

## RESPOSTA DA CULTURA DA CENOURA IRRIGADA COM ÁGUA TRATADA MAGNÉTICAMENTE E NORMAL

FERNANDO F. PUTTI<sup>1</sup>, LUÍS R. A. GABRIEL FILHO<sup>2</sup>, ANTONIO E. KLAR<sup>3</sup>, RAFAEL  
LUDWIG<sup>4</sup>, CAMILA P. CREMASCO<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Bacharel em Administração, Mestre e Doutorando em Agronomia/Irrigação e Drenagem, Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP - Univ Estadual Paulista, Campus de Botucatu, Fone: (0XX14) 3811-7165, fernandoputti@fca.unesp.br

<sup>2</sup> Graduado e Mestre em Matemática, Doutor e Pós-Doutor em Agronomia, Professor Assistente Doutor, UNESP - Univ Estadual Paulista, Campus de Tupã e Faculdade de Ciências Agrônômicas.

<sup>3</sup> Eng.º Agrônomo, Prof. Titular, Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP - Univ Estadual Paulista, Depto. de Engenharia Rural, Campus de Botucatu.

<sup>4</sup> Eng.º Agrícola, Mestre e Doutorando em Agronomia/Irrigação e Drenagem, Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP - Univ Estadual Paulista, Depto. de Engenharia Rural, Campus de Botucatu.

<sup>5</sup> Graduada e Mestre em Matemática, Doutora em Agronomia, Pós-Doutora em Biometria, Professor Assistente Doutor, UNESP - Univ Estadual Paulista, Campus de Tupã e Faculdade de Ciências Agrônômicas.

Apresentado no  
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014  
27 a 31 de julho de 2014 - Campo Grande-MS, Brasil

**RESUMO:** Existe a necessidade de pesquisas que otimizem as formas de reduzir o volume de água aplicado, principalmente na irrigação. Desta forma o objetivo deste trabalho foi analisar os efeitos da água tratada magneticamente na irrigação, comparando-a com a água convencional para cultura da cenoura. O trabalho foi conduzido em Nitrossolo Vermelho e em casa e vegetação, no Delineamento em blocos casualizados, com 10 repetições. O esquema fatorial realizado foi 2x5, em que foram adotadas 2 tipos de água (magnético e normal), e 5 lâminas de reposição (25%, 50%, 75%, 100% e 125% da Evapotranspiração). Para a fitomassa verde da raiz, apresentou-se efeito positivo no magnetismo nas lâminas de 50%, 75%, 100% e 125% da ETo, e houve um incremento para as lâminas irrigadas com água magnética, se diferenciando. Para o diâmetro de raiz irrigado com água tratada magneticamente, verificou-se efeito positivo em todas as lâminas reposição, enquanto que para o comprimento de raiz, apenas foi verificado o efeito positivo nas lâminas de 50% e 125 da ETo irrigado com água magnética.

**PALAVRAS-CHAVE:** economia de energia, utensílios rurais, propriedades rurais, políticas públicas.

## ANSWER THE CULTURE OF CARROT IRRIGATED WITH MAGNETICALLY TREATED WATER AND NORMAL

**ABSTRACT:** The need for research to optimize the ways to reduce the volume of water, mainly applied in irrigation. The objective of this study was to analyze the effects of magnetically treated water for irrigation, compared with conventional water culture of carrot. The study was conducted in Red Nitrossolo and at home and vegetation, in a randomized block design with 10 replications. The 2x5 factorial design was performed, in which two water types (magnetic and normal) were adopted, and 5 replacement blades (25%, 50%, 75%, 100% and 125% of evapotranspiration). For the green biomass of root, was positive effect on magnetism in slides 50%, 75%, 100% and 125% of ETo, and there was an increase for irrigated with magnetic water slides, differentiating. For irrigated root diameter of magnetically treated water, there was effect on all the spare blades, whereas for the length of root, the positive effect was seen on slides 50 and 125% of ETo magnetic irrigated water.

