

MANEJO DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO UTILIZANDO HIDROGEL SUPERABSORVENTE NO CULTIVO DE MELÃO SUBMETIDO A DIFERENTES TURNOS DE REGA

Márcio Facundo Aragão¹, Ana Karen Melo Castro Farias², Alana Araújo Lourenço², Luis Gonzaga Pinheiro Neto³, Francisco Helder Almeida Rodrigues⁴,
Veronica dos Santos Oliveira Fontenele⁵

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do uso de hidrogel de casca de arroz, na absorção de água em diferentes turnos de rega nas características fenológicas no cultivo do meloeiro. Para condução do experimento, foram formadas mudas de meloeiro, após 10 dias de emergidas, foram transplantadas para o local definitivo (vasos), os quais com capacidade de 15L de substrato, no tratamento com hidrogel foi incorporado 13 gramas em cada vaso. O delineamento experimental utilizado foi fatorial de 5x2, sendo cinco turnos de rega (TR1; TR2; TR3; TR4 e TR5) alternados em 1, 2, 3, 4 e 5 dias, todos calculados considerando 100% da evapotranspiração da cultura (ET_c), e dois solos com Hidrogel (CH) e sem hidrogel (SH), com quatro repetições. Aos 60 dias foram realizadas as avaliações altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC) e comprimento da raiz (CR), número de folhas (NF), peso seco da raiz (PSR) e peso seco da parte aérea (PSPA). Em geral, foi verificada maior eficiência do uso da água nas plantas desenvolvidas na presença do hidrogel. A combinação de CH e TR3 proporcionou os melhores resultados para todas as variáveis analisadas, apresentando diferença significativa ao teste de Tukey a 5% de probabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: *Cucumis melo L.*, irrigação, poliméricas

MANAGEMENT OF IRRIGATION WATER USING HYDROGEL SUPERABSORVENT IN MELON CULTIVATION SUBMITTED TO DIFFERENT RIVER SHAPES

¹ Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará CCA/UFC, Campus do Piçi, Fortaleza, CE, Brasil, Departamento de Engenharia Agrícola, Bloco 804, 60455-760, e-mail: marcioaragao26@gmail.com

² Discentes de Bacharelado em Química da Universidade Estadual Vale do Acaraú, UVA, Sobral - CE.

³ Prof. Doutor, Departamento Recursos Naturais, IFCE Campus Sobral - CE

⁴ Prof. Doutor Departamento Química da Universidade Estadual Vale do Acaraú, UVA, Sobral -CE.

⁵ Discente de Tecnologia em Irrigação e Drenagem, IFCE, Campus Sobral - CE.

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the efficiency of the use of rice husk hydrogel in water absorption in different watering shifts in the phenological characteristics of melon cultivation. To conduct the experiment, melon seedlings were formed, after 10 days of emergence, transplanted to the definitive site (vessels), which with capacity of 15L of substrate, in the hydrogel treatment was incorporated 13 grams in each pot. The experimental design was a 5x2 factorial, with five irrigation shifts (TR1; TR2; TR3; TR4 and TR5) alternated at 1, 2, 3, 4 and 5 days, all calculated considering 100% of crop evapotranspiration (ETc). , and two soils with Hydrogel (CH) and without hydrogel (SH), with four repetitions. At 60 days, plant height (AP), stem diameter (DC) and root length (CR), leaf number (NF), root dry weight (PSR) and shoot dry weight (PSPA) were evaluated.). In general, higher water use efficiency was verified in plants developed in the presence of hydrogel. The combination of CH and TR3 provided the best results for all analyzed variables, presenting significant difference to Tukey test at 5% probability.

KEYWORDS: *Cucumis melo L.*, irrigation, polymeric

INTRODUÇÃO

Para aumentar a eficiência no uso da água na agricultura, vários métodos estão sendo empregados. Devido à sua propriedade de absorção de água, os materiais de hidrogel, especialmente os hidrogéis superabsorventes, estão sendo amplamente investigados para retenção de água e condicionamento do solo na agricultura (XIE et al., 2011).

Os polímeros sintéticos são mais populares no meio agrícola, no entanto, estes não são facilmente biodegradáveis e seus produtos de degradação são considerados perigosos para o meio ambiente. O hidrogel à base de amido de mandioca e zinca de casca de arroz pode ser usado como um material alternativo aos polímeros sintéticos devido à não toxicidade, biodegradabilidade, solubilidade variada, propriedade de liberação controlada e suscetibilidade à degradação microbiana no ambiente, possuem estruturas tridimensionais aumentam a capacidade de armazenamento de água do solo.

