UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel

Departamento de Fitotecnia

Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes

Dissertação

SEMENTES DE ALFACE COM E SEM *PRIMING* PELETIZADAS COM DIFERENTES COLORAÇÕES

Letícia Winke Dias

Pelotas, 2014

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

D541s Dias, Letícia Winke

Sementes de alface com e sem priming peletizadas com diferentes colorações / Letícia Winke Dias ; Paulo Dejalma Zimmer, orientador ; Tiago Zanatta Aumonde, Gizele Ingrid Gadotti, coorientadores. — Pelotas, 2014.

60 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2014.

1. Lactuca sativa L.. 2. Crescimento inicial. 3. Germinação. 4. Vigor. I. Zimmer, Paulo Dejalma, orient. II. Aumonde, Tiago Zanatta, coorient. III. Gadotti, Gizele Ingrid, coorient. IV. Título.

CDD : 635.52

Elaborada por Gabriela Machado Lopes CRB: 10/1842

Letícia Winke Dias

SEMENTES DE ALFACE COM E SEM *PRIMING* PELETIZADAS COM DIFERENTES COLORAÇÕES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Paulo Dejalma Zimmer, Dr.

Co-Orientadora: Prof. Gizele Ingrid Gadotti, Dr.

Co-Orientador: Prof. Tiago Zanatta Aumonde, Dr.

PELOTAS
Rio Grande do Sul - Brasil
Setembro de 2014
Letícia Winke Dias

SEMENTES DE ALFACE COM E SEM *PRIMING* PELETIZADAS COM DIFERENTES COLORAÇÕES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências.

Data da Defesa: 03 de Outubro de 2014.

Banca examinadora:

_____
Prof. Dr. Paulo Dejalma Zimmer (Orientador). Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes, pela Universidade Federal de Pelotas.

Prof.ª Dr.ª Roberta Marins Nogueira Peil. Doutora em Agronomia/Agriculturas Intensivas y Cultivos Protegidos - Universidad de Almería.

Prof. Dr. Tiago Zanatta Aumonde. Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes, pela Universidade Federal de Pelotas.

_____
Dr.ª Andreia da Silva Almeida. Doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes, pela Universidade Federal de Pelotas.

Dedico

À minha família.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Paulo Dejalma Zimmer, pela orientação, confiança e incentivo na realização deste trabalho, ao Professor Tiago Zanatta Aumonde pelas contribuições, ajuda e inestimada dedicação, a professora Gizele Ingrid Gadotti por acreditar no meu trabalho e na minha capacidade de luta para alcance de ideais.

Ao professor Francisco Amaral Villela por seu auxílio e atenção, a professora Lílian Madruga Tunes por confiar e incentivar meu crescimento profissional e a pós-doutoranda Andréia da Silva Almeida, pelo convívio, troca de ideias e amizade.

Aos membros da banca examinadora, por aceitarem participar dessa importante etapa e por suas inestimáveis contribuições. A Professora Roberta Peil por sua amizade, carinho e imensa vontade em ajudar e ouvir os seus alunos.

À Universidade Federal de Pelotas, a Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, em especial aqueles professores que contribuíram de forma positiva no meu desenvolvimento pessoal e de obtenção de novos conhecimentos;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão da bolsa de estudos.

As empresas Feltrin Sementes e Brasil Sementes pela doação e peletização das sementes, tornando a realização deste trabalho possível.

Aos amigos e colegas deste percurso André Oliveira de Mendonça, Vânia Gehling, Elisa Souza Lemes, Sandro de Oliveira e Ádamo Araújo pela amizade e auxílio na execução dos experimentos.

Aos estagiários Igor Dias Leitzke, Silvana Spaniol Fin e Ronan Ritter pelo apoio e compreensão nos finais de semana.

Aos demais servidores do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, pelo convívio e grande auxilio.

Aos meus amigos pela amizade, compreensão, apoio e companheirismo ao longo desta caminhada especialmente a Andreia Kerstner, Andréia Raffi, Cristiane Vaniel, Isabel Cabral e Sabrina Zibetti. E aos queridos mais do que presentes na minha vida Vinícius Waltzer, David Bandeira da Cruz e Ivonice Sigales.

