÁ FILHO, J. C. F. de. Avaliação da umidade do solo em função da presença de matéria orgânica e cobertura do solo no cultivo da alface crespa (*lactuca sativa* L.). **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza. v. 9, p. 287-291, 2015.

FERNÁNDEZ, J. E.; PEREZ-MARTIN, A.; TORRES-RUIZ, J. M.; CUEVAS, M. V.; RODRIGUEZ-DOMINGUEZ, C. M.; ELSAYED-FARAG, S.; MORALES-SILLERO, A.; GARCÍA, J. M.; Hernandez-Santana, V.; Diaz-Espejo, A. A regulated deficit irrigation strategy for hedgerow olive orchards with high plant density. **Plant and Soil**, Netherlands, Springer. v. 372, p. 279 – 295, 2013.

FERNÁNDEZ, J. E. Understanding olive adaptation to abiotic stresses as a tool to increase crop performance. *Environ. Journal of Experimental Botany*. England, SEB – Our Journals v. 103, p. 158–179, 2014.

FILGUEIRAS, H.A.C.; MENEZES, J.B.; ALVES, R.E.; COSTA, F.V.; PEREIRA, L.S.E.; GOMES JR., J. Colheita e manuseio pós-colheita. In: ALVES, R. E. (organizador). **Melão. Pós-Colheita. Brasília: EMBRAPA**, p. 23-41, 2000.

FOLLEGATI, M. V.; VASQUEZ MAN.; DIAS, N. S.; SOUZA, V. F. Qualidade física do melão fertirrigado com diferentes dosagens de K e lâminas de irrigação, em gotejamentos superficial e subsuperficial. **Revista Irriga**, Botucatu. v. 9, p. 52-61, 2004.

FRAGA, H.; MALHEIRO, A. C.; MOUTINHO-PEREIRA, J.; ANTOS, J. An overview of climate change impacts on European viticulture. **Food and Energy Security**, Reino Unido, Association of Applied Biologists – AAB. v. 1, p. 94-110, 2012.

FREIRE, J. L. O.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; DIAS, T. J.; SOUTO, A. G. L. Necessidade hídrica do maracujazeiro amarelo cultivado sob estresse salino, biofertilização e cobertura do solo. **Revista Caatinga**, Mossoró. v. 24, p. 82-91, 2011.

FRIZZONE, J. A.; FREITAS, P. D.; REZENDE, R.; FARIA, M. D. **Microirrigação: gotejamento e microaspersão**. Maringá: Eduem, 2012.

FUENTES, S.; de BEI, R.; PECH, J.; TYERMAN, S. Computational water stress indices obtained from thermal image analysis of grapevine canopies. **Irrigation Science**. Germany, Springer. v. 30, p. 523–536, 2012.

FUENTES, S.; POBLETE-ECHEVERRIA, C.; LOBOS, G.; COLLMANN, R. Size does not matter for infrared: water status assessment: newly-developed infrared scanners could offer comparable results against high-resolution thermal cameras. **American Journal of Enology and Viticulture**. USA - Vineyard Innovation. v. 29, p. 45–48, 2014.

GAO, Y.; WU, P. T.; ZHAO, X. N.; WANG, Z. K. Growth yield, and nitrogen use in the wheat/maize intercropping system in an arid region of northwestern China. **Field Crops Research**, Netherlands, Elsevier. v. 167, p. 19–30, 2014.

GARCÍA-TEJERO, I. F.; DURÁN-ZUAZO, V. H.; MURIEL-FERNÁNDEZ, J. L.; JIMÉNEZ-BOCANEGRA, J. A. Linking canopy temperature and trunk diameter fluctuations with other physiological water status tools for water stress management in citrus orchards. *Funct. Journal of Plant Biology*. Europe, Springer. v. 38, p.106–117, 2011.

GARCÍA-TEJERO, I.; DURÁN-ZUAZO, V. H.; ARRIAGA, J., HERNÁNDEZ, A.; VÉLEZ, L. M.; MURIEL-FERNÁNDEZ, J. L. Approach to assess infrared thermal imaging of almond trees under water-stress conditions. **Journal Fruits**, Spain, ISHS. v. 67, p. 463-474, 2012.

