

# Influência da Água Tratada Magneticamente nas Cultivares de Alface Conduzidas em Sistema Irrigado por Gotejo

## Influence of Magnetically Treated Water on Lettuce Cultivars Grown in a Drip Irrigation System

Jorge González Aguilera<sup>\*a</sup>; Carlos Eduardo Soares da Silva<sup>a</sup>; Natielly Pereira da Silva<sup>a</sup>; Magno de Jesus Borges<sup>a</sup>; Rafael Felipe Ratke<sup>a</sup>; Alan Mario Zuffo<sup>b</sup>; Yilan Fung Boix<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. MS, Brasil.

<sup>b</sup>Universidade Estadual do Maranhão, Centro de Estudos Superiores de Balsas. MA, Brasil.

<sup>c</sup>Universidade de Oriente, Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado. Santiago de Cuba, Cuba.

\*Email: [j51173@yahoo.com](mailto:j51173@yahoo.com)

### Resumo

O emprego da irrigação na agricultura é determinante nas espécies hortícolas que demandam uma maior quantidade e frequência de irrigação. O presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito da água tratada magneticamente no desenvolvimento de duas cultivares de alface conduzidas em sistema irrigado por gotejo. O desenho experimental empregado foi completamente aleatorizado em arranjo fatorial (2x2) com três réplicas. Os fatores foram cultivares de alface (Crespa e Lisa) e irrigação com ACTM ou sem ASTM água tratada magneticamente. Aos 30 dias depois de transplantadas as mudas de alface e no momento da coleta foram avaliadas as variáveis: altura da planta (AP), diâmetro da planta (DP), número de folhas (NF) e peso da parte área (PA). Interações significativas foram obtidas apenas para PA, com o melhor desempenho na combinação da alface Crespa com o tratamento ACTM, superando a cultivar Lisa em um 66% e 141% quando tratada com ASTM e ACTM, respectivamente. A irrigação manifestou efeito significativo ( $P < 0.05$ ) para AP e DP, e altamente significativo ( $P < 0.01$ ) para NF sempre a favor da ACTM. O fator cultivar manifestou efeito altamente significativo com destaque para a cultivar Lisa de 1% para AP, 19% para DP ( $P < 0.05$ ) e 17% para NF ( $P < 0.01$ ) quando comparado com a cultivar Crespa. A ACTM pode ser efetivamente empregada na promoção de um melhor desenvolvimento das alfaves, com efeito diferenciado em relação as características genéticas da cultivar empregada.

**Palavras-chave:** Hortaliças. Magnetismo. Produção. *Lactuca sativa*.

### Abstract

The use of irrigation in agriculture is crucial in horticultural species that demand a greater amount and frequency of irrigation. The present work aims to evaluate the effect of magnetically treated water on the development of two lettuce cultivars grown in a drip irrigated system. The experimental design used was completely randomized in a factorial arrangement (2x2) with three replicates. The factors were lettuce cultivars (Crespa and Lisa) and irrigation with ACTM or without ASTM magnetically treated water. At 30 days after transplanting the lettuce seedlings and at the time of collection, the following variables were evaluated: plant height (AP), plant diameter (DP), number of leaves (NF) and weight of the part area (PA). Significant interactions were obtained only for PA, with the best performance in the combination of Crespa lettuce with the ACTM treatment, outperforming the Lisa cultivar by 66% and 141% when treated with ASTM and ACTM, respectively. Irrigation showed a significant effect ( $P < 0.05$ ) on AP and DP, and a highly significant effect ( $P < 0.01$ ) on NF, always in favor of ACTM. The cultivar factor showed a highly significant effect, with emphasis on the Lisa cultivar of 1% for AP, 19% for DP ( $P < 0.05$ ) and 17% for NF ( $P < 0.01$ ) when compared to the Crespa cultivar. ACTM can be effectively used to promote better lettuce development, with a differentiated effect in relation to the genetic characteristics of the cultivar used.

