

RESPOSTA DA CULTURA DO RABANETE IRRIGADO COM ÁGUA TRATADA MAGNETICAMENTE E CONVENCIONAL

**CAMILA PIRES CREMASCO¹, LUÍS ROBERTO ALMEIDA GABRIEL FILHO²;
FERNANDO FERRARI PUTTI³, RAFAEL LUDWIG⁴, JOSUÉ FERREIRA DA SILVA
JUNIOR⁵**

¹Licenciada em Matemática, Doutora em Agronomia/Energia na Agricultura, Professor Assistente Doutor, UNESP, Tupã - SP, e Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu - SP. Fone: (0XX14) 3404-4200, camila@tupa.unesp.br.

²Licenciado em Matemática, Doutor em Agronomia/Energia na Agricultura, Professor Assistente Doutor, UNESP, Tupã - SP, e Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu - SP. Fone: (0XX14) 3404-4200, gabrielfilho@tupa.unesp.br.

³Mestre em Agronomia/Irrigação, Professor Substituto UNESP, Tupã - SP. Fone: (0XX14) 3404-4200, fernandoputti@tupa.unesp.br.

⁴ Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutorando em Agronomia (Irrigação e Drenagem), UNESP-FCA-BOTUCATU - Univ Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho- Botucatu (Rua Doutor José Barbosa de Barros, 1780 - CEP 18610-307, Botucatu - SP)

⁵ Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutorando em Agronomia (Irrigação e Drenagem), UNESP-FCA-BOTUCATU - Univ Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho- Botucatu (Rua Doutor José Barbosa de Barros, 1780 - CEP 18610-307, Botucatu - SP)

Apresentado no

XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015
13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro- SP, Brasil

RESUMO: A agricultura utiliza em torno de 70% do consumo mundial de água. Pesquisas que otimizem ou busquem formas de reduzir o volume de água, aplicado principalmente na irrigação. O objetivo do trabalho foi analisar os efeitos da água tratada magneticamente na irrigação, em comparação à água utilizada convencionalmente, para a cultura do rabanete. 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 adotados 2 tipos de água (magnético e convencional), e 5 lâminas de reposição (25%, 50%, 75%, 100% e 125% da Evapotranspiração). Para fitomassa verde do bulbo, houve um incremento para as lâminas irrigadas com água magnética, se diferenciando estatisticamente. E para o comprimento e diâmetro de bulbo irrigado com água tratada magneticamente, verificou-se efeito positivo apenas nas lâminas reposição de 100% e 125% da ETo. Deste modo observase que a água tratada magneticamente é uma forma de tratamento que pode alavancar a produção de alimentos.

PALAVRAS-CHAVE: Produtividade, alimentos, água magnetizada, Inovação tecnológica.

RESPONSE IRRIGATED RADISH CULTURE WITH TREATED WATER AND MAGNETICALLY CONVENTIONAL

ABSTRACT: Agriculture uses about 70% of world consumption water. Research que optimize or seek ways to collect the volume of water, applied mainly in irrigation. The labour objective was to analyze os water effects magnetically treated in irrigation, compared to the water used conventionally, paragraph a radish culture. The work was conducted in nitrossolo red and house and vegetation, not a randomized block design, with 10 repetitions. The 2x5 factorial scheme was held in que were adopted two water types (magnetic and conventional), and 5 blades replacement (25%, 50%, 75%, 100% and 125% evapotranspiration). For green bulb biomass, there was an increase hum paragraph as irrigated slides with magnetic water, differing

statistically. And the length and diameter bulb irrigated with water treated magnetically, there was positive effect only the replacement blades of 100% and 125% of eto. This mode is observed for water que treated magnetically and a form of treatment que can leverage food production.

KEYWORDS: Productivity, food, magnetized water, Technological innovation .

INTRODUÇÃO

A agricultura vem sofrendo fortes impactos com as estiagens, mudanças climáticas e pragas, que conseqüentemente vem causando a redução da oferta de alimentos. E além desse fato, o aumento da renda dos consumidores e da população fazem com que busquem mais alimentos e com qualidade superior.

Devido a estes fatos o consumo de água voltado para a irrigação vem apresentando um aumento excessivo para suprir a necessidade hídrica, causado pela escassez de chuva.

