

SUPERFÍCIE DE RESPOSTA DA EFICIÊNCIA DE USO DA ÁGUA NA MELANCIEIRA SOB LÂMINA DE IRRIGAÇÃO E NITROGÊNIO

Vinícius Lemos Guerra Santos¹, Laércio da Silva Pereira², Everaldo Moreira da Silva³,
Carlos José Gonçalves de Souza Lima⁴, Theuldes Oldenrique da Silva Santos⁵,
Regiana dos Santos Moura⁶

RESUMO: A eficiência do uso da água, a adequada disponibilidade hídrica e nutricional constituem-se importantes informações a serem consideradas, visando a otimização no manejo dos fatores de produção para maximizar a eficiência de uso da água pelas culturas agrícolas. Diante do exposto, objetivou-se com este estudo, avaliar a eficiência de lâmina de irrigação e nitrogênio aplicado em fertirrigação sobre a eficiência de uso da água na cultura da melancia híbrida Top Gun. O experimento foi realizado no município de Bom Jesus, Piauí, no período de agosto à outubro de 2015. O delineamento experimental adotado foi de blocos em faixas, com quatro repetições, com os tratamentos correspondendo à aplicação de cinco lâminas de irrigação (50, 75, 100, 125 e 150% da evapotranspiração de referência) e cinco doses de nitrogênio via fertirrigação (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de N aplicados na forma de uréia). Avaliou-se a eficiência de uso da água da produtividade comercial de frutos. A máxima eficiência de uso da água da cultura da melancia é obtida com o uso de 110,42 mm/ciclo.

PALAVRAS-CHAVE: fertirrigação, *Citrullus lanatus*, irrigação localizada.

RESPONSE SURFACE OF EFFICIENCY OF WATER USE OF WATERMELON UNDER IRRIGATION AND NITROGEN BLADE

ABSTRACT: Water scarcity efficiency, adequate water and nutritional availability constitute important information to be considered, aiming to optimize the management of production

¹ Graduando em Engenharia Agrônômica, UFPI-CPCE, CEP: 64900-000, Bom Jesus-PI. E-mail: viniciuslgs@hotmail.com.

² Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Agronomia: irrigação e drenagem, UNESP-FCA, Botucatu-SP.

³ Prof. Doutor, Depto de Engenharia, UFPI-CPCE, Bom Jesus, PI.

⁴ Prof. Doutor, Depto de Engenharia de água e solos, UFPI-CCA, Teresina, PI.

⁵ Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia, UFPI-CTT, Teresina, PI

⁶ Engenheira Agrônoma, Doutora em Engenharia Agrícola, UFBA, Cruz das Almas, BA.

factors to maximize the efficiency of water use by agricultural crops. Given the above, the objective of this study was to evaluate the efficiency of irrigation and nitrogen blade applied in fertigation on the water use efficiency of the Top Gun hybrid watermelon. The experiment was carried out in the municipality of Bom Jesus, Piauí, from August to October 2015.. The experimental design was of blocks in strips, with four replications, with the treatments corresponding to the application of five irrigation depths (50, 75, 100, 125 and 150% of the reference evapotranspiration) and five nitrogen doses in fertirrigation, (0, 50, 100, 150 and 200 kg ha⁻¹ of N use in the form of urea). The efficiency of water use of Marketable fruit yield was evaluated. The maximum water use efficiency of watermelon culture is obtained with the use of 110.42 mm/cycle.

KEYWORDS: fertirrigation, *Citrullus lanatus*, localized irrigation.

INTRODUÇÃO

A melancia (*Citrullus lanatus* L.) é uma oleracea de origem Africana, apresenta grande importância socioeconômica para o mundo e para o Brasil, é cultivada em todas as regiões do território brasileiro, destacando-se o Nordeste (Bahia, Pernambuco, Maranhão e Rio Grande do Norte); Sudeste (São Paulo), Sul (Santa Catarina e Rio Grande do Sul) e do Centro-Oeste (Goiás) (Barros et al., 2012).

Segundo Mousinho et al. (2002) o Nordeste brasileiro apresenta o maior potencial para o desenvolvimento da cultura tendo em vista o aumento do rendimento e principalmente, da receita líquida por hectare, além de apresentar condições edafoclimáticas semelhantes às do centro de origem da cultura.