GARCÍA-TEJERO, I. F.; COSTA, J. M.; EGIPTO, R.; DURÁN-ZUAZO, V. H.; LIMA, R. S. N.; LOPES, C. M.; CHAVES, M. M. Thermal data to monitor crop-water status in irrigated Mediterranean viticulture. **Agricultural Water Management**, Netherlands, Elsevier. v. 176, p. 80–90, 2016.

GARCÍA-TEJERO, I. F.; RUBIO, A. E.; VIÑUELA, I.; HERNÁNDEZ, A.; GUTIÉRREZ-GORDILLO, S.; RODRÍGUEZ-PLÉGUEZUELO, C. R.; DURÁN-ZUAZO, V. H. Thermal imaging at plant level to assess the crop-water status in almond trees (cv. Guara) under deficit irrigation strategies. **Agricultural Water Management**, Netherlands, Elsevier. v. 208, p. 176–186, 2018

GASPARIM, E.; RICIERI, R. P.; SILVA, S. L.; DALLACORT, R.; GNOATTO, E. Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá. v. 27, p. 107-115, 2005.

GERHARDS, M.; ROCK, G.; SCHLERF, M.; UDELHOVEN, T. Water stress detection in potato plants using leaf temperature, emissivity, and reflectance. **International Journal of Applied Earth Observation**, Netherlands, Elsevier. v. 53, p. 27–39, 2016.

GÓMEZ-DEL-CAMPO, M. Summer deficit-irrigation strategies in a hedgerow olive orchard cv. ‘Arbequina’: effect on fruit characteristics and yield. **Irrigation Science**. USA, New York, Springer. v. 31, p. 259–269, 2013.

GONDIM, R. S.; CASTRO, M. A. H de.; MAIA, A. de H. N.; EVANGELISTA, S. R. M.; FUCK, S. C. de F. Climate Change Impacts on Irrigation Water Needs in the Jaguaribe River Basin. **Journal of the American Water Resources Association, USA (JAWRA)** p. 1-11, 2011.

GONZÁLEZ-DUGO, V.; ZARCO-TEJADA, P.; BERNI, J. A. J.; SUÁREZ, L.; GOLDHAMER, D.; FERERES, E. Almond tree canopy temperature reveals intra-crown variability that is water stress-dependent. **Agricultural and Forest Meteorology**, Netherlands, Elsevier. v. 154, p. 156–165, 2012.

GUIMARÃES, C. M.; STONE, L. F. Métodos de Avaliação das Condições Hídricas das Plantas. **Comunicados Técnico 161**. Santo Antonio de Goiás – GO, 2008.