**Keywords:** Vegetables. Magnetism. Production. *Lactuca sativa*.

### 1 Introdução

Os primeiros esforços por aplicar campos magnéticos (CM) para estimular o desenvolvimento de plantas datam de 1930 com os trabalhos desenvolvidos por Ssawostin (1930). Os efeitos da exposição de plantas e sementes a CM tem sido testado e verificado em numerosos trabalhos no desenvolvimento de sementes com baixo vigor (GALLAND; PAZUR, 2005), mudas (AGUILERA; MARTIN, 2016), cultivo de tecido (ALEMAN *et al.*, 2019), adaptação de vitro plantas (AGUILERA *et al.*, 2018), produção de hortaliças (YUSUF *et al.*, 2016; FERRER-DUBOIS *et al.*, 2018; ZAMORA-ODUARDO *et al.*, 2020, SILVA *et al.*, 2022; BOIX *et al.*, 2023) entre outros.

Dentre as aplicações dos campos magnéticos na agricultura se destaca o uso da água tratada magneticamente (ATM). A ATM é chamada a toda a água que foi exposta a um campo magnético. Durante a exposição ocorre mudanças de vários efeitos físico-químicos e moleculares, por exemplo: mudanças são produzidas nos pontos de solidificação e ebulição, mudanças na tensão superficial, viscosidade, taxa de evaporação, constante dielétrica e índice de refração; há também efeitos na formação de estruturas de aglomerados a partir de cadeias de moléculas lineares e anulares ligadas por ligações de hidrogênio (HOLYSZ *et al.*, 2007; PANG, 2014). Essas mudanças promovidas na água manifestam uma memória magnética (não são permanentes) e estimulam as plantas ao entrar em contato com elas.

A irrigação com a ATM promove um uso mais eficiente da água segundo relatos de Putti *et al.* (2015) em *Lactuca sativa*. O uso eficiente da água e uma melhor absorção e disponibilidade de nutrientes redundam num maior desenvolvimento das partes vegetativas e reprodutivas das plantas com um aumento de produtividade de cultivos como *Solanum lycopersicum* (SOUZA *et al.*, 2006; AGUILERA; MARTIN, 2016; YUSUF *et al.*, 2016; FERRER-DUBOIS *et al.*, 2018; ZAMORA-ODUARDO *et al.*, 2020), *Capsicum annuum* (AGUILERA *et al.*, 2021), *Zea mays* (VASHISTH; NAGARAJAN, 2009; VASHISTH *et al.*, 2010), *Glycine max* (SHINE *et al.* 2011), *L. sativa* (PUTTI *et al.*, 2015), *Allium cepa* (ALEMÁN *et al.*, 2019), *Ananas comosus* (ALEMÁN *et al.*, 2018), *Phaseolus vulgaris* L. (BOIX *et al.*, 2023) entre outros.

O cultivo de alface demanda um manejo de irrigação eficaz, já que devido a cultura ser sensível ao déficit ou excesso de água, leva a uma redução significativa na produção e produto de qualidade inferior (QUEIROZ *et al.*, 2014; PUTTI *et al.*, 2015). Para contornar esse problema tecnologias que promovam um melhor uso, distribuição e também otimizem as formas de reduzir o volume de água aplicado via da água de irrigação se faz necessário, e nesse ponto a tecnologia de ATM vem a satisfazer essa demanda.

Ainda que numerosos são os trabalhos que mostram os benéficos do uso da ATM a generalização desses resultados não é uma realidade e muitas vezes se desconhece esta tecnologia que de modo fácil e prático pode estimular a produção em sistemas produtivos de pequena ou alta escala. O objetivo de nosso trabalho foi mostrar num lar de acolhimento de dependentes químicos como a tecnologia de aplicação de água tratada magneticamente pode estimular o desenvolvimento de duas cultivares de alface em condições de campo baixo a irrigação por um sistema por gotejo.