O manejo de água com base em turno de rega deve ser determinado para condições específicas de região, pois são muito afetadas pelas condições do clima e do solo. Afeta diretamente o crescimento e desenvolvimento da planta. A análise de crescimento tem utilização prática nos campos da agronomia e ecologia, pois é aplicada nos estudos de

adaptabilidade ecológica das plantas, seleção de genótipos e sensibilidade ao estresse hídrico (MONTE et al., 2009).

O meloeiro (*Cucumis melo L.*) pertence à família Cucurbitaceae, sendo um dos frutos mais valorizados pelo consumidor, seu cultivo é bastante difundido em países de clima tropical, devido apresentar as condições ambientais ideais para o desenvolvimento do meloeiro, temperatura, umidade relativa e luminosidade, componentes ambientais essenciais para um bom rendimento produtivo da cultura. Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo avaliar o efeito de hidrogel na otimização da água de irrigação no cultivo de meloeiro, cultivado em solo com e sem hidrogel em diferentes turnos de rega.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia usada neste trabalho divide-se em duas partes, a primeira que se deu pela sintetização do hidrogel em laboratório e a segunda parte foi realizada em campo. Primeira parte laboratório: Inicialmente foi sintetizado o hidrogel a base da casca de arroz que tem como principais componentes a celulose e hemicelulose (50%), além de lignina (26%) e componentes orgânicos (4%), como óleos e proteínas.

Para a síntese ser realizada foi utilizado ácido acrílico, o acelerador da reação N,N,N',N' – tetrametilenodiamino (TEMED), o iniciador persulfato de potássio (K₂S₂O₈) e o reticulante N,N'-metilenobisacrilamida (MBA) que foram fornecidos pela Sigma-Aldrich. A casca de arroz utilizada foi proveniente das cidades circunvizinhas de Sobral-CE e a cinza empregada previamente peneirada até granulometria de 325 (< 44 µm) foi proveniente da queima da CA a uma temperatura de 900°C por duas horas. Inicialmente, o polissacarídeo foi dissolvido em água destilada e precipitado com álcool etílico, filtrado e seco à temperatura de 40°C. Dependendo da solubilidade do polissacarídeo ou de sua massa molar, formas alternativas de purificação poderão ser utilizadas.

Uma quantidade adequada de polissacarídeo é solubilizada sob agitação magnética em um balão de três bocas equipado com um condensador de refluxo, um funil e uma linha de N₂. O sistema é fechado e mantido sob agitação e fluxo de N₂ por 30 minutos para a remoção do oxigênio. Após os 30 minutos, a solução foi aquecida a 70°C e em seguida uma certa quantidade de persulfato de potássio será introduzido para gerar radicais livres no polissacarídeo. Dez minutos depois, quantidades específicas de ácido acrílico, na presença de diferentes quantidades de cinza da casca de arroz serão adicionadas. Os produtos resultantes

serão resfriados à temperatura ambiente e, neutralizados até PH 7,0 com solução de NaOH 1,0 mol/L, em seguida, serão secos em estufa a uma temperatura de 70°C e depois macerados até granulometria de 9-24 mesh (2,00-0,71 mm).

Segunda parte desenvolvida no campo: O experimento foi conduzindo na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará – IFCE, Campus Sobral. A cidade de Sobral está localizada nas coordenadas geográficas (03° 41' 10''S, 40° 20' 59''W, altitude 69 m). De acordo com a classificação de Köppen, o clima local é classificado como BSw'h', clima quente e semiárido, de seca acentuada, entre 7 e 8 meses de deficiência hídrica, com pluviometria média anual de 854 mm, concentradas nos meses de janeiro a maio, temperatura média de 28,3°C, insolação em torno de 2.563 h ano⁻¹, umidade relativa média anual de 68%, velocidade média do vento de 3,5 m s⁻¹ (INMET, 2018).

O trabalho foi conduzido no período de setembro a novembro de 2018. O delineamento experimental utilizado foi de blocos completos ao acaso, em parcelas subdivididas 5x2. As parcelas foram compostas de 5 turno de rega (TR1 – corresponde à reposição de água diária; TR2 – turno de rega alternado de 2 dias; TR3 – turno de rega alternado de 3 dias; TR4 – turno de rega alternado de 4 dias e TR5 - turno de rega alternado de 5 dias), em todos os tratamentos, foi reposta 100% da evapotranspiração da cultura (ETc), e nas sub parcelas solo com Hidrogel (CH) e solo sem hidrogel (SH), com quatro repetições, totalizando 40 unidades experimentais, com 2 plantas em cada unidade, totalizando 80 plantas no experimento.

