

VIABILIDADE ECONÔMICA DO CULTIVO IRRIGADO DA MELANCIA NO ESTADO DO PIAUÍ¹

FRANCISCO DAS CHAGAS DE ANDRADE PORTO NUNES²; FRANCISCO EDINALDO PINTO MOUSINHO³; JOSÉ ROBERTO DE OLIVEIRA⁴; CARLOS JOSÉ GONÇALVES DE SOUZA LIMA⁵E VALBER MENDES FERREIRA⁵

¹ Parte da dissertação apresentada pelo autor ao programa de pós graduação em Agronomia/CCA-UFPI, Teresina-PI.

²Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI, Rua Dirce de Oliveira s/n bairro Socopo, francisco.porto17@gmail.com;

³Prof. Doutor, Colégio Técnico de Teresina, Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI, Rua Dirce de Oliveira s/n bairro Socopo, fepmouisi@ufpi.edu.br;

⁴Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI, Rua Dirce de Oliveira s/n bairro socopo, joseoliveira@ifpi.edu.br;

⁵ Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola e Solos, Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI; Rua Dirce de Oliveira s/n bairro socopo, carloslima@ufpi.edu.br; válber@ufpi.edu.br.

1 RESUMO

Objetivou-se com este trabalho elaborar simulações de possíveis cenários de receitas líquidas para estudo da viabilidade econômica do cultivo irrigado da melancia no Estado do Piauí. A partir da série de dados históricos de precipitações pluviométricas proveniente de 15 anos de coleta, foram avaliados os seguintes cenários: três capacidades de armazenamento de água pelo solo – CAD (20 mm; 40 mm; e 60 mm) e doze épocas de semeaduras (01/01; 01/02; 01/03; 01/04; 01/05; 01/06; 01/07; 01/08; 01/09; 01/10; 01/11; 01/12). Os rendimentos relativos da cultura da melancia foram estimados a partir das combinações entre CAD e épocas de semeadura levando em consideração o fator de resposta da cultura ao déficit hídrico (K_y). Os custos totais de produção da melancia foram simulados através da soma do custo de implantação da cultura e do consumo de energia elétrica (kWh) do sistema de irrigação necessário para reposição das lâminas brutas. Os resultados indicaram que as maiores receitas foram encontradas no 1º trimestre, sendo que janeiro na CAD de 20 mm a área que obteve receitas acima de R\$ 4000,00 ha⁻¹ está localizada na região norte do estado e corresponde a 0,54% do território piauiense. Na CAD de 40 mm, esta área aumentou pra 1,70% do território no centro-norte e norte do estado e na CAD de 60 mm, 6,80% do território distribuídas entre as regiões norte, centro-norte e sudeste do estado. No mês de fevereiro as receitas líquidas acima de R\$ 4000,00 ha⁻¹ representaram 7,77% do Estado (regiões centro-norte e norte), na CAD de 20 mm. Esse valor aumentou para, 12,18% na CAD de 40 mm (regiões centro-norte, norte e sudoeste) e 17,23% na CAD de 60 mm (regiões centro-norte, norte e sudoeste). Em março essa área foi de 5,06%, na CAD de 20 mm (regiões centro-norte e norte) e triplicou na CAD de 60 mm com um total de 15,62% (centro-norte e norte). A época de semeadura 1º de fevereiro foi a que obteve as maiores receitas líquidas, assim como, as maiores áreas com as maiores receitas em todas as CAD's, com destaque para a CAD de 60 mm que obteve um percentual de 17,23% (do território piauiense) superando os meses de janeiro (6,80%) e março (15,62%), na mesma CAD. A utilização da irrigação no cultivo de melancia mostrou-se viável em todo o Estado do Piauí, para todas as combinações de épocas de semeadura e CAD. As receitas líquidas variaram em todo o Estado de Piauí em função da época de semeadura, CAD e local de cultivo.

Recebido em 21/09/2015 e aprovado para publicação em 10/01/2017

DOI: <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2017v22n1p101-114>

Palavras-chave: *Citrullus lanatus*; espacialização; receitas líquidas; balanço hídrico.

**NUNES, F. C. A. P.; MOUSINHO, F. E. P.; OLIVEIRA, J.R DE.;LIMA, C. J. G. S.;
FERREIRA, V. M.
ECONOMIC FEASIBILITY OF WATERMELON IRRIGATED CULTIVATION IN
THE STATE OF PIAUÍ**

