

Tratamento de sementes de alface com soluções aquosas de cério e lantânio¹

Ana Paula Piccinin Barbieri², Maria Carolina Grigoletto Espíndola²,
Nilson Lemos de Menezes³, Daniela Florinda Soares Henrique⁴

ABSTRACT

Lettuce seeds treated with cerium and lanthanum aqueous solutions

Rare earth elements, or lanthanides, are important for plant growth and can benefit seeds vigor and germination, when incorporated to the seeds treatment. Thus, this study aimed at evaluating the initial performance of lettuce seeds submitted to treatments with cerium (Ce) and lanthanum (La), as well as their absorption. For this, lettuce seeds (Regina cultivar) were immersed in aqueous solutions of Ce or La, in different experiments, at the Ce concentrations of 0.0 mg L⁻¹, 5.0 mg L⁻¹, 10.0 mg L⁻¹, 15.0 mg L⁻¹, 20.0 mg L⁻¹ and 25.0 mg L⁻¹, and at the La concentrations of 0.0 mg L⁻¹, 2.0 mg L⁻¹, 6.0 mg L⁻¹, 12.0 mg L⁻¹, 20.0 mg L⁻¹ and 30.0 mg L⁻¹, for one hour. Tests for germination, first germination count, seedling dry weight and total, root and shoot lengths were carried out. The amount of Ce and La absorbed by seeds and seedlings were also evaluated. It was concluded that the treatment of seeds with Ce and La did not increase seeds germination, but stimulated seedlings growth. When these elements are applied to lettuce seeds as aqueous solution, they are absorbed by seeds and transferred to seedlings.

KEY-WORDS: *Lactuca sativa* L.; rare earth elements; seeds vigor.

RESUMO

Elementos terras raras, ou lantanídeos, são importantes no crescimento de plantas e podem trazer benefícios à germinação e vigor de sementes, quando incorporados ao tratamento de sementes. Deste modo, este trabalho objetivou avaliar o desempenho inicial de sementes de alface submetidas ao tratamento com cério (Ce) e lantânio (La), bem como a absorção destes nutrientes. Para tal, sementes de alface (cultivar Regina) foram imersas em solução aquosa de Ce ou La, em experimentos distintos, nas concentrações de Ce de 0,0 mg L⁻¹; 5,0 mg L⁻¹; 10,0 mg L⁻¹; 15,0 mg L⁻¹; 20,0 mg L⁻¹; e 25,0 mg L⁻¹; e nas concentrações de La de 0,0 mg L⁻¹; 2,0 mg L⁻¹; 6,0 mg L⁻¹; 12,0 mg L⁻¹; 20,0 mg L⁻¹; e 30,0 mg L⁻¹, por uma hora. Foram realizados testes de germinação, primeira contagem da germinação, massa seca de plântulas e comprimentos total, da raiz e da parte aérea. Além disto, determinou-se a quantidade de Ce e La absorvida pelas sementes e plântulas. Concluiu-se que o tratamento de sementes com cério e lantânio não proporcionou aumento na germinação de sementes, porém, estimulou o crescimento de plântulas. Quando estes elementos são aplicados em sementes de alface, na forma de solução aquosa, são absorvidos pelas sementes e translocados para as plântulas.

PALAVRAS-CHAVE: *Lactuca sativa* L.; elementos terras raras; vigor de sementes.

INTRODUÇÃO

A cultura da alface apresenta expressiva importância econômica, devido ao fato de ser a folhosa mais consumida por brasileiros (Lopes et al. 2007). Esta hortaliça pertence à família Asteraceae e é multiplicada por sementes, de modo que o uso de sementes de alta qualidade é de extrema importância para o estabelecimento da cultura, produzindo plântulas normais capazes de se desenvolver adequadamente, em campo (Franzin et al. 2004).

No entanto, sementes de alface apresentam alta sensibilidade às condições do ambiente, podendo ocorrer problemas na germinação e emergência (Eira & Marcos Filho 1990). Por isto, tecnologias que propiciem melhor desempenho, em condições desfavoráveis, ou até mesmo normais de cultivo, constantemente, são desenvolvidas.

O emprego de elementos terras raras, também chamados de lantanídeos, vem despertando interesse, há muitos anos, devido aos benefícios advindos da sua utilização, em diversos segmentos da indústria e

1. Trabalho recebido em out./2012 e aceito para publicação em mar./2013 (nº registro: PAT 20847).

2. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Departamento de Fitotecnia, Santa Maria, RS, Brasil.