À medida que aumenta a população, o progresso econômico, conseqüentemente aumenta o uso da terra e a demanda por água de qualidade (Davies & Simonovic, 2011), principalmente em países em desenvolvimento de clima árido e semiárido, necessitando de manejo adequado da água para maximizar sua eficiência na agricultura. Somando-se ao incremento do consumo dos diversos usos preponderantes da água e às mudanças climáticas, a sustentabilidade desse recurso torna-se incerta. O semiárido no Nordeste tem na agricultura familiar uma das principais fontes de renda da população, na qual o cultivo da melancia irrigada destaca-se nesse cenário por ser uma fruta que fornece alimento e água tanto para o homem quanto para os animais (Miranda et al., 1997). O seu cultivo oferece alto retorno e tem baixa exigência de água (Wang et al., 2004), no entanto, a baixa incidência de chuvas e a

intensa evapotranspiração da cultura demanda o uso da irrigação para alcançar alta produtividade.

O manejo racional da água e do nitrogênio é essencial para o incremento da produção das culturas; no entanto, deve-se ter a máxima atenção, pois a insuficiência ou excesso desses fatores afetam o rendimento agrônômico das culturas expressivamente. O futuro das atividades agrícolas não envolve unicamente parâmetros produtivos e econômicos, bem como, a eficiência no uso de recursos, notadamente da água e dos fertilizantes (Pereira et al., 2019).

A quantidade de N a ser aplicada nas culturas é de relevante importância, pois, quando em excesso, provoca maior crescimento das plantas, aumenta o risco de anomalias nos frutos, podendo causar fragilidade da polpa e frutos aquosos e insípidos (Monteiro Neto et al., 2016). A deficiência, por sua vez, afeta a eficiência no uso da água e limita a produtividade (Leão et al., 2008).

A eficiência de uso da água relaciona a produtividade da cultura com a lâmina de irrigação aplicada durante o ciclo de cultivo, enquanto a eficiência de uso do nitrogênio, por sua vez, representa o acréscimo na produção com o aumento de cada quilo de nitrogênio aplicado. O entendimento dessas eficiências e sua implicação nas respostas produtivas das culturas, constituem-se valiosas fontes de informações a serem consideradas, podendo-se otimizar o uso dos fatores de produção (Monteiro et al., 2008).

O rendimento e a eficiência de uso dos fatores de produção das culturas agrícolas estão condicionados a vários fatores referentes ao solo, à planta e ao clima. Para Mousinho et al. (2002) dentre estes fatores, a água e o nitrogênio merecem destaque especial não só pelo custo de produção que juntos representam cerca de 10% no caso da melancia, mas também devido à necessidade de se utilizar a água e o nitrogênio de modo eficiente. Diante do exposto, objetivou-se avaliar os efeitos da interação dos fatores água e nitrogênio aplicado via fertirrigação sobre a eficiência de uso da água da melancieira nas condições de Bom Jesus, Piauí, utilizando-se modelos de superfície de resposta.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Bom Jesus, Piauí, no período de agosto à outubro de 2015. O local apresenta as seguintes coordenadas geográficas: latitude - 9°05'20,4'' S, longitude - 44°20'55,1'' W e altitude 283 m. O clima da região é definido como sub-úmido seco e apresenta precipitação pluviométrica média de 900 a 1200 mm/ano

com temperatura média de 26,5°C, embora durante o ano seja comum temperaturas de 40°C (VIANA et al., 2002). O solo da área experimental foi classificado como Neossolo Flúvico, cuja classe textural na camada de 0,0 - 0,20 e 0,20 - 0,40 m, é respectivamente areia franca e areia e apresentou as seguintes características químicas e físicas na camada de 0,0- 0,20 m (Tabela 1).

Tabela 1. Atributos químicos, físicos e hídricos do solo da área experimental no município de Bom Jesus, PI.