2 ABSTRACT

The objective of this work was to elaborate simulations of possible net revenue scenarios to study the economic feasibility of watermelon irrigated cultivation in the State of Piauí. The following scenarios were evaluated: three soil water storage capacities (20 mm, 40 mm and 60 mm) and 12 sowing times (01/01; 02/01; 03/01; 04/01; 05/01; 06/01; 07/01; 08/01; 09/01; 10/01; 11/01; 12/01). The relative yields of the watermelon culture were estimated from the combinations between CAD and sowing times, taking into account the response factor of the crop to water deficit (K_y). The total watermelon production costs were simulated through the sum of the crop implantation cost and the electricity consumption (kWh) of the irrigation system needed to replace the raw blades. The results indicated that the highest revenues were found in the 1st quarter, with January in the 20-mm CAD as the area that obtained revenues above R\$ 4000.00 ha⁻¹ is located in the northern region of the state and corresponds to 0.54% of the territory of Piauí. In the 40 mm CAD, this area increased to 1.70% of the territory in the north-central and north of the state and in the CAD of 60 mm, 6.80% of the territory distributed between the north, central-north and southeast regions of the state. In February, net revenues above R\$ 4,000.00 ha⁻¹ represented 7.77% of the state (north-central and north regions), in the CAD of 20 mm. This value increased to 12.18% in the CAD of 40 mm (north-central, north and southwest regions) and 17.23% in the CAD of 60 mm (north-central, north and southwest regions). In March, this area was 5.06%, in the CAD of 20 mm (north-central and north regions) and tripled in the CAD of 60 mm, with a total of 15.62% (center-north and north). The sowing season on February 1 was the one with the highest net revenues, as well as the largest areas with the highest revenues in all CADs, especially the CAD of 60 mm, which obtained a percentage of 17.23% (of the Piauí territory) surpassing the months of January (6.80%) and March (15.62%), in the same CAD. The use of irrigation in watermelon cultivation was feasible throughout the State of Piauí, for all combinations of sowing times and CAD. The net revenues varied throughout the State of Piauí due to the sowing season, CAD and cultivation site

Keywords: *Citrullus lanatus*; spatialization; net revenues; hydric balance.

3 INTRODUÇÃO

A melancia (*Citrullus lanatus* var. *lanatus*) é uma olerícola cultivada em várias regiões do mundo. No Brasil, é uma cultura plantada por pequenos, médios e grandes produtores, em todos os estados do território nacional. Segundo IBGE (2012), a área plantada com essa cultura no país foi 99.601 ha com produção total de 2.079.547 toneladas, o que coloca essa cultura entre as mais produzidas no país. Em 2012, a melancia ocupou a sexta posição no ranking da

produção frutícola do país com a participação de 4,7 % da produção nacional, sendo o Rio Grande do Sul; Goiás; Bahia; São Paulo e Rio Grande do Norte, respectivamente os cinco maiores produtores nacionais dessa fruta (IBGE, 2012).

A região nordeste se destaca por ser grande produtora de frutas, entretanto, o período de escassez de chuvas afeta diretamente a produção, uma vez que a maior parte dos produtores, principalmente de melancia, utiliza a chuva como principal fonte de água para suprimento das necessidades da cultura.

Como boa parte dos produtores de melancia da região nordeste, principalmente no estado do Piauí, é composta de pequenos e médios proprietários de terra, que possuem baixo grau de escolaridade e pouco acesso a informações tecnológicas, a produtividade dessa cultura fica reduzida e com isso, o retorno financeiro fica comprometido.

A técnica da irrigação é uma alternativa que pode melhorar o rendimento das culturas, proporcionando incremento produtivo da ordem de 200% (GONZAGA NETO, 2000). Sandri et al. (2014), verificaram em estudo sobre custos de produção e rentabilidade produtiva da melancia sob diferentes lâminas e sistemas de irrigação que a produtividade de frutos foi significativamente afetada sob as menores lâminas de irrigação o que segundo Teodoro et al. (2004), pode ter ocorrido pelo déficit hídrico no solo, nos estádios de floração, frutificação e desenvolvimento dos frutos.

A irrigação é uma prática altamente vantajosa na produção de melancia, sobretudo em regiões com precipitação mensal abaixo de 100 mm ou em regiões sujeitas à ocorrência de veranicos como é o caso do estado do Piauí. Para Sandri et al. (2014), a escolha do sistema de irrigação, o manejo mais adequado, ea utilização de indicadores da necessidade hídrica da cultura, pode tornar a atividade atrativa do ponto de vista técnico, social, ambiental e econômico.

Nos dias atuais, a irrigação ainda é pouco utilizada pelos produtores de melancia no estado do Piauí, pois sua utilização eleva os custos de produção dessa cultura. Segundo Sandri et al. (2014), mesmo levando em consideração todos os custos de implantação e produção da melancia, as margens de lucros podem chegar acima dos 400% mostrando que o uso adequado da irrigação é uma prática viável no cultivo dessa cultura. Além de possibilitar incrementos de produtividade e a obtenção de frutos de melhor qualidade, o uso da irrigação viabiliza a produção na entressafra, quando os preços são mais atrativos ao produtor (MAROUELLI; BRAGA; ANDRADE JUNIOR, 2012).

A espacialização das receitas a partir de dados meteorológicos históricos e do balanço hídrico climático da região é uma ferramenta que vêm sendo utilizada como base de planejamento agrícola. Essa ferramenta pode a partir do requerimento hídrico cultural, simular e mapear as receitas líquidas a serem obtidas pela cultura para diferentes épocas do ano e variadas condições de clima e solo.

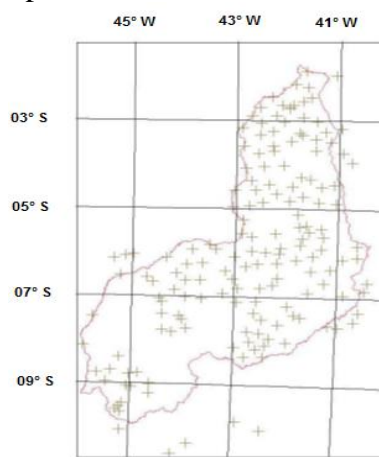
As precipitações irregulares no território piauiense podem causar déficit hídrico em um ou mais estádios de desenvolvimento da melancia de acordo com a época de semeadura e com o local de cultivo. Assim espacializar as receitas do sistema irrigado em função dos fatores de risco pode aferir maior certeza na hora de decidir sobre a implantação ou não do sistema irrigado.

