

Manejo sustentável de irrigação utilizando hidrogel no cultivo de *calendula officinalis* l**Sustainable irrigation management using hydrogel in the cultivation of *calendula officinalis* l**

DOI:10.34117/bjdv6n4-183

Recebimento dos originais: 10/03/2020

Aceitação para publicação: 13/04/2020

Jesiele Silva da Divinula

Doutoranda em Engenharia Agrícola
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Rua Manuel de Medeiros, s/n, 52171-900, Dois Irmãos, Recife, PE, Brasil

Catariny Cabral Aleman

Doutora do Departamento de Engenharia Agrícola
Universidade Federal de Viçosa
Av. Peter Henry Rolfs, s/n - Campus Universitário, Viçosa - MG, 36570-900

Elcio Pereira de Souza Junior

Mestrando em Ciência da Computação
Universidade Estadual de Campinas
Cidade Universitária Zeferino Vaz - Barão Geraldo, Campinas - SP, 13083-970

Joslanny Higino Vieira

Mestranda em Engenharia Agrícola
Universidade Federal de Viçosa
Av. Peter Henry Rolfs, s/n - Campus Universitário, Viçosa - MG, 36570-900

José Edson Florentino de Moraes

Doutor em Engenharia Agrícola
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Rua Manuel de Medeiros, s/n, 52171-900, Dois Irmãos, Recife, PE, Brasil

Sávio de Oliveira Ribeiro

Mestre em Engenharia Agrícola
Universidade Federal de Viçosa
Av. Peter Henry Rolfs, s/n - Campus Universitário, Viçosa - MG, 36570-900

Paulo Roberto Cecon

Doutor no Departamento de Estatística
Universidade Federal de Viçosa
Av. Peter Henry Rolfs, s/n - Campus Universitário, Viçosa - MG, 36570-900

Márcio Aurélio Lins dos Santos

Doutor na Área de Ciências Agrárias
Universidade Federal de Alagoas
Av. Manoel Severino Barbosa - Bom Sucesso, Arapiraca - AL, 57309-005

RESUMO

São poucos os estudos voltados à estimativa da necessidade hídrica de plantas medicinais e ornamentais, como a calêndula. A disponibilização de água próxima ao sistema radicular das culturas constitui a forma mais eficiente de absorção pelas plantas, sendo a relação água-solo-planta de elevada importância. O uso de condicionadores de solo para o aumento da capacidade de retenção de água no solo em função da sua alta capacidade absorptiva tem crescido nos últimos anos no setor agrícola, sendo observados benefícios consideráveis em relação ao aumento dos intervalos entre as irrigações. O experimento foi instalado em delineamento em blocos casualizados em esquema de parcela subdividida. Nas parcelas tinha-se 3 percentuais de umidade (50; 75 e 100 % da capacidade de campo), enquanto que as subparcelas foram contempladas com 5 doses de hidrogel (0 g (testemunha), 1,25; 2,50; 5,00 e 7,50 g por vaso). Os dados foram submetidos análise de variância, à 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico Sisvar e quando significativo as médias das umidades foram comparadas pelo teste de Tukey e as doses de hidrogel ajustadas por análise de regressão. A adição do condicionador do solo atuou como mitigador dos efeitos do estresse hídrico sobre as plantas de calêndula. Embora o uso de hidrogel tenha favorecimento o aumento da massa fresca e seca das raízes, as mesmas apresentaram redução no seu crescimento indicando superficialidade, que no caso de culturas de maior porte pode ocasionar problemas, necessitando de novas investigações.

Palavras-chave: condicionador de solo, conteúdo de água no solo, planta medicinal

ABSTRACT

There are few studies focused on estimating the water requirement of medicinal and ornamental plants, such as Marigold. The availability of water close to the root system of crops constitutes the most efficient form of absorption by the plants, being the water-soil-plant relationship of high importance. The use of soil conditioners to increase water retention capacity in the soil due to its high absorptive capacity has grown in recent years in the agricultural sector, and considerable benefits are observed in relation to the increase in intervals between irrigations. The experiment was installed in a randomized block design in a splitplot scheme. In the plots, there were 3 percentages of moisture (50; 75 and 100% of field capacity), while the subplots were covered with 5 doses of hydrogel (0 g (Control), 1.25; 2.50; 5.00 and 7.50 g per pot). The data were subjected to analysis of variance, at 5% probability, using the statistical program Sisvar and when significant the averages of the humidities were compared by the Tukey test and the hydrogel doses adjusted by regression analysis. The addition of the soil conditioner acted as a mitigating effect of water stress on the calendula plants. Although the use of hydrogel favors the increase of fresh and dry mass of the roots, the same showed a reduction in its growth indicating superficiality, which in the case of larger crops can cause problems, requiring new investigations.