Aos meus queridos familiares que de alguma forma contribuíram para minha formação, em destaque minha querida avó Irma Roloff Winke (*in memoriam*) pelo seu amor incondicional.

A minha sogra Ivone Pich por sempre me apoiar e incentivar na busca aos meus objetivos.

A minha mãe Edeli Winke pelo amor, força e por me ensinar que devemos acreditar em nossos sonhos.

Ao meu pai José Dias pela confiança, incentivo e condições para continuar nessa luta constate pela formação de uma carreira.

A Tia Rita pela amizade, confiança em mim dedicada e pelas palavras certas na hora do desespero.

Ao meu marido, André Pich Brunes, pelo amor, companheirismo, incentivo, paciência e ensinamentos.

A todas as pessoas que contribuíram na concretização deste trabalho.

A Deus pelo dom da vida e pela oportunidade de usar a terra para produzir alimentos.

"O mundo está nas mãos daqueles que tem a coragem de sonhar e correr o risco de viver seus sonhos"

Paulo Coelho

SUMÁRIO

RESUMO ..... **i**

ABSTRACT ..... **ii**

LISTA DE FIGURAS ..... **iii**

LISTA DE TABELAS ..... **iv**

INTRODUÇÃO GERAL **1**

ARTIGO I - Qualidade fisiológica e expressão enzimática de sementes de alface peletizadas com e sem *priming* com diferentes colorações **6**

Resumo 6

Abstract 7

Introdução 7

Material e métodos 9

Resultados e discussão 13

Conclusões 20

Referências 21

ARTIGO II - Efeito da peletização com e sem *priming* com diferentes colorações no teor de clorofila e na análise de crescimento em alface **26**

Resumo 26

Abstract 26

Introdução 27

Material e métodos 29

Resultados e discussão 32

Conclusões 39

Referências 40

CONSIDERAÇÕES GERAIS **49**

REFERÊNCIAS **50**

RESUMO

DIAS, Letícia Winke. Universidade Federal de Pelotas, Outubro de 2014. **Sementes de alface com e sem *priming* peletizadas com diferentes colorações.** Orientador: Prof. Dr. Paulo Dejalma Zimmer.

As sementes de algumas espécies hortícolas assumem grande importância, em função do alto valor agregado. Dentro deste contexto, têm ocorrido diversos relatos de alfacicultores que apresentaram problemas associados à germinação de sementes peletizadas de alface. Por isso, a hipótese do trabalho é se sementes de alface podem ser influenciadas no processo germinativo por apresentarem fotoblastia positiva, e quando peletizadas com diferentes colorações, estas podem modificar o espectro de cores que serão absorvidas e refletidas, modificando assim o funcionamento do complexo fitocromo. No artigo I o objetivo foi avaliar a qualidade fisiológica e a expressão isoenzimática de sementes de alface peletizadas com e sem priming com diferentes colorações. No artigo II o objetivo foi avaliar o crescimento inicial de plantas de alface oriundas de sementes peletizadas com e sem priming e com diferentes colorações. Os trabalhos foram conduzidos no Laboratório Didático de Análise de Sementes Dr. Flávio Rocha, canteiros preenchidos com areia e casa de vegetação. Os fatores estudados no experimento I foram: testes de germinação; primeira contagem de germinação; índice de velocidade de germinação; envelhecimento acelerado; teste de frio sem solo; emergência a campo; índice velocidade de emergência; comprimento de parte aérea e raiz e expressão isoenzimática. No experimento II os fatores foram: análises avaliadas foram taxa de crescimento relativo; razão de área foliar; taxa assimilatória líquida; índice de área foliar; taxa de crescimento da cultura; duração da área foliar e taxa de crescimento absoluto. No artigo I e II o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial AxB (Fator A: com *priming* e sem *priming*, e Fator B: colorações (amarelo, azul, laranja, verde e vermelho), com quatro repetições. No artigo I conclui-se que Sementes de alface cultivar Regina quando submetidas ao *priming* tem a germinação e o vigor incrementados. O efeito do *priming* é predominante em relação ao efeito da cor do pélete. A coloração do pélete interfere na expressão do sistema isoenzimático fosfatase ácida e na germinação de alface cultivar Regina. Os pigmentos amarelo e azul interferem negativamente na germinação de sementes de alface, cultivar Regina. No artigo II conclui-se que ocorre maiores diferenças entre tratamentos de sementes de alface em relação ao crescimento da planta podem ser inferidas no período de 14 dias após a semeadura. A peletização de sementes de alface com a coloração vermelha proporciona plantas com maior crescimento inicial, além disso, o tratamento de sementes com *priming* praticamente não influencia no crescimento inicial da plantas de alface.