## 2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido na horta da Associação

**Quadro 1** - Composição química do solo da área experimental

Profundidade (cm)	pH H <sub>2</sub> O	K (mg dm <sup>-3</sup> )	P (g dm <sup>-3</sup> )	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC	V (%)	MO (g dm <sup>-3</sup> )
				----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----						
0-10	4.89	460.00	7,06	5.30	13.97	0.00	4.05	5.30	13.97	60.86
10-20	5.63	350.00	2.67	4.55	19.01	0.00	4.17	4.55	19.01	44.73

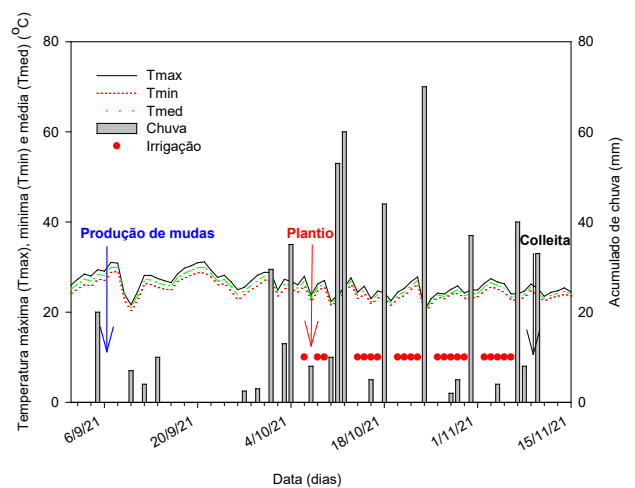
Fonte: dados da pesquisa.

O solo foi preparado um mês antes do plantio, utilizando-se um trator do tipo “Tobata”, em que revolveu os 30 cm da camada superficial, após foi corrigido o solo e realizadas as adubações necessárias com esterol bovino e cama de aviário curtido na proporção de 2:1, aplicado superficialmente a razão de 5 kg m<sup>2</sup>. Os canteiros foram levantados com enxada.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em arranjo fatorial 2 x 2, sendo duas cultivares de alface (crespa e lisa) e dois tipos de irrigação [água com tratamento magnético (ACTM) e sem (ASTM)], com três repetições de

Gileade, casa de recuperação de dependentes químicos, como parte do projeto de extensão da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMS) campus Chapadão do Sul (CPCS). Segundo classificação de Koppen, o clima da região é do tipo tropical úmido (Aw), com inverno seco e verão chuvoso, com precipitação e temperatura média de 1.261 mm e 23,97 °C, respectivamente (ALVARES *et al.*, 2014). Informações do comportamento médio destas variáveis climáticas durante a condução do experimento (outubro até novembro de 2021) são mostradas na Figura 1.

**Figura 1** - Registro de variáveis climáticas durante a condução do experimento em Chapadão do Sul. Momentos em que foi realizado a produção de mudas em estufa e o plantio e colheita no campo. As bolinhas vermelhas representam os dias em que



teve irrigação

Fonte: dados da pesquisa.

Prévio a instalação do experimento uma amostra de solo foi tomada e avaliada a composição química do solo da área onde foi instalado o experimento e as principais características químicas são mostradas no Quadro 1.

15 plantas cada.

As mudas foram produzidas no próprio local em bandejas de isopor de 200 células com substrato comercial Plant Max, irrigadas diariamente com um sistema de irrigação por microaspersores em estufa. Aos 30 dias após a germinação (DAG) as mudas foram transplantadas a canteiros de 1,20 de largura. As mudas foram transplantadas num espaçamento de 0,30 x 0,30 m. Eliminação de plantas daninhas foi realizado semanalmente de modo manual e nenhum produto foi aplicado no controle de doenças e pragas, por não ter necessidade de seu uso.