Keywords: soil conditioner, soil water content, medicinal plant

1 INTRODUÇÃO

A calêndula (*Calendula officinalis* L) é uma planta herbácea pertencente à família das *Asteraceae*, a planta é cultivada amplamente em jardins e paisagens, apresenta ciclo curto e caracteriza-se pela beleza de suas flores vermelho alaranjadas (Ejaz et al., 2015). Originária da Europa, além de ser cultivada como ornamental a calêndula apresenta elevada utilização na produção de cosméticos e fármacos (Ahmad et al., 2017). Embora apresente importância econômica e social, são escassas as pesquisas voltadas as condições ideais de cultivo da calêndula.

Sabe-se que a utilização da irrigação consiste em uma técnica de otimização de produtividade das culturas. Fernandez (2017) destaca que a irrigação tem por objetivo disponibilizar água no momento e quantidade certa a fim de melhorar a eficiência do seu uso e impacto na produção da cultura. O excesso ou déficit hídrico estão diretamente associados à produtividade das culturas (Shah et al., 2016). A agricultura, de acordo com (Wettstein et al., 2017), é responsável pelo consumo de 70% da água doce do mundo, e associado a isso o crescente aumento da população tem colocando o setor sob constante pressão para produzir mais alimentos com redução no uso da água sendo necessário buscar alternativas que proporcionem redução na quantidade de água utilizada.

O uso de condicionadores de solo é uma alternativa para a redução da quantidade de água em cultivos agrícolas tendo em vista sua capacidade absorviva que confere a eles capacidade de reter água de 2 a 4 vezes com redução de irrigação e intervalos de até 50 % (Faraget et al., 2017). No entanto, Monteiro Neto et al. (2017) destaca que existem algumas lacunas referentes ao uso do hidrogel no que diz respeito a quantidade necessária no produto nas etapas do processo produtivo das culturas, colocando em dúvida sua utilização.

Portanto, considerando a escassez de pesquisas voltadas a necessidade hídrica e a quantidade de hidrogel necessária para proporcionar o melhor desenvolvimento da calêndula, o presente trabalho objetivou avaliar o desempenho agrônômico e fisiológico da calêndula cultivada sob diferentes doses de hidrogel e percentuais de umidade do solo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em ambiente protegido localizado na área experimental de irrigação do Departamento de Engenharia Agrícola (DEA) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), na cidade de Viçosa- MG, situada nas coordenadas latitude: -20.7546, longitude: -42.8825 20° 45' 17" Sul, 42° 52' 57" Oeste, altitude de 663 m, no período de março a julho de 2019.

Para a produção das mudas de calêndula foram utilizadas sementes da cultivar sortida bonina ISLA® (98% pureza; 87% germinação), tendo a semeadura sido realizada no dia 01 de março de 2019. Para recepção das mudas foram preparados vasos com capacidade de 8 L, que receberam uma fina camada de brita e areia, para auxiliar na drenagem, e posteriormente 5 kg de solo de barranco peneirado, realizando-se o transplante no dia 22 de abril de 2019 (51 dias após a semeadura).

O solo utilizado no experimento foi anteriormente encaminhado para o Laboratório de Análise de Solo, Tecido Vegetal e Fertilizante do Departamento de Solos (DPS) da UFV para análise química e física (Tabela 1) posteriormente foi corrigido com adubação sintética. O solo utilizado é classificado como solo tipo 3, isto é, de textura argilosa em função do percentual de argila superior a 35%.

Tabela 1. Análise química e física do solo

pH	P	K	Al ³⁺	H+Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	t	T	V
	mg/dm ³		-----cmol _c /dm ³ -----							%
4,69	1,90	41	0,18	2,80	0,86	0,24	1,21	1,39	4,01	30,2
	Areia grossa		Areia fina		Silte		Argila			
	kgkg ⁻¹		kgkg ⁻¹		kgkg ⁻¹		kgkg ⁻¹			
	0,153		0,169		0,099		0,580			

Fonte: Laboratório de Análise de Solo, Tecido Vegetal e Fertilizante do Departamento de Solos – UFV, 2018

O experimento foi instalado em delineamento em blocos casualizados em esquema de parcela subdividida com 5 repetições, em que as parcelas foram contempladas com 3 percentuais de umidade no solo e as subparcelas com 5 doses de hidrogel, totalizando 15 parcelas e 75 subparcelas experimentais. Os percentuais de umidade foram estabelecidos com base na umidade na capacidade de campo (UCC) obtida pela curva de retenção de água no solo, que foram elaboradas para cada dose de hidrogel no solo. As doses de hidrogel corresponderam à percentuais da recomendação do fabricante, que estabelece 1 g para cada kg de solo, tendo-se 0,0 (testemunha) ;1,25; 2,5; 5,0 e 7,5 g vaso⁻¹.

O manejo de irrigação foi realizado por meio de irrigações diárias, feitas manualmente com o auxílio de uma proveta graduada, onde os vasos foram, diariamente, pesados, e, seguida foi calculada a quantidade de água a ser adicionada para atingir o peso nas umidades de 50, 75 e 100% da capacidade de campo de acordo com a metodologia de lisimetria de pesagem (Girardi et al. 2016).