**KEYWORDS:** Irrigation, magnetic, production.

## INTRODUÇÃO

O uso excessivo de água na agricultura está causando preocupação, pois vem degradando a qualidade da água e reduzindo os recursos hídricos. Assim busca-se manejar adequadamente a lavouras, visando a otimização dos recursos hídricos, através de sistemas de irrigação mais eficiente e na determinação da aplicação mais eficaz.

Nos últimos anos pesquisas estão envolvendo a utilização da água tratada magneticamente na irrigação de culturas. Porém, existem poucos estudos que explicam o fenômeno nas alterações químicas e físicas da água quando submetido ao campo magnético. Porém diversas pesquisas vem apresentando que as culturas irrigadas com água tratada magneticamente resultam maior produtividade e também aumento da qualidade do produtos.

Nimm & Madhu (2009), verificaram que as sementes de pimenta (*Capsicum annum. L.*) exposta ao campo magnético apresentaram germinação superior, do que o tratamento controle. Nasher (2008) também verificou que ao submeter a semente da grão de bico ao tratamento magnético apresentou maior desenvolvimento do que o controle. Putti et al. (2013) ao irrigarem a cultura da alface no estágio inicial, verificaram que houve um maior incremento para as plantas que foram tratadas com água magnética.

Souza et al. (2005), ao induzirem as sementes do tomate ao campo magnético e transplantarem em campo, verificaram que houve um incremento significativo no número de frutos, massa média por fruto, rendimento por planta quando comparado ao tratamento controle. Assim apresentando ser uma forma viável de alavancar a produção.

Grewal & Maheshwari (2011) ao irrigarem as culturas do grão de bico e ervilha verificaram que ocorreu incremento na produção e no desenvolvimento quando comparado com o controle. Maheshwari & Grewal (2009) submeteram a cultura do tomate em diferentes doses de salinidade e tipos de água, verificaram que houve um incremento em todos os tratamentos irrigados com água magnética, e ressaltando que o tratamento controle produziu menos que os tratamentos com salinidade e irrigados com água magnética.

Mohamed (2013), submeteu a cultura do tomate em diferentes doses de salinidade e irrigando com água tratada magneticamente ou convencional, em que resultou um incremento superior para os tratamentos irrigados com água magnética, em todas as doses de salinidade.

Desde modo, o objetivo do presente trabalho foi analisar os efeitos de diferentes lâminas de reposição da água tratada magneticamente, comparando com a água convencional.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado durante os meses de setembro a dezembro de 2013, em uma casa de vegetação situada no Departamento de Engenharia Rural da UNESP, Faculdade Ciências Agrônomicas, Fazenda Experimental Lageado, localizada no município de Botucatu, São Paulo, cujas coordenadas geográficas são: latitude 22° 51' S, longitude 48° 26' W e altitude de 786 m. De acordo com a classificação de Köppen (KOPPEN e GEIGER, 1928), a região apresenta clima do tipo Cfa (Clima Subtropical Úmido).

Os parâmetros climáticos foram mensurados através de uma estação meteorológica automática. Os detalhes climáticos aferidos ao longo do experimento podem ser observados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Parâmetros climáticos durante a execução do experimento. **Climatic parameters during the execution of the experiment.**

Parâmetros		Época do experimento
Temperatura(°C)	Mínima	15,81±2,81

	Máxima	32,30±5,01
	Média	23,65±3,25
Umidade (%)	Mínima	25,00±14,8
	Máxima	78,00±11,0
	Média	52,50±11,9
Evaporação (mm)		309

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, cujo o solo é classificado de acordo com Carvalho et al. 2000 como Nitossolo Vermelho Distrófico Latossólico, apresentando moderada estrutura média/argilosa, com as seguintes características químicas: pH (CaCl<sub>2</sub>) = 5,9; M.O.= 24 g dm<sup>-3</sup>; P (resina)= 191 mg dm<sup>-3</sup>; K= 4,8 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca= 68 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg= 25 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al= 17 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB= 67 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; B=0,51 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Cu= 4,8 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Fe = 20 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mn = 10,10 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Zn = 8 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> CTC= 114 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V= 85%.