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 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 na área ao lado do plantio. A água do tanque foi renovada regularmente para se eliminar as impurezas, conforme Doorenbos e Pruitt (1997).

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

$$ET_o = ECA * K_p \quad (1)$$

Em que:

ET_o - Evapotranspiração de referência (em mm dia^{-1});

ECA - Evaporação medida no tanque classe A (em mm dia^{-1});

K_p - Coeficiente do tanque (adimensional).

Adotou-se um valor fixo de K_p 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 K_p pode variar de 0,70 até 0,75, aproximando-se mais do primeiro sempre que estas características forem elevadas. Para se determinar evapotranspiração da cultura no local (ET_c) foi utilizando a (ALLEN et al., 1998).

$$ET_c = ET_o * K_c * FCS \quad (2)$$

Em que:

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

ET_o - Evapotranspiração de referência (em 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 de 0,50, 0,80, 1,05 e 0,75, recomendados por (Doorenbos & Kassam, 1994; Doorenbos & 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 o valor encontrado pelo espaçamento da cultura entre as fileiras de plantas.

Após 65 dias foram realizadas as análises de crescimento: altura de planta (AP) foi feita por medição direta da base da plântula até o final do ramo; comprimento da raiz (CR) mesurado após a lavagem das raízes e posteriormente medidas utilizando uma régua graduada em centímetros; número de folhas (NF), pela contagem de folhas definitivas, diâmetro do caule (DC), mesurado com auxílio de um paquímetro digital; peso seco da raiz (PSR) e peso seco da parte aérea, mesurado pelo o método de secagem em estufa de circulação de ar 62°C , após a secagem pesadas em balança de precisão.

Os dados obtidos neste ensaio foram tabulados em planilha eletrônica do programa Excel©. Com as médias, realizou-se a Análise de Variância (ANOVA), utilizando o programa

estatístico sisvar. Para os tratamentos quantitativos, os graus de liberdade dos tratamentos foram decompostos feitos linear e quadrático, escolhendo-se o polinômio de maior grau, cujo efeito foi significativo ($p \leq 0,01$ e $p \leq 0,05$); para os tratamentos qualitativos foram comparados pelo teste F, e, quando apresentaram significância, as médias foram confrontadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,01$ e $p \leq 0,05$), sendo os resultados apresentados em gráficos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme o resumo das análises de variância, apresentado na Tabela 1, altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC) e comprimento da raiz (CR), número de folhas (NF), Peso seco da raiz (PSR) e Peso seco Parte Aérea (PSPA), foram influenciados significativamente pelos diferentes turnos de rega (TR), a 0,01 de probabilidade. Com relação aos tratamentos com e sem hidrogel no solo, verificou-se influência significativa nas variáveis, AP, NF, PSR, PSPA a 0,01 de probabilidade pelo teste F, já a variável DC foi significativo a 0,05. Com relação a interação turno de rega x hidrogel foi significativa para todas as variáveis analisadas.

Tabela 1. Resumo da análise de variância das variáveis de crescimento do meloeiro.

FV	GL	Quadrados Médios					
		AP (cm)	DC (mm)	CR (cm)	NF	PSR (g)	PSPA (g)
Hidrogel	1	511,22*	5,041**	0,225 ^{ns}	3294,22**	32,40**	198,02**
T.Regas (dias)	4	1550,41**	7,976**	531,41**	8563,96**	134,03**	309,28**
Int. HixTR	4	425,41**	0,468**	81,78**	881,16**	39,96**	151,71**
Erro	30	54,14	0,099	19,49	121,14	2,05	17,19
CV	-	6,92	3,34	10,72	9,19	16,75	6,02

AP= Altura da Planta, DC= Diâmetro do Caule, CR=Comprimento da Raiz, NF= Numero de Folhas, PSR= Peso Seco da Raiz, PSPA= Peso Seco Parte Aérea, FV= fonte de variação; GL= graus de liberdade; * significativo a 5% de significância pelo teste F; ** significativo a 1% de significância pelo teste F ns= não significativo.

