

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
LUCIEMY POLIZELLI NONCIBONI

**ELEMENTO TERRA RARA LANTÂNIO NA GERMINAÇÃO E NO
CRESCIMENTO DE ALFACE (*Lactuca sativa* L.) E RABANETE (*Raphanus sativus* L.)**

Maringá

2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ

LUCIEMY POLIZELLI NONCIBONI

**ELEMENTO TERRA RARA LANTÂNIO NA GERMINAÇÃO E NO
CRESCIMENTO DE ALFACE (*Lactuca sativa* L.) E RABANETE (*Raphanus sativus* L.)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia – Mestrado Profissional da Universidade Estadual de Maringá, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof^o. Dr^a. Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada.

Maringá

Março, 2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá, PR, Brasil)

Nonciboni, Luciemy Polizelli
N812e Elemento terra rara lantânio na germinação e no crescimento de alface (*Lactuca sativa* L.) e rabanete (*Raphanus sativus* L.). / Luciemy Polizelli Nonciboni. -- Maringá, 2018.
32 f. : il., color., figs., tabs.

Orientador(a): Prof^a. Dr^a. Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional, 2018.

1. Lantânio. 2. Rabanete. 3. Alface. I. Schwan-Estrada, Kátia Regina Freitas, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional. III. Título.


CDD 21.ed. 635.52
AES-CRB-9/1065

LUCIEMY POLIZELLI NONCIBONI

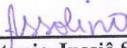
Elemento Terra Rara Lantano (La) na germinação e no crescimento de alface (*Lactuca sativa* L.) e rabanete (*Raphanus sativus* L.)

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, para obtenção do título de mestre.


APROVADO em 22 de março de 2018.



Prof.^a. Dr.^a. Edilaine Mauricia
Gelinski Grabcoski



Prof. Dr. Antonio Jussie Solino



Prof.^a. Dr.^a. Kátia Regina Freitas Schwane
Estrada
(Orientadora)

**ELEMENTO TERRA RARA LANTÂNIO NA GERMINAÇÃO E NO
CRESCIMENTO DE ALFACE (*Lactuca sativa L.*) E RABANETE (*Raphanus sativus L.*)**

AUTORA: LUCIEMY POLIZELLI NONCIBONI

ORIENTADORA: KÁTIA REGINA FREITAS SCHWAN-ESTRADA

Dissertação de Mestrado; Programa de Pós-Graduação em Agroecologia – Mestrado Profissional; Universidade Estadual de Maringá; Av. Colombo, 5790, Bloco 115; CEP: 87020-900 – Maringá – PR, Brasil, apresentada em 22 de março de 2018.

RESUMO

O tratamento de sementes é utilizado para protegê-las de ataques de pragas e doenças e também para o fornecimento de nutrientes. Neste contexto os elementos terras raras (ETRs) podem ser uma alternativa no tratamento de sementes. O elemento também conhecido como Lantânio pode melhorar a germinação de sementes e o crescimento de plântulas quando utilizadas no tratamento de sementes. Deste modo, objetivo do trabalho foi avaliar a germinação de sementes e o crescimento inicial de plântulas de alface e rabanete tratadas com nitrato de Lantânio ($\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). Para tal, sementes de alface crespa cultivar “Grand Rapids TBR”, de alface americana cultivar “Great Lakes 659” e sementes de rabanete cultivar “Early Scarlet Globe” foram imersas por 1h nas seguintes concentrações de nitrato de La: $0,05 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$; $0,10 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$; $0,15 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ e $0,20 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ e o controle absoluto, água. As variáveis analisadas foram germinação, comprimento da raiz, comprimento da parte aérea, comprimento total de plântula e plântulas normais e anormais. Os experimentos foram conduzidos em delineamento experimental inteiramente casualizado e os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Pelos resultados obtidos nas condições deste trabalho, pode-se concluir que as concentrações de nitrato de La utilizadas inibiram a germinação, o comprimento de parte aérea, de raiz e total de plântulas de alface independente da cultivar estudada. Entretanto, para as sementes de rabanete, houve estímulo de crescimento raiz e comprimento total de plântulas nas concentrações estudadas.

**RARE EARTH ELEMENT LANTHANUM IN GERMINATION AND GROWTH OF
LETUCCE (*Lactuca sativa* L.) AND RADISH (*Raphanus sativus* L.)**

AUTHOR: LUCIEMY POLIZELLI NONCIBONI

SUPERVISOR: KÁTIA REGINA FREITAS SCHWAN-ESTRADA

ABSTRACT

Seed treatment is generally used to protect seeds from pest and disease attacks, as well as nutrient supply, with early availability until seedling growth, enabling better initial competition conditions. Thus, one of the possibilities is the treatment of seeds with the rare earth elements (REE). Also known as lanthanides, REE might bring benefits to seed germination and seedling growth when incorporated into seed treatment. However, there are still few studies developed in the treatment of seeds, mainly of olive groves. Therefore, the objective of this work is to evaluate seed germination and initial growth of lettuce and radish seedlings treated with Lanthanum nitrate ($\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). For this, "Grand Rapids TBR" green-leaf lettuce cultivar, "Great Lakes 659" iceberg lettuce cultivar, and "Early Scarlet Globe" radish seedscultivar were immersed for 1 h at the following concentrations: absolute control, water; La^{+3} in the concentration of $0,05 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$; $0,10 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$; $0,15 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ e $0,20 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$. It was evaluated tests of germination, root length, shoot length, total length of normal and abnormal seedlings. The experiments were conducted in a completely randomized experimental design and the data obtained were submitted to analysis of variance by the Scott-Knott test ($p < 0,05$). By the results obtained in the conditions of this work, it can be concluded that the concentrations of La^{+3} used inhibited the germination, shoot length, root length and total lettuce seedlings independent of the cultivar studied. On the other hand, for radish seeds, there were root growth and total seedling length stimulus at the La^{+3} concentrations studied.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Porcentagem de sementes germinadas (G%) de alface crespa “Grand Rapids TBR”, em função da aplicação com diferentes concentrações de Lantânio (La^{+3}).. 18
- Figura 2 Comprimento total da plântula (cm) (A) e comprimento da parte aérea (cm) (B), em função da aplicação nas sementes da alface crespa “Grand Rapids TBR” com diferentes concentrações de Lantânio (La^{+3})..... 20
- Figura 3 Comprimento da raiz (cm), em função da aplicação nas sementes de alface crespa “Grand Rapids TBR” com diferentes concentrações de Lantânio (La^{+3})..... 21
- Figura 4 Comprimento total da plântula (A), da parte aérea (B) e da raiz (cm) (C), em função da aplicação nas sementes da alface americana “Great Lakes 659” com diferentes concentrações de Lantânio (La^{+3})..... 22
- Figura 5 Primeira contagem de germinação, em função da aplicação nas sementes da alface americana “Great Lakes 659” com diferentes concentrações de Lantânio (La^{+3})..... 23
- Figura 6 Comprimento total da plântula e da raiz (cm), em função da aplicação nas sementes do rabanete “Early Scarlet Globe” com diferentes concentrações de Lantânio (La^{+3})..... 24

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 Efeito do tratamento em função da aplicação de diferentes concentrações de Lantânio sobre a variável primeira contagem de germinação de alface crespa “Grand Rapids TBR”, mostrando as plântulas normais geminadas.	19
Tabela 2 Efeito do tratamento em função da aplicação de diferentes concentrações de Lantânio sobre as variáveis: germinação, comprimento da parte aérea e a primeira contagem de germinação de rabanete “Early Scarlet Globe”.	23
Tabela 3 Efeito do tratamento em função da aplicação de diferentes concentrações de Lantânio sobre as variáveis: índice de velocidade de germinação (IVG) e índice de velocidade de emergência (IVE) para a alface crespa, alface americana e o rabanete.	25

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1 Aspectos gerais da cultura da alface.....	10
2.2 Aspectos gerais da cultura do rabanete	11
2.3 Qualidade das sementes.....	12
2.4 Tratamento das Sementes	13
2.5 Elementos Terras Raras - ETRs	14
2.6 ETRs – Utilização no Tratamento de Sementes	15
3. MATERIAIS E MÉTODOS	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5. CONCLUSÕES	26
REFERÊNCIAS.....	27

1. INTRODUÇÃO

A olericultura no Brasil é praticada em todo território nacional, diferenciando dos outros setores, como a cultura de grãos, por constituírem um grupo diversificado de plantas, sendo cultivadas de forma temporária e abrangendo propriedades de exploração familiar intensivamente utilizada, exigindo alto investimento, sendo uma importante atividade agrícola (SOUZA e RESENDE, 2014).