A irrigação vem sendo amplamente utilizada para suprir a necessidade hídrica das plantas, pois quando realizada de maneira correta apresenta diversas vantagens, desde aumento de produção, até a melhora da qualidade dos alimentos. Mesmo com os custos de instalação e manutenção a irrigação se torna uma tecnologia atrativa economicamente (FINGER et al. 2011).

Porém, a irrigação se não for realizada de forma correta pode acarretar prejuízo na produção. Assim, pesquisas são realizadas buscando as melhores taxa de reposição para determinar o volume de água a ser irrigado. Desta forma, prezando a sustentabilidade do uso da água e o seu uso racional (PAREDES et al., 2014; RODRIGUES et al. 2013; El-GAFY et al. 2014).

O déficit hídrico pode ocasionar redução na produção. Assim, deve se atentar ao cultivo da cultura do rabanete (*Raphanus sativus*) pertencente à família das Brassicaceae, a qual é considerada sensível ao déficit hídrico (BREGONCI et al., 2008).

Assim sendo, buscam-se tecnologias que retenham a umidade no solo, assim disponibilizando mais água as plantas. Pesquisas estão sendo desenvolvidas utilizando o tratamento magnético na água para verificar tais resultados. Deste modo, foi verificado que ocorrem alterações na água tais como a adsorção de água em superfícies (OZEKI et al., 1996), cristalização e precipitação de sais (KATSUKI et al., 1996 e KRONENBERG, 1985), solubilidade de alguns minerais (HASSON et al., 1985; HERZOG et al., 1989; BOGATIN et al., 1999; GEHR et al., 1995) e tensão superficial (JOSHI et al., 1966).

Afim de analisar tais efeitos observado na água, Mostafazadeh-Fard et al. (2011), Noran et al. (1995), Lin e Yovat, (1990), observaram que água destinada a irrigação previamente magnetizada sofreu as alterações acima citadas. Tais alterações provocaram aumento da umidade do solo, que conseqüentemente alterou a frequência de irrigação e o volume gasto de água.

Pesquisas demonstraram que as culturas do grão de bico (NASHER, 2008), pimentão (NIMMI e MADHU, 2009), alface (PUTTI et al., 2013; PUTTI, 2014), ervilha e aipo (GREWAL e MAHESHWARI, 2011) e tomate (SELIM e El NADY, 2011; SOUZA et al., 2011), apresentaram aumento em sua produção, assim como na qualidade do produto.

A partir do levantamento da hipótese de que o tratamento magnético da água pode aumentar a produtividade, realizou-se o presente estudo para verificar se a cultura do rabanete apresenta alterações quando irrigada com água tratada magneticamente.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado durante os meses de setembro a novembro de 2013, em um ambiente protegido situada no Departamento de Engenharia Rural da UNESP, Faculdade Ciências Agronômicas, 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 Húmido).

Os parâmetros climáticos foram registrados por uma estação meteorológica automática. Os detalhes climáticos ao longo do experimento podem ser observados na Tabela 1.

TABELA 1. Parâmetros climáticos coletados durante a relação do experimento. **Climatic parameters collected during the relationship the experiment.**

Parâmetros		Ciclo-1	Ciclo-2
Temperatura(°C)	Mínima	14±3,19	16,99±2,18
	Máxima	28,98±4,90	32,38±4,74
	Média	21,49±3,02	24,69±9,17
Umidade (%)	Mínima	32,02±17,30	29,19±12,58
	Máxima	79,14±11,33	74,77±10,76
	Média	55,5±13,09	51,98±9,17
Evaporação (mm)		114,2	135,2

O solo da casa de vegetação foi classificado de acordo com Carvalho et al. 2000 como Nitossolo Vermelho Distrófico Latossólico, apresentando moderada estrutura média/argilosa.

O solo utilizado apresentava seguintes características químicas: pH (CaCl₂) = 5,9; M.O. = 24 g dm⁻³; P (resina) = 191 mg dm⁻³; K = 4,8 mmolc dm⁻³; Ca = 68 mmolc dm⁻³; Mg = 25 mmolc dm⁻³; H+Al= 17 mmolc dm⁻³; SB = 67 mmolc dm⁻³; B=0,51 mmolc dm⁻³; Cu = 4,8 mmolc dm⁻³; Fe = 20 mmolc dm⁻³; Mn = 10,10 mmolc dm⁻³; Zn = 8 mmolc dm⁻³; CTC= 114 mmolc dm⁻³; V = 85%.