Ainda em relação à Tabela 1, quando foram testados diferentes fatores, uma das principais informações foi a interação entre os fatores, onde se verificou se as diferenças nas respostas dos níveis de um fator são similares ou diferentes em cada um dos níveis do outro fator testando no experimento. As interações são efeitos adicionais positivos ou negativos que aparecem quando se combinam níveis de dois ou mais fatores. Segundo Perecin & Cargnelutti (2008) se uma interação for significativa indica que a resposta de um fator depende da presença ou ausência do outro.

Na Tabela 2 pode-se observar o desenvolvimento das variáveis analisadas, dentro dos níveis dos dois fatores testados. A utilização do hidrogel no solo favoreceu melhor desenvolvimento das plantas de meloeiro nos turnos de rega TR2, TR3, e TR4 em todas as variáveis analisadas, onde pode ser observado que o TR3 proporcionou os melhores resultados para a AP, DC e CR com valores de 127 cm, 11,29 mm e 55,5 cm, respectivamente. Tal fato pode ser explicado devido o hidrogel ser altamente hidrofílico e após a adição ao solo como pó fino melhorar significativamente a absorção e retenção de água mantendo a umidade do solo por mais tempo. Em trabalho de Thombare et al., (2018), concluíram que a utilização do hidrogel aumentou significativamente a capacidade de retenção de água do solo.

No TR1 o solo sem hidrogel, apresentou melhores resultados, quando comparados ao tratamento de solo com hidrogel, esta diferença pode ser explicada devido no TR1 as irrigações terem sido diárias, com isso, o hidrogel absorveu mais água, a planta foi prejudicada pelo o excesso de água no sistema radicular. Uma maior disponibilidade hídrica proporcionada por turnos de regas menores, além de inibir o desenvolvimento das mudas de pitiaia, causam podridão de alguns cladódios (Moreira et al., 2018).

Tabela 2. Medias do desdobramento dos diferentes turnos de rega dentro do solo sem hidrogel (SH) e com hidrogel (CH), nas variáveis de crescimento do meloeiro.

TRAT.	TR1	TR2	TR3	TR4	TR5
FV					
AP (cm)					
SH	127,5 Aa	105,2 Bb	100,2 Bb	90,0 Ac	87,0 Ac
CH	114,0 Bb	125,5 Aa	127,0 Aa	95,7 Ac	83,2 Ac
DC (mm)					
SH	10,05 Aa	9,73 Ba	8,28 Bc	8,43 Bc	6,23 Ad
CH	8,55 Ac	10,34 Ab	11,29 Aa	10,21 Ab	6,39 Ad
CR (cm)					
SH	48,5 Aa	45,0 Aa	38,5 Bb	36,0 Ab	40,2 Ac
CH	25,2 Bc	44,7 Ab	55,5 Aa	45,7 Ab	42,2 Ab
NF					
SH	161,5 Aa	138,0 Bb	138,0 Bb	97,75 Bc	95,2 Ac
CH	114,5 bc	129,7 Ab	196,5 Aa	126,5 Ab	97,3 Ad
PSR (g)					
SH	9,5 Aa	9,0 Ba	9,0 Ba	7,0 Bc	6,9 Ac
CH	4,0 Ac	8,7 Ab	15,5 Aa	14,7 Aa	7,2 Ab
PSPA (g)					
SH	80,5 Aa	74,0 Ab	73,5 Bb	66,8 Bc	37,5 Ad
CH	39,5 Bd	76,2 Ac	106,7 Aa	99,4 Ab	36,4 Ad

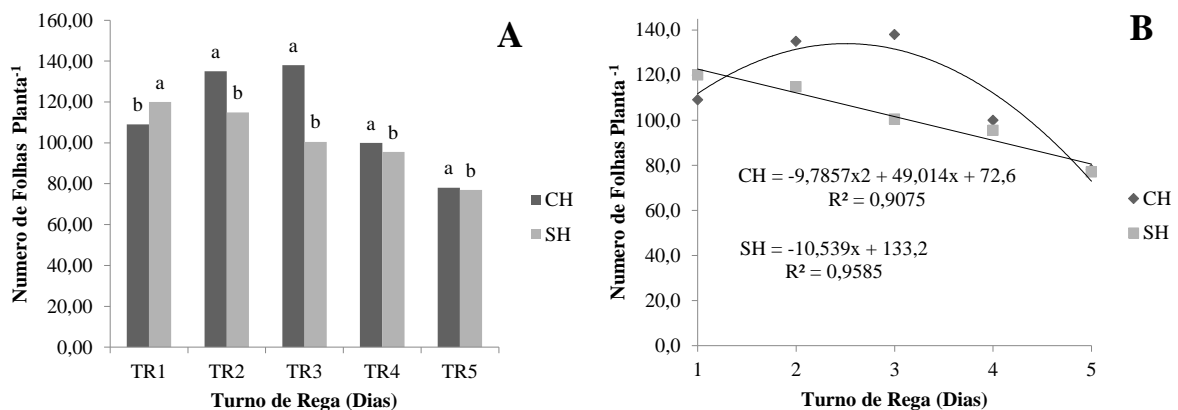
Letras iguais não diferem ao nível de 1% e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, letras minúsculas diferem estatisticamente nas linhas, letras maiúsculas diferem estatisticamente nas colunas.