O solo foi preparado utilizando um trator do tipo “Tobata”, dotado de uma enxada rotativa que revolveu uma camada superficial de aproximadamente 30 cm, depois delimitou-se então os canteiros e foram levantados com enxada. O combate de ervas daninhas foram realizados manualmente quando necessário.

A semeadura foi efetuada em bandejas de isopor, com três sementes por "célula", com futuro desbaste para uma muda por "célula". O transplântio das mudas para os canteiros definitivos, situados no interior da estufa, foi realizado quando as mudas estavam apresentando de quatro a cinco folhas definitivas. O espaçamento utilizado foi de 0,05m x 0,05. As parcelas mediam 1,2m de largura por 3m de comprimento, totalizando 3,6m<sup>2</sup>. Em cada parcela foram plantadas 4 linhas de alface, porém as duas linhas laterais foram desconsideradas, deste modo apenas utilizou para avaliação as plantas centrais.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com dez tratamentos e dez repetições. Os tratamentos foram constituídos das lâminas de irrigação correspondente a 25%, 50%, 75% 100% e 125% da evaporação de água do tanque Classe A e dos tipos de água sendo convencional e tratada magneticamente.

Para a magnetização da água foi utilizado o equipamento *Sylocymol Rural* da empresa Timol. Implantou-se dois sistemas independentes de irrigação por gotejamento, em que foi constituído de uma linha principal na qual as fitas gotejadoras eram inseridas. Foram utilizadas as fitas do tipo Amandani, fabricado pela Petroísa Irrigações LTDA. A mangueira possuía espaçamento de 0,30 m entre gotejadores, sendo sua vazão média de 1,472 L h<sup>-1</sup>, quando submetido a uma pressão de 10 m.c.a

Para controle da lamina de irrigação, a qual foi feita todos os dias, utilizou-se um tanque classe A e um termo-higrômetro, instalados no interior da casa de vegetação, as leituras foram realizadas diariamente, sempre às 9 horas da manhã

O tempo de irrigação foi calculado, pela equação 1, com base na evaporação do tanque Classe A (MAROUELLI; SILVA; MORETTI, 2002).

$$T_i = 6.000 \times \frac{K_c \times K_p \times E_{ca} \times S_l \times S_g \times TR}{E_i \times V_g} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que,

K<sub>c</sub> – coeficiente de cultura;

K<sub>p</sub> – coeficiente de tanque;

E<sub>ca</sub> – evaporação do tanque “Classe A” (mm dia<sup>-1</sup>);

S<sub>l</sub> – espaçamento entre laterais (m);

S<sub>g</sub> – espaçamento entre gotejadores (m);

E<sub>i</sub> – eficiência de irrigação (%);

V<sub>g</sub> – vazão de gotejadores (L h<sup>-1</sup>).

O cálculo da lâmina total de irrigação, como recomendando por Cunha (2011), foi a partir do método proposto por Snyder (1992), em que é dada a evaporação ( $K_p$ ) pela seguinte equação:

$$K_p = 0,482 + 0,024 \ln(B) - 0,000376 * V + 0,0045 * UR \quad (\text{Equação 2})$$

Em que,

$K_p$  – coeficiente de tanque;

$B$  – bordadura da área de vegetação em torno do tanque (m);

$V$  – velocidade do vento a 2 m de altura (km dia-1);

$UR$  – média da umidade relativa (%).

Os valores do  $K_c$  utilizados foram de acordo com a FAO 56 (1998), que recomenda 0,80 no início do ciclo, 1 na metade e 0,95 no final.