O solo foi preparado utilizando um trator, com uma enxada rotativa que revolveu uma camada superficial de aproximadamente 30 cm, depois delimitou-se os canteiros que foram levantados com enxada. Os combates de plantas daninhas foram realizados manualmente quando necessário.

A semeadura foi efetuada diretamente no solo, sendo que o desbaste ocorreu aos 14 dias após a semeadura (DAS). O espaçamento adotado foi de 25 cm × 5 cm. As parcelas experimentais mediam 1,2m de largura por 3m de comprimento, totalizando 3,6m², com 4 linhas de plantio. As plantas das linhas laterais foram desconsiderada para avaliação, efeito bordadura, deste modo apenas as plantas localizadas nas linhas centrais foram consideradas.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com dez tratamentos em esquema fatorial 5 x 2 e dez repetições, sendo a repetição a planta. Os tratamentos foram constituídos das lâminas de irrigação correspondente a reposição de 25%, 50%, 75% 100% e 125% da evaporação da cultura (ETc) e duas fontes de água, sendo uma convencional e outra tratada magneticamente.

Para a magnetização da água foi utilizado o equipamento Sylocymol Rural da empresa Timol. Assim no experimento foi implantado dois sistemas independentes de irrigação por gotejamento, a qual foi constituído de uma linha principal e as fitas gotejadoras eram inseridas diretamente, 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 1,47 L h⁻¹, quando submetido a uma pressão de 10 m.c.a.

A irrigação e a leitura do tanque classe A foram realizadas diariamente às 8 h, sendo possível determinar o tempo de irrigação, utilizando-se a seguinte equação:

$$Ti = 6000 \cdot \frac{Kc \cdot Kp \cdot Eca \cdot Sl \cdot Sg \cdot TR}{Ei \cdot Vg} \quad (1)$$

em que Ti é o tempo de irrigação, Kc é o coeficiente de cultura, Kp é o coeficiente de tanque, Eca é a evaporação do tanque “Classe A” (mm.dia^{-1}), Sl é o espaçamento entre laterais (m); Sg é o espaçamento entre gotejadores (m), Tr é o turno de irrigação, Ei é a eficiência de irrigação (%) e Vg é a vazão de gotejadores (L.h^{-1}).

O cálculo da lâmina total de irrigação a ser aplicada foi feita a partir do método proposto por Snyder (1992), deve-se ressaltar que foi desconsiderado o vento dentro da casa vegetação, em que é dado o coeficiente do tanque (Kp) pela seguinte equação:

$$Kp = 0,0482 + 0,024 \ln(B) - 0,00376 \cdot V + 0,0045 \cdot UR, \quad (2)$$

em que Kp é o coeficiente de tanque, B é a bordadura da área de vegetação em torno do tanque (m), V é a velocidade do vento a 2 m de altura (m.s^{-1}) e UR é a média da umidade relativa (%).

Os valores do Kc utilizados foram de acordo com a FAO 56 (1998), em que usa-se 0,6 no início, 1,15 na meia estação e 0,8 no final.

As variáveis analisadas foram o número de folhas, fitomassa verde (FVA) e seca (FSA) da parte aérea, fitomassa verde (FVR) e seca da raiz (FSR), comprimento de raiz (CR), diâmetro (DB), comprimento do bulbo (CB), fitomassa verde (FVB) e seca (FSB) do bulbo.

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, com uso do Sigmastat e Minitab (BANZATTO e KRONKA, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variações dos tipos de água, assim como das taxas de reposição apresentam efeito significativo para a cultura do rabanete. Deste modo, a Tabela 2 apresenta o resumo da análise de variância para os dois ciclos realizados.

TABELA 2. Resumo da análise de variância do Número de folhas (N.F.), Fitomassa Verde da Parte Aérea (F.P.V.A.), Fitomassa Seca da Parte Aérea Aérea (F.P.S.A.), para os dois ciclos. **Summary of leaves Number of analysis of variance (N. L.), Phytomass Green Air Part (P.G.A.P.), Phytomass Dry Air Air Part (P.D.A. P.) for two cycles.**