Atributos	Camada (m)	
	0,0 – 0,20	0,20 – 0,40
Químicos		
pH (CaCl ₂)	5,3	5,0
P (mehlich) mg dm ⁻³	4,3	2,4
K (mg dm ⁻³)	53,0	30,0
Ca (cmol _c dm ⁻³)	2,1	1,5
Mg (cmol _c dm ⁻³)	1,2	0,9
S (mg dm ⁻³)	3,4	4,0
Al (troçável) (cmol _c dm ⁻³)	0,2	0,3
Na (mg dm ⁻³)	6,0	5,0
M.O (g dm ⁻³)	11,0	7,0
Físicos		
Areia grossa (g kg ⁻¹)	638,89	668,72
Areia Fina (g kg ⁻¹)	260,65	240,55
Silte (g kg ⁻¹)	40,20	30,13
Argila (g kg ⁻¹)	60,26	60,60
Densidade de partícula(g cm ⁻³)	2,86	2,70
Densidade do solo(g cm ⁻³)	1,61	1,64
Hídricos		
CC (%) vol.	16,9	13,2
PMP (%) vol.	4,0	4,5

O delineamento experimental adotado foi de blocos em faixas, com quatro repetições, com os tratamentos correspondendo à aplicação de cinco lâminas de irrigação (50, 75, 100, 125 e 150% da evapotranspiração de referência) e cinco doses de nitrogênio em fertirrigação (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de N, fonte ureia) via fertirrigação na cultura da melancia. As parcelas experimentais úteis foram constituídas por cinco plantas, com área de 20 m². Utilizou-se sementes do híbrido Top Gun, escolhido em virtude de sua crescente aceitação no mercado, e ausência de informações técnicas na região.

O plantio foi realizado por semeadura direta no campo, utilizando-se uma semente por cova com dimensões de 0,3 x 0,3 x 0,3 m de largura, comprimento e profundidade, respectivamente, no espaçamento 2,00 x 2,00 m. As doses de fósforo (120 kg ha⁻¹ de

superfosfato simples) e potássio (120 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio) foram definidas com base na análise química de solo, conforme as recomendações de adubação e calagem para o Estado do Ceará (Aquino et al., 1993). O fósforo foi aplicado em covas, 10 dias antes do plantio e o potássio distribuído de acordo com a marcha de aplicação (Andrade Júnior et al., 2007). A fertirrigação nitrogenada (a base de ureia) foi diária ao longo do ciclo, estabelecida a partir da marcha de aplicação deste nutriente para a cultura (Tabela 2).

Tabela 2. Marcha de aplicação de nitrogênio e potássio utilizada para melanciaira.

Nutriente	Dias após a emergência (DAE)							Total
	1-13	14-20	21-27	28-34	35-41	42-48	49-55	
K ₂ O	5%	5%	8%	16%	18%	23%	25%	100%
N	6%	7%	15%	27%	30%	10%	5%	100%
N (kg ha ⁻¹)	N aplicado (gramas por planta)							
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
50	1,2	1,4	3,0	5,4	6,0	2,0	1,0	20
100	2,4	2,8	6,0	10,8	12,0	4,0	2,0	40
150	3,6	4,2	9,0	16,2	18,0	6,0	3,0	60
200	4,8	5,6	12,0	21,6	24,0	8,0	4,0	80

O sistema de irrigação empregado foi por gotejamento com linhas laterais de polietileno de 16 mm, de 52 m de comprimento, com gotejadores IDROP online espaçados por 2,0 m de vazão unitária de 8 L h⁻¹, pressão de serviço 1 bar e coeficiente de descarga da curva vazão-pressão “x” igual a 0,5. As soluções utilizadas na fertirrigação foram injetadas no sistema, mediante ao uso de injetor tipo venturi, com taxa de aplicação de 80 L h⁻¹, para pressão de serviço de 1 bar. As lâminas de irrigação aplicadas foram calculadas baseadas na evapotranspiração de referência (ET_o) obtida através do método de Penman-Monteith, adaptado pela FAO (Allen et al., 1998). Foram utilizados os valores de coeficientes de cultivo (K_c), obtidos por Ferreira (2010), e para a determinação dos coeficientes de redução (K_L) empregou-se a metodologia proposta por Keller & Bliesner (1990).