O objetivo deste trabalho foi simular receitas líquidas do cultivo irrigado da melancia em diferentes épocas de semeadura e condições de armazenamento de água no solo, para fins de avaliação da viabilidade econômica de implantação do sistema, no estado do Piauí.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O procedimento cartográfico para espacialização das receitas foi baseado nos dados diários de precipitações pluviométricas fornecidas pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os registros climáticos foram coletados em 165 estações meteorológicas, sendo 145 localizadas no território piauiense e as demais distribuídas entre estados do Ceará, Bahia, Maranhão e Pernambuco (Figura 1). Os postos de coleta representam uma série de dados pluviométricos de 15 anos, exceto duas plataformas que representam apenas 14 anos.

Figura 1. Localização geográfica dos postos pluviométricos onde foram obtidos os dados diários de precipitação pluviométrica.



Para as referidas estações meteorológicas, a evapotranspiração de referência (ET_o) foi estimada em escala diária de acordo com a metodologia proposta por Thornthwaite (1948). Os valores de temperatura média do ar foram estimados através das equações de estimativa de média mensal de temperatura propostas por Lima e Ribeiro (1998), quando estas informações não estavam disponíveis nas estações meteorológicas.

As receitas líquidas de cultivo irrigado da melancia foram simuladas e espacializadas para a comparação dos seguintes fatores: doze épocas de semeaduras (01/01; 01/02; 01/03; 01/04; 01/05; 01/06; 01/07; 01/08; 01/09; 01/10; 01/11; 01/12) e reposição da umidade do solo em três capacidades de armazenamento de água do solo – CAD (20 mm; 40 mm; e 60 mm) (MOUSINHO, 2005), sendo estes valores constantes à profundidade efetiva do sistema radicular de 0,25 m. A reposição da umidade do solo para fins de irrigação considerou os resultados do balanço hídrico de cultivo (BHC).

Os balanços hídricos de cultivo (BHC) foram executados de acordo com a metodologia proposta por Thornthwaite e Matther (1955) (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2002), em escala diária, para todo o ciclo da cultura da melancia (65 dias – da emergência das plantas a maturação fisiológica dos frutos).

A evapotranspiração máxima da cultura (ET_m), foi estimada a partir de coeficientes de cultivo (K_c) realizados sob condições edafoclimáticas semelhantes às do estado do Piauí, tendo como orientação valores recomendados por Doorembos e Kassam (2000).

As precipitações efetivas utilizadas no BHC foram estimadas através da porcentagem fixa do total de chuvas diárias sendo estipuladas em 75% de acordo com as recomendações de (SILVA; OLIVEIRA; MORQUELLI, 1988), Bernardo (1989), e Doorembos e Pruitt (1997),

usando a CAD como limite da precipitação efetiva, de acordo com adaptação da Embrapa (2003).

Na execução dos BHC, o turno de rega foi variável, utilizando-se uma lâmina de irrigação suficiente para elevar o armazenamento de água pelo solo à capacidade de campo antes do consumo da água facilmente disponível (AFD), pelas plantas. Segundo Pereira et al. (2002), a AFD pode ser expressa pela Equação (1):

$$AFD = f \text{ CA} \quad (1)$$

Em que:

AFD – água facilmente disponível, L; f – fração de esgotamento da água no solo, adimensional; CAD – capacidade de água disponível no solo, L.

Desta maneira, na realização do BHC, as irrigações foram realizadas quando a água facilmente disponível fora consumida.

Para a realização deste trabalho, o valor de f utilizado foi 0,5 atendendo recomendação de Doorenbos e Kassam (2000).

Para fins de estimativa das lâminas brutas de irrigação adotou-se o sistema de irrigação por aspersão convencional com eficiência pré-fixada de 75%. Uma vez que este método é o mais utilizado pelos agricultores do estado do Piauí.

Os balanços hídricos diários geraram os valores de ET_m e ET_r bem como de lâminas brutas de irrigação, para todas as estações meteorológicas e para as diversas combinações entre época de semeadura e CAD. De posse destes valores, foram estimados o seu respectivo rendimento relativo e a receita líquida para o cultivo irrigado da cultura da melancia.

O rendimento relativo da cultura foi estimado através de um modelo multiplicativo entre rendimento potencial da cultura e o déficit de evapotranspiração proposto por Rao et al. (1988) e apresentado por Frizzone (2005), equação (2).

$$Y_r = Y_m \left\{ \prod_{i=1}^4 \left[1 - K_{y_i} \left(1 - \frac{ET_{r_i}}{ET_{m_i}} \right) \right] \right\} \quad (2)$$

Em que:

Y_r – produtividade real da cultura, kg ha⁻¹;

Y_m – produtividade máxima ou potencial da cultura, kg ha⁻¹;

K_{y_i} – fator de resposta da cultura ao déficit hídrico na fase i, adimensional;

ET_{r_i} – evapotranspiração real da cultura na fase i, mm;

ET_{m_i} – evapotranspiração máxima da cultura na fase i, mm.

Os valores de K_y para cada fase do desenvolvimento da cultura utilizada para a estimativa do rendimento relativo levou em consideração valores propostos por Doorenbos e Kassam (2000).

O rendimento potencial da cultura (Y_m) foi definido com base em pesquisas e projetos sob condições semelhantes a do estado do Piauí assumindo-se 30.000 kg ha⁻¹.