Causas de Variações	G.L.	Q.M.					
		1º Ciclo			2º Ciclo		
		N.F.	F.V.A.	F.S.A.	N.F.	F.V.A.	F.S.A.
Água	1	30,25*	5228,07*	10,27*	10,89*	1266,94*	1,82*
Lâmina	4	2,53 ^{ns}	881,97 ^{ns}	0,89 ^{ns}	4,675*	175,02*	0,98*
Água x Lâmina	4	0,77 ^{ns}	675,86 ^{ns}	4,07*	6,165*	595,42*	1,57*
C.V. (%)		15,64	35,23	40,94	20,79	49,17	50,11

Legenda. L.=Graus de liberdade; Q.M.= quadrados médios. C.V. = Coeficiente de Variação. (*) Significativo ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste F, Número de folhas (N.F.), Fitomassa Verde da Parte Aérea (F.P.V.A.), Fitomassa Seca da Parte Aérea Aérea (F.P.S.A.).

Na avaliação de ambos os ciclos se verificou que para as variáveis analisadas as taxas de reposição de 100% e 125% apresentaram maior desenvolvimento quando submetido a irrigação utilizando água tratada magneticamente (TABELA 2).

TABELA 2. Média do Número de folhas (N.F.), Fitomassa Verde da Parte Aérea (F.P.V.A.), Fitomassa Seca da Parte Aérea (F.P.S.A.), para os dois ciclos. **Average number of leaves (N.L.), Phytomass Green Air Part (P.G.A.P.), Phytomass Dry Air Part (P.D.A.P.) for two cycles.**

Ciclo -1	N.F		F.V.A.		F.S.A	
	Mag	Conv	Mag	Conv	Mag	Conv
25%	8a	6,9b			2,26	2,65A
50%	7,7	6,9			2,33	2,19AB
75%	7,3	6,6	34,85a	20,39b	2,39	2,07Ab
100%	7,3a	6,1b			2,7a	1,40BCb
125%	7,5a	5,8b			2,82a	0,99Cb
	D.M.S.	0,864	158,95		0,46	
Ciclo -2	Mag	Conv	Mag	Conv	Mag	Conv
25%	8	6,9A	13,18B	12,68B	0,95B	1,03B
50%	7,7	6,9A	18,32B	18,09A	1,37AB	1,05B
75%	7,3	6,6AB	18,77B	19,01A	1,14AB	1,63A
100%	7,3	6,1AB	19,32Ba	7,52BCb	1,16ABa	0,73Bb
125%	7,5a	5,8Bb	30,17Aa	15,88Cb	1,72Aa	0,55Bb
	D.M.S.	1,909	22,69		0,11	

Para cada ciclo, as médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste t.

No 1º ciclo, para o número de folha foi verificado que a água tratada magneticamente influenciou significativamente as taxas de reposição de 25%, 100% e 125%, apresentando maior N.F., sendo que o aumento foi de 16%, 20% e 30%, respectivamente. Já para o 2º ciclo, verificou-se que apenas a taxa de reposição de 125% da ETc apresentou diferença significativa quando irrigado com água tratada magneticamente, assim o aumento foi 30%.

O aumento no número de folhas foi verificado também por Putti et al. (2013) para a cultura da alface, e por Mohamed (2013) para o tomateiro. O fato no número de folhas ter aumentado, é possivelmente oriundo do aumento da umidade do solo, assim disponibilizando mais água e nutrientes, que levaram ao maior desenvolvimento da planta.

Na análise de fitomassa verde aérea para o 1º ciclo, observou que não houve efeito significativo para a variação da taxa de reposição. Porém, quando submetido a irrigação com água tratada magneticamente houve um incremento de 71% quando compara ao tipo de água convencional. No 2º ciclo, verificou-se que as taxas de reposição de 100% e 125% da ETc apresentaram efeito significativo quando irrigado com água tratada magneticamente. Assim houve um incremento de 156% e 90% respectivamente.

Grewal e Maheshwari (2011), verificaram que para a cultura da pimenta e Maheshwari e Grewal (2009) para a cultura da ervilha que a irrigação utilizando água tratada magneticamente, apresentou um incremento para a fitomassa verde, devido ao aumento no número de folhas da planta.

A fitomassa seca aérea para ambos os ciclos apresentaram um incremento significativo quando submetido a irrigação utilizando água tratada magneticamente. Assim, o aumento foi

verificado para as taxas de reposição de 100% e 125% da ETC, sendo que no 1º ciclo foi de 92% e 212% e no 2º ciclo de 58% e 212%, respectivamente.