A alface (*Lactuca sativa* L.) é a folhosa mais consumida no Brasil, ocupando o 3º lugar em maior volume de produção. Seu cultivo pode ser feito em campo, cultivo protegido em substratos ou em sistemas hidropônicos. O rabanete (*Raphanus sativus* L.) é a cultura de olerácea de ciclo mais rápido. A cultura adapta-se melhor ao plantio no outono - inverno, tolerando bem o frio e geadas leves (FILGUEIRA, 2005).

Para conseguir uma boa implantação das culturas alface e rabanete, o uso de sementes de alta qualidade é fundamental. Porém, essas sementes geralmente são altamente sensíveis às condições ambientais, podendo ocorrer problemas na germinação (MARCOS-FILHO, 2005).

Tanto a germinação de sementes de alface quanto à do rabanete, tende a ser muito influenciada pela temperatura, sendo que temperaturas altas, ou seja, acima de 30 °C reduzindo a velocidade e a porcentagem de germinação, reduzindo da produtividade das culturas (GOTO, 1998).

Atualmente, existem tecnologias desenvolvidas que ajudam a melhorar o desempenho inicial das culturas em condições normais ou em condições desfavoráveis. O tratamento de sementes, por exemplo, propicia um aumento do desempenho das sementes, especialmente as variedades ou híbridos de elevado valor comercial.

O tratamento de sementes em geral é utilizado para proteger as sementes de ataques de pragas e doenças e também no fornecimento de nutrientes, ocorrendo a disponibilidade do início até o crescimento da plântula, possibilitando assim melhores condições de competição inicial. Um dos principais métodos de tratamento de sementes é a imersão em soluções que possuam os elementos almejados (MACHADO, 1988).

Assim, uma das possibilidades é o tratamento de sementes com os elementos terras raras (ETRs). Segundo Hu et al. (2006) na China, estes elementos vem sendo utilizados a algumas décadas, como fertilizantes, via foliar ou no solo, em plântulas e também nas sementes. Hu et al (2002) utilizaram o La na germinação de sementes e no crescimento das plantas de trigo. Chao et al. (2004), relataram que fazendo o tratamento com La e também com Ce, observaram aumento da germinação e do vigor de sementes de espinafre. Entretanto

ainda são poucos os estudos desenvolvidos no tratamento de sementes, principalmente, de olerícolas.

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar a germinação de sementes e o crescimento inicial de plântulas de alface e rabanete tratadas com ETR Lantânio.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aspectos gerais da cultura da alface

A alface (*Lactuca sativa* L.) é a folhosa mais consumida no Brasil, ocupando a 3ª posição em maior volume de produção, ficando atrás da melancia e do tomate e anualmente movimenta R\$8 bilhões, em média, somente no varejo, tendo uma produção estimada de 1,5 milhão de toneladas/ano (ABCSEM, 2016).

No estado do Paraná, no ano de 2015 o setor de olericultura produziu 3,03 milhões de toneladas e o mercado movimentou R\$ 4,03 bilhões (SEAB-PR, 2016). A produção de alface ficou em 6º lugar com produção de 128,2 mil toneladas. Por ser bastante perecível, normalmente a produção da alface é em áreas próximas aos centros consumidores, tendo produção praticamente o ano inteiro, facilitando sua distribuição.

A alface pertence à família Asteracea, é uma planta anual, herbácea, originária de clima temperado, têm caule diminuto ao qual se prendem as folhas, que são amplas e crescem em roseta, em volta do caule, formando ou não uma cabeça (FILGUEIRA, 2005). Possui uma inflorescência capituliforme, com três brácteas que guardam de 10 a 25 flores cada. Esta olerícola é multiplicada por sementes, que são do tipo aquênio, apresentando tamanho e massa extremamente pequenos (DIAS; NASCIMENTO, 2009). Conforme a cultivar, tem colorações de vários tons de verde ou roxa. A planta floresce sob dias longos e temperaturas mais quentes, dias curtos e temperaturas baixas beneficiam a etapa vegetativa, sendo que todas as cultivares produzem melhor em tais condições.

A definição dos tipos de alface é importante porque a diversidade nas características morfológicas e fisiológicas entre os grupos determina grandes diferenças na conservação pós-colheita e, conseqüentemente, nos aspectos de manejo.

Os tipos de alface que estão disponíveis no mercado nacional para consumo podem ser agrupados em seis tipos morfológicos, com base na formação de cabeça e tipo de folhas. Os tipos são: repolhuda-manteiga, repolhuda-crespa (americana), solta-lisa, solta-crespa, tipo mimosa e tipo romana (RESENDE et al, 2007).

Quanto às exigências climáticas, as temperaturas ótimas para a produção dessa cultura são entre 15 e 20°C, sendo que o crescimento é bastante reduzido para temperaturas médias menores a 7°C e acima dos 25°C há uma redução da qualidade da alface (RESENDE et al. 2007)

Em relação às sementes, elas são comercializadas em embalagens impermeáveis, herméticas e requerem atenção com relação a sua qualidade fisiológica e vigor, devendo ser armazenadas em ambiente sob condições de temperatura e umidade controladas (PELEGRINI, CRUZ-SILVA, 2012).

2.2 Aspectos gerais da cultura do rabanete

O rabanete (*Raphanus sativus* L.), pertencente à família Brassicaceae, apresentando raiz com coloração avermelhada, polpa branca e de formato globular, que é a parte comercial da planta (FILGUEIRA, 2005). A cultura adapta-se melhor ao plantio no outono – inverno, tolerando bem o frio e geadas leves.

O desenvolvimento da raiz tuberosa é favorecido por temperaturas baixas e dias curtos, condições esta que mantêm a planta vegetativa por mais tempo. Quando a temperatura aumenta e o fotoperíodo se prolonga, as cultivares anuais pendoam, mesmo antes da formação da raiz.

O rabanete cresce melhor em solos leves, sendo a faixa de pH 5,5 a 6,8 a mais favorável. O rabanete não tolera o transplante, sendo semeado, portanto, no canteiro definitivo, em sulcos com 10-15 mm de profundidade. O espaçamento ideal entre os sulcos longitudinais é de 20-25 cm.

O desbaste é feito assim que as plantinhas estejam com 5 cm de altura, deixando-se aquelas mais vistosas distanciadas 8 - 10 cm. Ao longo do ciclo, procura-se manter o maior teor de água disponível no solo, próximo a 100%. As flutuações no teor hídrico do solo acarretam rachaduras na raiz (FILGUEIRA, 2005).

A qualidade dos rabanetes pode ser comprometida pela “isoporização” tornam-se esponjosos, insípidos e podem apresentar rachadura. Com prevenção, deve-se manter elevado teor de água no solo e colhem-se os rabanetes antes que atinjam o tamanho máximo. Entretanto, o meio mais eficiente é utilizar cultivares resistentes (PUTTI, 2014).

Esta é a cultura de olerácea de ciclo mais rápido, pois a colheita se inicia aos 25-35 dias da semeadura direta. Deve-se cuidar para que os rabanetes não ultrapassem o estágio apropriado. As plantas inteiras são lavadas e juntadas em maços, para a comercialização.

2.3 Qualidade das sementes

A qualidade de sementes envolve uma série de características fisiológicas, genéticas, sanitárias e físicas, essas características são necessárias para as sementes originarem plantas saudáveis e normais refletindo em alta produtividade. Por meio dos dados dessas características tem-se conhecimento de como será a situação da produção (POPINIGS, 1985; CASAROLI et al., 2006).

De acordo com Popinigs (1985) a qualidade fisiológica da semente está ligada a capacidade dela em realizar as funções vitais, identificada pelo vigor, germinação e longevidade. Porém, segundo Tropaldi et al. (2010) qualidade fisiológica é atribuída a capacidade de uma semente originar uma planta vigorosa e normal quando manejada em boas condições para seu desenvolvimento e crescimento.