- GRANT, O. M.; TRONINA, L.; JONES, H. G.; CHAVES, M. M. Exploring thermal imaging variables for the detection of stress responses in grapevine under different irrigation regimes. **Journal of Experimental Botany**. England, SEB – Our Journals. v. 58, p. 815–825, 2007.
- GIEHL, E. L. H.; JARENKOW, A. Gradiente estrutural no componente arbóreo e relação com inundações em uma floresta ribeirinha, rio Uruguai, sul do Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, Pampulha –MG, UFMG. v. 22, p. 741-753, 2008.
- HAN, M.; ZHANG, H.; DEJONGE, K.C.; COMAS, L.H.; SEAN GLEASON, S. Comparison of three crop water stress index models with sap flow measurements in maize. **Agricultural Water Management**, Netherlands, Elsevier. v. 203, p. 366–375, 2018.
- HANSEN, S.; ABRAHAMSEN, P.; PETERSEN, C. T.; STYCZEN, M. Daisy: model use, calibration, and validation. **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, USA, ASABE. v. 55, p. 1317–1333, 2012.
- HAISE, H. R.; HAGAN, R. M. Soil, plant, and evaporative measurements as criteria of scheduling irrigation. In: HAGAN, R. M.; HAISE, H. R.; EDMINSTER, T. W. (Ed.). **Irrigation of agricultural lands**. USA, Madison: American Society of Agronomy - ACSESS, (Agronomy Series, 11). p. 577-604, 1967.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 2018. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br> Acesso em: 27 abri. 2019.
- JARRELL, W. M.; ARMSTRONG, D. E.; GRIGAL, D. F.; KELLEY, E. F.; MONGER, H. C.; WEDIN, D.A. Soil water and temperature status. In: ROBERTSON, G. P.; COLEMAN, D. C.; BLEDSOE, C. S.; SOLLINS, P. (Eds.), **Standard Soil Methods for Long-term Ecological Research**. Oxford University Press. USA, New York, NY, p. 55–73, 1999.
- JIN, X.; ZUO, Q.; MA, W.; LI, S.; SHI, J.; TAO, Y.; ZHANG, Y.; LIU, Y.; LIU, X.; LIN, S.; BEN-GAL, A. Water consumption and water-saving characteristics of a ground cover rice production system. **Journal of Hydrology**, Netherlands, Elsevier. v. 540, p. 220–231, 2016.
- JONES, H. G.; AIKMAN, D. A.; MCBURNEY, T. Improvements to infrared thermometry for irrigation scheduling. **Acta Horticulturae**. Belgium, International Society for Horticultural Science – ISHS. v. 449, p. 259–266, 1997.
- JONES, H.G. Use of infrared thermometry for estimation of stomatal conductance as a possible aid to irrigation scheduling. **Agricultural and Forest Meteorology**, Netherlands, Elsevier. v. 95, p. 139–149, 1999.
- JONES, H. G.; STOLL, M.; SANTOS, T.; SOUSA, C.; CHAVES, M. M.; GRANT, O.M. Use of infrared thermography for monitoring stomatal closure in the field: application to grapevine. **Journal of Experimental Botany**. England, SEB – Our Journals. v. 53, p. 2249–2260, 2002.
- JONES, H. G. Irrigation scheduling: advantages and pitfalls on plant-based methods. **Journal of Experimental Botany**, England, SEB – Our Journals, London, GB. v. 55, p. 2427-2436, 2004b.

JONES, G.; V. Climate and terroir: Impacts of climate variability and change on wine. **GeoScience**, Canada, Terroir Series (in press), 2005.

JONES, R.N. Managing Climate Change Risks, in Agrawal, S. and Corfee-Morlot, J. (eds.), *The Benefits of Climate Change Policies: Analytical and Framework Issues*, OECD, German, p. 249–298, 2004a.

JONES, G. V.; WHITE, M. A.; COOPER, O. R.; STORCHMANN, K. climate change and global wine quality. **Climatic Change**, Europe, Springer Link. v. 73, p. 319–343, 2005.

JONES, C. L.; SCHOFIELD, P. Thermal and other remote sensing of plant stress. **General and Applied Plant Physiology**. Bulgaria, ROAD. v. 34, p. 19–32, 2008.

JONES, H. G.; SERRAJ, R.; LOVEYS, B. R.; XIONG, L.; WHEATON, A.; PRICE, A. H. Thermal infrared imaging of crop canopies for the remote diagnosis and quantification of plant responses to water stress in the field. **Functional Plant Biology**. Australian, Springer. v. 36, p. 978-979, 2009.

LOPES, C. A.; MAROUELLI, W. A.; CAFE FILHO, A. C. Associação da irrigação com doenças de hortaliças. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 14, p. 151-179, 2006.

KANG, S.; ZHANG, L.; TROUT, T. Improving agricultural water productivity to ensure food security under changing environments. **Agricultural and Forest Meteorology**, Netherlands, Elsevier. v. 179, p1–4, 2017.

KLAR, A. E. Irrigação: **frequência e quantidade de aplicação**. São Paulo: Nobel, p. 29 – 61, 1991.

KOETZ, M.; COELHO, G.; CARVALHO, J. A.; SOUZA, R. J.; SILVA, R. A. Produção do meloeiro em ambiente protegido irrigado com diferentes lâminas de água. **Irriga**, Botucatu. v. 11, n. 4, p. 500-506, 2006.