No tratamento TR5 não houve diferença significativa, as irrigações foram a cada 5 dias, o hidrogel perdeu o efeito devido ao período sem irrigação ser muito longo. Em trabalho realizado com turno de rega com intervalo maior que 4 dias, observou-se efeito negativo na produtividade da alface, indicando elevado déficit de água no solo (SALOMÃO et al., 2014).

Na figura 1 podem ser observados os valores do número de folhas por planta de meloeiro aos 65 dias de cultivo, sob diferentes turnos de rega, em solo com hidrogel (CH) e sem hidrogel (SH). Pode ser observado na (Figura 1A), o solo com hidrogel (CH), apresentou as melhores medias a partir do turno de rega alternado em dois dias (TR2) com relação ao solo sem hidrogel (SH). No TR3 foi observado as melhores medias da variável número de folhas.

Com relação a (Figura 2B), no solo com hidrogel (CH) o modelo de regressão que melhor ajustou-se foi de polinomial quadrática com valor de R^2 de 0,90, porem, no solo de sem hidrogel (SH) o modelo de regressão que melhor ajustou foi linear descrente com valor de R^2 de 0,95, pode ser observado que quanto mais alternando o turno menos folha a planta emitiu, fator que prejudica o desenvolvimento fenológico afetando o metabolismo da mesma. Resultado parecido com os encontrado neste trabalho foram relados por Marques e Bastos (2010), testando diferentes dosagens de hidrogel observaram que com o aumento da dosagem de hidrogel, houve um melhor desenvolvimento das folhas de plantas de pimentão.

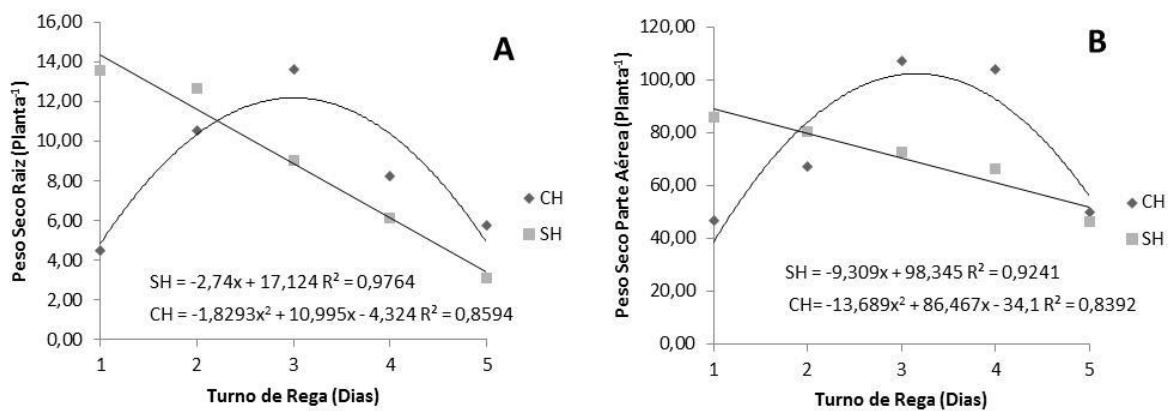
Figura 1. Media do número de folha em função do turno de rega e solo com hidrogel (CH) e sem hidrogel (SH), (Figura 1A) e relação da diferença do solo com e sem hidrogel (Figura 1B).



CH= Solo com Hidrogel, SH= Solo sem Hidrogel. As letras a e b mostram diferenças entre os tratamentos, respectivamente (p < 0,05).

