



PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE EM RESPOSTA AO USO DE ÁGUA TRATADA MAGNETICAMENTE

V. A. Pradela¹, C. H. P. Yoshida^{1*}, D. C. Santos², R. C. Santos²,
A. M. Lapaz³

¹UNOESTE - Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, SP, Brasil

²FATEC - Faculdade de Tecnologia, Presidente Prudente, SP, Brasil

³UNESP – Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, SP, Brasil

Article history: Received 18 August 2018; Received in revised form 28 August 2018; Accepted 18 September 2018; Available online 30 September 2018.

RESUMO

Nos últimos anos tem sido crescente as pesquisas científicas de inovação e tecnologia agrícola a respeito da ação do campo magnético sob a germinação e desenvolvimento de plantas. Diante do exposto, esta pesquisa teve como objetivo avaliar o desenvolvimento inicial de mudas de alface (*Lactuca Sativa* L.) com uso de água tratada magneticamente e não tratada (controle). O experimento foi realizado em bandejas de 120 células, sendo a parcela constituída por 12 células com 10 repetições, onde foram testados os tratamentos água tratada magneticamente e não tratada. Foram realizadas medições semanais de comprimento da parte aérea e quando as mudas atingiram 24 dias após germinadas, retirou-as das bandejas e avaliou-se os seguintes parâmetros: comprimento da parte aérea, massa seca da parte aérea, comprimento da raiz e massa seca da raiz. Nas condições de tempo de exposição e força do magnetizador, o uso da água magnetizada é benéfica para o alface e provavelmente para outras culturas. Em particular, para a alface, os resultados revelam que a irrigação com água tratada magneticamente é eficiente para obter-se mudas de alface com maior volume de biomassa na parte aérea e raiz.

Palavras-chave: propagação, magnetizador, desenvolvimento, *Lactuca Sativa* L.

PRODUCTION OF LETTUCE CHANGES IN RESPONSE TO THE USE OF MAGNETICALLY TREATED WATER

ABSTRACT

In recent years, there has been a growing scientific research on innovation and agricultural technology regarding the action of the magnetic field under the germination and development of plants. In view of the above, this research had the objective of evaluating the initial development of lettuce (*Lactuca Sativa* L.) seedlings with conventional and magnetized water. The experiment was carried out in trays of 120 cells, the plot consisting of 12 cells with 10 replicates, where the treatments were treated magnetically and untreated. Weekly measurements of shoot length were taken and when the seedlings reached 24 days after sprouting, they were removed from the trays and the following parameters were evaluated: shoot length, shoot dry mass, root length and root dry mass. In the exposure time and magnetizing strength conditions, the use of magnetized water is beneficial for lettuce and probably for other crops. In particular, for lettuce, the results show that irrigation with magnetically treated water is efficient to obtain lettuce seedlings with higher biomass volume in shoot and root.

Keywords: propagation, magnetizer, development. *Lactuca Sativa* L.

* camilahatsu@gmail.com

INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é a hortaliça folhosa mais consumida no Brasil e no mundo, onde seu maior consumo é na forma in natura em saladas (SALA & COSTA, 2012). É cultivada em 66301 estabelecimentos brasileiros, com uma produção de 525606 toneladas anuais (IBGE, 2006). A preferência por essa cultura ocorre pelo seu sabor, qualidade nutritiva e baixo custo (COMETTI et al., 2004), além da facilidade de aquisição do produto e estar disponível o ano todo em supermercados e feiras.

Atualmente no Brasil, a alface de maior importância econômica é a crespa, tendo preferência de 70% no mercado brasileiro, seguida pela americana (15%), lisa (10%) e romana (SUINAGA et al., 2013). Seu cultivo é feito de maneira intensiva e geralmente praticado pela agricultura familiar, responsável pela geração de cinco empregos diretos por hectare (ALENCAR et al., 2012).

A formação de mudas de qualidade na produção de qualquer cultura é muito importante, devido ser capaz de interferir diretamente no desempenho final, na quantidade de ciclos durante o ano, no tempo de colheita e na quantidade de nutriente (SILVA et al., 2008). Também é fundamental para garantir a sua sobrevivência no campo e manter a produtividade da cultura (CAMARGO et al., 2011).