LEINONEN, I.; JONES, H. G. Combining thermal and visible imagery for estimating canopy temperature and identifying plant stress. **Journal of Experimental Botany**. England, SEB – Our Journals. v. 55, p. 1423–1431, 2004.

LI, S. X.; WANG, Z. H.; LI, S. Q.; GAO, Y. J.; TIAN, X. H. Effect of plastic sheet mulch, wheat straw mulch, and maize growth on water loss by evaporation in dryland areas of China. **Agricultural Water Management**, Netherlands, Elsevier. v. 116, p. 39–49, 2013.

LIANG, H.; HU, K.; QIN, W.; ZUO, Q.; ZHANG, Y. Modelling the effect of mulching on soil heat transfer, water movement and crop growth for ground cover rice production system. **Field Crops Research**, Netherlands, Elsevier. v. 201, p. 97–107, 2017.

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

LISAR, S. Y. S.; MOTAFAKKERAZAD, R. M. M.; RAHM, I. M. M. Water stress in plants: causes, effects and responses, **Water Stress, InTech**. p 1-15, 2012.

LOPEZ, A.; MOLINA-AIZ, F. D.; VALERA, D. L.; PENA, A. Determining the emissivity of the leaves of nine horticultural crops by means of infrared thermography. **Scientia Horticulturae**. Netherlands, Elsevier. v. 137, p. 49–58, 2012.

MAES, W.H.; STEPPE, K. Estimating evapotranspiration and drought stress with ground-based thermal remote sensing in agriculture: A review. **Journal of Experimental Botany**. England, SEB – Our Journals. v. 63, p. 4671–4712, 2012.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação Princípios e métodos**. Viçosa, UFV. 3º Edição p: 13, 2009a

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação Princípios e métodos**. Viçosa, UFV. 3º Edição p: 17, 2009b.

MARENCO, J. A.; BERNASCONI, M. Regional differences in aridity/drought conditions over Northeast Brazil: present state and future projections. **Climatic Change**. Europe, Springer Link. v. 129, p.103–115, 2015.

MARQUELLI, W.A.; SILVA, W. L. C. Seleção de sistemas de irrigação para hortaliças. Brasília: EMBRAPA-CNPQ, (**Circular Técnica da Embrapa Hortaliças, 11**), p. 15, 1998.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. Irrigação por aspersão em hortaliças: qualidade da água, aspectos do sistema e método pratico de manejo. 2. ed. Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica: Embrapa Hortaliças**. p. 150, 2008.

MCAUSLAND, L.; DAVEY, P. A.; KANWAL, N.; BAKER, N.; LAWSON, T. A novel system for spatial and temporal imaging of intrinsic plant water use efficiency. **Journal of Experimental Botany**. England, SEB – Our Journals. v. 64, p. 4993-5007, 2013.

MCCLYMONT, L.; GOODWIN, I.; MAZZA, M.; BAKER, N.; LANYON, D. M.; ZERIHUN, A.; CHANDRA, S. Effects of site-specific irrigation management on grapevine yield and fruit quality attributes. **Irrigation Science**. Germany, Springer. v. 30, p. 461–470, 2012.

MEDEIROS, F. A. S. B.; MEDEIROS, J. F.; SILVA, M. C. C.; ALVES, L. P. A.; SOUZA, T. H.; LEVIEN, S. L. A. Necessidade hídrica do meloeiro irrigado com água de diferentes salinidades e cultivo cultivado com ou sem cobertura do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande. v. 9, p. 234-238, 2005.

MERON, M.; SPRINTSIN, M.; TSIPRIS, J.; ALCHANATIS, V.; COHEN, Y. Foliage temperature extraction from thermal imagery for crop water stress determination. **Precision Agriculture**. Netherlands, Springer. v. 14, p. 467–477, 2013.