Para a cultura do tomate, Mohamed (2013) verificou que houve um maior incremento na fitomassa seca para o tratamento irrigado com água tratada magneticamente, assim como para a cultura da pimenta (GREWAL e MAHESHWARI, 2011) e do grão de bico e da ervilha (MAHESHWARI e GREWAL, 2009).

O tipo de água assim como a taxa de reposição de irrigação apresentou efeito significativo para a cultura do rabanete, de acordo com a Tabela 3.

TABELA 3. Resumo da análise de variância do comprimento de raiz (CR), fitomassa verde da raiz (FVR), fitomassa seca da raiz (F.S.R.). **Summary of the analysis of variance of the root length (R. L.), green root biomass (G. R. B.), dry mass of the root (D.M. R.).**

Causas de Variações	G.L.	Q.M.					
		1º Ciclo			2º Ciclo		
		C.R	F.V.R	F.S.R	C.R	F.V.R	F.S.R
Água	1	28,19 ^{ns}	0,677*	0 ^{ns}	5,66 ^{ns}	0,0979*	0,002 ^{ns}
Lâmina	4	96,10*	0,357*	0,004*	8,86 ^{ns}	0,0357*	0,001 ^{ns}
Água x Lâmina	4	92,24*	0,586*	0,005*	29,23 ^{ns}	0,0696*	0,0276*
C.V.(%)		25,94	35,83	50,26	31,63	38,71	51,84

Legenda. L.=Graus de liberdade; Q.M.= quadrados médios. C.V. = Coeficiente de Variação. (*) Significativo ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste F, comprimento de raiz (CR), fitomassa verde da raiz (FVR), fitomassa seca da raiz (F.S.R.).

Para a cultura do rabanete quando submetido a irrigação que utilizou água tratada magneticamente, verificou-se que houve um incremento para o comprimento de raiz, fitomassa verde e seca de raiz (Tabela 4).

TABELA 4. Média do Comprimento de raiz (C.R.), Fitomassa Verde da Raiz (F.V.R.), Fitomassa Seca da Raiz (F.S.R.), para os dois ciclos. **Average root length (R.L.), Green Phytomass Root (G.P.R.), Phytomass length Root (P.S.R.) for two cycles.**

Ciclo -1	C.R.		F.V.R.		F.S.R	
	Mag	Conv	Mag	Conv	Mag	Normal
25%	7,9Bb	9,75Ba	1,03	0,51C	0,092	0,12A
50%	11,50Aa	9,05Bb	0,85	0,81BC	0,103	0,12A
75%	9,5ABb	13,15Aa	1,09a	0,83BCb	0,935	0,105A
100%	8,25Bb	10,30ABa	1,18a	0,97ABb	0,094	0,097AB
125%	8,94AB	8,85B	1,29ab	1,08Ab	0,098a	0,04Bb
DMS	3,46		0,0843		0,001	
Ciclo -2	Mag	Conv	Mag	Conv	Mag	Conv
25%	9,55a	6,9BCb	0,41ABa	0,29ABb	0,065AB	0,044
50%	8,8a	6,25Bb	0,41AB	0,45 ^a	0,077AB	0,074
75%	6,9b	9,27ABa	0,34AB	0,35AB	0,042B	0,063
100%	9,75	8,35ABC	0,315B	0,33AB	0,061AB	0,056
125%	8,15	10A	0,50Aa	0,26Ab	0,088Aa	0,047b
DMS	6,27		0,0167		0,009	

Para cada ciclo, as médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste t, Comprimento de raiz (C.R.), Fitomassa Verde da Raiz (F.V.R.), Fitomassa Seca da Raiz (F.S.R.),

Ao analisar o comprimento de raiz no 1º ciclo, verificou-se que houve um incremento para as taxas de reposição, as quais foram irrigadas com água convencional, sendo que o aumento foi de 25% e 38% para as lâminas de 75% e 100% da ETc. Já para a lâmina de 50% da ETc verificou um aumento de 27% quando irrigado com água tratada magneticamente.

No 2º ciclo, verificou-se que houve um incremento para as taxas de reposições quando irrigadas com água tratada magneticamente de 25% e 50%, assim apresentando um aumento de 38% e 40%, respectivamente.