O tratamento magnético foi realizado por um dispositivo magnético composto por ímãs permanentes que foram concebidos, construídos e caracterizados no Centro Nacional de Eletromagnetismo Aplicado (CNEA) de Santiago de Cuba, Cuba. Esses equipamentos possuem um campo magnético estático não uniforme ou heterogêneo entre 20 e 200 mT. O sistema de irrigação foi estabelecido com duas linhas por canteiro com mangueira de irrigação por gotejamento Streamline™ Plus Netafim e espaçamento entre emissores de 30 cm. A irrigação proporcionou 1,3 L h<sup>-1</sup>, sendo aplicada a irrigação sempre que necessário (Figura 1), totalizando 21 irrigações desde o transplante das mudas até a colheita.

A colheita foi realizada aos 50 DAG onde foram analisadas as variáveis: número de folhas (unid), realizada ao contar o número total de folhas em cada uma das plantas amostradas; circunferência da planta (cm), medida com o auxílio de fita métrica considerando a borda externa formada pelas maiores folhas da planta; comprimento do caule (cm), estimada da superfície do solo até a parte apical da planta com auxílio de régua graduada em centímetros; massa fresca da parte aérea total (g), estimadas ao pesar as plantas em balança analítica.

Os dados experimentais foram submetidos aos testes de verificação dos pressupostos de normalidade e homogeneidade. Posteriormente, os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) conjunta e quando significativas as médias de ambos os fatores foram comparadas pelo teste F de Fisher-Snedecor, ao nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o Software Rbio (BHERING, 2017) e na confecção dos gráficos foi empregado o programa SigmaPlot 10.0® (Systat Software Inc.).

### 3 Resultados e Discussão

O emprego da irrigação na agricultura é determinante nas espécies hortícolas que demandam uma maior quantidade e frequência de irrigação num período de tempo menor por serem espécies a maioria das vezes de ciclo curto (em torno de 45 dias), se comparados com grandes culturas, espécies florestais ou frutais (AGUILERA; MARTIN, 2016; AGUILERA *et al.*, 2021; ALEMÁN *et al.*, 2019; FERRER-DUBOIS *et al.*, 2018; SOUZA *et al.*, 2006; VASHISTH; NAGARAJAN, 2009; SHINE *et al.* 2011; ZAMORA-ODUARDO *et al.*, 2020). A alface dentre as hortaliças é uma das que mais se consomem no mundo, demanda uma quantidade adequada de nutrientes e de água para completar seu ciclo, e assim se obter um alimento de qualidade em um tempo relativamente curto (PUTTI *et al.*, 2015).

O Quadro 2 sumariza os resultados obtidos no ANOVA nas variáveis AP, DP, NF e PA obtidos no final do ciclo de duas cultivares de alface irrigadas com água tratada magneticamente. Interações altamente significativas entre os dois fatores avaliados (Irrigação e cultivares de alface) foram obtidas apenas para a variável PA ( $P < 0,001$ ) indicando que há interdependência entre os fatores, entretanto, o efeito

do fator irrigação foi significativo para AP ( $P < 0,05$ ), DP ( $P < 0,05$ ) e NF ( $P < 0,01$ ). As cultivares se diferenciaram apenas para as variáveis DP ( $P < 0,001$ ) e NF ( $P < 0,01$ ). Os CV obtidos estiveram adequados para experimentos de campos manifestando-se os maiores valores na variável PA, muito associado a própria variação dos dados obtidos para essa variável que oscilaram de 75 g até 350 g (Quadro 2). O estímulo do desenvolvimento é sempre o que os produtores procuram fazendo um manejo da produção de mudas, no solo ou sistemas sem solo onde será produzido, manejo da nutrição e da irrigação, sendo proporcionado pela ACTM segundo Fung *et al.* (2019) e corroborado no presente trabalho.