Para análise da altura das plantas (AP) utilizou-se uma régua milimétrica medindo-se a distância entre o colo e o ápice foliar. O diâmetro do capítulo (DC) foi obtido com o auxílio de uma régua milimétrica, passando-se uma linha horizontal no centro do capítulo e medindo a extensão de uma extremidade à outra. No dia da colheita do experimento o número de folhas (NF) foi obtido pela contagem manual. O número de capítulos foi obtido pela contagem manual, somando os capítulos produzidos durante o ciclo da cultura. Já o diâmetro da haste (DH) foi obtido com a utilização de paquímetro. Para obtenção do comprimento da raiz foi utilizada uma régua milimétrica, medindo a extensão entre o coleto da planta e a região onde estavam contidos 80% do sistema radicular.

A obtenção da massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa fresca da raiz (MFR) se deu pela pesagem em balança analítica do material coletado. Para obter a massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) foram utilizados sacos de papel para acondicionar o material vegetal e levá-lo à estufa de circulação forçada de ar a 45°C por 48 a 72 horas, até atingir peso constante, e então o material foi pesado em uma balança analítica.

Para a avaliação do teor de clorofila (ClorA e ClorB) nas plantas foi utilizado um clorofilômetro portátil onde foi escolhida uma folha da região mediana da planta é aferido o teor de clorofila A e B. A temperatura de superfície foliar (T) foi medida utilizando-se um termômetro digital (°C).

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativo os percentuais de umidade foram comparados pelo teste Tukey e as doses de hidrogel submetidas à análise de regressão, ambos à 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico Sisvar.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se efeito significativo da interação dos fatores em estudo sobre as variáveis estudadas (Tabela 1), desse modo o desdobramento das interações foi avaliado por meio da análise de regressão.

FV	G.L	QUADRADO MÉDIO					
		AP	NF	NC	DH	CR	MFPA
U	2	476,03**	7388,49**	10,01**	13,86**	88,41**	7866,12**
B	4	0,67 ^{ns}	2,69 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,684 ^{ns}	2,14 ^{ns}
Erro ₁	8	0,69	5,64	0,41	0,005	0,799	2,93
D	4	182,96**	2964,63**	6,1**	0,96*	111,91**	6487,30**
U x D	8	31,11**	282,48**	1,05**	0,202**	1,48*	605,61**
Erro 2	48	0,56	4,48	0,18	0,01	0,63	3,35
Total	74						
CV 1		3,59	4,91	19,68	1,06	6,88	4,13
CV 2		3,2	4,37	12,93	1,55	6,11	4,41

FV	G.L	QUADRADO MÉDIO					
		MFR	MSPA	MSR	Clor. A	Clor. B	T
U	2	139,70*	12,69**	0,11**	156,44*	19,79**	12,93**
B	4	0,68 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,007 ^{ns}	1,12 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,02 ^{ns}
Erro ₁	8	0,41	0,24	0,002	0,71	0,49	0,11
D	4	206,78*	37,18**	1,38**	42,65*	34,41**	5,39**
U x D	8	9,86**	1,04**	0,05**	8,77*	20,36**	2,18**
Erro 2	48	0,72	0,19	0,002	0,83	0,54	0,07
Total	74						
CV 1 (%)		7,13	14,49	6,88	2,57	6,71	2,08
CV 2 (%)		9,39	13,09	6,42	2,77	7,04	1,6

FV – fonte de variação; GL – grau de liberdade; U – umidade, B – bloco; D – dose; CV 1 – coeficiente de variação da parcela; CV2 – coeficiente de variação da subparcela; AP – altura de planta; NF – número de folhas; NC – número de capítulos; DH – diâmetro da haste; CR – comprimento da raiz; MFPA – massa fresca da parte aérea; MFR – massa fresca da raiz; MSPA – massa seca da parte aérea; MSR – massa seca da raiz; ClorA – clorofila A; ClorB – clorofila B; T – temperatura de superfície; * e ** - significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente; ^{ns} – não significativo

Na figura 1 estão apresentados os comportamentos das variáveis altura de planta (cm) (figura 1A), número de folhas (figura 1B), número de capítulos (figura 1C) e diâmetro da haste (mm) (figura 1D).