E-mails: apaulabarbieri@yahoo.com.br, mcgspindola@yahoo.com.br.

3. Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Ciência e Tecnologia de Sementes, Pelotas, RS, Brasil. *E-mail:* nlmenezes@hotmail.com.

4. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Departamento de Fitotecnia, Porto Alegre, RS, Brasil.

E-mail: daniela_shenrique@hotmail.com.

da agricultura. Dos 92 elementos presentes na crosta terrestre, apenas 17 são conhecidos como essenciais a todas as plantas e 12 como potencialmente benéficos, em pequenas quantidades, dentre eles o cério (Ce) e o lantânio (La) (Pilon-Smits et al. 2009).

O uso desses elementos, na agricultura, é mais comum na China, onde são aplicados na forma de fertilizantes, via foliar, nas raízes ou nas sementes (Hu et al. 2004). Os elementos que aparecem em maiores quantidades, nestes fertilizantes, são o cério (Ce) e o lantânio (La), mais estudados isoladamente, por serem benéficos ao crescimento das plantas (Yin et al. 2009).

Aumentos na produtividade das culturas e no conteúdo de clorofila e estímulos à germinação das sementes e ao crescimento de plântulas são observados com a utilização de elementos do grupo terras raras (Hu et al. 2004, Shyam & Aery 2012). Experimentos com sementes de beterraba evidenciaram que a aplicação de terras raras aumentou o comprimento radicular em 48% e a massa seca em 10-55%, além de aumentar a germinação e a rizogênese (Hu et al. 2004). Em sementes envelhecidas de espinafre, Chao et al. (2004) observaram que, após o tratamento com La e Ce, a percentagem de germinação e o vigor de sementes foram superiores.

Pesquisas envolvendo a ação de elementos terras raras, quando aplicados a sementes, principalmente de hortaliças, são escassas, porém, sua utilização pode constituir-se em uma alternativa a ser introduzida na agricultura brasileira, como forma de melhorar a germinação e manter o vigor de sementes de várias espécies de importância econômica. Diante disto, este trabalho objetivou avaliar o desempenho inicial e a absorção de plântulas de alface, após o tratamento das sementes com Ce e La.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em Santa Maria (RS), no Laboratório Didático e de Pesquisas em Sementes do Departamento de Fitotecnia e no Laboratório de Química Industrial e Ambiental do Departamento de Química.

Para a realização dos experimentos, foram utilizadas sementes de alface cultivar Regina. Em experimentos distintos, as sementes foram imersas em água e em soluções aquosas contendo cério $(\text{NH}_4)_2\text{Ce}(\text{NO}_3)_6$ ou lantânio $(\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$. Para

a preparação das soluções, foi utilizada água de alta pureza (resistividade de 18,2 M Ω cm).

Cerca de 2.000 sementes de alface foram colocadas em caixas plásticas do tipo “gerbox”, com 40,0 mL de solução por tratamento, nas concentrações de Ce de 0,0 mg L⁻¹; 5,0 mg L⁻¹; 10,0 mg L⁻¹; 15,0 mg L⁻¹; 20,0 mg L⁻¹; e 25,0 mg L⁻¹, no primeiro experimento, e nas concentrações de La de 0,0 mg L⁻¹; 2,0 mg L⁻¹; 6,0 mg L⁻¹; 12,0 mg L⁻¹; 20,0 mg L⁻¹; e 30,0 mg L⁻¹, no segundo experimento, com temperatura aproximada de 20°C. As concentrações foram escolhidas mediante experimentos realizados previamente, em laboratório. As sementes ficaram imersas nas soluções com diferentes concentrações por uma hora. Após este período, foram retiradas da solução, lavadas com água destilada e secas superficialmente, com papel toalha.

Parte das sementes tratadas foi utilizada para a realização de avaliações fisiológicas e parte para a determinação da concentração de Ce e La absorvida pelas sementes. Após os tratamentos, na porção destinada à avaliação do potencial fisiológico, foram aplicados os seguintes testes:

a) Teste de germinação (G): realizado conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil 2009). Quatro repetições de 100 sementes foram semeadas sobre papel umedecido com água destilada, na proporção de 2,5 vezes a massa do substrato, em caixas plásticas do tipo “gerbox”, e mantidas em germinador (20°C). As contagens foram efetuadas aos sete dias após o início do teste. Foram consideradas as plântulas normais de cada repetição, sendo os dados expressos em percentagem de germinação;