Para as olerícolas que se realiza o transplante de mudas, como é o caso da alface, é fundamental adquirir informações a respeito do potencial fisiológico das sementes, pois esse conhecimento possibilita mudas de tamanhos e qualidades uniformes, obtendo assim, resultados favoráveis na produção final (CASAROLI et al., 2006) diminuindo assim possíveis imperfeições na germinação que podem afetar a produção (MARCOS-FILHO; NOVENBRE, 2009).

A qualidade sanitária, de acordo com Marcos-Filho (2005) é definida com a existência e o nível de ocorrência de fungos, bactérias, vírus, nematóides e insetos que podem promover perdas por meio de doenças causando danos na própria semente ou quando estes patógenos são transmitidos por meio das sementes diminuindo a qualidade e produtividade da produção.

Os patógenos são responsáveis por danos que vão desde as raízes, com sua degradação e morte das plântulas antes ou depois da emergência, podendo até ocorrer a infecção da parte aérea da planta interferindo na qualidade, resultando perdas de vigor, diminuição de germinação e deterioração das sementes (FLÁVIO et al., 2014).

Dentre os patógenos que contaminam as sementes, os fungos são mais ativos com a capacidade de penetrar nos tecidos vegetais, quando comparado com as bactérias e vírus que precisam para a penetração de algum agente vetor ou necessitam até mesmo da planta que pode exercer a função de agente de transferência passiva de inóculo (MACHADO; SOUZA et., 2009).

Sendo assim, as olerícolas cujas sementes são geradas em frutos volumosos conferem maior proteção contra ataques de patógenos, que representam a grande maioria das espécies comerciais, porém as sementes de frutos não volumosos estão mais propensas aos ataques, tendo maiores problemas nos campos destinados a produção de sementes, contudo a retirada dos frutos com as doenças faz com que as sementes tenham melhor qualidade sanitária (MACHADO; SOUZA et., 2009).

2.4 Tratamento das Sementes

O tratamento de sementes compreende todos os processos em que se utilizam produtos com a finalidade de proteger a semente de pragas e patógenos, além de favorecer o desempenho da semente em gerar plantas normais.

Diversos fatores são essenciais para obter alta produtividade das culturas, o uso de sementes de qualidade e produtos que favorecem o desempenho destas no campo, são fatores determinantes para o sucesso da produção (LUDWIG et al., 2011).

De modo geral, o termo tratamento de sementes não determina de forma exata o que foi utilizado nas sementes para modificar seu estado ou comportamento. Este termo é somente usado como indicação que as sementes foram submetidas a um produto (químico, nutricional ou hormonal) ou a um processo e também ainda a diferentes formas de energia, portanto o tratamento é uma expressão ampla (GIMENEZ-SAMPAIO; SAMPAIO, 2009).

Segundo Juliatti (2010) a prática do tratamento funciona como uma proteção para a semente, tanto no campo como no armazenamento, podendo este período ultrapassar 12 meses. Porém, Machado e Souza (2009) subdividem o tratamento de sementes em tratamento sanitário, cuja a finalidade é o controle de pragas e doenças, e o tratamento funcional, que compreende em incorporar as sementes insumos ou processos que beneficiem a produção.

O tratamento de sementes é considerado uma opção simples, rápida, eficiente e de baixo custo, porém alguns fatores devem ser levados em consideração, ou seja, os produtos utilizados na superfície das sementes devem causar menos contaminação ao ambiente, sejam eficientes para proteger do ataque de patógenos e preservem a qualidade da semente (RAMOS et al., 2008).

De acordo com Machado e Souza (2009), existem três tipos de tratamentos: químico, físico e biológico. A utilização de duas ou três técnicas potencializa o efeito dos tratamentos no controle do patógeno, pois, a ampla natureza e a alta diversidade dos mesmos, envolvidos

nas doenças e causando danos. Dentre esses tratamentos, o mais aplicado é o tratamento químico, seguido do físico e o biológico (SOARES et al., 2011).

É fundamental compreender que o tratamento de sementes deve ser utilizado como uma ferramenta para auxiliar de maneira positiva na qualidade da semente, por exemplo, quando a germinação é baixa devido à presença de patógenos, e não devendo ser um método empregado visando o aumento da germinação quando as sementes estão com danos mecânicos, danificadas por umidade, atacadas por pragas e armazenamento impróprio (GOULART, 1998).

2.5 Elementos Terras Raras - ETRs

O termo Elementos Terras Raras (ETRs) se deve ao fato que "terras", ao longo dos séculos XVIII e XIX, era a palavra para designação geral de óxidos metálicos quando esses elementos foram isolados, a partir de seus minerais ditos como óxidos (CONNELY et al, 2005). O termo "raras" foi em razão de que inicialmente esses elementos eram encontrados somente em alguns minerais em regiões na Suécia, sendo que seu isolamento era considerado complexo (ABRÃO, 1994; WERTS, 2005).

Deste modo, "terras raras" expressa de um modo equivocado em relação a esse grupo, já que caracteriza elementos de natureza metálica (e não propriamente seus óxidos ou terras), cuja a quantidade na crosta terrestre é, ao invés do que se pensa, consideravelmente alta. Os elementos cério, lantânio e neodímio são mais numerosos do que cobalto, níquel e chumbo (SAEZ-PUCHE e CARO, 1998).

Segundo a IUPAC - International Union of Pure and Applied Chemistry (CONNELY, 2005), os ETRs pertencem ao grupo formado por 17 elementos químicos, sendo que 15 fazem parte do grupo dos lantanídeos, ou seja, do lantânio ao lutécio: lantânio (La, Z=57), cério (Ce, Z=58), praseodímio (Pr, Z=59), neodímio (Nd, Z=60), promécio, (Pm, Z=61), samário (Sm, Z=62), európio (Eu, Z=63), gadolínio (Gd, Z=64), térbio (Tb, Z=65), disprósio (Dy, Z=66), hólmio (Ho, Z=67), érbio (Er, Z=68), túlio (Tm, Z=69), itérbio (Yb, Z=70) e lutécio (Lu, Z=71), sendo que eles se juntam os metais escândio (Sc, Z=21) e o ítrio (Y, Z=39) por manifestarem propriedades físico-químicas semelhantes aos lantanídeos, como o raio atômico similar e preferência pelo estado de oxidação +3, além da ocorrência nos mesmos minerais que os lantanídeos (LIMA, 2012; OLIVEIRA et al, 2014).

Os elementos são encontrados em mais de 250 espécies minerais, mas a minoria têm potencial de exploração econômica expressiva (OLIVEIRA et al, 2014). Na China é onde são encontradas as maiores jazidas, assim como na Comunidade dos Estados Independentes (CEI), nos Estados Unidos, seguidos da Austrália, Índia, Canadá, África do Sul e Brasil, entre outros (ROSENTAL, 2008).

Os ETRs têm grande utilização na área tecnológica, como, por exemplo, em eletrônica, óptica, magnetismo, catálise e dispositivos de alta eficiência energética (BGS, 2011). Nos últimos tempos, os elementos terras raras têm se expressado favoravelmente em uma nova área, na agricultura. Porém, também com uma dominação maior da China – os estudos científicos revelaram resultados notáveis e surpreendentes na melhoria das características dos aspectos vegetais avaliados (ESPÍNDULA et al, 2013 ; OLIVEIRA et al, 2014).

2.6 ETRs – Utilização no tratamento de sementes

A utilização dos elementos terras raras nas sementes revelou ser uma técnica vantajosa para melhorar seu potencial germinativo, também o crescimento e o desenvolvimento das plântulas e, conseqüentemente, o rendimento das culturas (OLIVEIRA et al., 2014).

Em alguns estudos feitos com trigo, a mistura de 60-120 mg kg⁻¹ de ETRs na forma de nitrato nas sementes melhorou o rendimento em 8,7-16,5% com comparação ao tratamento controle (HU et al., 2002). Jie e Yu (1985) apresentaram resultados de 6,3 a 12,6 % em aumentos no rendimento comparados com sementes não tratadas, usando baixas concentrações de ETRs 0,0005 mg kg⁻¹ aplicados em sementes de trigo, na forma de nitrato.

Na China a utilização de ETRs em sementes de soja é uma técnica comum. As sementes são tratadas por imersão em solução contendo 0,01 a 0,1% de ETRs e os autores verificaram aumento na germinação de 74 para 94% (ZHU ; WU, 1982).