Na busca por mudas de qualidade através de meios ecológicos, os agricultores experimentam métodos alternativos visando aumentar o vigor das mudas e o seu estabelecimento, baseados em tratamento físico de sementes (UL et al., 2016; VASHISTH & NAGARAJAN, 2010) ou melhorando os métodos de irrigação (UL et al., 2016;

MAHESHWARI & GREWAL, 2009). Nesse contexto, o uso do campo magnético tem sido testado, pois a exposição à campos magnéticos é seguro e acessível na pré-semeadura, proporcionando maior germinação e o melhor desenvolvimento da plântula (MAHESHWARI & GREWAL, 2009; IQBAL et al. 2016a; IQBAL et al. 2016b; ASGHAR et al. 2017).

O emprego de água tratada magneticamente durante o processo germinativo e na produção de mudas também produz efeitos positivos, bem como: melhor germinação (SURENDRAN et al., 2016); aumento da raiz (UL et al., 2016; SURENDRAN et al., 2016), maior rendimento de sementes (UL et al., 2016; SURENDRAN et al., 2016), aumento na condutividade elétrica do solo (MAHESHWARI & GREWAL, 2009), mobilidade de nutrientes de fertilizantes (SURENDRAN et al., 2016), maior capacidade de retenção de água do solo (SURENDRAN et al., 2016); redução no pH do solo e viscosidade da água (AL-OGAIDI et al., 2017), influenciar a tensão superficial (AL-OGAIDI et al., 2017), taxa de vaporização (SURENDRAN et al., 2016) e pH da água (PUTTI et al. 2015; AL-OGAIDI et al., 2017).

Os efeitos do campo magnético estão associados a muito fatores, como polaridade, intensidade, tempo de exposição e tipo magnético, o que pode resultar em efeitos positivos, como os supracitados, ou negativos (SURENDRAN et al., 2016).

Diante do exposto, esta pesquisa teve como objetivo avaliar o desenvolvimento inicial de mudas de alface com uso de água tratada magneticamente e não tratada.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida na casa de vegetação da Faculdade de Tecnologia de Presidente Prudente – SP (FATEC), localizada no município de Presidente

Prudente, oeste do Estado de São Paulo. O clima da região, conforme a classificação Köppen, é do tipo Aw (mesotérmico com verão quente e inverno seco).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizados, compreendido por dois tratamentos, água tratada magneticamente e não tratada (controle), com dez repetições, totalizando 20 parcelas. Cada parcela foi composta por 12 células, totalizando 240 células. As bandejas utilizadas foram de 120 células (56 mm x 35 mm – profundidade x largura da célula). Paralelamente, foi considerado um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial, 2x4, sendo dois métodos de irrigação (água tratada magneticamente e não tratada) e quatro períodos após a germinação (aos 3, 10, 17 e 24 dias).

Foi usado um substrato comercial composto por casca de pinus, fibra de coco, vermiculita, casca de arroz e nutrientes para o preenchimento das células e sementes peletizadas da variedade Vanda, com sementeira a 0,5 cm de profundidade.

Para o experimento, a sementeira ocorreu na data de 23 de julho de 2017 iniciando as medições após três dias da sua germinação. Foi conduzido até a data de 16 de agosto de 2017, totalizando o ciclo de 24 dias.

Foi utilizado um magnetizador Sylocimol Rural, da empresa Timol Indústria e Comércio de Produtos Magnéticos. O magnetizador é composto de ímãs alternados e recoberto por uma proteção em inox que submete a água a um campo magnético de 3860 Gauss que muda de polaridade 60 vezes por segundo, com constante emissão de fluxo ionizante de elétrons direcionados, assim quebram os “clusters” de água e magnetizando-a. (TIMOL, 2012)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O comprimento da parte aérea não apresentou efeito significativo (Tabela 1); a média para a irrigação com água não tratada foi de 4,24 cm e para irrigação com

Foram utilizados dois recipientes plásticos com capacidade de 5,0 litros de água em cada. Em um recipiente foi utilizado um magnetizador Sylocimol Rural para magnetizar a água, enquanto no outro recipiente manteve a água sem magnetizar (água convencional). O magnetizador ficou submerso por um período de 2 horas.