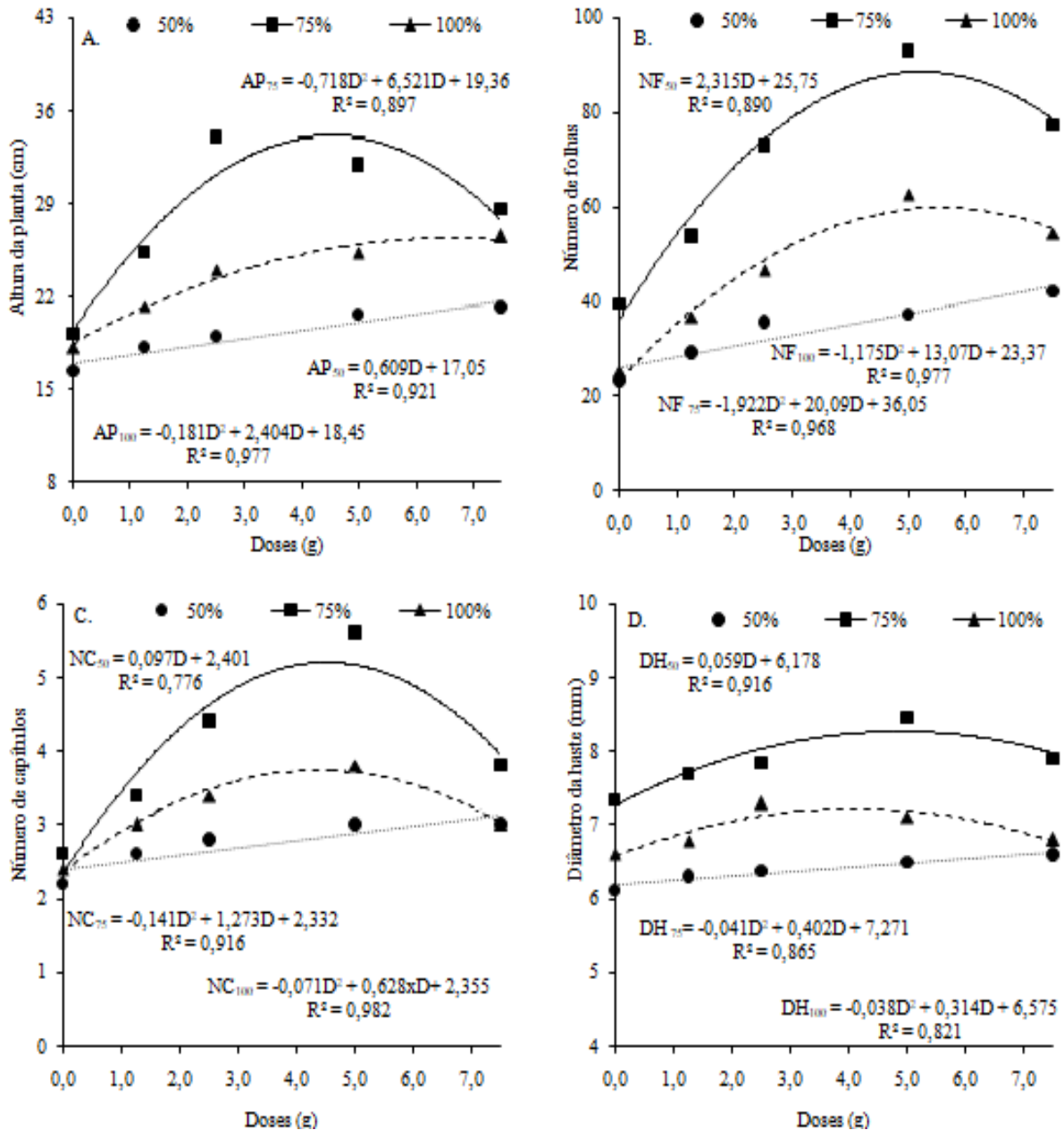


Figura 1. Altura da planta (A), Número de folhas (B), Número de capítulos (C) e Diâmetro da haste (D) da calêndula em função dos percentuais de umidade no solo e doses de hidrogel.

Observou-se incremento de 12,25% na altura das plantas cultivadas na condição de 50% da capacidade de campo em função do aumento da dose de hidrogel, indicando que com o aumento da capacidade de retenção de água no solo o produto favorece o desenvolvimento da cultura. Para as umidades de 75 e 100% da capacidade de campo verificou-se a presença de um ponto de máxima,

indicando que a combinação entre as doses de hidrogel e a umidade do solo em determinado momento afeta negativamente o desenvolvimento da cultura em função do excesso de água no solo.

Manganotti (2011) não obteve efeito significativo do uso da irrigação para a altura de planta de calêndula. Taiz e Zeiger (1998) descrevem que plantas submetidas a condição de estresse hídrico apresentam redução na sua turgidez nos seus tecidos, parâmetro esse diretamente ao crescimento celular.

O número de folhas (Figura 1B) apresentou comportamento semelhante à altura de planta, tendo incremento de 67,45% para as plantas submetidas a 50% da capacidade de campo em função do aumento das doses de hidrogel e consequente aumento da disponibilidade de água no solo. Enquanto que para as plantas submetidas a 75 e 100% da capacidade de campo ocorre redução na produção de folhas possivelmente em função do excesso de água no solo, o que está de acordo com o estabelecido por Taiz e Zeiger (2009) ao descrever que plantas submetidas à excesso hídrico tem redução na oxigenação radicular o que acaba por aumentar a produção de etileno e consequentemente reduzir a emissão e aumentar a abscisão e senescência foliar.