A maior parte dos trabalhos que apresentam tratamento de sementes acessíveis até o momento relaciona e descreve o tratamento com ETRs de maneira geral e não mostrando particularmente o efeito do Lantânio. Desta forma, também não se encontra uma metodologia específica para o modo de aplicação dos ETRs nas sementes, tanto com relação à forma de aplicação (produto sólido ou em solução), quanto com o tempo de exposição (ESPÍNDULA et al, 2013; OLIVEIRA et al, 2014).

Em relação ao crescimento vegetal, o efeito dos diferentes ETRs se mostra muito variável entre as diferentes espécies e seus diferentes órgãos, aliado à estreita faixa que separa as doses ideais das fitotóxicas (D'AQUINO et al., 2009).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O efeito ETR nitrato de Lantânio ($\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) foi avaliado sobre a germinação de sementes e crescimento de plântulas de alface e rabanete. Para isto, realizou-se três experimentos: o experimento 01 avaliando a cultivar de alface crespa “Grand Rapids TBR”, o experimento 02 avaliando a cultivar de alface americana “Great Lakes 659” e o experimento 03 avaliando o rabanete cultivar “Early Scarlet Globe”. As avaliações foram feitas no laboratório de Controle Alternativo e Indução de Resistência, Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá. O nitrato de lantânio utilizado foi da empresa Alfa Aesar® A *Johnson Matthey Company* e as sementes são todas da empresa Agristar linha TopSeed Garden, não peletizadas e foram adquiridas em casa agropecuária no comércio local.

Os experimentos foram conduzidos em delineamento experimental inteiramente casualizado, composto de 5 tratamentos com 5 repetições, de modo que cada repetição constituía-se de uma caixa plástica tipo Gerbox contendo 25 sementes sob duplo papel germitest autoclavado e umedecido com água destilada e esterilizada. Nos experimentos, as sementes tanto de alface quanto de rabanete foram tratadas por imersão, durante 1h nos seguintes tratamentos:

- **T1**- controle absoluto, água;
- **T2**- TR La^{+3} na concentração de $0,05 \text{ g L}^{-1}$;
- **T3**- TR La^{+3} na concentração de $0,10 \text{ g L}^{-1}$;
- **T4**- TR La^{+3} na concentração de $0,15 \text{ g L}^{-1}$;
- **T5**- TR La^{+3} na concentração de $0,20 \text{ g L}^{-1}$.

Após este período, as sementes foram retiradas, secas superficialmente com papel toalha e distribuídas em caixas gerbox. As caixas gerbox foram mantidas em câmara de germinação B.O.D. a $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ com fotoperíodo de 12 horas.

A avaliação dos efeitos dos tratamentos sobre as sementes das cultivares de alface e rabanete iniciou-se com o teste de germinação, fazendo a contagem do número de sementes germinadas após 24h durante sete dias para alface e dez dias para rabanete. Com o objetivo de

evitar a contagem de sementes com falsa germinação por consequência da expansão do embrião com a embebição, o método realizado para determinar as sementes germinadas foi a apresentação da curvatura geotrópica da radícula, ou o seu tamanho ser no mínimo, 50% do tamanho da semente. Os resultados foram expressos em porcentagem de sementes germinadas (G%) (FERREIRA; AQUILA, 2000).

A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada utilizando os testes descritos a seguir:

- Primeira contagem de germinação (PCG): conduzido em conjunto com o teste de germinação, contando-se as plântulas normais germinadas no quarto dia após o início do teste de germinação. Os resultados foram expressos em porcentagem (%) (BRASIL, 2009). As outras avaliações realizadas foram o comprimento da raiz (CR), o comprimento da parte aérea (CA) e o comprimento total das plântulas (CTP). Os comprimentos foram medidos com régua graduada, utilizando-se 10 plântulas normais do teste de germinação, de cada repetição, com os valores expressos em centímetro (cm).

- Índice de velocidade de germinação (IVG): realizado em conjunto com o teste de germinação no laboratório, onde foram feitas contagens diárias das sementes germinadas durante sete dias, sendo que os valores observados foram expressos em índice proposto por Maguire (1962).

- Índice de velocidade de emergência (IVE): os valores diários as contagens das sementes emergidas foram calculados e colocados na seguinte fórmula:

$IVE = (E_1/N_1) + (E_2/N_2) + \dots + (E_n/N_n)$; onde E é o número de plântulas emergidas normais... En no enésimo dia, N é o número de dias após semeadura..., Nn o enésimo dia da avaliação. O teste de emergência de plântula foi feito em areia, onde as contagens eram diárias das plântulas emergidas até que o número ficasse constante. Foram consideradas como emergidas as plântulas que apresentavam os cotilédones totalmente livres e normais. Os resultados foram expressos em índice proposto por Maguire (1962).

- Teste de sanidade: realizado pelo método do papel filtro ou “blotter test” (HENNING, 1994), com 5 repetições. As sementes foram colocadas em caixas plásticas do tipo gerbox, sobre duas folhas de papel-filtro esterilizadas e umedecidas com água destilada e esterilizada. As sementes foram mantidas na B.O.D. pelo período inicial de 24 horas sob temperatura de 20 ± 2 °C e, em seguida em congelador (-20 °C) por 24 horas, e finalmente retornando na câmara de germinação a 20 ± 2 °C sob luz fluorescente branca, por mais 5 dias

(BRASIL, 2009). Após esse período, as sementes foram avaliadas quanto à presença de fungos patogênicos, com o auxílio de lupa com iluminação e microscópio.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$), utilizando o software SISVAR versão 5.6.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento 01 onde foi analisada a germinação e o crescimento de plântulas da alface crespa “Grand Rapids TBR”, foi observada diferença significativa da germinação entre os tratamentos (Figura 1). A germinação (G%) das sementes tratadas com as concentrações de Lantânio (La^{+3}) $0,05 \text{ g L}^{-1}$, $0,10 \text{ g L}^{-1}$ e $0,20 \text{ g L}^{-1}$ promoveu inibição em relação ao controle água. Portanto, o uso dessas concentrações causou um efeito negativo para a germinação desta variedade de alface.

O tratamento com TR La^{+3} $0,15 \text{ g L}^{-1}$ não diferiu estatisticamente com controle água, não prejudicando a germinação como as outras concentrações relatadas. A germinação ficou com média de aproximadamente 88%, ficando de acordo com a porcentagem exigida para a comercialização de sementes de alface (BRASIL, 2005).

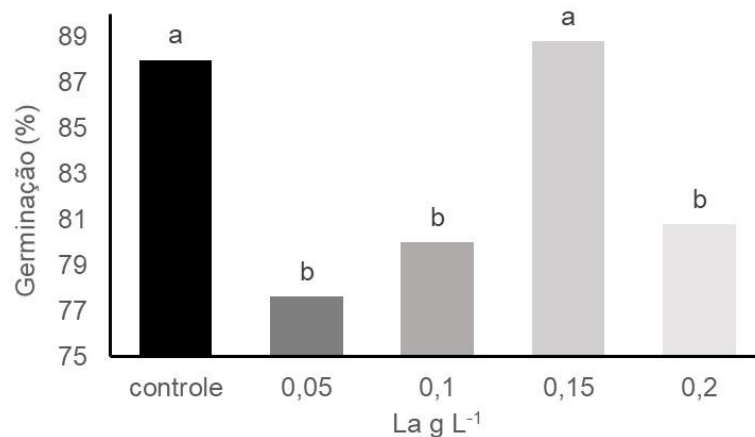


Figura 1. Porcentagem de sementes germinadas (G%) de alface crespa “Grand Rapids TBR”, em função da aplicação com diferentes concentrações de Lantânio (La^{+3}).

D’Aquino et al. (2009) ao tratarem sementes de trigo duro (*Triticum durum*), por imersão durante 2 a 4h, nas doses de $0,01 \text{ mM}$ e $0,1 \text{ mM}$ de Lantânio, também observaram redução na germinação das sementes em relação ao controle água. Hu et al. (2002), verificaram que o Lantânio e o Cério podem interferir com a absorção de nutrientes, inibindo

a germinação e o crescimento de plântulas de trigo (*Triticum aestivum* L.) nas concentrações de 0,5-25mg L⁻¹.