MOLLER, M.; ALCHANATIS, V.; COHEN, Y.; MERON, M.; TSIPRIS, J.; NAOR, A.; OSTROVSKY, V.; SPRINTSIN, M.; COHEN, S. Use of thermal and visible imagery for estimating crop water status of irrigated grapevine. **Journal of Experimental Botany**.

England, SEB – Our Journals. v. 58, p. 827–838, 2007.

MONTEIRO, R. O. C.; COLARES, D. S.; COSTA, R. N. T.; LEÃO, M. C. S.; AGUIAR, J. V. A. Função de resposta do meloeiro a diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília. v. 24, p. 455-459, 2006.

MORAIS, P. L. D.; SILVA, G. G. S.; MAIA, E. N.; MENEZES, J. B. Avaliação das tecnologias pós-colheita utilizadas e da qualidade de melões nobres produzidos para exportação. **Ciência Tecnologia Alimentação**, Campinas, v. 29, p. 214- 218 2009.

NGUYEN, L. P. L.; ZSOM, T.; DAM, M. S.; BARANYAI, L.; HITKA, G.; Evaluation of the 1-MCP microbubbles treatment for shelf-life extension for melons. **Postharvest Biology and Technology**. Netherlands, Elsevier . v. 150, p. 89–94, 2019.

NI, J.; CHENG, Y.; WANG, Q.; NG, C. W. W.; GARG, A. Effects of vegetation on soil temperature and water content: field monitoring and numerical modeling. **Journal of Hydrology**. Netherlands, Elsevier, 2019.

NÓBREGA, R. S.; SANTIAGO, G. A. C. F. Tendência de temperatura na superfície do mar nos oceanos atlântico e pacífico e variabilidade de precipitação em Pernambuco. **Mercator, Fortaleza, UFC**, v. 13, n. 1, p. 107-118, 2014.

NUNES, G. H. S.; SANTOS JÚNIOR, J. J.; ANDRADE, F. V.; BEZERRA NETO, F.; MENEZES, J. B.; PEREIRA, E. W. L. Desempenho de híbridos do grupo inodorus em Mossoró. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 90-94, 2005.

OLIVEIRA, A. S.; COELHO, E. F.; FACCIOLI, G. G. **Manejo básico da irrigação na produção de fruteiras**. Brasília, DF: LK, p. 136, 2006.

OLIVEIRA, E. C.; CARVALHO, J. A.; SILVA, W. G.; REZENDE, F. C.; ALMEIDA, W. F. Effects of water deficit in two phenological stages on production of japanese cucumber cultivated in greenhouse. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal. v. 31, p. 676-686, 2011.

ONU, **United nations, department of economic and social affairs**. The United Nations, Population Division, Population Estimates and Projections Section, 2012. The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World. WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). The United Nations, Paris, UNESCO, 2015.

ORTUNO, M. F.; CONEJERO, W.; MORENO, F.; MORIANA, A.; INTRIGLILOLO, D.S.; BIEL, C. A.; MELLISHO, C. A. D.; PÉREZ-PASTOR, A.; DOMINGO, R.; RUIZ-SÁNCHEZ, M. C. A.; CASADESUS, J.; BONANY, J.; TORRECILLAS, A. Could trunk diameter sensors be used in woody crops for irrigation scheduling? A review of current knowledge and future perspectives. **Agricultural Water Management**, Netherlands, Elsevier. v. 97, p. 1–11, 2010.

OSTER, J. D.; WICHELNS, D. Economic and agronomic strategies to achieve sustainable irrigation. **Irrigation Science**, Germany, Springer. v. 22, p. 107-120, 2003.

OSROOSH, Y.; PETERS, R.T.; CAMPBELL, C. Daylight crop water stress index for continuous monitoring of water status in apple trees. **Irrigation Science**. Germany, Springer.

v. 34, p. 209–219, 2016.

PADILLA-DÍAZ, C. M.; RODRIGUEZ-DOMINGUEZ, C. M.; HERNANDEZ-SANTANA, V.; PEREZ-MARTIN, A.; FERNÁNDEZ, J. E. Scheduling regulated deficit irrigation in a hedgerow olive orchard from leaf turgor pressure related measurements. **Agricultural Water Management**, Netherlands, Elsevier. v. 164, p. 28–37, 2015.