**Quadro 2** - *P-value* obtidos na análise de variância ao avaliar duas cultivares de alface irrigadas com água tratada magneticamente em experimento conduzido em Chapadão do Sul, MS, 2021

FV <sup>1</sup>	GL	P-value			
		AP <sup>2</sup> (cm)	DP (cm)	NF (unidade)	PA (g)
Irrigação (I)	1	0,043	0,04	0,011	0,00022
Cultivares (C)	1	0,68	0,00025	0,005	0,000024
I x C	1	0,68	0,54	0,87	0,0027
CV (%)		11,18	13,09	16,29	24,39
Mínimo		13,2	19,6	8,6	75
Máximo		17,2	33,0	16,0	350
Média		15,35	27,42	13,32	168,64

<sup>1</sup>FV: fonte de variação, GL: grau de liberdade e CV: Coeficiente de variação. <sup>2</sup>AP: altura da planta, DP: diâmetro da planta, NF: número de folhas e PA: peso da parte área.

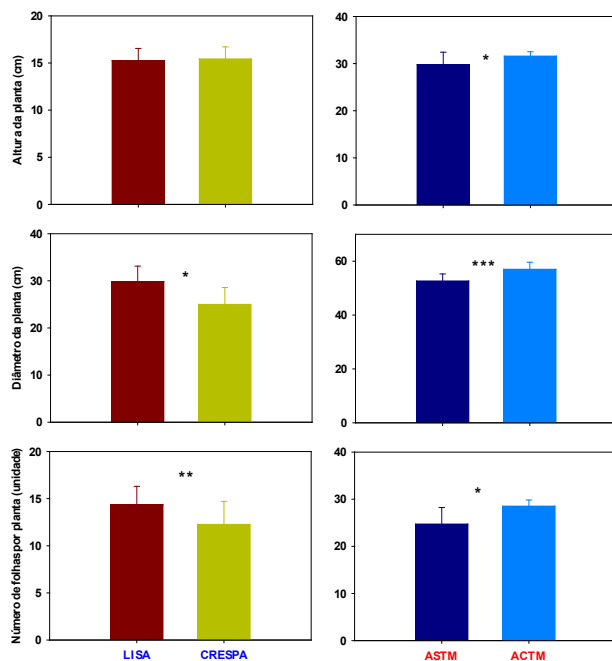
Fonte: dados da pesquisa.

A aplicação da ACTM favoreceu todas as variáveis mesuradas e em dependência da cultivar empregada o efeito varia, entretanto, o efeito foi sempre positivo, sendo para a maioria das variáveis o maior desenvolvimento para a Lisa e apenas o estímulo da PA foi a favor da cultivar Crespa. De acordo com Queiroz *et al.* (2014), a variação na performance de diferentes genótipos de alface tem sido observada em diferentes regiões do Brasil, onde cada cultivar expressa seu potencial produtivo quando submetida a diferentes condições de condução da cultura em diferentes condições ambientais.

Quando considerado o fator individual cultivares, observa-se que ao comparar as duas cultivares de alface empregadas elas se diferenciaram, com acréscimos a favor da cultivar lisa de 1% para AP, 19% para DP ( $P < 0,05$ ) e 17% para NF ( $P < 0,01$ ) quando comparado com a cultivar crespa (Figura 2). Esta diferenciação pode estar associada as características genéticas de cada uma das cultivares empregadas. A altura da planta também foi estimulada em trabalho desenvolvido por Vashisth e Nagarajan (2010) ao avaliar o efeito da exposição de campos magnéticos em flores de *Helianthus annuus*. Na produção de mudas de tomate o crescimento das mudas também foi estimulado ao aplicar um tratamento na água de irrigação (AGUILERA; MARTIN, 2016). No presente trabalho, o tratamento magnético promoveu 6% de incremento para AP comparado com o controle (ASTM) confirmando o efeito que exerce este tratamento na estimulação da altura das plantas.

Vashisth e Nagarajan (2009) reportaram que as modificações ocorridas na água ao serem tratadas com campos magnéticos promovem um incremento na integridade das membranas e com isso as sementes de *Zea mays* manifestam um maior desenvolvimento. Essas modificações ao nível celular promove uma resposta nas plantas maximizando, em sua grande maioria das espécies, o desenvolvimento da parte aérea e das raízes, contribuindo a uma maior produção.