Entretanto, Fashui et al. (2003) estudando sementes de arroz (*Oryza sativa*) tratadas em solução com Lantânio por imersão durante 48h, observaram aumento no vigor e aceleração de germinação, e relacionaram este efeito ao aumento da atividade de enzimas amilases, proteinases, lipases além de outras enzimas hidrolíticas e, em menor proporção, do conteúdo de hormônios envolvidos no processo de germinação, como ácido indol acético, giberelinas e citocininas.

Para primeira contagem de germinação (PCG), a porcentagem de plântulas normais geminadas não mostrou diferença significativa entre o controle água e os tratamentos, ou seja, os tratamentos não interferiram negativamente para esse parâmetro (Tabela 1). Esta primeira contagem ajuda determinar a qualidade fisiológica do lote de sementes, avaliando a porcentagem de plântulas normais presentes na primeira contagem de germinação.

Tabela 1. Efeito do tratamento de sementes com Lantânio (La⁺³) em diferentes concentrações sobre a variável primeira contagem de germinação de alface crespa “Grand Rapids TBR”, mostrando as plântulas normais geminadas.

Concentração de Lantânio (La ⁺³) g L ⁻¹	Primeira contagem de germinação (%)
0,05	68,78 ^{NS}
0,10	65,72 ^{NS}
0,15	65,72 ^{NS}
0,20	66,26 ^{NS}
Controle	78,5

NS = não significativo pelo teste de Scott-Knott (p<0,05).

Ao avaliar o comprimento total da plântula (CTP) e o comprimento da parte aérea (CA), o controle água e o tratamento com Lantânio La⁺³ 0,05 g L⁻¹ não diferiram entre si, ou seja, não provocou um efeito negativo no crescimento da plântula. Porém, os demais tratamentos em relação ao controle água apresentaram menores médias de crescimento, mostrando serem prejudiciais para essa variedade (Figura 2). Podendo observar que o uso de maiores concentrações promoveu menor desenvolvimento da plântula.

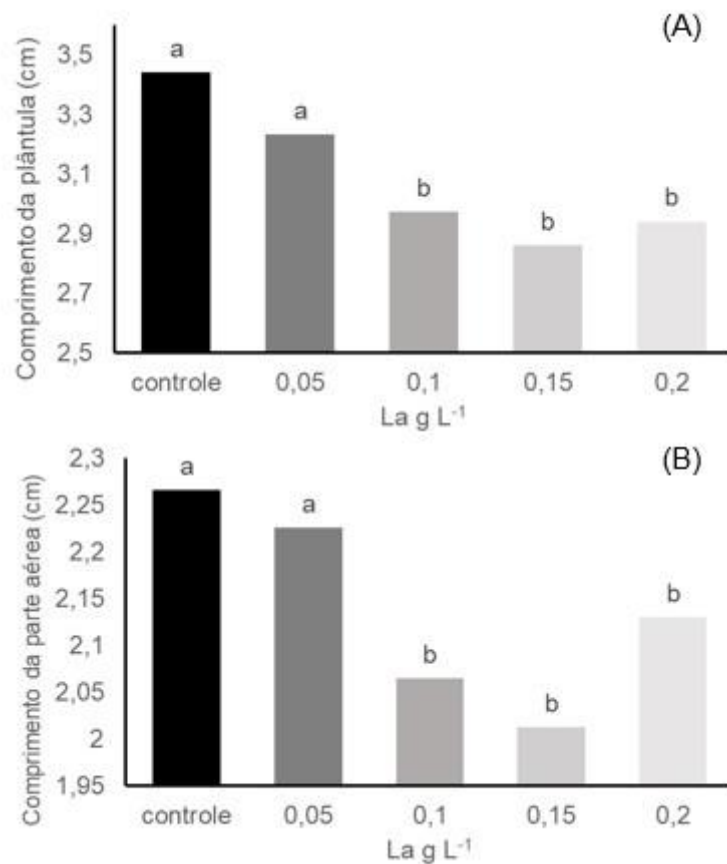


Figura 2. Comprimento total da plântula (cm) (A) e comprimento da parte aérea (cm) (B), em função da aplicação nas sementes da alfaca crespa “Grand Rapids TBR” com diferentes concentrações de Lantânio (La⁺³).

Com relação ao crescimento das raízes (CR), as médias dos tratamentos foram inferiores em relação ao controle água chegando a 69% de inibição na maior concentração utilizada (Figura 3). Resultados relatados por Hu et al. (2002) e Diatloff et al. (2008) também mostraram uma inibição nos crescimentos (CTP, CA e CR), em função da diminuição da divisão celular, constatando que o aumento das concentrações induz a redução do crescimento. Hu et al. (2006) estudaram os efeitos fisiológicos e tóxicos de lantânio sobre o crescimento e sua bio acumulação em milho, constatando que houve acúmulo em todas as partes da planta, e em decorrência disto, o alongamento da raiz e o peso seco da parte aérea e raízes das mudas foram reduzidos significativamente.

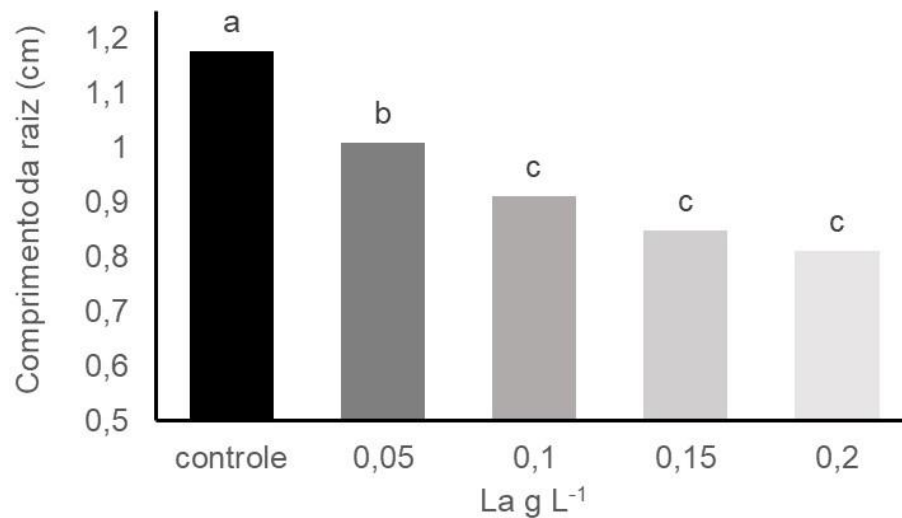


Figura 3. Comprimento da raiz (cm), em função da aplicação nas sementes de alface crespa “Grand Rapids TBR” com diferentes concentrações de Lantânio (La^{+3}).

No experimento 02, quando se utilizou a alface americana “Great Lakes 659”, não foi observado diferença significativa na germinação (G%) entre os tratamentos e o controle água, os resultados ficaram acima de 95%, ou seja, acima do percentual exigido para sementes de alface (BRASIL, 2005). Esse resultado está de acordo com os relatos de Thomas et al. (2014) trabalhando com tomate e rabanete e Barbieri et al. (2013) avaliando alface.

O comprimento da parte aérea (CA), da raiz (CR) e total da plântula (CTP) apresentou diferença estatística, onde as médias foram diminuindo de acordo com o aumento da concentração utilizada, em relação ao controle água (Figura 4). Estes resultados concordam com os obtidos por Ma et al. (2010), onde relatam que a alface é uma espécie sensível, apresentando redução do crescimento após exposição com La^{+3} em dosagens relativamente altas, como nesta pesquisa.

Segundo Ma et al. (2010) estudando rabanete (*Raphanus sativus*), trigo (*Triticum aestivum*), alface (*Lactuca sativa*), repolho (*Brassica oleracea*), tomate (*Lycopersicon esculentum*) e pepino (*Cucumis sativus*) as respostas ao ETR dependem do tipo de planta, estágio de crescimento, condição do solo e especialmente a concentração do elemento. O La^{+3} tem um efeito positivo para o crescimento das plantas em baixas concentrações (< 0,8mg L⁻¹ nano- La_2O_3) enquanto altas concentrações promove efeitos negativos, mas o mecanismo ainda é desconhecido. Isso foi explicado por "efeito hormese", que é um fenômeno dose-resposta caracterizado por uma baixa dose de estimulação e uma alta dose de inibição (CALABRESE; BALDWIN, 2002).