Palavras chave: *Lactuca sativa* L., crescimento inicial, germinação, vigor.

ABSTRACT

DIAS, Letícia Winke. Federal University of Pelotas, in October 2013. **Lettuce seeds pelleted with and without priming with different colorations.** Advisor: Prof. Dr. Paulo Dejalma Zimmer.

The seeds of some vegetable species are of great importance, due to the high value. Within this context, there have been several reports of alfacicultores that presented problems associated with seed germination pelleted lettuce. Therefore, the working hypothesis is to lettuce seeds can be influenced by presenting the germination process fotoblastia positive, and when pelleted in different colors, they can modify the color spectrum that will be absorbed and reflected, thus altering the functioning of phytochrome complex. In Article I the aim was to evaluate the physiological quality and isozyme expression of lettuce seeds pelleted with and without priming with different colorations. In Article I the aim was to evaluate the physiological quality and isozyme expression of lettuce seeds pelleted with and without priming with different colorations. In Article II the aim was to evaluate the initial growth of lettuce plants grown from seeds pelleted with and without priming with different colorations. The work was conducted in Didactic Laboratory Testing Seeds Dr. Flavio Rocha, flower beds filled with sand and greenhouse. The factors studied in experiment I were to germination; first count; index of germination speed; accelerated aging; of cold germination test; emergency field; emergence rate index; length of shoot and root and isozyme expression. In experiment II the factors were evaluated analyzes were relative growth rate; leaf area ratio; net assimilation rate; leaf area index; growth rate of the culture; leaf area duration and absolute growth rate. Article I and II experimental design was completely randomized, factorial AxB (Factor A: with priming and without priming, and Factor B: Colorings (yellow, blue, orange, green and red) with four replications Article I it follows that Regina 'lettuce seeds when subjected to priming is enhanced germination and vigor. priming effect is predominant in relation the effect of the color pellet. staining of the pellet interferes with the expression of acid phosphatase isoenzyme system and germination of lettuce cultivar Regina yellow and blue pigments negatively interfere with the germination of lettuce seeds, cv Regina. Article II is concluded that major differences occur between treatments of lettuce seeds in relation to plant growth can be inferred in the period 14 days after sowing. Pelleting the seed of iceberg lettuce with the red color gives plants with greater initial growth, in addition, the treatment of seed priming with virtually no influence on the initial growth of lettuce plants.

Key words: *Lactuca sativa* L., initial growth, germination, vigor.

Lista de Figuras

Figura 1. Temperaturas diárias, média de leituras de todos os tratamentos de luz, do experimento em casa de vegetação..... 19

Figura 2. Sistema isoenzimático fosfatase ácida de plântulas de alface, cultivares regina, obtidas de sementes peletizadas com diferentes colorações..... 20

Lista de Tabelas

Tabela 1. Análise de variância ANOVA entre os fatores cor e priming para as variáveis germinação (G), primeira contagem da germinação (PCG) envelhecimento acelerado (EA), teste de frio (TF), emergência a campo (EC), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), índice de velocidade de germinação (IVG) e índice de velocidade de emergência (IVE)..... 14

Tabela 2. Germinação (G) e primeira contagem da germinação (PCG) de sementes de alface com e sem *priming* peletizadas com diferentes colorações de pélete. Capão do Leão, 2014..... 15

Tabela 3. Envelhecimento acelerado (EA), teste de frio (TF) e emergência a campo (EC) de sementes de alface com e sem *priming* peletizadas com diferentes colorações de pélete. Capão do Leão, 2014..... 16