A fitomassa verde de raiz no 1º ciclo, submetida a irrigação utilizando água tratada magneticamente apresentou um aumento para as taxas de reposição 75%, 100% e 125% da ETc, sendo que os incrementos foram de 31%, 22% e 20%. Porém, para o 2º ciclo, apenas as lâminas de 25% e 125% apresentaram aumento quando irrigado com água tratada magneticamente, sendo que foram de 42% e 92%, respectivamente.

Mohamed (2013) verificou que tanto para o comprimento quanto a peso verde de raiz para a cultura do tomate apresentaram os maiores desenvolvimento quando irrigado com água tratada magneticamente, assim como para a cultura da pimenta (GREWAL e MAHESHWARI, 2011) e do grão de bico e da ervilha (MAHESHWARI e GREWAL, 2009).

O diâmetro de bulbo, para o 1º ciclo, apresentou um incremento significativo quando submetido irrigação com água tratada magneticamente. Sendo que para as lâminas de 25% e 125%, da ETc o aumento foi de 70% e 22%, respectivamente. Porém no 2º ciclo, verificou-se que apenas as lâminas de 100% da ETc apresentou diferença significativa, sendo que o incremento foi de 22%.

No 1º ciclo, o comprimento de bulbo quando submetida a irrigação utilizando água convencional, apresentou maior incremento, sendo que este fato foi verificado apenas na lâminas de 125% da ETc, em que o aumento foi de 33%. Já para o 2º ciclo, verificou efeito contrário, em que o aumento foi de 104% observado na taxa de reposição de 125% da ETc irrigado com água tratada magneticamente.

Para as taxas de reposição de 75%, 100% e 125% da ETc apresentaram maior peso de fitomassa verde área quando submetido a irrigação utilizando água tratada magneticamente, sendo que este aumento foi 57%, 183% e 100%, respectivamente. Assim, para o 2º ciclo verificou resultados semelhantes, sendo que as de 100% e 125% da ETC tiveram um aumento significativo, o qual foi de 40% e 119%.

Já para o acúmulo de fitomassa seca do bulbo, verificou-se que no 1º ciclo apenas a lâmina 50% da ETc não diferiu estatisticamente. As demais lâminas quando submetida a irrigação com água tratada magneticamente apresentaram maior acúmulo. Assim, as taxas de reposição de 25%, 50%, 100% e 125% da ETc apresentaram aumento de 46%, 78%, 118% e 100%, respectivamente. Porém, no 2º ciclo, apenas a lâminas de 125% apresentou aumento quando irrigado com água tratada magneticamente, sendo que o aumento foi de 135%.

Nas variáveis relacionadas a produtividade, há aumento da produtividade, e da qualidade do produto (MAHESHWARI e GREWAL, 2009). Assim, Putti (2014) verificou para a cultura da alface verificou que ocorreu amento significativo na fitomassa verde da parte aérea, sendo que foi de 66%, sendo este efeito observado em dois ciclos.

Maheshwari e Grewal (2009), verificaram aumento do peso verde das ervilhas, assim como o aumento no número de frutos. Para a produtividade do grão de bico, ocorreu um aumento considerável para os tratamentos irrigados com água tratada magneticamente (MAHESHWARI e GREWAL, 2009).

Mohamed (2013) verificou incremento na produtividade de tomate e no números de frutos produzidos por hectare.

CONCLUSÕES

A irrigação utilizando água tratada magneticamente proporcionou aumento significativo comparado com a irrigação sem tratamento magnético. A taxa de reposição de 100% da ETc, apresentou os melhores desenvolvidos quando irrigado com água tratada magneticamente, sendo o efeito observado em ambos os ciclos.

AGRADECIMENTOS

A CAPES pela bolsa de Doutorado concedida e o Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Irrigação e Drenagem.