Os BHC geraram os valores diários de ET_r e ET_m. No entanto os valores utilizados na eq. (2) foram os valores médios de cada fase de desenvolvimento da melancia. Assim, foram obtidas séries de valores de rendimento relativo igual ao número de anos das séries de dados pluviométricos, para cada uma das 165 estações meteorológicas e para todas as combinações de épocas de semeadura e CAD.

As séries de valores de rendimento relativo e as lâminas brutas de irrigação obtidas nos BHC foram submetidas ao teste de aderência Kolmogorov-Smirnov, ao nível de 5% de significância e ajustados à distribuição de probabilidade normal dos dados, através dos parâmetros médias e desvio padrão. Em cada estação meteorológica, realizaram-se através do método de Monte Carlo, mil simulações de valores de rendimento relativo e lâmina bruta de irrigação, para cada uma das combinações entre época de semeadura e CAD.

De posse dos mil valores de rendimento relativo e lâmina bruta e utilizando-se a função inversa da distribuição normal, estimaram-se valores de rendimento relativo e lâmina bruta com probabilidade de 75% de ocorrência e nível de risco de 25%.

Para fins de análise, o custo da água foi estimado através do custo da energia elétrica (CE) consumida por um sistema de irrigação por aspersão convencional, capaz de aplicar a lâmina requerida pela cultura durante todo o seu ciclo. O custo da energia elétrica foi estimado utilizando a equação (3).

$$CE_{ijk} = \frac{10 I_{ijk} H_m \gamma_a}{3,6 \cdot 10^6 \eta} T_c \quad (3)$$

Em que:

CE_{ijk} - custo da energia elétrica, durante o ciclo da melancia no local i , época de semeadura j , capacidade de água disponível k , R\$ ha;

I_{ijk} - lâmina bruta de irrigação necessária durante o ciclo da melancia no local i , na época de semeadura j , na capacidade de água disponível k , mm;

H_m - altura manométrica, 60 m;

γ_a - peso específico da água, 9.806,65 N m⁻³;

η - eficiência global do conjunto eletrobomba, 0,65;

T_c - tarifa de consumo de energia elétrica referente ao período do ciclo da melancia, R\$ 0,303 kWh (Companhia energética do Piauí, out/2014).

O custo de produção (CP) da cultura da melancia, exceto o custo da água foi de R\$ 4800,00 ha⁻¹. Este custo é um valor médio baseado em projetos financiados pelo Banco do Nordeste do Brasil. No referido custo, não foi incluso os custos de comercialização e seguro, uma vez que estes representam um pequeno percentual do custo total.

Para a realização do presente estudo, o preço de venda da melancia utilizado foi de R\$ 0,35 por kg, sendo esse o valor de aquisição da CEAPI junto ao produtor (outubro de 2014).

O custo fixo anualizado (CF) referente á amortização do sistema de irrigação foi de R\$ 875,88 sendo este estimado através da equação (4):

$$CF = C FRC \quad (4)$$

Em que:

$$FRC = \left[\frac{(1+j)^{n_j}}{(1+j)^n - 1} \right] \quad (5)$$

Em que:

CF - custo fixo anual de amortização do equipamento de irrigação;

C - custo de aquisição de um sistema de irrigação por aspersão convencional, R\$ 5000,00ha⁻¹;

FRC - fator de recuperação de capital;

j - taxa anual de juros, 11,75;

n – vida útil do sistema de irrigação, 10 anos.

Os custos totais de produção da cultura foram obtidos utilizando a Equação (6):

$$CTI_{ijk} = CP + CE_{ijk} + CF \quad (6)$$

Em que:

CTI_{ijk} – custo total de produção da melancia irrigada, no local i, época de semeadura j, capacidade de água disponível k, R\$ ha⁻¹;

CP – custo de implantação da cultura, R\$ 4.800,00ha⁻¹;

CE_{ijk} – custo de energia elétrica, durante o ciclo da melancia, no local i, época de semeadura j, capacidade de água disponível k, R\$ha⁻¹;

CF – custo fixo anual de amortização do sistema de irrigação, R\$ 875,88 ha⁻¹.

As receitas líquidas (RL) esperadas com o cultivo da melancia para cada local e condição de simulação, com determinado nível de risco, foram estimados a partir dos rendimentos relativos e das lâminas brutas obtidas para todas as situações através das Equações 7 e 8, respectivamente:

$$RLI_{ijk} = RBI_{ijk} - CTI_{ijk} \quad (7)$$

Em que:

$$RBI_{ijk} = YIr_{ijk} Pf \quad (8)$$

Em que:

RLI_{ijk} – receita líquida obtida pelo cultivo irrigado da melancia no local i, época de semeadura j, capacidade de água disponível k, R\$ ha⁻¹;

RBI_{ijk} – receita bruta obtida pelo cultivo irrigado da melancia no local i, época de semeadura j, capacidade de água disponível k, R\$ ha⁻¹;

CTI_{ijk} – custo total da produção da melancia irrigada no local i, época de semeadura j, capacidade de água disponível k, R\$ ha⁻¹;

YIr_{ijk} – rendimento real da melancia irrigada, no local i, época de semeadura j, capacidade de água disponível k, R\$ ha⁻¹;

Pf – preço médio de venda da melancia R\$ 0,35/kg.

Para a espacialização das receitas líquidas da cultura da melancia para o estado do Piauí e elaboração dos respectivos mapas temáticos para todas as combinações de épocas de semeadura e CAD's, foram realizadas análises exploratórias dos dados coletados nas 165 estações meteorológicas para se verificar o ajuste dos mesmos à distribuição normal.