PANICO, S. C.; MEMOLI, V.; ESPOSITO, F.; MAISTO, G. A.; DE MARCO, A. de. Plant cover and management practices as drivers of soil quality. **Applied Soil Ecology**. Netherlands, Elsevier. v. 129, p. 34–42, 2018.

PEREIRA, L. S.; ALLEN, R. G.; SMITH, M.; RAES, D. Crop evapotranspiration estimation with FAO56: Past and future. **Agricultural Water Management**, Netherlands, Elsevier. v. 147, p. 4–20, 2015.

PINHEIRO NETO, R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; BORTOLOTO, V. C.; PINHEIRO, A. C. Desempenho de mecanismos dosadores de semente em diferentes velocidades e condições de cobertura do solo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá. v. 30, p. 611-617, 2008.

PIRES, M. M. M. L.; SANTOS, H. A.; SANTOS, D. F.; VASCONCELOS, A. S.; ARAGÃO, C. A. Produção do meloeiro submetido a diferentes manejos de água com o uso de manta de tecido não tecido. **Horticultura Brasileira**, Brasília. v. 31, p. 304-310, 2013.

POBLETE-ECHEVERRÍA, C.; SEPÚLVEDA-REYES, D.; ORTEGA-FARIAS, S.; ZÚÑIGA, M.; FUENTES, S. Plant water stress detection based on aerial and terrestrial inferred thermography: a study case from vineyard and olive orchard. **Acta Horticulturae**. Belgium, International Society for Horticultural Science – ISHS. v. 11, p. 141–146, 2016.

PONGE, J. F. Plant-soil feedbacks mediated by humus forms: a review. **Soil Biology and Biochemistry**. Reino Unido, Elsevier v. 57, p. 1048–1060, 2013.

PÔRTO, D. R. Q.; GONDIM, A. R. O.; MEDEIROS, J. F.; NEGREIROS, M. Z.; BEZERRA NETO, F.; LEITÃO, M. M. V. B. R.; ANDRADE, P. C. S. G.; ALMEIDA NETO, J. Crescimento de melão Cantaloupe ‘Torreón’ em diferentes coberturas de solo e lâminas de irrigação nas condições de Mossoró-RN. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, 2003.

POU, A.; DIAGO, M. P.; MEDRANO, H.; BALUJA, J.; TARDAGUILA, J. Validation of thermal indices for water status identification in grapevine. **Agricultural Water Management**, Netherlands, Elsevier. v. 134, p. 60–72, 2014.

RUD, R.; COHEN, Y.; ALCHANATIS, V.; LEVI, A.; BRIKMAN, R.; SHENDEREY, C.; HEUER, B.; MARKOVITCH, T.; DAR, Z.; ROSEN, C. Crop water stress index derived from multi-year ground and aerial thermal images as an indicator of potato water status. **Precision Agriculture**. Netherlands, Springer. v. 15, p. 273–289, 2014.

QUEIROGA, R. C. F.; NOGUEIRA, I. C. C.; NETO, F. B.; MOURA, A. R. B.; PEDROSA, J. F. Utilização de diferentes materiais como cobertura morta do solo no cultivo de pimentão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, p. 416-418, 2002.

RESENDE, F. V.; SOUZA, L. S.; OLIVEIRA, P. S. R.; GUALBERTO, R. Uso de cobertura morta vegetal no controle da umidade e temperatura do solo, na incidência de plantas invasoras e na produção da cenoura em cultivo de verão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, p. 100-105, 2005.

RUIZ-SANCHEZ, M. C.; DOMINGO, R.; J. R. CASTEL, J. R. Review. Deficit irrigation in fruit trees and vines in Spain. **Spanish Journal of Agricultural Research**. Spain, Madrid, INIA. v. 8, p. 5-20, 2010.