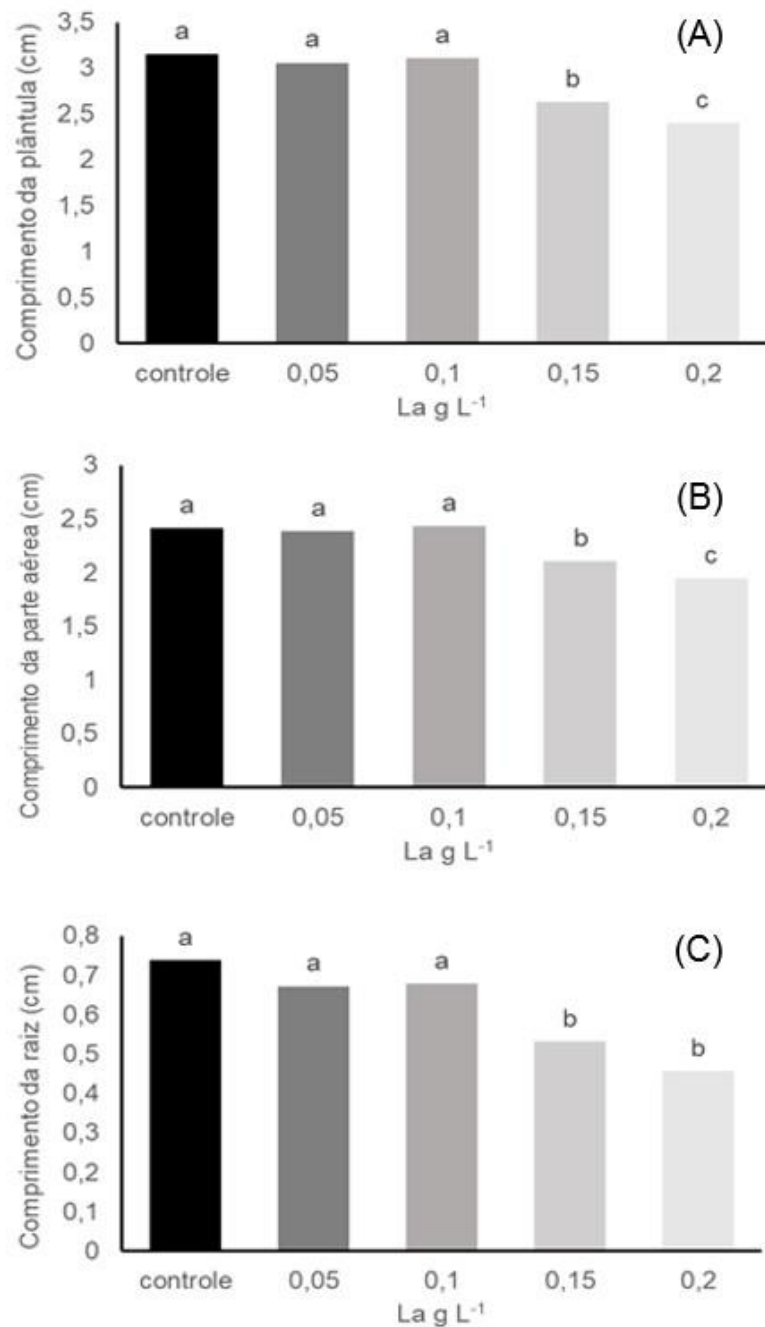


Figura 4. Comprimento total da plântula (A), da parte aérea (B) e da raiz (cm) (C), em função da aplicação nas sementes da alfaca americana “Great Lakes 659” com diferentes concentrações de Lantânio (La⁺³).

Ao avaliar a primeira contagem de germinação, ou seja, o número de plântulas germinadas e normais da alfaca americana, observou-se uma redução das variáveis em relação ao controle água (Figura 5).

Barbieri et al. (2013) estudando sementes de alfaca imersa em solução aquosa de La⁺³ nas concentrações de 5 – 30mg L⁻¹ discordam desse resultado, pois observaram aumento na

porcentagem de plântulas normais de alface lisa “Regina”, explicando que se deve ao fato de que o elemento La^{+3} pode ativar enzimas envolvidas no processo de germinação.

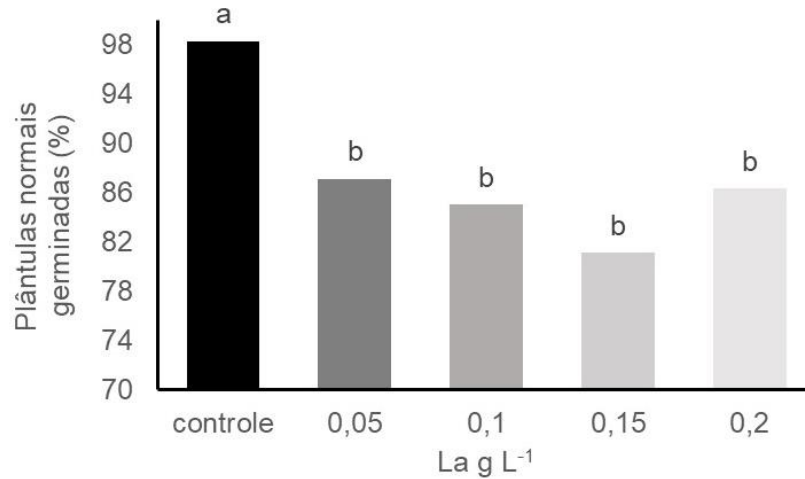


Figura 5. Primeira contagem de germinação, em função da aplicação nas sementes da alface americana “Great Lakes 659” com diferentes concentrações de Lantânio (La^{+3}).

Para o experimento 3, com tratamento de sementes de rabanete “Early Scarlet Globe”, não foi observado diferença significativa estatisticamente, para a germinação, o comprimento da parte aérea e primeira contagem de germinação (Tabela 2), ou seja, evidenciando que não houve efeito negativo do La^{+3} para estes parâmetros nesta cultura.

Tabela 2. Efeito do tratamento de sementes com Lantânio (La^{+3}) em diferentes concentrações sobre as variáveis: germinação, comprimento da parte aérea e a primeira contagem de germinação de rabanete “Early Scarlet Globe”.

Concentração de Lantânio(La) g L^{-1}	Germinação (%)	Primeira contagem de germinação (%)	Comprimento da parte aérea (cm)
0,05	96,8 ^{NS}	97,5 ^{NS}	1,69 ^{NS}
0,10	95,2 ^{NS}	98,2 ^{NS}	2,04 ^{NS}
0,15	97,6 ^{NS}	96,7 ^{NS}	2,21 ^{NS}
0,20	96,0 ^{NS}	96,8 ^{NS}	1,67 ^{NS}
Controle	96,0	98,7	1,63

NS = não significativo pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Ao avaliar o comprimento da raiz (CR) e comprimento total da plântula (CTP) houve diferença significativa para essas variáveis, onde observou aumento do crescimento em

relação ao controle água (Figura 6). O efeito estimulante do crescimento da raiz também foi observado por outros autores como Oliveira et al. (2015) com plantas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) tratadas com La^{+3} nas concentrações 5-160 μM , Chaturvedi et al (2014) com sementes de milho (*Zea mays*) tratadas com La^{+3} nas concentrações 5-50 μM observaram aumento da germinação e do vigor de sementes. Estes autores alegam que os efeitos promotores de crescimento podem estar associados aos aumentos nas taxas de divisão celular e ao tamanho das células após o tratamento.

De acordo com Barbierie et al. (2013) e Hu et al. (2006), o La^{+3} pode entrar via solução aquosa nas sementes e em seguida ser translocado para as raízes e para a parte aérea das plântulas, mesmo que seja em quantidades pequenas, estimulando o crescimento das plântulas.