Durante a condução experimental, a irrigação foi realizada diariamente na proporção de 4,0 mm m⁻², divididos em duas aplicações de 2 mm m⁻², sendo a primeira às 11:00h e a segunda às 18:00h. as parcelas foram irrigadas de acordo com os respectivos tratamentos.

Foram realizadas medições semanais do comprimento da parte aérea por planta (3, 10, 17 e 24 dias após a germinação). Na última medição, ou seja, aos 24 dias, foram retiradas todas as mudas das bandejas e avaliados o comprimento da raiz (após lavagem em água corrente sobre peneira, para retirada do substrato, secagem sob papel toalha e corte da raiz). Posteriormente foi determinado a massa seca da parte aérea por planta e massa seca da raiz por planta, as amostras foram submetidas a um processo de secagem em estufa com circulação forçada e renovação de ar, em temperatura de 65°C até atingir peso constante e expressos em gramas (g).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, com $p \leq 0,05$. Quando significativos, o fator qualitativo foi submetido ao teste de Tukey ($p < 0,05$) e o fator quantitativo foi submetido à análise de regressão. Toda a análise estatística dos dados foi realizada utilizando rotinas desenvolvidas em software livre R (TEAM, 2018), utilizando o pacote "ExpDes.pt".

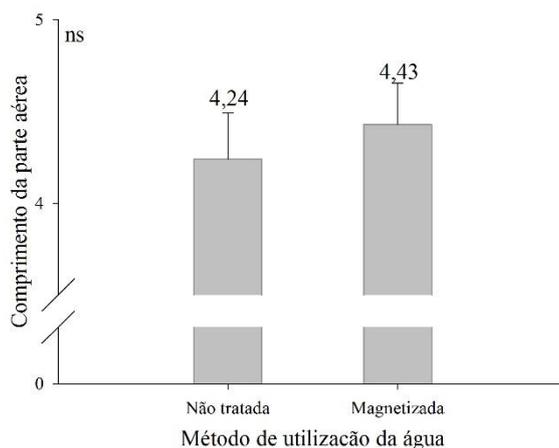
água tratada magneticamente foi de 4,43 cm (Figura 1).

O comprimento da raiz, massa seca da parte aérea e raiz apresentaram efeito significativo (Tabela 1).

Tabela 1. Resumos das análises de variância, por quadrado médio, referentes aos valores de comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA) e raiz (MSR) da alface.

| FV | GL | QM | | | |
|------------|----|--------------------|----------------------|------------------------|----------------------|
| | | CPA | CR | MSPA | MSR |
| Tratamento | 1 | 0,17 ^{ns} | 12,51 ^{***} | 0,00882 ^{***} | 0,00578 [*] |
| Resíduo | 18 | 0,05 | 0,27 | 0,0004 | 0,00073 |
| CV (%) | | 5,51 | 6,18 | 4,99 | 7,61 |

* - $p < 0,05$; *** - $p < 0,001$; ns – não significativo. Coeficiente de variação (CV); quadrado médio (QM); grau de liberdade (GL).

**Figura 1.** Comprimento da parte aérea em resposta ao método de utilização da água.

Embora neste estudo não foi observado efeito significativo para o comprimento da parte aérea, pesquisas recentes constataram efeito significativo para esse parâmetro nas culturas de feijão-caupi e berinjela (SURENDRAN et al., 2016).

Por outro lado, para a massa seca da parte aérea, o método de irrigação com água tratada magneticamente foi superior ao método de irrigação de água não tratada (Figura 2), proporcionando um incremento percentual de 11,02%. A maior área de

contato da parte aérea com o ambiente, atribuído ao aumento da área foliar e número de folhas, resultam na elevação de fotoassimilados e, conseqüentemente, em maiores ganhos de biomassa (TAIZ et al., 2017).

Segundo Surendran et al. (2016), o campo magnético pode aumentar a atividade de enzimas e hormônios durante o processo de estabelecimento da muda, o que pode estar associado aos resultados de incremento verificado neste estudo.