b) Primeira contagem da germinação (PC): realizada conjuntamente com o teste de germinação, computando-se a percentagem de plântulas normais obtidas no quarto dia após a instalação do teste. Considerou-se, como resultado do teste, a média das repetições, expressa em percentagem de plântulas normais;

c) Comprimento de plântulas (CP): determinado, tanto no experimento com Ce quanto com La, a partir da semeadura de quatro repetições de 15 sementes, as quais foram dispostas sobre uma linha reta, traçada na direção longitudinal e localizada no terço superior do substrato rolo de papel. Os rolos contendo as sementes permaneceram à temperatura constante de 20°C, por cinco dias, sendo mensurado o comprimento das plântulas normais, tomadas aleatoriamente, com o auxílio de régua graduada em mi-

límetros. O comprimento médio da parte aérea (PA), das raízes (RA) e total (TO) das plântulas normais foi obtido pela média de dez medidas de plântulas normais por repetição;

d) Massa seca de plântulas (MS): avaliada a partir de quatro repetições de dez plântulas, originadas no teste de comprimento de plântulas, mantidas em sacos de papel, em estufa (70°C), por 48 horas. Em seguida, as repetições foram pesadas em balança de precisão (0,001 g) e o valor obtido da soma de cada repetição dividido pelo número de plântulas utilizadas. O resultado foi expresso em mg plântula⁻¹;

e) Concentração de Ce e La nas sementes e plântulas: a porção restante das sementes, após o tratamento com Ce e La, foi colocada em sacos de papel e mantida em estufa (70°C), por 48 horas, sendo, posteriormente, encaminhada para determinação do teor de Ce e La. Após o teste de primeira contagem da germinação, 24 plântulas por tratamento foram colocadas, também, em sacos de papel, em estufa (70°C), por 48 horas, para a mesma determinação nas plântulas.

As determinações da concentração de Ce e La nas sementes e nas plântulas foram realizadas por espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), utilizando-se equipamento ELAN DRC-II® (PerkinElmer - Sciex, Canadá), empregando-se as condições recomendadas pelo fabricante.

Nas sementes, a concentração de Ce foi determinada após os tratamentos com as concentrações de Ce de 0,0 mg L⁻¹; 5,0 mg L⁻¹; 10,0 mg L⁻¹; 15,0 mg L⁻¹; 20,0 mg L⁻¹; e 25,0 mg L⁻¹. Nas plântulas originadas

de sementes tratadas com as concentrações de Ce de 0,0 mg L⁻¹; 20,0 mg L⁻¹; e 25,0 mg L⁻¹; e com as concentrações de La de 0,0 mg L⁻¹; 2,0 mg L⁻¹; 6,0 mg L⁻¹; 12,0 mg L⁻¹; 20,0 mg L⁻¹; e 30,0 mg L⁻¹, foram determinadas as concentrações de Ce e La, respectivamente.

Para os dois experimentos, adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram das concentrações de Ce (0,0 mg L⁻¹; 5,0 mg L⁻¹; 10,0 mg L⁻¹; 15,0 mg L⁻¹; 20,0 mg L⁻¹; e 25,0 mg L⁻¹) e La (0,0 mg L⁻¹; 2,0 mg L⁻¹; 6,0 mg L⁻¹; 12,0 mg L⁻¹; 20,0 mg L⁻¹; e 30,0 mg L⁻¹).

Os dados foram submetidos à análise da variância e à regressão polinomial ($p < 0,05$), para avaliar a influência de diferentes concentrações de Ce e La, sendo analisados separadamente. Os dados das variáveis expressas em porcentagem foram transformados, previamente, para arcoseno.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Independentemente do tratamento utilizado, todas as doses proporcionaram germinação acima do percentual mínimo exigido para produção e comercialização de sementes de alface (80%) (Brasil 2005), demonstrando a elevada qualidade das sementes utilizadas, mesmo as sem tratamento.