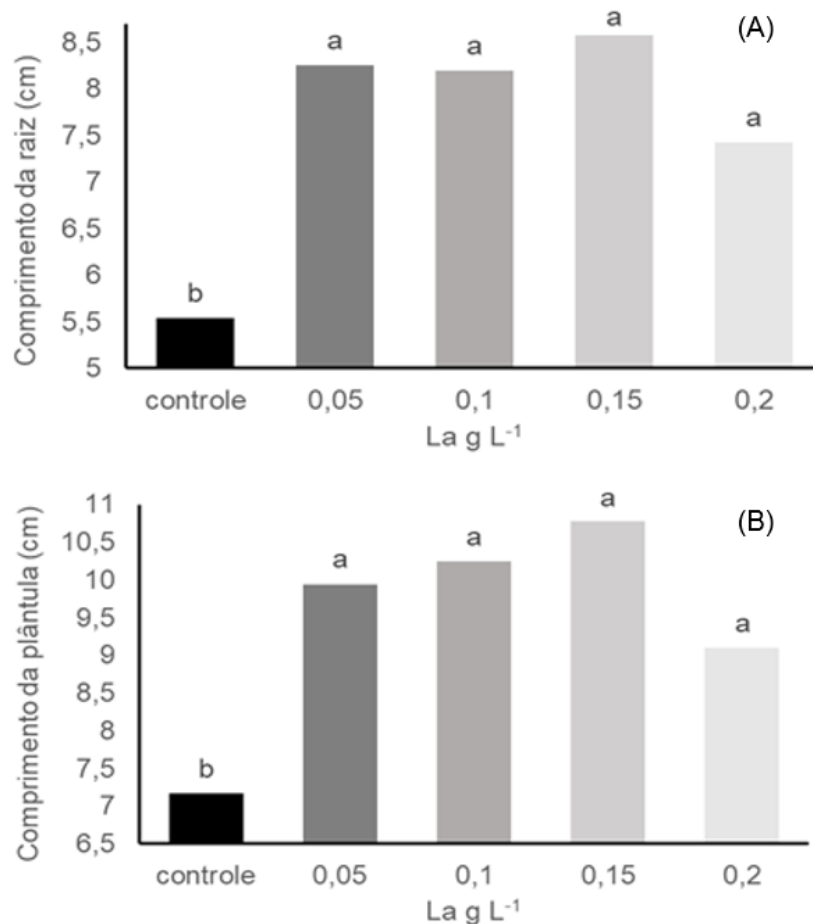


Figura 6. Comprimento total da plântula e da raiz (cm), em função da aplicação nas sementes do rabanete “Early Scarlet Globe” com diferentes concentrações de Lantânio (La^{+3}).

Quanto ao índice de velocidade de germinação (IVG) e o índice de velocidade de emergência (IVE), não se observou efeito negativo ou positivo dos tratamentos para a alface

crespa, alface americana e também para o rabanete. Os resultados não apresentaram diferença significativa entre o controle e os demais tratamentos (Tabela 3). É possível que as concentrações utilizadas não sejam adequadas para promover o efeito positivo esperado, como o observado por outros autores.

Tabela 3. Efeito do tratamento de sementes com Lantânio (La^{+3}) em diferentes concentrações sobre as variáveis: índice de velocidade de germinação (IVG) e índice de velocidade de emergência (IVE) para a alface crespa, alface americana e o rabanete.

Concentração de Lantânio g L^{-1}	Alface Crespa		Alface Americana		Rabanete	
	IVG	IVE	IVG	IVE	IVG	IVE
0,05	28,41 ^{NS}	3,46 ^{NS}	37,43 ^{NS}	3,28 ^{NS}	47,20 ^{NS}	13,26 ^{NS}
0,10	26,51 ^{NS}	2,68 ^{NS}	36,56 ^{NS}	2,74 ^{NS}	45,80 ^{NS}	12,90 ^{NS}
0,15	28,82 ^{NS}	3,82 ^{NS}	34,29 ^{NS}	5,88 ^{NS}	47,40 ^{NS}	13,50 ^{NS}
0,20	29,03 ^{NS}	2,72 ^{NS}	34,20 ^{NS}	2,46 ^{NS}	46,26 ^{NS}	12,88 ^{NS}
Controle	32,11	3,74	39,30	4,76	46,80	14,0

NS = não significativo pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

O ETR lantânio é o elemento mais citado nas pesquisas envolvendo produção de plantas, sendo que foi observado aumento no vigor e na aceleração da germinação em arroz (FASHUI et al. 2000; FASHUI et al., 2003; LIU et al., 2013), promoção da germinação e crescimento em pepino (SHI et al., 2005) maior crescimento de mudas de trigo duro (D'AQUINO et al., 2009). Segundo Barbieri (2013) estudando alface lisa, notou que o lantânio na forma de solução aquosa favorece a qualidade fisiológica de sementes, especialmente em condição de estresse térmico, a 30°C.

Ao avaliar o teste de sanidade para alface crespa, alface americana e rabanete, constatou-se que não houve aparecimento de fungos nas sementes, as avaliações foram diárias durante dez dias, indicando serem sementes de lotes de boa qualidade sanitária. O componente sanitário refere-se à qualidade sanitária, ou seja, ao efeito deletério provocado por patógenos associados às sementes, desde o campo de produção até o armazenamento.

5. CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos nas condições deste trabalho, pode-se concluir que as concentrações de La^{+3} utilizadas inibiram a germinação, o comprimento de parte aérea, de raiz e total de plântulas de alface independente da cultivar.

Para as sementes de rabanete, houve estímulo de crescimento raiz e total de plântulas nas concentrações de La^{+3} estudadas e não interferiu na porcentagem de germinação.

REFERÊNCIAS

ABCSEM - **Manual Técnico Cultivo de Hortaliças 2015** - 3ª Edição, Campinas.

ABRÃO, A.; **Química e Tecnologia das Terras-Raras**, CETEM/CNPq: Rio de Janeiro, 1994

BARBIERI, A.P.P.; ESPÍNDOLA, M.C.G.; MENEZES, N.L.; HENRIQUE, D.F.S. Tratamento de sementes de alface com soluções aquosas de cério e lantânio. **Pesquisa Agropecuária**, v.43, p.104-109, 2013.

BGS - BRITISH GEOLOGICAL SURVEY. **Rare Earth Elements**. London, 2011

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária- Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Análise Sanitária de Sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 2009. 200p.

CHATURVEDI, N.; GANNAVAPURU, R.; DHAL, N. K. Effect of Lanthanum on the growth and physiological activities of Zea mays, Vigna radiata and Vigna mungo. **International Journal of Environmental Sciences**. v 4, No 5, 2014.

DERAL, Departamento de Economia Rural. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná - Curitiba. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2017/Olericultura_2015_16.pdf>. Acesso em: 30 Agosto 2017.

CALABRESE, E. J.; BALDWIN, L. A. Defining hormesis. **Human & Experimental Toxicology**, Hampshire, v. 21, n. 1, p. 91-97, 2002b

CASAROLI, D.; GARCIA, D. C.; MUNIZ, M. F. B, MENEZES, N. L. Qualidade Sanitária e Fisiológica de Sementes de Abóbora Variedade Menina Brasileira. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 2, p. 158-163, 2006.

CHAO, L. et al. Effects of rare earth elements on vigor enhancement of aged spinach seeds. **Journal of Rare Earth**, v.22, n.4, p.547-551, 2004.

CONNELLY, N.G.; DAMHUS, T.; HARTSHORN, R.M.; HUTTON, A.T.; **Nomenclature of Inorganic Chemistry - IUPAC Recommendations 2005**, RSC Publishing: Cambridge, 2005.

D'AQUINO, A.L.; MORGANA, B.M.; CARBONI, B.M.A.; STAIANO, C.M.; ANTISARI, D.M.V.; RE, E.M.; LORITO, F.M.; VINALE, F.F.; ABADI, F.K.M.; WOO, F.S.L. Effect of some rare earth elements on the growth and lanthanide accumulation in different Trichoderma strains. **Soil Biology & Biochemistry**, v.41, p.2406-2413, 2009.

DIAS, D. C. F. S.; NASCIMENTO, W. M. **Desenvolvimento, maturação e colheita sementes de hortaliças**. In: NASCIMENTO, W. M. Tecnologia de sementes de hortaliças. 1º ed. Brasília: Embrapa hortaliças, p. 11-74, 2009. 431p.

DIATLOFF, E.; SMITH, F.W.; ASHER, C.J. Effects of lanthanum and cerium on the growth and mineral nutrition of corn and mungbean. **Annals of Botany**, v.101, p.971-982, 2008.

ESPÍNDOLA, M.C.G.; MENEZES, N.L.; BARBIERI, A.P.P. Efeito do cério na qualidade fisiológica de sementes de milho e no desempenho agrônômico das plantas. **Bioscience**, v.29, p.1501-1507, 2013.