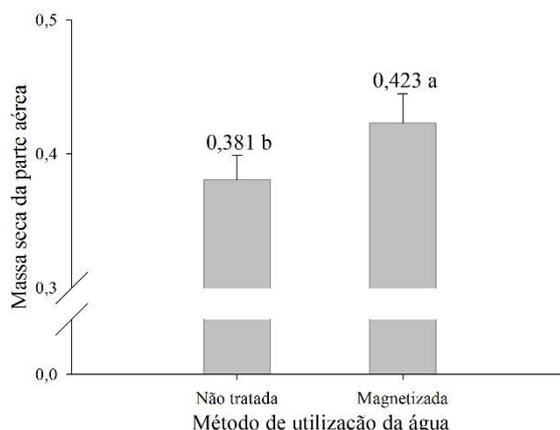


Figura 2. Massa seca da parte aérea em resposta ao método de utilização da água.

O método de irrigação com água tratada magneticamente foi superior ao método de irrigação de água não tratada para o comprimento da raiz (Figura 3) e

massa seca da raiz (Figura 4), proporcionando um incremento percentual de 20,5% e 12,09%, respectivamente.

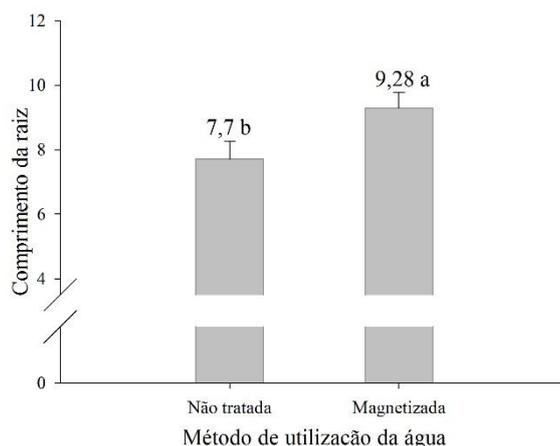


Figura 3. Comprimento da raiz em resposta ao método de utilização da água.

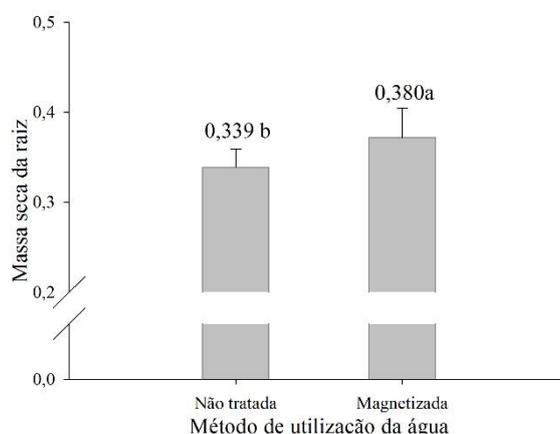


Figura 4. Massa seca da raiz em resposta ao método de utilização da água.

O aumento do volume de biomassa de raiz é benéfico para a plântula devido

proporcionar maior capacidade de absorção de água e nutrientes,

principalmente em relação àqueles que são absolvidos por interceptação e difusão, o que pode refletir em mudas com maior qualidade nutricional (PUTTI et al., 2015) e proporcionar maior rendimento (SURENDRAN et al., 2016). Resultados semelhantes foram obtidos nas culturas de berinjela (SURENDRAN, et al., 2016) e ervilha SURENDRAN et al., 2013).

Os incrementos observados na massa seca da parte aérea, comprimento da raiz e massa seca da raiz, podem ser explicado devido à água imantada possuir maior energia livre e superfície de coesão, visto que a água participa de reações químicas em organelas celulares e serve de carreadora de espécies iônicas, açúcar e

proteína. (UL HAQ et al 2016). Além disso, a água tratada magneticamente quebra os clusters, reduzindo as toxinas e os radicais livres, conseqüentemente diminui a acidez, promove a desintoxicação, aumenta a resistência física das plantas e favorece o transporte de micronutrientes (TIMOL, 2012).

Conforme a análise de variância apresentada na Tabela 2, os fatores não apresentaram efeito significativo de interação. Para os fatores isolados, somente o fator período apresentou efeito significativo, dessa forma o comprimento da parte aérea não foi influenciado pelo método da água irrigada.