**Figura 2** - Comparação de duas cultivares de alface (Crespa e Lisa) irrigadas com água tratada magneticamente (sem ASTM e com ACTM) para as variáveis altura da planta, diâmetro da planta e número de folhas em experimento conduzido em Chapadão do Sul, MS, 2021



Fonte: dados da pesquisa.

O diâmetro da planta aferido nas duas cultivares de alface é um indicador de como o desenvolvimento da planta é estimulado, sendo encontrado para esta variável um estímulo a favor da água tratada em relação ao controle. Um maior diâmetro da alface está relacionado com uma maior área fotossintética que contribui diretamente no acúmulo de matéria seca na planta. Feltrin *et al.* (2009) e Sousa *et al.* (2018) ao avaliar alfaces crespas obtiveram valores inferiores aos obtidos no presente trabalho ao mesmo tempo que não obtiveram diferenças significativas entre elas. Aguilera e Martin (2016) e Souza *et al.* (2006) observaram que em tomate o estímulo da ACTM favorece o desenvolvimento das variáveis mesuradas ligadas ao desenvolvimento da cultura em relação ao controle. Fung *et al.* (2019) e Boix *et al.* (2023) relatam que a aplicação de campos magnéticos em diferentes espécies vegetais promove o desenvolvimento das plantas e constitui uma excelente ferramenta que auxilia aos produtores e pesquisadores a obterem acréscimo nos rendimentos.

Associado com o diâmetro da planta o número de folhas por planta foi aferido e evidenciado um efeito positivo a favor

do tratamento magnético da água empregada na irrigação ao empregar o sistema de gotejo. Em pimento resultados similares foram obtidos ao irrigar mudas de pimentão amarelo, observando-se um incremento do número de folhas nas plantas que foram irrigadas com ACTM (AGUILERA *et al.*, 2021). Em soya sementes tratadas com campos magnéticos de 150 – 200 mT mostraram incrementos da altura da planta, peso da matéria fresca e seca das raízes, área folhar, peso fresco e seco das folhas com apenas um mês de aplicado o tratamento (SHINE *et al.*, 2011), mostrando o estímulo que o pre-humedecimento das sementes promove na germinação e no acúmulo de biomassa.

Ao verificar a irrigação como fator individual para todas as variáveis a aplicação do tratamento com a ACTM resultou em ganho de 6% para AP ( $P < 0,05$ ), 8% para DP ( $P < 0,001$ ) e 15% para NF ( $P < 0,05$ ) quando comparado com a irrigação sem tratamento magnético (controle), evidenciando o estímulo que acontece quando se aplica este tipo de tratamento (Figura 2). A irrigação ainda que não foi aplicada com uma elevada frequência pelas condições climáticas (Figura 1) que aconteceram durante a condução do experimento com um acumulado de chuva de 530 mm e uma aplicação do tratamento apenas em 21 dias do período total avaliado, entretanto, ainda que aplicado durante 51% do período experimental a ACTM promoveu um maior desenvolvimento durante o período avaliado para as variáveis AP, DP e NF. Quando avaliada a interação obtida entre os dois fatores testados para o peso da parte aérea da planta quando considerada as cultivares de modo individual, observa-se que nas duas cultivares os valores superiores estiveram quando aplicado ACTM com 280 g e 116 g para as cultivares Crespa e Lisa, respectivamente. O maior desempenho entre as cultivares para esta variável foi manifestado na cultivar Crespa com média geral de 226 g que duplicou o peso obtido para a cultivar Lisa (Quadro 3).

**Quadro 3** - Comparação de duas cultivares de alface irrigadas com água tratada magneticamente para a variável peso da parte aérea (g) em experimento conduzido em Chapadão do Sul, MS, 2021

Alface	Irrigação		Média
	ASTM <sup>1</sup>	ACTM	
Crespa	172.8bA	280.07aA	226.43
Lisa	103.93bB	116.13aB	110.03
Média	138.37	198.1	168.23

<sup>1</sup>ASTM: água sem tratamento magnético e ACTM: água com tratamento magnético. Letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem estatisticamente pelo teste F ao 1% de probabilidade.