SAGLAM, M.; SINTIM, H. Y.; BARY, A. I.; MILES, C. A.; GHIMIRE, S. G.; DEBRA A. INGLIS, D. A.; MARKUS FLURY, M. Modeling the effect of biodegradable paper and plastic mulch on soil moisture dynamics. **Agricultural Water Management**, Netherlands, Elsevier. v. 193, p. 240–250, 2017.

SALES JÚNIOR, R.; SOARES, S. P. F.; AMARO FILHO, J.; NUNES, G. H. S.; MIRANDA, V. S. Qualidade do melão exportado pelo porto de Natal, **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.1, p. 98-100, 2004.

SANTOS, R. D.; PEREIRA, L. G. R.; NEVES, A. L. A.; RODRIGUES, J. A. S.; COSTA, C. T. F.; OLIVEIRA, G. F. Agronomic characteristics of forage sorghum cultivars for silage production in the lower middle San Francisco Valley. **Acta Scientiarum. Agronomy** Maringá. v. 35, p. 13-19, 2013.

SCHIRRMANN, M.; HAMDORF, A.; GIEBEL, A.; DAMMER, K. H.; GARZ, A. A mobile sensor for leaf area index estimation from canopy light transmittance in wheat crops. **Biosystems Engineering**. USA, Elsevier. v. 140, p. 23 – 33, 2015.

SCHIRRMANN, M.; GIEBEL, A.; GLEINIGER, F.; PFLANZ, M.; LENTSCHKE, J.; DAMMER, K. H. Monitoring agronomic parameters of winter wheat crops with low-cost UAV imagery. **Remote Sensing**. Japan, The Remote Sensing Society of Japan (RSSJ) v. 8, p. 706, 2016.

SCHOLANDER, P. F.; HAMMEL, H. T.; BRADSTREET, E.D.; HEMMINGSEN, E. A. Sap pressure in vascular plants. **Science**. USA, University of California los Angeles –AAAS. v. 148, p. 339-346, 1965.

SCHULTZ, H. R.; STOLL, M. Some critical issues in environmental physiology of grapevines: future challenges and current limitations. **Journal of Grape and Wine Research**, Australian. v. 16, p. 4–24, 2010.

SILVA, M. C. C. **Crescimento, produtividade e qualidade de frutos do meloeiro sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e cobertura do solo**. 2002. 65 f. (Tese mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Mossoró.

SILVA, R. A. R.; NUNES, J. C.; LIMA NETO, A. J.; CAVALCANTE, L. F.; SILVA, M. R. M.; RODRIGUES, R. M. Lâminas de irrigação e cobertura do solo na produção e qualidade de frutos da gravioleira. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife. v. 8, p. 441-447, 2013.