Foram avaliados comprimento de bulbo (C.B.), diâmetro de bulbo (D.B.), fitomassa verde do bulbo (F.M.V.B), fitomassa seca do bulbo (F.M.S.B), números de folhas (N.F.), fitomassa verde das folhas (F.M.V.F), fitomassa seca das folhas (F.M.S.F) e a eficiência do uso da água.

Os dados coletados foram submetidos aos testes de normalidade de Anderson-Darling e de homogeneidade das variâncias, de Bartlett. Em seguida, aplicou-se a análise de variância (teste F), a 1 e 5% de probabilidade (Banzatto & Kronka, 2006), com uso do SigmaStat e Minitab.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

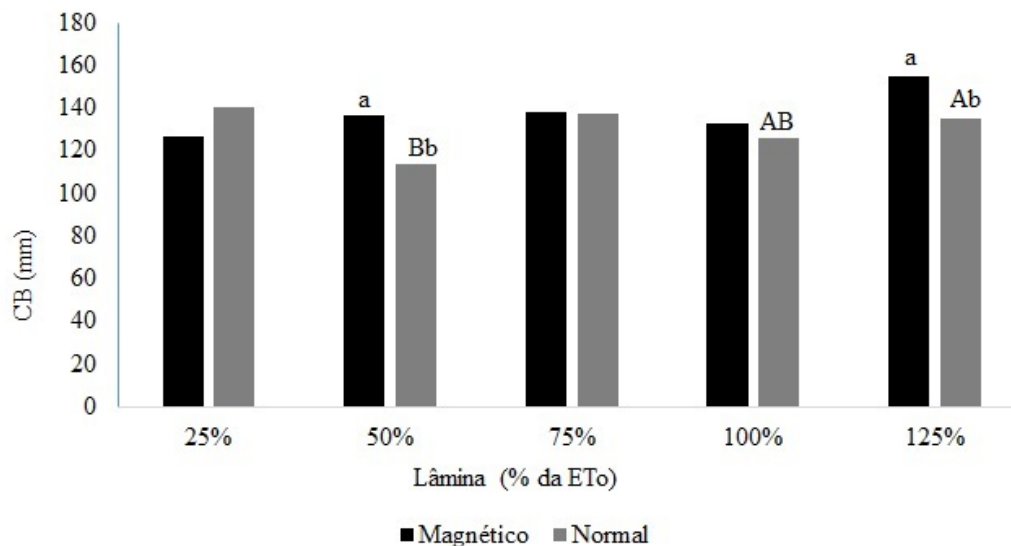
A produção de cenoura foi influenciada pelo tipo de água e pelas variações de reposição das lâminas de irrigação e apresentaram interações entre os fatores, para as variáveis: comprimento de bulbo (C.B.), diâmetro de bulbo (D.B.), fitomassa verde do bulbo (F.M.V.B), fitomassa seca do bulbo (F.M.S.B), números de folhas (N.F.), fitomassa verde das folhas (F.M.V.F) e fitomassa seca das folhas (F.M.S.F), que pode ser verificado através da tabela da análise de variância (Tabela 2).

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para o comprimento de bulbo, diâmetro de bulbo e fitomassa verde do bulbo, submetidos a diferentes tipos de água e lâminas de irrigação. **Summary analysis of variance for the bulb length, bulb diameter of the bulb and green matter, subjected to different types of water and irrigation.**

Causas de Variação	Q.M.				
	GL	C.B.	D.B.	F.M.V.B.	F.M.S.B.
Água	1	837,8*	106,57 <sup>ns</sup>	96,9 <sup>ns</sup>	19,93*
Lâmina	4	3106,6*	1773,93*	7051,64*	28,03*
Água*Lâmina	4	1000,3*	170,94*	285,45*	19,66*
DMS		3,39	10,29	3,69	1,97

<sup>ns</sup>: não significativo ( $P > 0,05$ ); \*: significativo ( $P < 0,05$ ); D.M.S.: diferença mínima significativa.