Na figura 2 pode ser visto, o comportamento das variáveis PSR e PSPA de plantas de melão em função dos diferentes turnos de rega cultivada em solo com e sem hidrogel. Na Figura 2A mostra o desenvolvimento do PSR, onde o modelo de regressão que melhor ajustou-se no tratamento de solo com hidrogel foi polinomial quadrática com valores de R^2 0,85. No solo sem hidrogel o modelo de regressão foi linear decrescente mostrando efeito negativo para PSR apresentando valor de R^2 0,97.

Figura 2. Media do peso seco da raiz (PSR), (Figura 2A) e peso seco da parte aérea (PSPA), (Figura 2B) em função do turno de rega e solo com hidrogel (CH) e sem hidrogel (SH).



CH= Solo com Hidrogel, SH= Solo sem Hidrogel

A utilização do hidrogel no solo não proporcionou resultados satisfatório no tratamento turno de rega 1 dia , mostrando efeito positivo somente a partir do turno de rega de 2 e 3 dias, voltando tem decréscimo no turno de rega de 4 e 5 dias. Em trabalho de Thombare et al., (2018), concluíram que a utilização do hidrogel aumentou significativamente a capacidade de retenção de água do solo.

Na figura 2B podem ser observados os valores do peso seco da parte aérea das plantas de meloeiro aos 65 dias de cultivo, sob diferentes turnos de rega, em solo com hidrogel (CH) e sem hidrogel (SH). Pode ser observado que no solo com hidrogel (CH) o modelo de regressão polinomial quadrática apresentou valor de R^2 0,83, mostrando as melhores medias a partir do turno de rega alternado em dois dias 2 e 3 dias, voltado a ter um decréscimo a partir do turno de rega de 4 e 5 dias. Com relação ao solo sem hidrogel (SH) deve um efeito linearmente decrescente, apresentou valor de R^2 0,92.

CONCLUSÕES

O uso do hidrogel no solo proporcionou melhores resultados para todas as variáveis analisadas no turno de rega 3 dias, no solo sem hidrogel com o aumento do turno de rega teve um efeito negativo em todas as variáveis apresentando decréscimo nas medias.

O uso do hidrogel no solo proporcionou uma melhor eficiência do uso da água de irrigação, mantendo o solo mais úmido em períodos mais longo sem irrigação com turno de rega de até 3 dias sem irrigação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

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

DOORENBOS, J.; PRUITT, J. O. Crop water requeriment. Rome: FAO, 1997. 144p. (**FAO Irrigation and Drainage Paper, 24**).

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (**INMET**), 2018. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>.

MARQUES, P. A. A.; BASTOS, R. O. Uso de diferentes doses de hidrogel para produção de mudas de pimentão. **Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia**, v.3, n.2, Mai.- Ago. 2010.

MONTE, J. A.; PACHECO, A. S.; CARVALHO, D. F.; PIMENTEL C. Influência do turno de rega no crescimento e produção do tomateiro no verão em Seropédica. **Horticultura Brasileira** 27: 212-217, 2009.

MOREIRA, A. R.; SOUZA, F. L. B.; SILVA, R. T. L.; OLIVEIRA, R. L. L.; ALONÇO, A. S.; SOUZA, L. C.; CARPES, D. P. Determinação do turno de rega para a produção de mudas de pitaia em ambiente protegido. **TECNO-LÓGICA**, v. 22, n. 1, p. 73-77, 2018.

PERECIN, D.; CARGNELUTTI FILHO, A. Comparisonwise and experimentwise effects in factorial experiments interactions, **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 68-72, 2008.

SALOMÃO, L. C.; CANTUÁRIO, F. S.; PEREIRA, A. I. A.; SCHWERZ, T.; WILSON DE SOUZA DOURADO, W. S. Influência do turno de rega na eficiência do uso da água de irrigação e na produtividade de plantas de alface cultivadas em ambiente protegido. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, v.10, n.18; p. 2029, 2014.

THOMBARE, N.; MISHRA, S.; SIDDIQUI, M. Z.; JHA, U.; SINGH, D.; MAHAJAN, G. R. Design and development of guar gum based novel, superabsorbent and moisture retaining hydrogels for agricultural applications. **Carbohydrate Polymers**, v.185, p.169–178, 2018.

XIE, L.; LIU, M.; NI, B.; ZHANG, X.; WANG, Y. Slow-release nitrogen and boron fertilizer from a functional superabsorbent formulation based on wheat straw and attapulgit. **Chemical Engineering Journal**, 167(1), 342–348, 2011.