Os dados climáticos diários utilizados nos cálculos da ET_o foram obtidos por uma estação meteorológica automática, pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), instalada na Universidade Federal do Piauí (UFPI) na cidade de Bom Jesus-PI. A variação das lâminas de irrigação foram iniciadas aos 20 dias e finalizadas aos 53 dias após a emergência, respectivamente. A colheita dos frutos foi realizada aos 73 dias após a semeadura, identificando-se o ponto de colheita através do secamento da gavinha mais próxima ao fruto. A eficiência de uso da água (EUA) foi obtida pela relação entre a

produtividade comercial de frutos (kg ha^{-1}) e a lâmina de irrigação aplicada (mm). Os resultados foram analisados utilizando-se o método de superfície de resposta conforme Mousinho et al. (2002). E o modelo utilizado foi escolhido com base na significância dos coeficientes de regressão, ao nível, de 5% de probabilidade, e no maior valor do coeficiente de determinação (R^2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os percentuais de 50, 75, 100, 125 e 150% da E_{To} , corresponderam à aplicação das lâminas de irrigação de 110,42; 156,86; 221,16; 268,87 e 317,09 mm/ciclo, respectivamente. Quanto ao modelo matemático que melhor se ajustou aos dados do experimento foi o modelo descrito na figura 1, sendo este polinomial quadrático, com intercepto e sem interação entre os fatores lâminas de irrigação e doses de nitrogênio. Verificou-se que os coeficientes de regressão para o fator N não apresentaram efeito significativo nos modelos de superfície de resposta avaliados. Para o modelo escolhido obteve-se um coeficiente de determinação (R^2) de 0,98, valor este considerado alto, significando que 98% das variações na EUA em função dos níveis de irrigação e das doses de nitrogênio podem ser explicadas por esta equação. Evidencia-se que o fator níveis de irrigação foi o mais limitante para a EUA, fato comprovado pela maior curvatura da linha deste fator na superfície de resposta.

$$EUA = 17,89 - 0,0002^{NS}D + 0,00583^{**}L + 1,2691E^{-6}D^2 - 0,0003^*L^2 \quad R^2 = 0,98$$

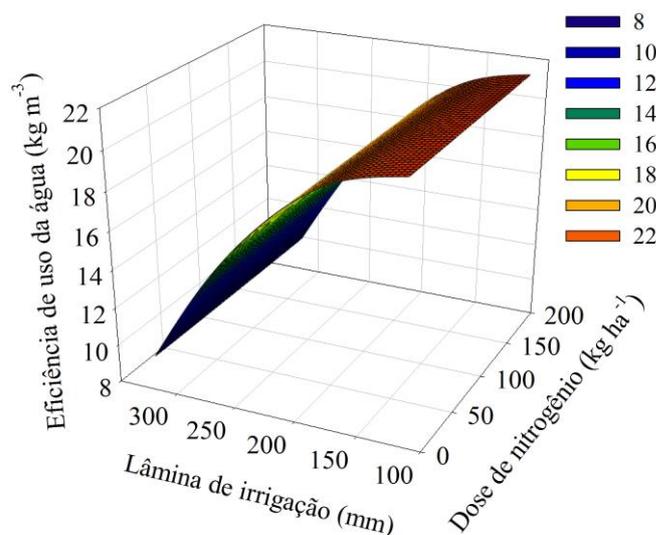


Figura 1. Superfície de resposta da eficiência de uso da água da melanciaira em função de níveis de irrigação e doses de nitrogênio em fertirrigação. ^{NS}: não significativo ($P > 0,05$); ^{*}: significativo ($P < 0,05$); ^{**}: significativo ($P < 0,01$) pelo teste t de Student.

De acordo com o modelo matemático representado, a máxima EUA foi obtida com a aplicação de 110,42 mm de água, com diminuição a partir deste ponto. Essa redução na EUA à medida em que se aumentou os níveis de irrigação é justificado pelo aumento pouco expressivo em produtividade em relação à lâmina de água acrescida. Além disso, plantas submetidas ao déficit hídrico tendem a maximizar a EUA como medida de adaptação ao estresse (Taiz & Zeiger, 2019).