Tabela 4. Comprimento de parte aérea (CPA) e comprimento de raiz (CR) de plântulas de alface, oriundas de semente peletizadas com diferentes colorações de pélete e com e sem *priming*. Capão do Leão, 2014..... 17

Tabela 5. Índice de velocidade de germinação (IVG) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de alface com e sem *priming* peletizadas com diferentes colorações de pelete. Capão do Leão, 2014..... 18

Tabela 6. Análise de variância (ANOVA) dos tratamentos de sementes de alface com e sem priming e peletizadas com diferentes colorações para as variáveis taxa de crescimento relativo (TCR) aos 21 e 30 dias, razão de área foliar (RAF) aos 14, 21 e 30 dias, taxa assimilatória líquida (TAL) aos 21 e 30 dias, índice de área foliar (IAF) aos 14, 21 e 30 dias, taxa de

crescimento da cultura (TCC) aos 14, 21 e 30 dias, duração da área foliar (DAF) aos 14, 21 e 30 dias, duração da biomassa (DB) aos 14, 21 e 30 dias, taxa de crescimento absoluto (TCA) aos 14, 21 e 30 dias, e fração foliar (FF) aos 14, 21 e 30 dias..... 32

Tabela 7. Taxa de crescimento relativo de plantas de alface, aos 21 e 30 dias, provenientes de sementes peletizadas com diferentes colorações tratadas com e sem *priming*. Capão do Leão, 2014..... 33

Tabela 8. Razão de área foliar de plantas de alface, aos 14, 21 e 30 dias, proveniente de peletizadas com diferentes colorações tratadas com e sem *priming*. Capão do Leão, 2014..... 34

Tabela 9. Taxa assimilatória líquida de plantas de alface, aos 21 e 30 dias, proveniente de sementes peletizadas com diferentes colorações tratadas com e sem *priming*. Capão do Leão, 2014..... 35

Tabela 10. Índice de área foliar de plantas de alface, aos 14, 21 e 30 dias, proveniente de sementes peletizadas com diferentes colorações tratadas com e sem *priming*. Capão do Leão, 2014..... 36

Tabela 11. Taxa de crescimento da cultura de plantas de alface, aos 14, 21 e 30 dias, proveniente de sementes peletizadas com diferentes colorações tratadas com e sem *priming*. Capão do Leão, 2014..... 37

Tabela 12. Duração de área foliar de plantas de alface, aos 14, 21 e 30 dias, proveniente de sementes peletizadas com diferentes colorações tratadas com e sem *priming*. Capão do Leão, 2014..... 38

Tabela 13. Taxa de crescimento absoluto de plantas de alface, aos 14, 21 e 30 dias, proveniente de sementes peletizadas com diferentes colorações tratadas com e sem *priming*. Capão do Leão, 2014..... 39

INTRODUÇÃO GERAL

Originária da região do mediterrâneo, a alface (*Lactuca sativa* L.) é a hortaliça folhosa mais consumida no mundo. Existem evidências de que sua domesticação se deu a partir da espécie selvagem *L. serriola* (JAGGUER et al., 1941; VRIES, 1997). Sua introdução na Europa Ocidental data do início do século XV. Na América, com as expedições de Cristóvão Colombo para o Novo Mundo, foi introduzida em 1494 (RYDER, 2002) e no Brasil, ocorreu através dos portugueses em 1650.

No Brasil até a década de 80, o padrão de consumo de alface era a do tipo 'manteiga', também conhecida como alface repolhuda lisa. As cultivares da alface lisa do tipo repolhuda empregadas eram a *'White Boston'* e a *'San Rivale'*, ambas centenárias, sendo suas sementes importadas da Europa e Estados Unidos. Estas permaneceram como a base da alfacicultura brasileira até o surgimento da cultivar Regina, na década de 90, desenvolvida pelo Dr. Cyro Paulino da Costa na USP-ESALQ. A cultivar Regina mudou o padrão de alface do tipo lisa repolhuda para o tipo sem cabeça, e permitiu ampliar o período de cultivo para o verão, em que as condições climáticas eram limitates para a cultura. Isso ocorreu em função da nova arquitetura de planta, pois ela é aberta e sem formação de cabeça, possibilitando dessa forma, a ampliação de seu cultivo em muitas regiões por não permitir acúmulo de água nas folhas e, consequentemente, reduzindo suas perdas (SALA & COSTA, 2012).