O número de capítulos (Figura 1C) por planta apresentou incremento de 30,57% com o aumento progressivo das doses de hidrogel para as plantas cultivadas em condição de 50% da capacidade de campo, resultado importante tendo em visto que este é o principal parâmetro de produtividade da cultura. Para as plantas cultivadas em condição de 75 e 100% da capacidade de campo verifica-se a presença de pontos de máximas, possivelmente associado ao excesso hídrico.

A máxima produtividade de capítulo foi obtida para as doses de 4,52 para 75% da capacidade de campo e 4,38 para 100% da capacidade de campo, indicando que por estar com maior percentual de umidade o solo com 100% necessitou de uma menor dose de hidrogel para atingir a condição de excesso hídrico e desfavorecer a produção da cultura.

Na figura 1D verifica-se o comportamento do diâmetro da haste em função das doses de hidrogel e percentuais de umidade do solo. É possível observar que quando acondicionadas a condição de maior déficit hídrico, isto é, 50% da capacidade de campo o diâmetro apresenta-se linearmente crescente em função do aumento do hidrogel com incremento de 7,21%.

Nas condições de 75 e 100% da capacidade de campo, no entanto, o diâmetro apresenta comportamento quadrático evidenciado pelos pontos de máximas de 4,87 e 4,10 g de hidrogel para os respectivos percentuais de umidade. Os resultados indicam que em determinado momento o excesso hídrico fornecido pela associação entre o percentual de umidade e a dose de hidrogel causa desfavorecimento no incremento do diâmetro.

O crescimento e alongamento celular apresentam íntima associação a turgidez celular, desse modo quando se tem condição de déficit ou excesso hídrico ocorre redução do diâmetro da haste por

desarranjo celular, fato este que foi observado por Dutra et al. (2012) ao verificarem incremento linear no diâmetro do caule de girassol com o aumento da reposição hídrica.

O comportamento das variáveis massa fresca e seca da parte aérea e raiz estão apresentadas na figura 2. Verifica-se que as massas fresca (figura 2A) e seca (figura 2C) da parte aérea apresentaram comportamento semelhante, com incremento linear na condição de maior restrição hídrica (50% da capacidade de campo) e aumento das doses do condicionador de solo. Para as condições de 75 e 100% da capacidade de campo verifica-se a presença de ponto de máxima.

Ao analisar os resultados da massa fresca e seca da raiz verificou-se incremento linear (figura 2 B e 2D), indicando que o hidrogel favoreceu o desenvolvimento do sistema radicular, que de acordo com Klein e Klein (2015) se dá pela melhoria de propriedades do solo, como a porosidade e capacidade de retenção de água no solo pelo hidrogel.