REFERÊNCIAS

- BOGATIN, J.; BONDARENKO, N.P.; GAK, E.Z.; ROKHINSON, E.F.; ANANYEV, I.P. Magnetic treatment of irrigation water experimental results and application conditions. **Environmental Science and Technology**, v.33, p.1280-1285, 1999.
- BREGONCI, I. DOS S.; ALMEIDA, G. D. DE; BRUM, V. J.; ZINI JÚNIOR, A.; REIS, E. F. dos. Desenvolvimento do sistema radicular do rabanete em condição de estresse hídrico. **Idesia**, v.26, p.33-38, 2008.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 3.ed. Jaboticabal-SP: Funep, 2006. 237p.
- CARVALHO, W. A. ; ESPÍNDOLA, C.R.; PACCOLA, A.A. **Legenda atualizada do Levantamento de Solos da Fazenda Lageado-Estação Experimental “Presidente Médice”** Boletim CI. FCA/UNESP, Botucatu, n.1, 1983. 95p.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). **Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirements** - FAO - Irrigation and drainage. Local: FAO, 1998. 56p.
- FINGER, R.; HEDIGER, W.; SCHMID, S. Irrigation as adaptation strategy to climate change a biophysical and economic appraisal for Swiss maize production. **Climatic Change**, v.105, p.509-528, 2011.
- GEHR, R., Z. A.; ZHAI, J.; A. FINCH, S. R. R. Reduction of soluble mineral concentrations in CaSO₄ saturated water using a magnetic field. **Water Research**, v.29, p.933- 940, 1995.
- HASSON, D.; BRAMSON, D. Effectiveness of magnetic water treatment in suppressing CaCO₃ scale deposition. **Ind. Eng. Chem. Process Des. Dev.** v.24, p.588-592, 1985.
- HERZOG, R. E.; SHI, Q.; PATIL, J. N.; KATZ, J. L. Magnetic water treatment. The effect of iron on calcium carbonate nucleation and growth. **Langmuir**. v.5, p.861-867, 1989.
- JOSHI, K. M.; KAMAT, P. V. Effect of Magnetic Field on the Physical Properties of Water. **Indian Chemical Society**, v.43, p.620-622, 1966.
- KATSUKI, A.; TOKUNAGA, R.; WATANABE, S.I.; TANIMOTO, Y. The effect of high magnetic field on the crystal growth of benzophenone. **Chemistry Letters**, v.8, p.607-608, 1996.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde. Gotha**. Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

- KRONENBERG, K.J. Experimental Evidence for Effects of Magnetic Fields on Moving Water and Fuels. **IEEE Trans. Magnetics**, v.21, p.2059-2061, 1985.
- LIN, I.J. e YOTVAT, J. Exposure of irrigation and drinking water to a magnetic field with controlled power and direction. **Journal of magnetism and magnetic materials**, v.83, p.525-526, 1990.
- 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.
- MOSTAFAZADEH-FARD, B.; KHOSHRAVESH, M.; MOUSAVI, S. F.; KIANI, A. R. Effects of Magnetized Water and Irrigation Water Salinity on Soil Moisture Distribution in Trickle Irrigation. **Journal Irrigation and Drainage Engineer**, v.137, p.398-402, 2011.
- NASHER, S. H. The Effect of Magnetic Water on Growth of Chick-Pea Seeds. **Eng. & Tech.** v.26, p.9-15, 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.
- NORAN, R.; SHANI, U.; LIN, I. The effect of irrigation with magnetically treated water on the translocation of minerals in the soil. **Magnetic and Electrical Separation**, v.7, p.109-122, 1995.
- OZEKI, S.; MIYAMOTO, J.; ONO, S.; WAKAI, C.; WATANABE, T. Water-Solid Interactions Under Steady Magnetic Fields. Magnetic-Field-Induced Adsorption and Desorption of Water. **Journal of Physical Chemistry**, v.100, p.4205, 1996.
- PAREDES, P. ; RODRIGUES, G. C.; ALVES, I.; PEREIRA, L. S. Partitioning evapotranspiration, yield prediction and economic returns of maize under various irrigation management strategies. **Agricultural Water Management**, v.135, p.7- 39, 2014.
- PUTTI, F. F., GABRIEL FILHO, L. R. A., KLAR, A. E.; 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, p.83-90, 2013.
- PUTTI, F. F. **Produção da cultura de alface irrigada com água tratada magneticamente**. 2014, 123f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências Agrônomicas . Botucatu, 2014
- RODRIGUES, G. C.; PAREDES, P. ; GONÇALVES, J. M. ; ALVES, I.; PEREIRA, L. S. Comparing sprinkler and drip irrigation systems for full and deficit irrigated maize using multicriteria analysis and simulation modelling: Ranking for water saving vs. farm economic returns. **Agricultural Water Management**, v.126, p.85- 96, 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, 2011.
- SNYDER, R.L. Equation for evaporation pan to evapotranspiration conversions. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v.118, p.977-980, 1992.