A cultivar Regina foi de suma importância à pesquisa pública para a alfacicultura brasileira, pois a partir dela se deu o desenvolvimento de novas cultivares. Uma das grandes mudanças na alfacicultura brasileira, no início do novo século, foi à adoção da alface tipo solta-crespa em detrimento da tradicional tipo lisa. A mudança da alface tipo lisa para o tipo crespa ocorreu tanto pelo mercado do alfacicultor como pelo consumidor (SALA & COSTA, 2012).

A alface é uma planta herbácea, delicada, com caule diminuto, ao qual se prendem as folhas. Estas são amplas e crescem em roseta, em volta do caule, podendo ser lisas ou crespas, formando ou não uma cabeça, com

coloração em vários tons de verde, ou roxa, conforme a cultivar, e são essas características que determinam à preferência do consumidor. O sistema radicular é muito ramificado e superficial, explorando apenas os primeiros 0,25m do solo, quando a cultura é transplantada. Em semeadura direta, a raiz pivotante pode atingir até 0,60m de profundidade (FILGUEIRA, 2000).

A alface pode ser considerada uma boa fonte de vitaminas e sais minerais, destacando se seu elevado teor de vitamina A, além de conter vitaminas B1 e B2, vitaminas C, cálcio e ferro (FERNANDES et al., 2002). Apresenta baixo teor de calorias, tornando-se uma das formas de salada *in natura* mais consumida pelos brasileiros (KATAYAMA, 1993).

Estima-se uma área cultivada de cerca de 50 mil hectares (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS, 2009) e em quase todas as regiões do globo terrestre, justificando pesquisas que possam oferecer aumentos em produtividade e diminuição de riscos (GOMES et al., 2000). A alface predominante no Brasil é do tipo crespa, liderando com 70% do mercado. O tipo americana detém 15%, a lisa 10%, enquanto outras (vermelha, mimosa, etc) correspondem a 5% do mercado (SALA & COSTA, 2005).

O uso de sementes peletizadas agregou valor ao mercado sementeiro de alface para as empresas ligadas ao setor, as quais possuem a tendência de optarem por trabalhar com sementes de elevado valor agregado, associado a técnicas de peletização e *priming* de sementes, como no caso da alface. Em 2009, o mercado sementeiro dessa folhosa foi de U$ 4.193.281,00 para semente nua e de U$ 10.864.123,00 para semente peletizada, correspondendo às sementes peletizadas mais de 72% do mercado de semente (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS, 2009).

Entretanto, o seu cultivo apresenta limitações, principalmente em virtude de condições adversas de temperatura, luminosidade, umidade e chuva (GOMES et al., 2005). Em ambientes naturais, as sementes podem ser encontradas sob diversas condições de luz e de temperatura, condições essas que podem variar de acordo com a estrutura do dossel (LINDIG-CISNEIROS &

ZEDLER, 2001). A percepção da qualidade da luz pelas plantas ocorre através do fitocromo que corresponde a uma classe de pigmentos fotorreceptores.

O modo de ação desses pigmentos depende do tipo de radiação incidente, pois luz com alta relação vermelho/vermelho distante induz a forma ativa, promovendo a germinação de sementes fotossensíveis, enquanto sob luz com baixa relação vermelho/vermelho distante, o fitocromo torna-se inativo, inibindo a germinação (SMITH, 2000; TAKAKI, 2001).

A variação da qualidade da luz acontece pela absorção diferencial dos comprimentos de onda do espectro da luz que chegam até as plantas (CASAL & SÁNCHEZ, 1998; MEROTTO JR. et. al., 2002). A energia utilizada no processo fotossintético origina-se dos comprimentos de onda da região do visível (400 a 700 nm), que corresponde à faixa da luz azul a vermelha. A radiação com comprimento de onda na faixa da luz vermelha distante (730 a 740 nm) é pouco absorvida pelas plantas, sendo, assim, dissipada na forma de reflexão (TAKAKI, 2001).