Considerando que para a realização de estudos geoestatísticos o ajuste dos mesmos a distribuição normal pode ser apenas aproximado (WARRICK; NIELSEN, 1980) citados por (GONÇALVES; FOLEGATTI; MATA, 2001), foram gerados semivariogramas experimentais utilizando o software GS+ - geostatistics for the environmental sciences (ROBERTSON, 1998), por meio do estimador apresentado por Journel (1989), Equação (9):

$$\hat{Y}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_1^{N(h)} [Z(s) - Z(s+h)]^2 \quad (9)$$

Em que:

$\hat{Y}(h)$ - semivariância;

$Z(s)$ – valor da variável na posição “s”,

$Z(s+h)$ – valor da variável numa posição “s+h”,

$N(h)$ – número de pares de dados separados por uma distância “h”.

Com a confirmação da continuidade espacial dos valores de RL da cultura da melancia para as diversas combinações de épocas de semeadura e CAD, os mesmos foram estimados para cada posição não amostradas (s) por meio de “krigagem” ordinária utilizando-se o software spring 5.2.7. (CÂMARA et al., 1996).

As RL foram espacializados para todo o estado do Piauí com seis classes de valores (<0; 0-1000; 1000-2000; 2000-3000; 3000-4000e >4000). Os mapas temáticos de RL da cultura da melancia para todas as combinações de datas de semeaduras e CAD foram obtidos recortando-se o plano de informação para os limites do estado do Piauí.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro trimestre (Figura 2 – a, b, c) as receitas líquidas variaram em apenas três classes (de R\$ 2000,00 – R\$ 3000,00; R\$ 3000,00 – R\$ 4000,00; acima de R\$ 4000,00). Sendo que no mês de janeiro na CAD de 20 mm a classe de R\$ 2000,00 – 3000,00 representaram 5,12% da área do estado sendo esta localizada nas regiões sudeste e sudoeste piauiense. A área que obteve receitas acima de R\$ 4000,00 ha⁻¹ está localizada na região norte do estado e corresponde a 0,54% do território piauiense. Essa área triplicou com a CAD de 40 mm, chegando a um total de 1,70% do território no centro-norte e norte do estado e com a CAD de 60 mm, a área obteve aumento doze vezes maior que a primeira CAD correspondendo a 6,80% do território, distribuídas entre as regiões norte, centro-norte e sudeste do estado. A classe R\$ 3000,00 – R\$ 4000,00 representou 94,34% do território estadual abrangendo todas as regiões. No mês de fevereiro (Figura 2 – a) as receitas líquidas acima de R\$ 4000,00ha⁻¹ representaram 7,77% do local estudado (regiões centro-norte e norte), na CAD de 20mm. Esse valor aumentou para, 12,18% na CAD de 40 mm (regiões centro-norte, norte e sudoeste) e 17,23% na CAD de 60 mm (regiões centro-norte, norte e sudoeste). Em março (Figura 2 – c) essa área foi de 5,06%, na CAD de 20 mm (regiões centro-norte e norte) e triplicou na CAD de 60 mm com um total de 15,62% (centro-norte e norte).

No período compreendido entre maio a dezembro, na CAD de 20 mm, as receitas líquidas ficaram distribuídas em duas classes com valores variando entre R\$ 2000,00 e R\$ 4000,00 ha⁻¹ (Figura 2 – e, f, g, h, i, j, k, l). Com exceção de julho 20 mm (três classes). Na CAD 40 e 60 mm essas receitas variaram entre R\$ 1000,00 e R\$ 3000,00 ha⁻¹ nos meses de maio a setembro. Com o início do período chuvoso (outubro) essas receitas aumentaram e atingiram a classe de R\$ 3000,00 a R\$ 4000,00 ha⁻¹ sendo que em dezembro o retorno econômico chegou à classe superior a R\$ 4000,00 ha⁻¹ para as três CAD's. Esse incremento das receitas no período chuvoso se dá pela diminuição do consumo de energia elétrica uma vez que a irrigação é utilizada apenas para complementar, quando necessário, a lâmina requerida pela planta.

Para o cultivo irrigado, na CAD de 20 mm, constatou-se que para todos os meses do ano, as receitas líquidas foram favoráveis e concentraram-se nas classes de R\$ 2.000,00 a > R\$ 4.000,00 conforme Tabela 1. Nas datas de semeadura de janeiro a junho as áreas cujas receitas enquadravam-se na classe de R\$ 2.000,00 a R\$ 3.000,00, aumentaram de um mês para o outro, tendo junho a maior área concentrada nessa classe, 94,70% do território e janeiro menor

área contida nessa classe, 5,12%. Da mesma forma, para esse mesmo período, as porcentagens de área na classe de R\$ 3.000,00 a R\$ 4.000,00, diminuíram de um mês para o outro passando de 94,34% em janeiro para 5,30% em junho isso se deve a diminuição do período chuvoso e o aumento de custos com energia elétrica para a reposição da lâmina bruta da irrigação para o cultivo da melancia. Com o aumento do consumo de energia, houve diminuição das receitas líquidas obtidas com o passar dos meses e isso diminui as áreas com os maiores ganhos.