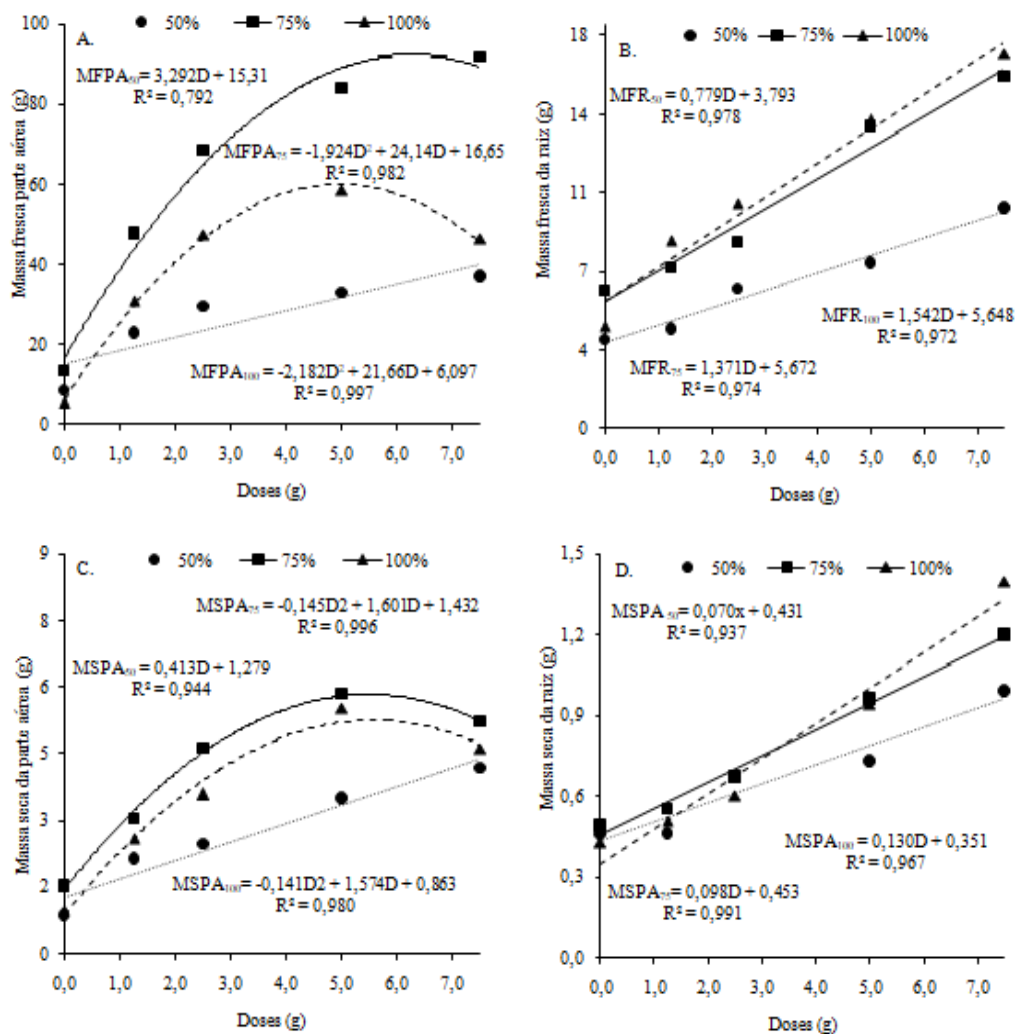


Figura 2. Massa fresca da parte aérea (A), massa fresca da raiz (B), massa seca da parte da aérea (C) e massa seca da raiz (D) da calêndula em função dos percentuais de umidade no solo e doses de hidrogel.

A massa fresca da parte aérea apresentou máxima produção para as doses de 6,27 e 4,96 g de hidrogel para as umidades de 75 e 100% da capacidade de campo, respectivamente. Já para a massa seca da parte aérea, os pontos de máxima obtidos foram 5,50 e 4,38 g de hidrogel para as umidades de 75 e 100% da capacidade de campo, respectivamente. Silva et al. (2013) também verificaram efeito linear decrescente da massa fresca da beterraba quando cultivada sobrestrição do conteúdo de água no solo.

Said-ALAhI et al. (2009), trabalhando com a cultura do orégano, verificaram que o maior incremento de matéria fresca foi obtido para a condição de umidade do solo próxima a 80% da capacidade de campo. Taiz e Zeiger (1998) descrevem que quando submetidas a condição de estresse hídrico as plantas tendem a reduzir sua área foliar como mecanismo de adaptação a condição desfavorável.

Verifica-se que os maiores valores foram obtidos para a condição de 100% da capacidade de campo, enquanto que os menores foram obtidos para a condição de 50%, indicando a forte associação do aumento do conteúdo de água no solo com a adição do hidrogel.

O comportamento da massa fresca e seca da raiz é antagônico ao comprimento, deixando evidenciada a superficialidade das raízes. Contrapondo aos resultados obtidos no presente estudo, Marques e Bastos (2010) não obtiveram diferença no sistema radicular de pimentão cultivado com diferentes doses de hidrogel.

Na figura 3 estão apresentados os comportamentos do comprimento da raiz, clorofila A, clorofila B e temperatura da superfície foliar.