A aplicação de Ce e La, às sementes de alface, não aumentou a porcentagem de germinação e, no caso do primeiro elemento, não afetou o número de plântulas normais, na primeira contagem da germinação (Figuras 1a e 1b). Para o elemento La, houve aumento na porcentagem de plântulas normais, na

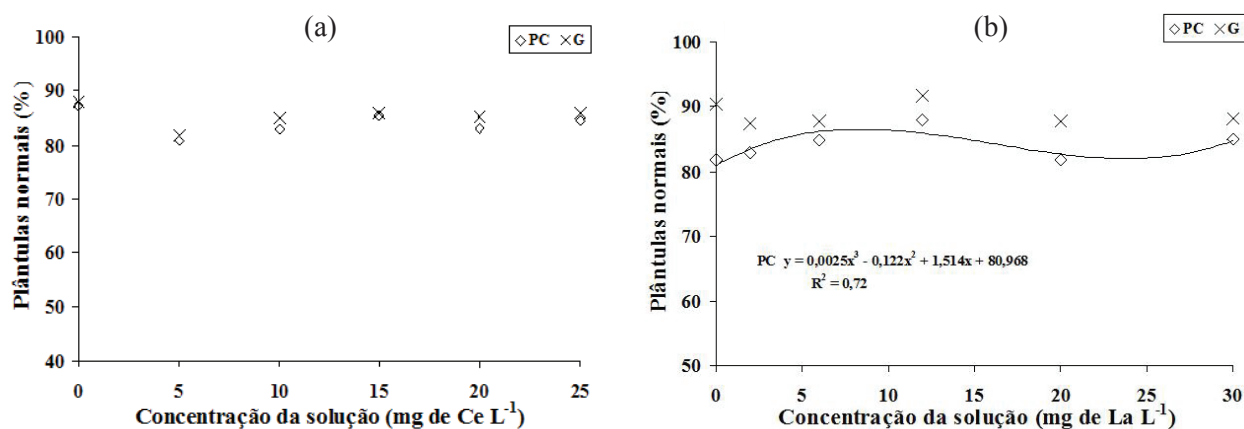


Figura 1. Primeira contagem (PC) e germinação (G) de alface, após tratamento das sementes com cério (Ce) (a) e lantânio (La) (b) (Santa Maria, RS, 2012).

primeira contagem da germinação, até a concentração de 12,0 mg L⁻¹ de La, obtendo-se 92% de plântulas normais. Isto pode ser explicado pelo fato de estes elementos ativarem enzimas envolvidas no processo de germinação, aumentando, então, a velocidade do processo.

A tendência observada no teste de germinação, nas diferentes doses dos tratamentos, pode ser explicada pelo fato de o teste de germinação ter sido conduzido em condições ideais de umidade, luz, temperatura e substrato (Lima et al. 2006), situação em que diferenças de tratamentos podem não ser expressas, a menos que ocorra efeito fitotóxico do elemento em questão, o que não ocorreu, neste caso. Estes resultados discordam dos encontrados por Chao et al. (2004), em sementes de espinafre,

os quais observaram que o tratamento com La e Ce aumentou a percentagem de germinação e o vigor das sementes. De acordo com estes autores, o efeito benéfico para estas sementes pode ser devido ao fato de as mesmas apresentarem menor vigor e, assim, os elementos proporcionariam um efeito mais visível nestas sementes do que naquelas com maior vigor.

O comprimento da parte aérea e das raízes das plântulas de alface apresentou aumento até a concentração de 20,0 mg L⁻¹ de Ce (Figura 2a). Resultado similar foi observado para o comprimento total das plântulas de alface, sendo maior na concentração de 15,0 mg L⁻¹ de Ce. A massa seca das plântulas de alface (Figura 3a) aumentou a partir da concentração de 5,0 mg L⁻¹ de Ce, alcançando o maior valor (0,60 mg plântula⁻¹) com 15,0 mg L⁻¹ de Ce.