Fonte: dados da pesquisa.

Ao considerar os tratamentos de irrigação na interação com as cultivares de alface empregadas, observa-se que independentemente do tipo de água aplicada a cultivar Crespa teve o maior destaque superando a cultivar Lisa em um 66% e 141% quando tratada com ASTM e ACTM, respectivamente. A irrigação com ACTM em média promoveu sempre uma maior PA o que se corresponde com os resultados das outras variáveis mesuradas, mostrando assim a superioridade desse



tratamento aplicado na água de irrigação.

A promoção de uma melhor absorção de água e nutrientes tem sido relatado sempre que ACTM é empregada independente da espécie de planta avaliada (AGUILERA; MARTIN, 2016; AGUILERA *et al.*, 2021; BOIX *et al.*, 2023; FUNG *et al.*, 2019; SHINE *et al.*, 2011; SOUZA *et al.*, 2006) muitas vezes mesurado de modo direto ou indireto a partir de variáveis associadas ao acúmulo de reservas nas plantas. Os resultados obtidos mostram uma clara dependência entre as variáveis medidas e o tratamento aplicado, contribuindo todas as variáveis ao maior desenvolvimento independente das diferenças genéticas das alfaces avaliadas em campo. O tratamento magnético tem uma contribuição efetiva no estímulo de processos biológicos em alface promovendo assim o incremento das variáveis e favorecendo uma coleta de alfaces de maior qualidade bajo condições de campo.

#### 4 Conclusão

A água tratada magneticamente pode ser efetivamente empregada na promoção de um melhor desenvolvimento das alfaces Crespa e Lisa, com efeito diferenciado em relação as características genéticas das cultivares empregadas.

#### Referencias

AGUILERA, J.G.; MARTIN, R.M. Água tratada magneticamente estimula a germinação e desenvolvimento de mudas de *Solanum lycopersicum* L. Bras. J. Sustainable Agric., v.6, p.47-53, 2016.

AGUILERA, J.G. et al. Efeito da água tratada magneticamente na emergência e desenvolvimento de mudas de pimentão amarelo. Pesq. Agr. Amb., v.4, p.158-165, 2021.

AGUILERA, J.G. et al. Magnetically treated irrigation water improved the adaptation of *Spathoglottis plicata* produced in vitro. Amaz. J. Plant Res., v.2, n.2, p.195-200, 2018.

ALEMÁN, E.I. et al. Influencia del agua tratada magnéticamente en el contenido de clorofilas y formación de cristales de oxalato de calcio en bulbos de *Allium cepa* L. In: ZUFFO, A.M.; AGUILERA, J.G.; DE OLIVEIRA, B.R. Ciência em foco. Nova Xavantina: Pantanal, 2019. p.52-60.

ALEMÁN, E.I. et al. Água tratada magnéticamente melhora a aclimatização de plântulas de *Ananas comosus* merr var. MD-2. In: ZUFFO, A.M.; STEINER, F.; AGUILERA, J.G. Impactos das tecnologias nas ciências agrárias e multidisciplinar. Ponta Grossa: Atena, 2018. p.12-18.

ALEMAN, E.I. et al. Respuestas de semillas ortodoxas de especies hortícolas bajo el efecto de un campo electromagnético de frecuencia extremadamente baja. In: AGUILERA, J.G. et al. Ciência em foco. Nova Xavantina: Pantanal, 2019. p.79-90.

ALVARES, C.A. et al. Köppen's Climate Classification Map for Brazil. Meteorol. Zeitschrift, v.22, n.6, p.711-728, 2014.

BHERING, L.L. Rbio: a tool for biometric and statistical analysis using the R Platform. Crop Breeding Appl. Biotechnol., v.17, p.187-190, 2017.