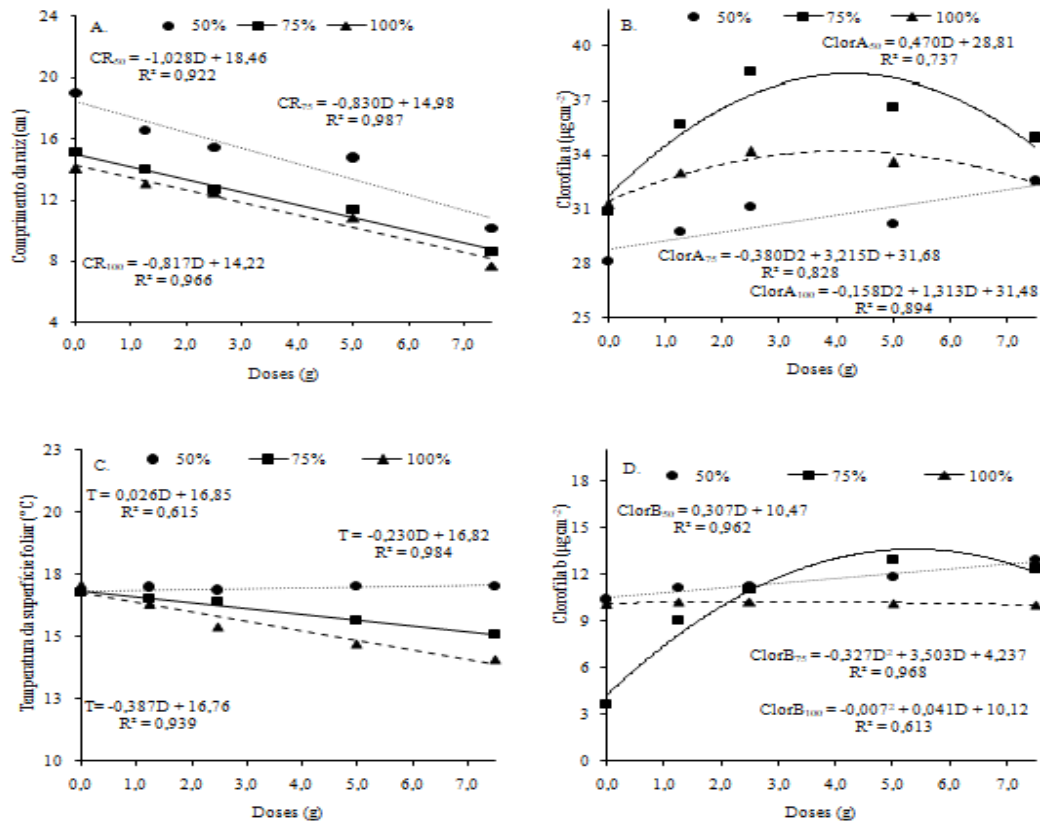


Figura 3. Comprimento da raiz (A), Temperatura da superfície foliar (B), Clorofila *a* (C) e Clorofila *b* (D) da calêndula em função dos percentuais de umidade no solo e doses de hidrogel

Para o comprimento da raiz (figura 3 A) verificou-se comportamento linear decrescente para as três condições de umidade do solo associada às doses de hidrogel, com redução de 41,57; 41,55 e 43,09 % para as umidades de 50, 75 e 100% da capacidade de campo, respectivamente. Os resultados indicam que sistema radicular apresentou maior superficialidade, tendo em vista não necessitaram aprofundar suas raízes para a absorção de água e nutrientes, conforme descrito por Santos e Carlesso (1998) que afirmam que plantas sob condições de estresse hídrico necessitam aprofundar suas raízes para zonas mais úmidas do perfil do solo

Pontes Filho et al. (2018) verificaram incremento no comprimento da raiz de espécies arbóreas a partir da adição de 2 g de hidrogel L⁻¹ passando a decrescer a partir da adição de 3,5 g L⁻¹. Trabalhando com a cultura da beterraba, Silva et al. (2013) observaram que o comprimento da raiz decresceu com a diminuição do conteúdo de água no solo, se opondo aos resultados obtidos nesse trabalho, que demonstram decréscimo do sistema radicular com a maior reposição hídrica.

Na figura 3B observa-se que plantas sob regime hídrico de 50% da capacidade de campo apresentaram leve incremento de 1,17% na temperatura da superfície foliar, em função do estresse hídrico acentuado. Já aquelas cultivadas sob regime hídrico de 75 e 100% da capacidade de campo apresentaram redução linear na sua temperatura foliar, indicando que ao aumentar a dose de hidrogel, e consequente reposição hídrica, as folhas conseguiram regular sua temperatura.

A elevação da temperatura foliar é um importante indicativo de estresse hídrico nas culturas, tendo em vista que em condição de estresse as plantas reduzem sua abertura estomática, reduzindo as trocas gasosas e conseqüentemente eleva sua temperatura foliar. Silva et al. 2015 descrevem que decréscimo da temperatura foliar de plantas de berinjela com o aumento da reposição hídrica. Ao trabalharem com a cultura do tomate, Morales et al. (2015) verificaram que com a redução da umidade do solo houve elevação da temperatura foliar, corroborando com os resultados obtidos no presente estudo.

O comportamento dos teores de clorofila (figura 3 B e 3 D) acompanha os parâmetros de massa fresca da parte aérea e número de folhas, tendo em vista que com a redução da área foliar os teores de clorofilas tendem a reduzir, trazendo impacto sobre a fotossíntese e produtividade das culturas. Para Silva et al. (2017) a redução dos teores de clorofilas em plantas sobre estresse ou excesso hídrico pode ser explicada pelo estresse oxidativo, ocasionado pela foto-oxidação dos pigmentos que gera degradação das moléculas de clorofila. (Mendes et al. 2011) destacam, no entanto, que o teor de clorofila pode aumentar ou diminuir dependendo da espécie em estudo, considerando este um parâmetro adaptativo da planta em resposta ao estresse.