O comprimento do bulbo da cenoura não apresentou efeito significativo quando submetido a diferentes taxas de reposição de irrigação com água tratada magneticamente. Já para as lâminas irrigadas com água normal, houve um incremento em função das lâminas de irrigação (Figura 1).



**Figura 1.** Comprimento do bulbo da cenoura submetido a diferentes lâminas de irrigação e tipos de água. **Length bulb carrot subjected to different irrigation and water types.**

Na irrigação utilizando água normal, verificou que o maior incremento ocorreu com a lâmina de reposição de 125% da ETC, sendo que o menor incremento ocorreu na lâmina de 50% da ETC, assim acarretando aumento de 18%.

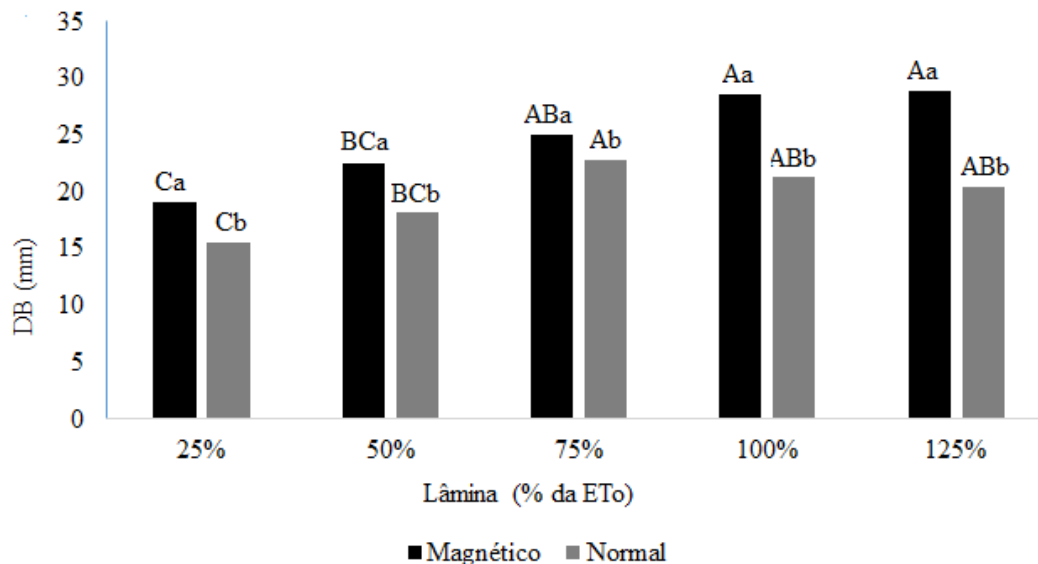
Ao analisar o tipo de água adotado na irrigação observou, que as lâminas de reposição de 50 e 125 % da ETC de irrigação apresentaram maior incremento, quando irrigadas com água tratada magneticamente diferenciaram significativamente, sendo que, o aumento foi de 22% e 14%, respectivamente.

De forma geral, a disponibilidade de água no solo não provocou grandes reduções no comprimento do bulbo da cenoura. Porém, Lima Junior, et al. (2012) observaram que a tensão no solo interferiu significativamente nos resultados da cultura da cenoura, sendo que a faixa ideal encontrada foi de -15kPa.

Para Da Silva et al. (2011), o comprimento da cenoura apresentou um incremento positivo em função do aumento das lâminas de irrigação, sendo que o máximo comprimento foi atingido com a lâminas de reposição de 180% da ETC.

A irrigação utilizando água tratada magneticamente, vem apresentando resultados no aumento da produtividade e qualidade dos produtos. Putti et al. (2013), observou que para o desenvolvimento inicial da alface houve um maior incremento do comprimento de raiz. A utilização da água tratada magneticamente na irrigação apresentou um efeito positivo no comprimento de raiz do tomate (SELEM e EI-NADY 2011).

O diâmetro de bulbo irrigado com diferentes taxas de reposição de irrigação e tipos águas, apresentaram efeitos significativos. Ocorrendo um incremento positivo em função das lâminas de reposição (Figura 2).