FASHUI, H.; WANG, L.; LIU, C. Study of lanthanum on seed germination and growth of rice. **Biological Trace Element Research**, v.94, p.273-286, 2003.

FASHUI, H. S. Study on the mechanism of cerium nitrate effects on germination of aged rice seed. **Biological trace elements research**, v. 87, n.1-3, p.191–200, 2002.

FASHUI, H.; ZHENGGUI, W.; GUIWEN, Z. Effect of lanthanum on aged seed germination of rice. **Biological Trace Element Research**, v.75, p.205-213, 2000.

FLÁVIO, N. S. D. S.; SALES, N. L. P.; AQUINO, C. F.; SOARES, E. P. S.; AQUINO, L. F. S.; CATÃO, H. C. R. M. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de sorgo tratadas com extratos aquosos e óleos essenciais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 7-20, 2014.

FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12 (Edição Especial), p. 175-204, 2000.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2° ed. Viçosa: UFV, 2005.

GIMENEZ-SAMPAIO, T.; SAMPAIO, N. V. **Recobrimento de sementes de hortaliças**. In: NASCIMENTO, W. M. Tecnologia de sementes de hortaliças. 1° ed. Brasília: Embrapa hortaliças, p. 275-306, 2009.

GOULART, A. C. P. **Tratamento de sementes de soja com fungicida: recomendações técnicas**. Dourados: Embrapa CPAO, 1998. 32p. (EMBRAPA-CPAO. Circular Técnica, 8).

GOTO, R. A cultura da alface. In.: GOTO, R., TIVELLI, S.W. (org.). **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo, Fundação Editora da UNESP, 1998.

HE, Y.; LOH, C. Cerium and lanthanum promote floral initiation and reproductive growth of *Arabidopsis thaliana*. **Plant Science**, v.159, n.1, p.117-124, 2000.

HENNING, A.A. **Patologia de sementes**. Londrina: EMBRAPA/ CNPSo, 1994. 43p.

HU, Z. et al. Physiological and Biochemical Effects of Rare Earth Elements on Plants and Their Agricultural Significance: A Review. **Journal of Plant Nutrition**, v.27, n.1, p.183-220, 2006

HU, X.; DING, Z.; CHEN, Y.; WANG, X.; DAI, L. Bioaccumulation of lanthanum and cerium and their effects on the growth of wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings. **Chemosphere**, v.48, p.621-629, 2002.

JIE, H.G.; YU, Z.H. Effects of REEs on increasing yield and physiology of wheat. **Journal of Agricultural Science**, v. 1, p. 25–29, 1985.

JULIATTI, F. C. Avanços nos tratamentos químicos de sementes. **Informativo Abrates**, v. 20, n. 3, p. 54-55, 2010.

LIMA, P.C.R. "Terras-raras: elementos estratégicos para o Brasil", Consultor Legislativo da Área XII; Recursos Minerais, Hídricos e Energéticos. Estudo: Fev-2012. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/a-camara/altosestudios/temas/temas-2013-2014/terras-raras/EstudoMineraisEstratgicoseTerrasRaras.pdf>> Acesso em: 21 ago. 2017.

LIU, D.; WANG, X.; ZHANG, X.; GAO, Z. Effects of lanthanum on growth and accumulation in roots of rice seedlings. **Plant, Soil and Environment**, v.59, p.196–200, 2013.

LUDWIG, M. P.; FILHO, A. L.; BAUDET, L.; DUTRA, L. M. C.; AVELAR, S. A. G.; CRIZEL, R. L. Qualidade de sementes de soja armazenadas após recobrimento com aminoácido, polímero, fungicida e inseticida. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 3 p. 395-406, 2011.

MA, Y.; KUANG, L.; HE, X.; BAI, W.; DING, Y.; ZHANG, Z.; ZHAO, Y.; CHAI, Z. Effects of rare earth oxide nanoparticles on root elongation of plants. **Chemosphere**, v.78, p.273-279, 2010.

MACHADO, J.C. **Patologia de sementes**: fundamentos e aplicações. Brasília:1988

MACHADO, J. C.; SOUZA R. M. Tratamento de sementes de hortaliças para o controle de patógenos: princípios e aplicações. In: NASCIMENTO, W. M. Tecnologia de sementes de hortaliças. 1º ed. Brasília: **Embrapa hortaliças**, p. 247-272, 2009.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p.176-77, 1962.

MARCOS-FILHO, J.; NOVENBRE, A. D. L. C. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de hortaliças**. In: NASCIMENTO, W. M. Tecnologia de sementes de hortaliças. 1º ed. Brasília: Embrapa hortaliças, p. 185-243, 2009.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005.

OLIVEIRA, J.S.B; BIONDO, V; SAAB, M. F.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F. Uso de elementos Terras Raras na agricultura. **Scientia Agraria Paranaensis - SAP Mal. Cdo. Rondon**, v.13, n.3, jul./set., p.171-185, 2014.

OLIVEIRA, A de; RAMOS, S. R; SIQUEIRA, J. O.; FAQUIN, V.; CASTRO, E. M.; AMARAL, D.A.; TECHIO, V. H.; GUILHERME, R.G. Bioaccumulation and effects of lanthanum on growth and mitotic index in soybean plants. **Ecotoxicology and Environmental Safety** 122, p. 136-144, 2015.

PELEGRINI, L. L.; CRUZ-SILVA, C. T. A. Variação sazonal na alelopatia de extratos aquosos de *Coleus barbatus* (A.) Benth. sobre a germinação e o desenvolvimento de *Lactuca sativa* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, n. 2, p. 376-382, 2012.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2º ed. Brasília, 1985. 289p.

PUTTI, F. Ferrari. Avaliação da cultura do rabanete ao longo do ciclo submetido em diferentes níveis de salinidade. **Journal of Agronomic Sciences**, v. 3, n. 2, p. 80-90, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/137475>>.

RAMOS, N. P.; FILHO, J. M.; GALLI, J. A. Tratamento fungicida em semente de milho super-doce. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 1, p. 24-31, 2008.

RESENDE, F. V.; SAMINÊZ, T. C. O.; VIDAL, M. C.; SOUZA, R. B.; CLEMENTE, F. M. V. Cultivo de alface em sistema orgânico de produção. Brasília, DF: **Embrapa Hortaliças**, 2007. 16 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 56).

ROSENTAL, S. **Terras Raras**. Comunicação Técnica CT2008-188-00. CETEM/CNPq, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <<http://www.cetem.gov.br/publicacao/CTs/CT2008-188-00.pdf>> Acessado em: 20 agosto 2017.

SAEZ-PUCHE, R.; CARO, P., eds.; **Rare Earths**; Editorial Complutense: Madrid, 1998

SHI, P.; CHEN, G.C.; HUANG, Z.W. Effects of La³⁺ on the active oxygen-scavenging enzyme activities in cucumber seedling leaves. **Russian Journal of Plant Physiology**, v.52, p.294-297, 2005.

SOARES, E. P. C.; SOUZA, A. P. R.; OLIVEIRA, P. C.; FLÁVIO, N. S. D. S.; AZEVEDO, D. M. Q.; SALES, N. L. P. Fisiologia das sementes de Fava D'antas (*Dimorphandra mollis*Benth) após tratamento térmico, biológico e extratos. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, p. 1-6, 2011.

SOUZA, J.L. RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. 3ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2014.

THOMAS, P.J.; CARPENTER, D.; BOUTIN,C.; ALLISON,J. E. Rare Earth Elements (REEs): Effects on germination and growth of selected crop and native plant species. **Chemosphere**, v 96, p 57–66. 2014.

TROPALDI, L.; CAMARGO, J. A.; SMARSI, R. C.; KULCZYNSKI, S. M.; MENONÇA, C. G.; BARBOSA, M. M. M. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de mamona submetidas a diferentes tratamentos químicos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 1, p. 89-95, 2010.

WERTS, M.H.V. Making sense of lanthanide luminescence. **Science Progress**, v. 88, n. 2, p. 101-131., 2005

YUAN, D. et al. Uptake and distribution of rare earth elements in rice seeds cultured in fertilizer solution of rare earth elements. **Chemosphere**, v.43, n.8, p.327-337, 2001.

ZHU, Z. M.; WU, T. B. Study effect of REEs on soybean. **Rare Metals**, v.3, (special issue), p.15–19, 1982.