4 CONCLUSÕES

1. A adição do condicionador do solo atuou como mitigador dos efeitos do estresse hídrico sobre as plantas de calêndula.
2. Embora o uso de hidrogel tenha favorecimento o aumento da massa fresca e seca da raiz, as mesmas apresentaram redução no seu crescimento indicando superficialidade, que no caso de culturas de maior porte pode ocasionar problemas, necessitando de novas investigações.
3. Os capítulos florais, parâmetro de maior importância econômica da cultura, apresentou influências dos fatores utilizados, recomendando-se o uso do hidrogel no aumento da retenção da água no solo, atenuando os efeitos do estresse hídrico.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fomento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- Ahmad, I., Jabeen, N., Ziaf, K., Dole, J. M., Khan, M. A. S., & Bakhtavar, M. A. Macronutrient application affects morphological, physiological, and seed yield attributes of *Calendula officinalis* L. Canadian journal of plant science, v. 97, n. 5, p. 906-916, 2017.
- Dutra, C. C.; Prado, E. A. F.do; Paim, L. R.; Scalon, S. D. P. Q. Development of sunflower plants under different conditions of water supply. Semina: Ciências Agrárias, v. 33, n. 6Sup11, p. 2657-2668, 2012.
- Ejaz, M.; Parveen, S.; Shah, R.; All, M.; Kakar, H. Effect of saline irrigation water on growth parameters of *Calendula (calendula officinalis)* seeds. Life Sci. Int. J., v. 9, p.3287-3300, 2015.
- Farag, A. A.; Eltaweel, A. A.; Abd-Elrahman, S. H.; Ali, A. A.; Ahmed. M. S. M. Irrigation regime and soil conditioner to improve soil properties and pomegranate production innewly reclaimed sandy soil. Asian Journal of Soil Science and Plant Nutrition.v.1, n. 2, p. 1-18, 2017.
- Fernandez, J. Plant-based methods for irrigation scheduling of woody crops. Horticulturae, v. 3, n. 2, p. 35, 2017.
- Girardi, L. B.; Peitter, M. X.; Bellé, R. A.; Robaina, A. D.; Torres, R. R., Kirchner, J. H.; Ben, L. H. B. Evapotranspiração e coeficiente de cultura da alstroemeria (*Alstroemeria x hybrida*) cultivada em estufa. Irriga, v. 21, n. 4, p. 817-829, 2016.
- Klein, C.; Klein, V. A. Estratégias para potencializar a retenção e disponibilidade de água no solo. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 19, n. 1, p. 21-29, 2015.
- Manganotti, S. A. Produção de biomassa, teor de flavonoides e qualidade microbiológica de calêndula (*Calendulaofficinales* L.) em dois sistemas de irrigação e três coberturas do solo, 2011. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais.
- Marques, P.A.A.; Bastos, R.O Uso de diferentes doses de hidrogel para produção de mudas de pimentão. Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia, Guarapuava, v.3, n.2, p.53-57, 2010.
- Mendes, B. S. da S.; Willadino, L.; Cunha, P. C. da; Oliveira Filho, R. A. de; Camara, T. R. Mecanismos fisiológicos e bioquímicos do abacaxi ornamental sob estresse salino. Revista Caatinga, v. 24, n. 3, p. 71-77, 2011.
- Monteiro Neto, J. L. L.; Araujo, W. F.; Chagas, E. A.; Siqueira, R. H. DA S.; Oliveira, G. A.; Abanto-Rodriguez, C. Hydrogels in Brazilian Agriculture. Revista Agro@mbiente On-line, v. 11, n. 4, p. 347-360, 2017.
- Morales, R. G. F., Resende, L. V., Bordini, I. C., Galvão, A. G., & Rezende, F. C. Caracterização do tomateiro submetido ao déficit hídrico. Scientia Agraria, v. 16, n. 1, p. 9-17, 2015.

Pontes Filho, R. A.; Gondim, F. Ar.; Costa, M. C. G. Seedling growth of tree species under doses of hydrogel and two levels of luminosity. *RevistaÁrvore*, v. 42, n. 1, 2018

Said-AL Ahl, H.A.H.; Omer, E.A.; Naguib, N.Y. Effect of water stress and nitrogen fertilizer on herb and essential oil of orégano. *International Agrophysics,Lublin*, v.23, n.3, p.269-275, 2009.

Santos, R. F.; Carlesso, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.

Shah, W. A.; Haya, Z., Amin, R., Anwar, S.; Islam, M., Ikramullah, A. Effect of irrigation levels and seed rates on wheat production. *Pure and Applied Biology*.n. 5, n. 4, p.895-905, 2016.

Silva, A. O. DA; Silva, E. F. DE F. E; Klar, A. E. Eficiência do uso da água em cultivares de beterraba submetidas a diferentes tensões da água no solo. *Water Resources and Irrigation Management*, v.2, n.1, p.27-36, 2013.

Silva, A. R. A. da, Bezerra, F. M. L., de Lacerda, C. F., de Sousa, C. H. C., & Chagas, K. L. Pigmentos fotossintéticos e potencial hídrico foliar em plantas jovens de coqueiro sob estresses hídrico e salino. *Revista Agro@ mbiente On-line*, v. 10, n. 4, p. 317-325, 2017.

Silva, F. G. da, Dutra, W. F., Dutra, A. F., Oliveira, I. M.de, Filgueiras, L., & DE Melo, A. S. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em plantas de berinjela sob lâminas de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi*, v. 19, n. 10, 2015

Taiz, L.; Zeiger, E. *Fisiologia vegetal*. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

Taiz, L.; Zeiger, E. *Plant physiology*. ed.Sunderland: Sinauer Associates, v. 998, p. 79, 1998.

Wettstein, S.; Muir, K.; Scharfy, D.; Stucki, M.The environmental mitigation potential of photovoltaic-powered irrigation in the production of South African maize. *Sustainability*, v. 9, n. 10, p. 1772, 2017.