BOIX, Y.F. et al. Magnetically Treated Water in *Phaseolus vulgaris* L.: An Alternative to Develop Organic Farming in Cuba. Plants, v.12, n.2, p.340, 2023. doi: <http://dx.doi.org/10.3390/plants12020340>

FELTRIM, A.L. et al. Produção de alface-crespa em solo e em

hidroponia, no inverno e verão, em Jaboticabal-SP. Científica, v.37, n.1, p.9-15, 2009.

FERRER-DUBOIS, A.E. et al. Determinación fitoquímica de frutos de *Solanum lycopersicum* L. Irrigados con agua tratada con campo magnético estático. Rev Cubana Quim., v.30, n.2, p.232-242, 2018.

FUNG, Y.B. et al. Static magnetic treatment of irrigation water on different plants cultures improving development. In: SANTOS, C.C. Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias. Ponta Grossa: Atena, 2019. p.76-84.

GALLAND, P.; PAZUR, A. Magnetoreception in plants. J. Plant Res., v.118, p.371-389, 2005.

HOLYSZ, L.; SZCZES, A.; CHIBOWSKI, E. Effects of a static magnetic field on water and electrolyte solutions. J. Colloid Inter. Scie., v.316, n.2, p.996-1002, 2007. doi: 10.1016/j.jcis.2007.08.026

PANG, X.F. The experimental evidences of the magnetism of water by magnetic-field treatment. IEEE Trans. Appl. Supercond., v.24, n.5, p.1-6, 2014. doi: 10.1109/TASC.2014.2340455

PUTTI, F.F. et al. Response of lettuce crop to magnetically treated irrigation water and different irrigation depths. Afric. J. Agricul. Res., v.10, n.22, p.2300-2308, 2015.

QUEIROZ, J.P.D.S. et al. Estabilidade fenotípica de alfaces em diferentes épocas e ambientes de cultivo. Rev. Ciênc. Agron., v.45, n.2, p.276-283, 2014.

SHINE, M.B.; GURUPRASAD, K.N.; ANAND, A. Enhancement of germination, growth, and photosynthesis in soybean by pre-treatment of seeds with magnetic field. Bioelectromagnetics, v.32, p.474-484, 2011.

SILVA, C.E.S. et al. Água tratada magneticamente estimula a produtividade do rabanete. In: ZUFFO, A.M.; AGUILERA, J.G. Pesquisas agrárias e ambientais: Volume X. Nova Xavantina: Pantanal, 2022, p.151-158.

SOUSA, V.S. et al. Desempenho de alfaces do grupo solta crespa cultivadas no verão em Jataí-GO. Rev. Cultura Agron., v.27, n.3, p.288-296, 2018.

SOUZA, A. et al. Pre-sowing magnetic treatments of tomato seeds increase the growth and yield of plants. Bioelectromagnetics, v.27, n.4, p.247-257, 2006.

SSAWOSTIN, P.W. Magnetwachstumreaktionen bei Pflanzen. Planta, v.12, p.327-330, 1930.

VASHISTH, A.; NAGARAJAN, S. Characterization of water binding and germination traits of magnetically exposed maize seeds equilibrated at different relative humidities at two temperatures. Indian J. Biochem. Biophysics, v.46, p.184-191, 2009.

VASHISTH, A.; NAGARAJAN, S. Effect on germination and early growth characteristics in sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds exposed to static magnetic field. J. Plant Physiol., v.167, p.149-156, 2010.

YUSUF, K.O.; OGUNLELA, A.O.; MURTALA, M.O. Effects of magnetically treated water on germination and growth of tomato (*Lycopersicon esculentum*: Variety uc82b) under poor soil fertility and deficit irrigation. J. Res. Forestry, Wildlife Environ., v.8, n.4, p.30-38, 2016.

ZAMORA-ODUARDO, D. et al. Producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo riego con agua magnetizada en casa de cultivo protegido. Cienc. PC, v.1, p.60-74, 2020.