De acordo com a Tabela 1, as datas de semeadura de 1° julho até 1° de dezembro as porcentagens de área foram inversamente proporcionais ao primeiro semestre, isto é, com o passar dos meses, as menores receitas (classe R\$ 2.000,00 a R\$ 3.000,00) caíram de 86,13%, julho para 8,62%, dezembro, ao passo que as receitas da maior classe (R\$ 3.000,00 a R\$ 4.000,00) aumentaram com o passar dos meses passando de 13,78% em julho para 91,15% na data de semeadura de 1° de dezembro. Isso ocorreu devido a retomada do período chuvoso e, com isso a diminuição da lâmina suplementar da irrigação o que diminuiu o custo com energia elétrica. Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira (2014), que estudando espacialização das lâminas de irrigação para a cultura da melancia no estado do Piauí observou que dos meses de agosto a dezembro as lâminas foram diminuindo isso devido à retomada do período chuvoso. Os meses de janeiro, fevereiro, março, abril e dezembro obtiveram receitas na classe > R\$ 4.000,00 sendo fevereiro a maior área, 7,77% e dezembro a menor, 0,23%. Conforme Tabela 1.

Tabela 1. Percentuais de área do estado do Piauí ocupadas por diferentes classes de receitas líquidas (RL) obtidas com cultivo irrigado da melancia em diferentes datas de semeadura, considerando a CAD de 20 mm.

RL*	Datas de semeadura (dia /mês)											
	1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9	1/10	1/11	1/12
<0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0-1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1-2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,09	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2-3	5,12	6,30	33,24	76,84	93,22	94,70	86,13	56,78	25,59	13,91	18,63	8,62
3-4	94,34	85,93	61,70	23,16	6,78	5,30	13,78	43,22	74,41	86,09	81,37	91,15
>4	0,54	7,77	5,06	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,23

* Receita líquida em R\$ 1.000,00 por hectare.

Conforme representado na Tabela 2, nas datas de semeadura 1° de janeiro a 1° de março, as receitas líquidas variaram entre as classes R\$ 2000,00 a R\$ 3000,00 e a classe maior que R\$ 4000,00, sendo que nas datas de janeiro e fevereiro, 21,27 % e 23,05 % do território (sudoeste e sudeste) ficou localizada na classe R\$ 2000,00 a R\$ 3000,00 respectivamente e a data 1° de março, 62,93 % do território (sudoeste, sudeste e centro-norte) conforme (Figura 2–a, b e c).

Conforme Tabela 2, ainda para o primeiro trimestre, as áreas ocupadas pelas receitas acima de R\$ 4000,00 representaram 1,70 %, 1° de janeiro 12,18 %, 1° de fevereiro e 9,34 % 1° de março (nas regiões sudestes e sudoeste do estado). (Figura 2 – a, b e c).

Tabela 2. Percentuais de área do estado do Piauí ocupadas por diferentes classes de receitas líquidas (RL) obtidas com cultivo irrigado da melancia em diferentes datas de semeadura, considerando a CAD de 40 mm.

RL*	Datas de semeadura (dia /mês)											
	1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9	1/10	1/11	1/12
<0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0-1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1-2	0,0	0,0	0,0	9,20	74,99	81,24	70,84	29,75	5,37	1,91	0,0	0,0
2-3	21,27	23,05	62,93	78,37	25,01	18,76	29,16	70,25	94,63	91,49	79,63	42,04
3-4	77,04	64,78	27,73	12,43	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,60	20,37	57,62
>4	1,70	12,18	9,34	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,34

* Receita líquida em R\$ 1.000,00 por hectare.

As datas de semeadura 1° de maio a 1° de setembro as receitas variaram em apenas duas classes a de R\$ 1000,00 a R\$ 2000,00 e a classe de R\$ 2000,00 a R\$ 3000,00 (Tabela 2). Para as datas de semeadura 1° de outubro e 1° de novembro as receitas líquidas ficaram distribuídas em sua maior parte na classe de R\$ 2000,00 a R\$ 3000,00 sendo 91,49 % no mês de outubro e 79,63 % em novembro. Por sua vez em dezembro as receitas ocuparam três classes sendo a maior porcentagem de área enquadrada na classe R\$ 3000,00 a R\$ 4000,00 e apenas 0,34 % na classe acima de R\$ 4000,00 diferenciando-se dos dois meses anteriores.

Ao analisar a Tabela 3, observou-se que no primeiro trimestre do ano, as receitas ocuparam três classes que variaram de R\$ 2.000,00 a > R\$ 4.000,00 e que nos meses de maio a setembro essas receitas compreendiam apenas duas classes (R\$ 1.000,00 a R\$ 3.000,00). A partir de outubro com o início das precipitações pluviais essas receitas aumentaram ocupando classes de R\$ 3.000,00 a R\$ 4.000,00 e, > R\$ 4.000,00 no mês de dezembro.

Tabela 3. Percentuais de área do estado do Piauí ocupadas por diferentes classes de receitas líquidas (RL) obtidas com cultivo irrigado da melancia em diferentes datas de semeadura, considerando a CAD de 60 mm.

RL*	Datas de semeadura (dia /mês)											
	1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9	1/10	1/11	1/12
<0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0-1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1-2	0,0	0,0	0,0	48,47	85,62	95,10	99,16	98,73	51,37	24,90	4,53	0,0
2-3	14,73	18,91	59,33	38,97	14,38	4,90	0,84	1,27	48,63	69,45	72,68	40,13
3-4	78,47	63,86	25,05	12,44	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,65	22,79	59,06
>4	6,80	17,23	15,62	0,12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,81

* Receita líquida em R\$ 1.000,00 por hectare.