O resultado da EUA do presente estudo está de acordo com resultados da pesquisa realizada por Monteiro et al. (2008), cultivando outra espécie de cucurbitácea, estudando a eficiência de uso da água e nitrogênio na produção do melão, o qual, avaliaram as lâminas de 232,7; 334,7; 422,1 e 567,8 mm e doses de nitrogênio de 0, 75, 150, 300 kg ha⁻¹, e observaram que a EUA decresceu com o aumento das lâminas de irrigação, não havendo significância do fator nitrogênio, obtendo maior EUA com a aplicação de 232,7 mm. Segundo Oliveira et al. (2012) culturas que apresentam elevada eficiência de uso da água são importantes quando se fala em economia dos recursos hídricos, possibilitando maior produção por m³ de água aplicada.

CONCLUSÕES

A variação dos níveis de nitrogênio não influenciaram a eficiência de uso da água pela melancieira. A máxima eficiência é obtida com o uso de 110,42 mm de água no ciclo.

REFERÊNCIAS

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**. Rom: FAO, 1998. 300p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).

ANDRADE JUNIOR, A. S.; DIAS, N. S.; LIRA, R. B.; FIGUEIREDO JÚNIOR, L. G. M.; DANIEL, R. Frequência de aplicação de nitrogênio e de potássio via água de irrigação por gotejamento na cultura da Melancia em Parnaíba, PI. ACSA - **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.03, 01-07, 2007.

AQUINO, A. B.; AQUINO, B. F.; HERNANDEZ, F. F. F.; HOLANDA, F. J. M.; FREIRE, J. M.; CRISÓSTOMO, L. A.; COSTA, R. I.; UCHÔA, S. C. P.; FERNANDES, V. L. B. **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará**. UFC. Fortaleza, 1993.

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

DAVIES, E.G.R.; SIMONOVIC, S.P. Global water resources modeling with an integrated model of the social–economic– environmental system. **Advances in Water Resources**, v. 34, n. 6, p. 684-700, 2011.

FERREIRA, J. O. P. **Evapotranspiração e coeficientes de cultura da melancia irrigada por gotejamento em Alvorada do Gurguéia-PI**. 2010. Tese (Doutorado – UNESP) Jaboticabal – São Paulo – Brasil.

KELLER, J.; BLIESNER, R.D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: van Nostrand Reinhold, 1990. 652p.

PEREIRA, L. S.; SILVA, E. M.; FERREIRA, J. O. P.; SANTOS, V. L. G.; LIMA, C. J. G. S.; SILVA JÚNIOR, G. B. Produtividade e eficiência de uso da água e nitrogênio pela melancia. **Caatinga**, v. 32, n.3, 2019.

LEÃO, D.S.S.; PEIXOTO, J.R.; VIEIRA, J.V.; CECÍLIO FILHO, A.B. Produtividade de melancia em diferentes níveis de adubação química e orgânica. **Bioscience Journal**, v. 24, n. 4, p. 32-41, 2008.

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

OLIVEIRA, P. G. F. Moreira, O.; Branco, L. M. C.; Costa, R. N. T.; Dias, C. N. Eficiência de uso dos fatores de produção água e potássio na cultura da melancia irrigada com água de reuso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 2, p. 153–158, 2012.

MONTEIRO NETO, J.L.L.; LIMA, N.D.; CARMO, I.L.G.S.; SILVA, E.S.; SILVA, A.P.; MEDEIROS, R.D. Sucessão de culturas e doses de nitrogênio no rendimento da melancia em condições edafoclimáticas de Savana. **Revista Agro@mbiente**, v. 10, n. 4, p. 309-316, 2016.

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

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

VIANA, T.V.A.; VASCONCELOS, D. V.; AZEVEDO, B. M. de; SOUZA, V. F. Estudo da aptidão agroclimática do Estado do Piauí para o cultivo da aceroleira. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.33, n.2, p.5-12, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4 ed. Porto Alegre, RS: ARTMED, 2009. 819 p.

WANG, Y.J.; XIE, Z.K.; LI, F.; ZHANG, Z. (2004) The effect of supplemental irrigation on watermelon (*Citrullus lanatus*) production in gravel and sand mulched fields in the Loess Plateau of northwest China. **Agricultural Water Management**, v. 69, p. 29-41.