- SILVA, G. U.; PARIZI, A. R. C.; GOMES, A. C. S.; PIVOTO, O. T.; PECCIN, M. D. Manejo de irrigação via solo e clima na cultura do milho (*Zea mayz* L.) na região de Alegrete/RS. **Revista de Ciência e Inovação**. Farroupilha. v. 2, n. 1, 2017.
- SHEN, Y.; LI, S.; CHEN, Y.; QI, Y.; ZHANG, S. Estimation of regional irrigation water requirement and water supply risk in the arid region of Northwestern China 1989–2010. **Agricultural Water Management**, Netherlands, Elsevier. v. 128, p. 55–64, 2013.
- STUCKENS, J.; DZIKITI, S.; VERSTRAETEN, W. W.; VERREYNNE, S.; SWENNEN, R.; COPPIN, P. Physiological interpretation of a hyperspectral time series in a citrus orchard. **Agricultural and Forest Meteorology**, Netherlands, Elsevier. v. 151, p. 1002–1015, 2011.
- TAGHVAEIAN, S.; CHÁVEZ, J.L.; BAUSCH, W. C.; DEJONGE, K. C.; TROUT, T. J. Minimizing instrumentation requirement for estimating crop water stress index and transpiration of maize. **Irrigation Science**. Germany, Springer. v. 32, p. 53–65, 2014.
- TANAKA, S.; KAWAMURA, K.; MAKI, M.; MURAMOTO, Y.; YOSHIDA, K.; AKIYAMA, T. Spectral index for quantifying leaf area index of winter wheat by field hyperspectral measurements: A case study in Gifu prefecture,. **Remote Sensing**. Central Japan. v. 7, p. 5329 – 5346, 2015.
- TAGHVAEIAN, S.; CHÁVEZ, J. L.; HANSEN, N. C. Infrared Thermometry to Estimate Crop Water Stress Index and Water Use of Irrigated Maize in Northeastern Colorado. **Remote Sensing**. Central Japan. v. 4, p. 3619-3637, 2012.
- ULLAH, S.; SKIDMORE, A. K.; NAEEM, M.; SCHLERF, M. An accurate retrieval of leaf water content from mid to thermal infrared spectra using continuous wavelet analysis. **Science of the Total Environment**. USA – California, Elsevier. v. 437, p. 145–152, 2012.
- UN DESA – United Nations, **Department of Economic and Social Affairs**. 2009, Disponível em: <https://www.un.org/development/desa/en/>. Acesso em: 12 Ago. 2018.
- URBAN, J.; INGWERS, M. W.; MCGUIRE, M. A.; TESKEY, R. O. Increase in leaf temperature opens stomata and decouples net photosynthesis from stomatal conductance in *Pinus taeda* and *Populus deltoides* x *nigra*. **Journal of Experimental Botany**. England, SEB – Our Journals. v. 68, p. 1757–1767, 2017.
- VICENTE-VICENTE, J. L.; GÓMEZ-MUÑOZ, B.; HINOJOSA-CENTENOD, M. B.; SMITHE, P. R.; GARCIA-RUIZA, R. Carbon saturation and assessment of soil organic carbon fractions in Mediterranean rainfed olive orchards under plant cover management. **Agriculture Ecosystems and Environment**. Netherlands, Elsevier. v. 245, p. 135–146, 2017.
- WANG, Q.; ZHANG, E.; LI, F.; LI, F. Runoff efficiency and the technique of microwater harvesting with ridges and furrows, for potato production in semi- arid areas. **Water Resources Management**. Springer. v. 22, p. 1431–1443, 2008.
- WANG, Y.; LI, X.; ZHU, J.; FAN, C.; KONG, X.; TURNER, N. C.; SIDDIQUE, K. H. M.; LI, F. Multi-site assessment of the effects of plastic-film mulch on dry land maize productivity in semiarid areas in China. **Agricultural and Forest Meteorology**. Netherlands, Elsevier. v. 220, p.160–169, 2016.

WHITAKER, T.W., DAVIS, G.N. **Cucurbits: botany, cultivation and utilization**. New York - USA: Inter science. p. 250, 1962.

YAO, Z. S.; ZHENG, X.; LIU, C.; LIN, S.; ZUO, Q.; BUTTERBACH-BAHL, K. Improving rice production sustainability by reducing water demand and greenhouse gas emissions with biodegradable films. **Scientific Reports**. USA. v. 7, p. 39-48, 2017.

YONTS, C. D.; HAGHVERDI, A.; REICHERT, D. L.; IRMAK, S. Deficit irrigation and surface residue cover effects on dry bean yield, in-season soil water content and irrigation water use efficiency in western Nebraska high plains. **Agricultural Water Management**, Netherlands, Elsevier. v. 199, p. 138–147, 2018.

ZEGADA-LIZARAZU, W.; BERLINER, P. R. Inter-row mulch increase the water use efficiency of furrow-irrigated maize in an arid environment. **Journal of Agronomy and Crop Science**. Reino Unido, Wiley Online Library. v. 197, p. 237–248, 2011.

ZARCO-TEJADA, P. J.; GONZÁLEZ-DUGO, V.; BERNI, J. A. J. FLUORESCENCE. Temperature and Narrow-Band Indices Acquired From A UAV Platform for Water Stress Detection Using a Micro-Hyperspectral Imager and a Thermal Camera. **Remote Sensing Of Environment**. Netherlands, Elsevier. v. 117, p. 322–337, 2012.