Fevereiro foi o mês que proporcionou as maiores receitas com 17,23% do território na classe > R\$ 4.000,00 e 68,86% na classe R\$ 3.000,00 a R\$ 4.000,00. Em estudo semelhante a este, Andrade Jr. (2000) confirmou que as melhores datas de semeadura para melancia, com uso de irrigação suplementar, são fevereiro e março para as duas localidades estudadas (Teresina e Tabuleiros Litorâneos), levando-se em consideração que este autor utilizou déficit hídrico no manejo da irrigação. No período de maio a agosto as áreas com as maiores receitas obtiveram decréscimo passando de 14,38% no mês de maio, para 1,27% no mês de setembro. Nas datas de semeadura de outubro a dezembro as áreas de maiores receitas obtiveram

acréscimo passando de 5,65% na classe de R\$ 3.000,00 a R\$ 4.000,00 para 59,06% no mês de dezembro.

Conforme análise da Figura 2 verificou-se que o cultivo irrigado da melancia no estado do Piauí mostrou-se economicamente viável para todas as localidades independente de CAD e data de semeadura com o nível de risco adotado. Confirmando resultados de Andrade Jr. (2000) que estudando viabilidade econômica da irrigação na melancia nas microrregiões de Teresina e Litoral piauiense, verificou que o uso da irrigação nessa cultura é economicamente viável independente da localidade, ressaltando que esse autor considerou ter utilizado déficit hídrico no cultivo irrigado; enquanto que, no presente trabalho, a cultura não sofreu déficit algum podendo assim expressar todo o seu potencial.

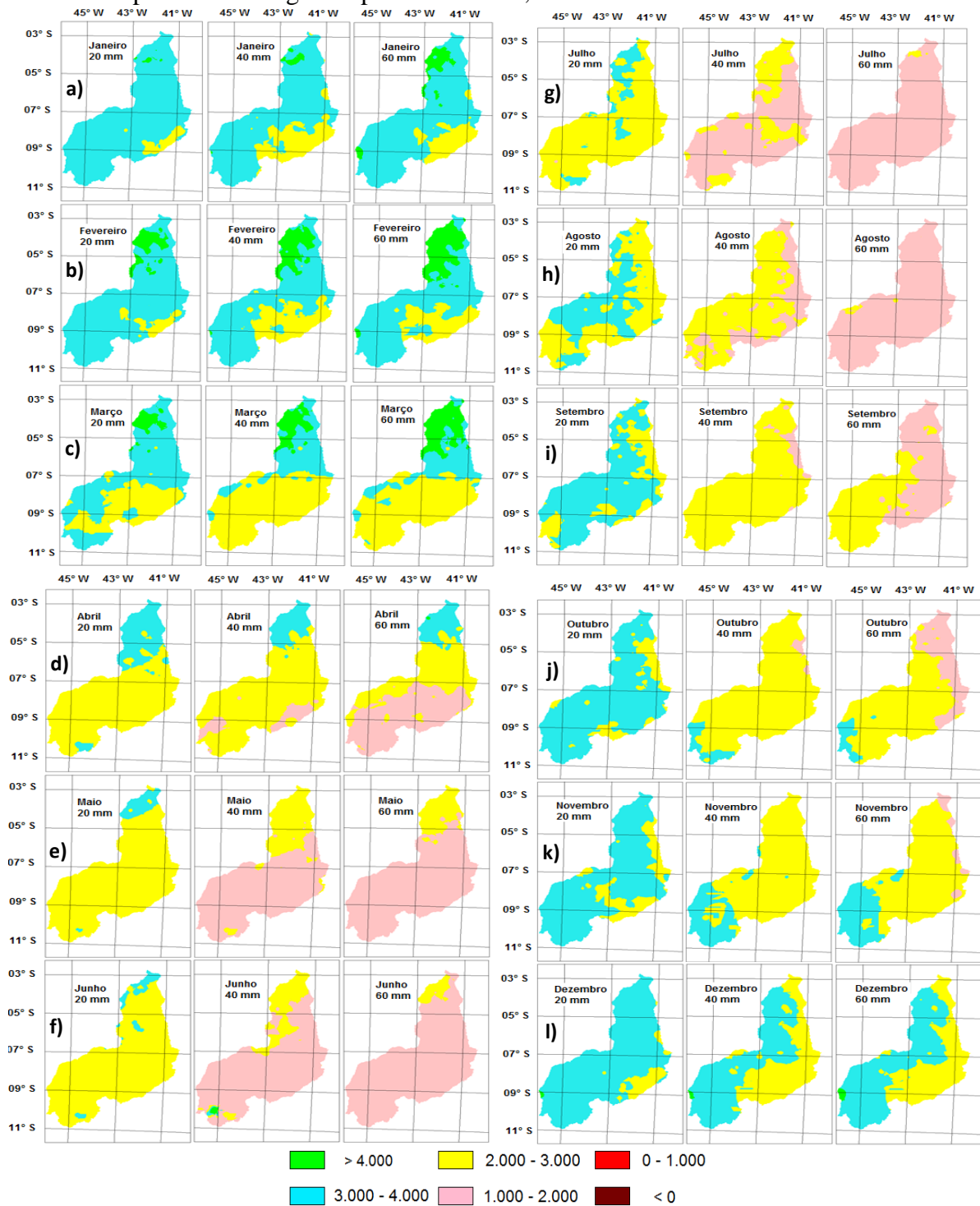
As receitas líquidas variaram dentro de uma mesma condição de CAD, conforme mudança na localidade e na data de semeadura. Essas variações ocorreram devido ao período chuvoso na data de semeadura, o que diminuiu as lâminas de irrigação necessárias e com isso a redução no consumo de energia e consequentemente redução no custo total de produção. Da mesma forma a irrigação suplementar no período chuvoso foi bem mais vantajosa do que a irrigação no período de seca.