**Figura 2.** Diâmetro de bulbo da cenoura submetido a diferentes lâminas de reposição de irrigação e tipos de água. **Diameter of bulb carrot under different replacement blades and irrigation water types.**

Nos tratamentos que foram irrigados com água convencional pode-se verificar que houve um incremento até taxa de reposição de 75% da ETC, sendo que nas demais ocorreu uma redução, diferenciando significativamente. Assim, houve um aumento de 47% quando comparado com a lâmina de 25% da ETC, a qual apresentou o menor diâmetro.

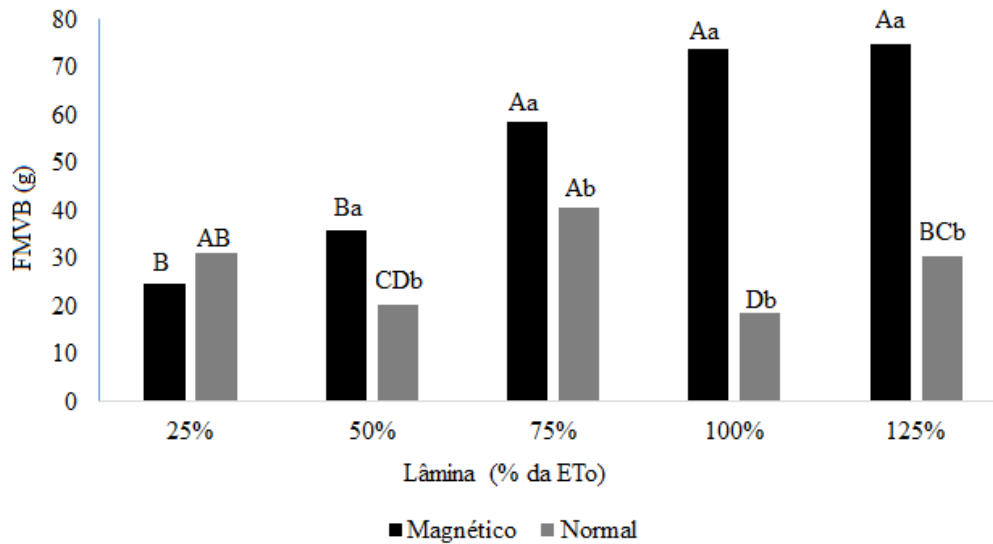
A utilização da água tratada magneticamente na irrigação, permitiu verificar um incremento positivo do diâmetro até a lâmina de 100% da ETO, diferenciando significativamente das demais. Sendo que, para lâmina de 25% da ETO houve o menor desenvolvimento, o que acarretou em redução de 66%.

Ao analisar o efeito do tipo de água em cada lâmina de irrigação, observou-se que todos os tratamentos irrigados com água tratada magneticamente apresentaram maior diâmetro de bulbo, observando um aumento de 23%; 22%; 12%; 34%; 41%, respectivamente para as lâminas de 25%, 50%, 75%, 100%, 125% da ETC.

Shibairo et al. (2000) observaram que ao submeter a cenoura a diferentes potenciais de água no solo ocorre um efeito significativo nos menores potenciais, acarretando uma redução no diâmetro.

De acordo com Souza et al. (2011), o déficit hídrico causa redução no diâmetro do bulbo da cenoura. Deste modo levando a redução da produtividade.

A fitomassa verde do bulbo de cenoura apresentou um incremento quando irrigado com água magnética, assim como no aumento da taxa de reposição de água (Figura 3).