Tabela 2. Resumos das análises de variância, por quadrado médio, referentes aos valores de comprimento da parte aérea (CPA) em função dos fatores período e método de irrigação na cultura da alface.

| FV | GL | QM |
|-------------------------------|----|--------------------|
| | | CPA |
| Período | 3 | 43,67*** |
| Método de irrigação | 1 | 0,39 ^{ns} |
| Período * Método de irrigação | 3 | 0,09 ^{ns} |
| Resíduo | 72 | 0,19 |
| CV (%) | | 18 |

*** - $p < 0,001$; ^{ns} – não significativo. Coeficiente de variação (CV); quadrado médio (QM); grau de liberdade (GL).

O comprimento da parte apresentou comportamento linear positivo em resposta aos dias após a germinação, assim como esperado. Ao estabelecer um comparativo dos dias 10, 17 e 24 com o dia 3 após a

germinação, obtêm-se respectivamente os valores de 1,89; 3,01; 4,13 cm contra 0,77 cm, resultando em aumentos percentuais de 145,45; 290,9 e 436,36 %, respectivamente.

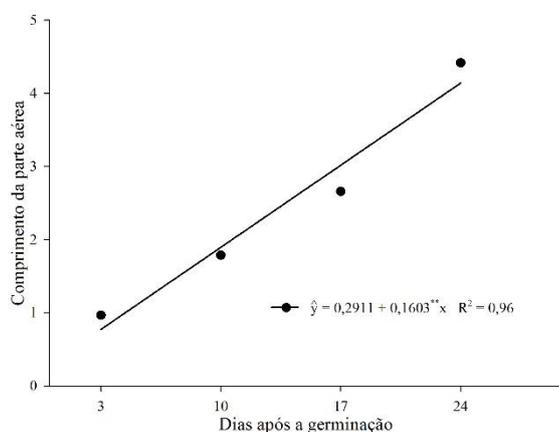


Figura 5. Comprimento da parte aérea em função de dias após germinação independentemente do método de utilização da água.

CONCLUSÕES

Nas condições de tempo de exposição e força do magnetizador, o uso da água magnetizada é benéfica para o alface e provavelmente para outras culturas. Em particular, para a alface, os

resultados revelam que a irrigação com água tratada magneticamente é eficiente para obter-se mudas de alface com maior volume de biomassa na parte aérea e raiz.

REFERÊNCIAS

AL-OGAIDI, A. A.; WAYAYOK, A.; ROWSHON, M. K.; ABDULLAH, A. F. The influence of magnetized water on soil water dynamics under drip irrigation systems. **Agricultural Water Management**, v. 180, 70-77, 2017.

ALENCAR, T. A.; TAVARES, A. T.; CHAVES, P. P. N.; FERREIRA, T. A.; NASCIMENTO, I. R. Efeito de intervalos de aplicação de urina bovina na produção de alface em cultivo protegido. **Revista Verde**. Mossoró, v. 7(3), 53-67, 2012.

ALKHAZAN, M. M. K.; SADDIQ, A. A. N. The effect of magnetic field on the physical, chemical and microbiological properties of the lake water in Saudi Arabia. **Journal of Evolutionary Biology Research**, v. 2(1), 7-14, 2010.

ASGHAR, T.; IQBAL, M.; JAMIL, Y.; NISAR, J.; SHAHID, M. Comparison of HeNe laser and sinusoidal non-uniform magnetic field seed pre-sowing treatment effect on *Glycine max* (Var 90-I) germination, growth and yield. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 166, 212-219, 2017.

CAMARGO, R.; PIRES, S. C.; MALDONADO, A. C.; CARVALHO, H. P.; COSTA, T. R. Avaliação de substratos para a produção de mudas de pinhão manso em sacolas plásticas. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 5(1) 2011.

COMETTI, N. N. Composto nitrogenado e açúcares solúveis em tecidos de alface orgânica, hidropônica e convencional. **Horticultura Brasileira**, v. 22(4), 748-753, 2004.

FIGUEIREDO, L. A.; CREMASCO, C. P.; FILHO, L. R. A. G.; SANTOS, H. S.; MELO, M. A.; VILLIONE, P. S.; PERES, G. A. Gestão da implantação do sistema de irrigação por água magnetizada aplicado no cultivo de almeirão. **Etic-encontro de iniciação científica-ISSN 21-76-8498**, v. 9(9), 2013.