Na Figura 2, pode-se observar que embora a irrigação tenha se mostrado viável para todas as localidades, as maiores receitas estão visivelmente localizadas nas regiões norte e centro-norte e os menores na região sudeste do estado para todas as épocas de semeadura. No mês de fevereiro (Figura 2 - b), de acordo com os mapas temáticos, as regiões norte e centro-norte obtiveram as maiores áreas ocupadas com as maiores classes de receitas, para todas as CAD's. Nessa data de semeadura, na CAD de 20 mm, 7,77% do estado obtiveram receitas superiores a R\$ 4.000,00 quando a CAD passou para 60 mm essa área dobrou, aumentando para 17,23% (Figura 2 - b).

6 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos com o presente trabalho, pode-se concluir que: A data de semeadura 1º de fevereiro foi a que obteve as maiores receitas líquidas, assim como, as maiores áreas com as maiores receitas; A utilização da irrigação no cultivo de melancia mostrou-se viável em todo o estado do Piauí, para todas as combinações de épocas de semeadura, CAD e local de plantio; As receitas líquidas variaram em todo o estado do Piauí em função da época de semeadura, CAD e local de cultivo.

Figura 2. Receitas líquidas (R\$ ha⁻¹) obtidas com o cultivo irrigado da melancia no estado do Piauí, nas datas de semeadura de 1° de janeiro a 1° de dezembro em diferentes capacidades de água disponível no solo, em mm.



7 REFERÊNCIAS

- ANDRADE JUNIOR, A. S. **Viabilidade da irrigação, sob risco climático e econômico, nas microrregiões de Teresina e litoral piauiense**. 586f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 5.ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1989. 586p.
- CÂMARA, G.; SOUZA, R.C.M.; FREITAS, U.M.; GARRIDO, J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**,v.20, n.3, p.395-403, 1996.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. CampinaGrande: UFPB, 2000. 221 p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).
- DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Necessidade hídrica das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1997. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 24).
- EMBRAPA. **Cultivo de feijão caupi**. Teresina:Embrapa Meio-Norte, 2003. (Sistemas de produção, 2).
- GONZAGA NETO, L. Produtividade e competitividade dependem do aumento de hectares irrigados. **Revista dos Agrônomos**, São Paulo, v.3, p.14-20, 2000.
- FRIZZONE, J.A. **Análise de decisão econômica em irrigação**. Piracicaba: ESALQ,2005. 371p. (Série didática, 17).
- GONÇALVES, A.C.A., FOLEGATTI, M.V., MATA, J.D.V. Análise exploratória e geostatística da variabilidade de propriedades físicas de um Argissolo vermelho. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.3, n. 5, p.1149-1157, 2001.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Culturas temporárias e permanentes. **Produção agrícola municipal**, Rio de Janeiro, v. 39, p.1-101, 2012.
- LIMA, M.G.; RIBEIRO, V.Q. Equações de estimativa da temperatura do ar para o estado do Piauí. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, n.2, p.221-227, 1998.
- MAROUELLI, W.A.; BRAGA, M.B.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. **Irrigação na cultura da melancia**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2012. (Circular Técnica, 108).
- MOUSINHO, F. E. P. **Viabilidade econômica da irrigação do feijão-caupi no estado do Piauí**. 2005. 103 p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

OLIVEIRA, J. R. **Espacialização das lâminas de irrigação para a cultura da melancia no estado do Piauí**. 2014. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2014.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíabá: Agropecuária, 2002. 478p.

RAO, N.H.; SARMA, P.B.S.; CHANDER, S. A simple dated water-production function for use in irrigated agriculture. **Agricultural and Water Management**, v.13, p.25-32, 1988.

ROBERTSON, G.P. **GS+**: geostatistics for the environmental sciences. Versão 5.03 beta. Plainwell: Gamma Design Software, 1998. 152p.

SANDRI, D.; J. A. PEREIRA; R. B. VARGAS. Custos de produção e rentabilidade produtiva da melancia sob diferentes lâminas sistemas de irrigação. **Irriga**, Botucatu, v.19, n.3, p.414-429, 2014.

SILVA, W.L.C.; OLIVEIRA, C.A.S; MORQUELLI, W.A. Subsídios para dimensionamento de sistemas de irrigação. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, Florianópolis, 1988. **Anais...** Florianópolis: ABID, 1988. v.1, p.535-553.

TEODORO, R. E. F.; ALMEIDA, F. P.; LUZ, J. M. Q.; MELO, B. Diferentes lâminas de irrigação por gotejamento na Cultura de melancia (*Citrullus lanatus*). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 20, n. 1, p. 29-32, 2004.

THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, v.38, n.1 p.55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C.W.; MATTHEW, J.R. **The water balance**: publications in Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955. 104p.

WARRICK, A.W.; NIELSEN, D.R. Spatial variability of soil physical properties on the field. In: HILLEL, D. (Ed.). **Applications of soil physics**. New York: Academic Press, 1980. p.319-344.