**Figura 3.** Fitomassa verde do bulbo de cenoura irrigação com diferentes lâminas de irrigação e tipos de água. **Green matter bulb carrot irrigation with different irrigation and water types.**

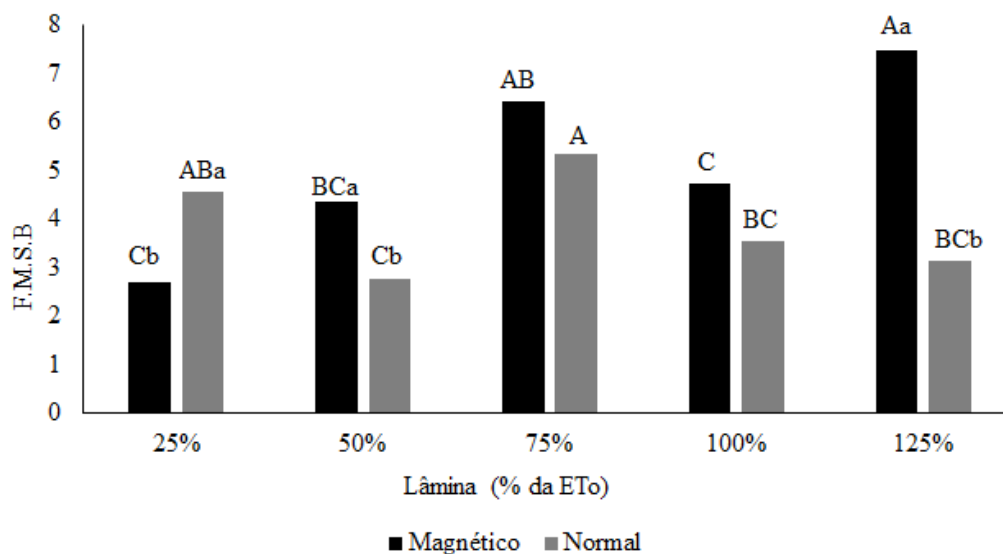
As diferentes lâminas de reposição influenciaram significativamente a fitomassa verde do bulbo. Nas lâminas de reposição com água convencional observou que para a taxa de reposição de 75% da ETo ocorreu o maior acúmulo de fitomassa, sendo a menor foi verificada com a taxa de reposição de 100% da ETo, resultando em uma redução de 50%.

Para os tratamentos que foram irrigados com água tratada magneticamente, notou que houve um incremento em função do aumento das lâminas de irrigação. Apenas o tratamento de reposição de 25% da ETo não apresentou diferença significativa, quando comprado o tipo de água adotado na irrigação.

Deste modo, verificou que os demais tratamentos apresentaram efeito significativo. Sendo que este aumento foi de 15%, 44%, 487% e 245%, respectivamente para as lâminas de 50%, 75%, 100% e 125% da ETo.

A produtividade da cenoura submetido a diferentes tensões no solo, apresentou efeito negativo em função do aumento da tensão (LIMA JUNIOR et al., 2012).

A fitomassa seca do bulbo apresentou efeito significativo em funções das lâminas de irrigação e dos tipos de água adotado (Figura 4).



**Figura 4.** Fitomassa seca do bulbo de cenoura submetida a irrigação com diferentes lâminas de irrigação e tipos de água. **Biomass dry bulb carrot subjected to irrigation with different irrigation and water types.**

Os tratamentos que foram submetidos a irrigação utilizando água tratada magneticamente, observou um incremento em função do aumento da taxa de reposição. Assim, a lâmina de 125% da ETc apresentou o maior acúmulo, sendo que para a lâmina de 25% da ETc sofreu o menor acúmulo, acarretando em uma redução de 64%.

Adotando a água convencional, verificou que ocorreu o maior acúmulo com a lâmina de 75% da ETc. Porém, devido ao déficit hídrico a lâmina de reposição de 25% da ETc apresentou o menor acúmulo, deste modo resultando na redução de 15%.

Ao analisar o efeito do tipo de água nota-se que, houve um maior incremento nas lâminas de 50 e 125% da ETc, quando irrigado com água tratada magneticamente. Sendo assim, acarretou em aumento de 60% e 32%, respectivamente.