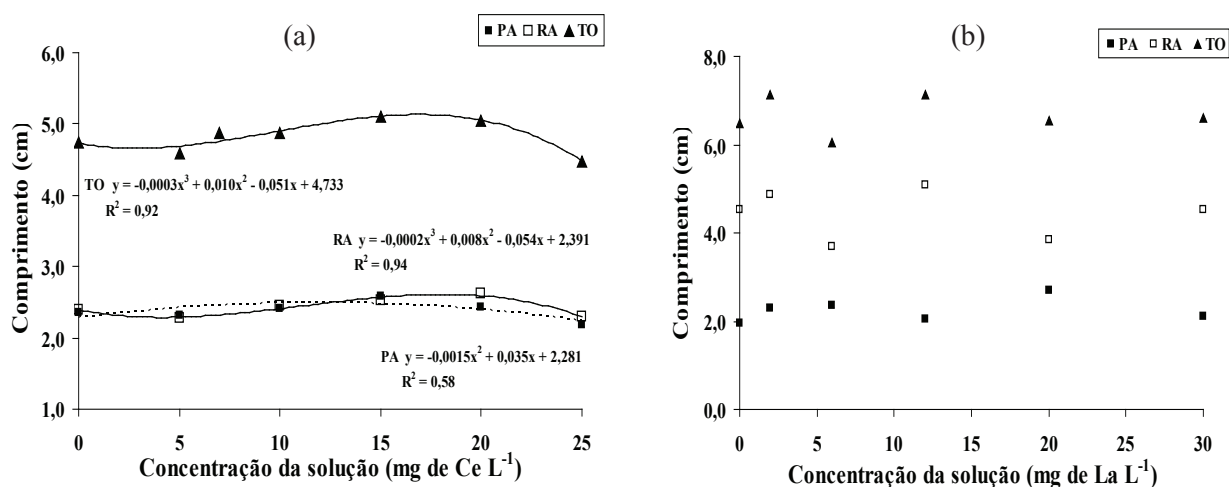


Figura 2. Comprimento da parte aérea (PA), das raízes (RA) e total (TO) de plântulas de alface, após tratamento das sementes com cério (Ce) (a) e lantânio (La) (b) (Santa Maria, RS, 2012).

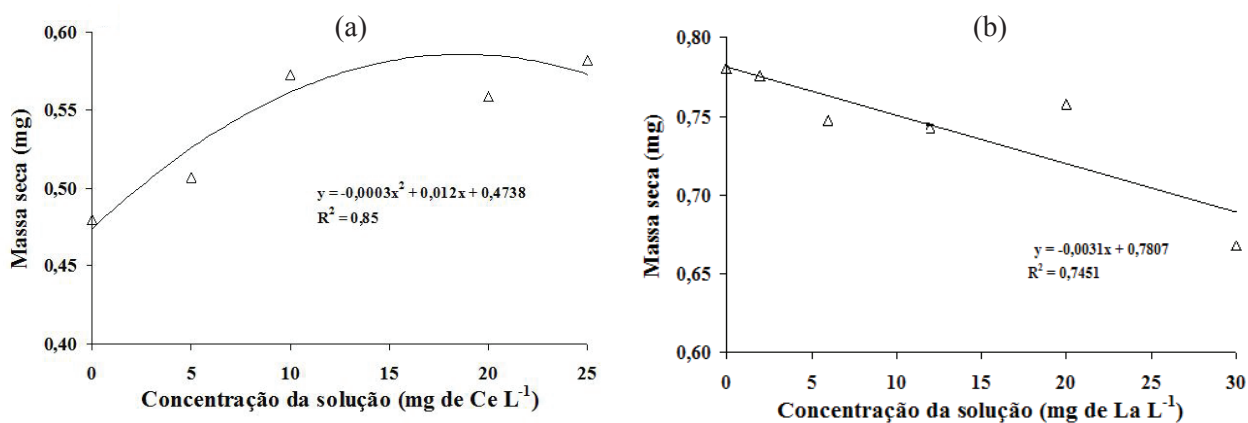


Figura 3. Massa seca de plântulas de alface, após tratamento das sementes com cério (Ce) (a) e lantânio (La) (b) (Santa Maria, RS, 2012).

O aumento no crescimento das plântulas, observado nos experimentos com Ce, pode estar relacionado ao fato de o elemento estudado afetar os ácidos nucleicos e as proteínas, dentro das células e do núcleo, estimulando a elongação radicular e a divisão celular, além de outras funções biológicas, como também sugeriram Yuan et al. (2001). Estes resultados concordam com os de Shyan & Aery (2012), os quais verificaram que baixos níveis de Ce provocam aumento no crescimento de raízes e parte aérea de feijão-caupi, enquanto altos níveis de Ce diminuem o comprimento de plântulas.

No experimento com La, tanto o comprimento da raiz quanto o da parte aérea das plântulas não diferiram entre os tratamentos (Figura 2b), enquanto a massa seca diminuiu (Figura 3b). A ausência de efeitos positivos do La, no crescimento das culturas, pode ser explicado pela bioacumulação excessiva deste elemento nas plantas, podendo mudar alguma função metabólica, como a absorção de outros nutrientes importantes para o crescimento de plantas, como observaram Hu et al. (2002).

Com o aumento no acúmulo de La e Ce, nas plântulas, a massa seca da parte aérea e das raízes pode decrescer. Resultado similar também foi observado por Diatloff et al. (2008), os quais verificaram que, tanto o La, quanto o Ce, prejudicaram o crescimento inicial, o adequado funcionamento das raízes e a condição nutricional de plantas de milho, nas maiores concentrações.