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2006. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf>. Acesso em: 10 julho 2018.

IQBAL, M.; UL HAQ, Z.; JAMIL, Y.; NISAR, J. Pre-sowing seed magnetic field treatment influence on germination, seedling growth and enzymatic activities of melon (*Cucumis melo* L.). **Biocatalysis and agricultural biotechnology**, v. 6, 176-183, 2016a.

IQBAL, M.; UL HAQ, Z.; MALIK, A.; AYOUB, C. M.; JAMIL, Y.; NISAR, J. Pre-sowing seed magnetic field stimulation: a good option to enhance bitter gourd germination, seedling growth and yield characteristics. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 5, 30-37, 2016b.

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(8), p. 1229-1236, 2009.

- MENDONÇA, R. M.; GARCIA, C. C.; AGUIAR, J. A. Uso de água imantada no cultivo de alface em sistema hidropônico NFT. **FAZU em Revista**, (05), 2010.
- RAJENDRA, P.; SUJATHA NAYAK, H.; SASHIDHAR, R. B.; SUBRAMANYAM, C.; DEVENDRANATH, D.; GUNASEKARAN, B., ARADHYA, R. S. S.; BHASKARAN, A. Effects of power frequency electromagnetic fields on growth of germinating *Vicia faba* L., the broad bean **Electromagnetic Biology and Medicine**, v. 24(1), 39-54, 2005.
- PUTTI, F. F.; GABRIEL FILHO, L. R. A.; KLAR, A. E.; DA SILVA JUNIOR, J. F.; CREMASCO, C. P.; LUDWIG, R. Response of lettuce crop to magnetically treated irrigation water and different irrigation depths. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10(22), 2300-2308, 2015.
- SALA, F. C.; COSTA, C. P. Retrospectiva e tendência da alfaceicultura brasileira Retrospective and trends of Brazilian lettuce crop. **Horticultura brasileira**, v. 30(2), 187-194, 2012.
- SALES, F. H. S.; LOPES, J. T.; COSTA, I.; SANTOS, D. G.; PADILHA, L. A. Influência do Campo Magnético na Germinação e no Crescimento de Vegetais. **Revista Pindorama**, v. 1, 1-15, 2010.
- SILVA, E. A.; MENDONÇA, V.; TOSTA, M. D. S.; OLIVEIRA, A. C.; REIS, L. L.; BARDIVIESSO, D. M. Germinação da semente e produção de mudas de cultivares de alface em diferentes substratos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29(2), 245-254, 2008.
- SUINAGA, F. A.; BOITEUX, L. S.; CABRAL, C. S.; RODRIGUES, C. D. S. Métodos de avaliação do florescimento precoce e identificação de fontes de tolerância ao calor em cultivares de alface do grupo varietal. **Embrapa Hortaliças- Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2013.
- SURENDRAN, U.; SANDEEP, O.; JOSEPH, E. J. The impacts of magnetic treatment of irrigation water on plant, water and soil characteristics. **Agricultural Water Management**, v. 178, 21-29, 2016.
- SURENDRAN, U.; SANDEEP, O.; MAMMEN, G.; JOSEPH, E. J. A Novel technique of magnetic treatment of saline and hard water for irrigation and its impact on cow pea growth and water properties. **International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology**, v. 6(1), 85-92, 2013.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Artmed Editora, 2017.
- TIMOL GROUP: Área Rural. Área Rural. 2012. Disponível em: <<http://www.timolgroup.com.br/content.asp?contentid=290>>. Acesso em: jul. 2018.
- VASHISTH, A.; NAGARAJAN, S. Effect on germination and early growth characteristics in sunflower (*Helianthus annuus*) seeds exposed to static magnetic field. **Journal of plant physiology**, v. 167(2), 149-156, 2010.
- UL HAQ, Z.; IQBAL, M.; JAMIL, Y.; ANWAR, H.; YOUNIS, A.; ARIF, M.; FAREED, Z.; HUSSAIN, F. Magnetically treated water irrigation effect on turnip seed germination, seedling growth and enzymatic activities. **Information Processing in Agriculture**, v. 3(2), 99-106, 2016.