## CONCLUSÕES:

A utilização da água tratada magneticamente para cultura da cenoura apresentou resultados de produção superiores ao irrigado com água convencional. Demonstrando que o efeito do magnetismo na água ocasiona alterações que favorecem o desenvolvimento da cultura da cenoura.

De forma geral, a cultura respondeu positivamente ao efeito da água tratada magneticamente. Pode-se observar que a lâmina de 100% da ETc irrigada com água magnética, apresentou o melhores resultados.

## REFERÊNCIAS

Da SILVA, V. J., TEODORO, R. E. F., PAULA CARVALHO, H., MARTINS, A. D., & LUZ, J. M. Q. Response of the application of carrot different irrigation. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 6, 2011.

GREWAL, H.S. & MAHESHWARI, B. L. Magnetic Treatment of Irrigation Water and Snow Pea and Chickpea Seeds Enhances Early Growth and Nutrient Contents of Seedlings. **Bioelectromagnetics**, v.32, p.58-65,2011.

JUNIOR, J. A. L., PEREIRA, G. M., GEISENHOFF, L. O., Da SILVA, W. G., BOAS, R. C. V., & de SOUZA, R. J. Desempenho de cultivares de cenoura em função da água no solo. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 16, n. 5, p. 514-520, 2012.

MAHESHWARI, B. L. & GREWAL, H.S. Magnetic treatment of irrigation water: Its effects on vegetable crop yield and water productivity. **Agricultural Water Management** v.96, p. 1229–1236, 2009.

MOHAMED, A.I. Effects of Magnetized Low Quality Water on Some Soil Properties and Plant Growth. **International Journal of Research in Chemistry and Environment**. v.3, n.2, p. 140-147, 2013.

NASHER, S. H. The Effect of Magnetic Water on Growth of Chick-Pea Seeds. **Eng. & Tech.** v. 26, n.9, 2008

NIMMI,V. & MADHU,G. Effect of pre-sowing treatment with permanent magnetic field on germination and growth of chilli (*Capsicum annum*. L.).**Int. Agrophysics**, v.23, p.195-198, 2009.

PUTTI, F. F., GABRIEL FILHO, L.R.A., A. E.KLAR, CREMASCO, C.P.; Ludwig, R.; Silva Junior, J. F. Desenvolvimento Inicial da Alface (*Lactuca sativa* L.) Irrigada com Água



Magnetizada. **Cultivando o Saber**. v.6, n.3, p.83-90, 2013.

SELIM, A.F.H.; EL-NADY, M.F. Physio-anatomical responses of drought stressed tomato plants to magnetic field. **Acta Astronautica**, v.69, p. 387-396. jul-ago, 2011.

SHIBAIRO, S. I.; UPADHYAYA, M. K.; TOIVONEN, P. M.A.; Changes in water potential, osmotic potential, and tissue electrolyte leakage during mass loss in carrots stored under different conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 95 p.13–21, 2002.

SOUZA, A. De; GARCÍA, D.; SUEIRO, L.; LICEA L.; PORRAS, E. Pre-sowing magnetic treatment of tomato seeds: effects on the growth and yield of plants cultivated late in the season. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 3, n.1, 113-122, 2005.

SOUZA, E. R. de; MONTENEGRO, A. A. de A., MONTENEGRO, S. M. G.; MATOS, J..A. de. Temporal stability of soil moisture in irrigated carrot crops in Northeast Brazil. **Agricultural Water Management**. v. 99, p.26– 32, 2011.

YUAN, B.Z. SUN, J.; KANG, Y.; NISHIYAMA. Response of cucumber to drip irrigation water under a rainshelter. **Agricultural Water Management** v. 81, p.145–158, 2006.

ZHOU, K. X. ; LU, G. W.; ZHOU, Q. C. ; SONG, J. H. ; JIANG, S. T.; XIA, H. R. Monte Carlo simulation of liquid water in a magnetic field. **Journal of Applied Physics**, v. 89 p.1802-1805, 2000.