Quanto ao acúmulo de Ce e La (Tabela 1), nas sementes, observou-se que o Ce foi absorvido pelas sementes de alface. As quantidades absorvidas foram crescentes, à medida que aumentaram as concentrações nas soluções. O mesmo foi verificado, com relação à translocação de Ce e La para as plântulas.

Tabela 1. Concentração de cério (Ce) e lantânio (La) na solução, nas sementes e nas plântulas de alface (Santa Maria, RS, 2012).

Concentração na solução		Concentração nas sementes		Concentração nas plântulas	
Ce	La	Ce	Ce	La	
mg L ⁻¹		µg g ⁻¹			
0	0	0,00	0,00	0,00	
5	2	3,27	-	1,24	
10	6	9,64	-	2,44	
15	12	37,45	-	5,90	
20	20	80,82	3,10	7,10	
25	30	140,65	1,76	14,29	

Da mesma forma, Hu et al. (2002) observaram, em experimento com plântulas de trigo, que o acúmulo de Ce e La nas plântulas aumentou, à medida que aumentaram as concentrações dos elementos no meio de cultura. Logo, tanto o Ce quanto o La são capazes de entrar via solução aquosa nas sementes de alface e, posteriormente, serem translocados para a parte aérea e raízes das plântulas, embora em quantidades pequenas.

CONCLUSÕES

1. Os tratamentos de sementes com cério e lantânio não proporcionaram aumento na germinação de sementes, porém, o cério estimulou o crescimento de plântulas.
2. Os elementos cério e lantânio, aplicados a sementes de alface na forma de solução aquosa, foram absorvidos pelas sementes e translocados para as plântulas.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Instrução Normativa n° 25, de 16 de dezembro de 2005*. Anexo XII: Padrões para produção e comercialização de sementes de alface. 2005. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/PDF/padros.pdf>>. Acesso em: 07 jul. 2012.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. *Regras para análise de sementes*. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009.
- CHAO, L. et al. Effects of rare earth elements on vigor enhancement of aged spinach seeds. *Journal of Rare Earth*, Beijing, v. 22, n. 4, p. 547-551, 2004.
- DIATLOFF, E.; SMITH, F. W.; ASHER, C. J. Effects of lanthanum and cerium on the growth and nutrition of corn and mungbean. *Annals of Botany*, Bethesda, v. 101, n. 7, p. 971-982, 2008.
- EIRA, M. T. S.; MARCOS FILHO, J. Condicionamento osmótico de sementes de alface: I. Efeitos sobre a germinação. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, DF, v. 12, n. 1, p. 9-27, 1990.
- FRANZIN, S. M. et al. Métodos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de alface. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v. 26, n. 1, p. 63-69, 2004.
- HU, X. et al. Bioaccumulation of lanthanum and cerium and their effects on the growth of wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings. *Chemosphere*, Bethesda, v. 48, n. 6, p. 621-629, 2002.

- HU, Z. et al. Physiological and biochemical effects of rare earth elements on plants and their agricultural significance: a review. *Journal of Plant Nutrition*, Oxon, v. 27, n. 1, p. 183-220, 2004.
- LIMA, T. C.; MEDINA, P. F.; FANAN, S. Avaliação do vigor de trigo pelo teste de envelhecimento acelerado. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v. 28, n. 1, p. 106-113, 2006.
- LOPES, J. L. W. et al. Crescimento de mudas de alface em diferentes substratos. *Biotemas*, Florianópolis, v. 20, n. 4, p. 19-25, 2007.
- PILON-SMITS, E. A. H. et al. Physiological functions of beneficial elements. *Current Opinion in Plant Biology*, London, v. 12, n. 3, p. 267-274, 2009.
- SHYAM, R.; AERY, N. C. Effect of cerium on growth, dry matter production, biochemical constituents and enzymatic activities of cowpea plants [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, Temuco, v. 12, n. 1, p. 1-14, 2012.
- YUAN, D. et al. Uptake and distribution of rare earth elements in rice seeds cultured in fertilizer solution of rare earth elements. *Chemosphere*, Bethesda, v. 43, n. 8, p. 327-337, 2001.
- YIN, S. et al. Cerium relieves the inhibition of nitrogen metabolism of spinach caused by magnesium deficiency. *Biological Trace Element Research*, Clifton, v. 132, n. 1-3, p. 247-258, 2009.