A resposta das sementes à luz pode controlar o tempo de germinação no campo, sendo um fator decisivo para a sobrevivência das plântulas (VÁLIO & SCARPA, 2001). Por sua vez, a luz regula a germinação através da molécula do fitocromo. As sementes que germinam na presença de luz são chamadas fotoblásticas positivas, enquanto aquelas nas quais a germinação é inibida pela luz são chamadas fotoblásticas negativas (VÁSQUES-YANES & OROZCO-SEGOVIA, 1993).

Sementes de algumas cultivares não germinam se não forem expostas à luz. A radiação luminosa atua ativando ou desativando o fitocromo presente no eixo embrionário, a forma ativa desse pigmento, que é convertida pelo comprimento de onda de 660nm (luz vermelha), permite o desempenhar várias funções relacionadas ao processo germinativo, como ativar genes responsáveis pela mobilização de reservas para o embrião (CARVALHO; NAKAGAWA, 1988; BEWLEY & BLACK, 1994).

Dentre os fatores ambientais, a luz é que exerce maior influência sobre todos os estágios de desenvolvimento das plantas. Tanto a quantidade como a qualidade de luz é importante para muitos processos fisiológicos nos vegetais,

como fotoperiodismo, dormência e germinação de sementes (WHATLEY & WHATLEY, 1982). A variação em qualquer destas características pode modificar o crescimento, tanto quantitativo como qualitativo das plantas (KRAMER & KOZLOWSKI, 1979).

Os parâmetros fisiológicos de crescimento de plantas proporcionam conhecimentos de valor prático e informações referentes ao crescimento e comportamento dos genótipos, que podem ser utilizados pelos produtores, permitindo a escolha da cultivar que melhor se adapte a cada região (RICHARDS, 1993).

A maioria dos solos atenua a luz, impedindo sua penetração em grandes profundidades (TOLEDO et. al., 1993). Além da luz penetrar apenas nos primeiros milímetros da superfície do solo, a cobertura vegetal altera a qualidade da luz, agindo como filtro (BALLARÉ & CASAL, 2000).

As sementes peletizadas apresentam como vantagens a semeadura mais precisa menor estresse com o desbaste, uso de menor quantidade de sementes e facilidades no manuseio (ROOS & MOORE, 1975). Soma-se a isto, a possibilidade de utilização de nutrientes, fitorreguladores de crescimento, inseticidas, fungicidas, entre outros elementos que são incluídos no processo de peletização, facilitando o desenvolvimento e o estabelecimento das plântulas.

No entanto, o pélete pode afetar o desempenho das sementes durante a germinação e, a superação das dificuldades impostas por este, está intimamente relacionada ao vigor das sementes. Consequentemente, pequenas diferenças de vigor contribuem para a desuniformidade da população inicial das plântulas, havendo, no entanto, após a superação desta dificuldade, igualdade na velocidade de crescimento, formando mudas uniformes (SILVA & NAKAGAWA, 1998).

Em função do exposto, a hipótese do trabalho é a de que sementes de alface podem ser influenciadas no processo germinativo por apresentarem fotoblastia positiva, e quando peletizadas com diferentes colorações, estas podem modificar o espectro de cores que serão absorvidas e refletidas, modificando assim o funcionamento do complexo fitocromo.

Considerando o exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade fisiológica, expressão isoenzimáticas, crescimento inicial provenientes de sementes tratadas com e sem *priming,* peletizadas com diferentes colorações.

ARTIGO I

DESEMPENHO FISIOLÓGICo E EXPRESSÃO IZOENZIMÁTICA DE SEMENTES DE ALFACE COM E SEM *PRIMING* PELETIZADAS COM DIFERENTES COLORAÇÕES

RESUMO – A alface é uma hortaliça de clima temperado, sendo a mais popular dentre as folhosas. A percepção da qualidade da luz pelas plantas ocorre através do fitocromo que corresponde a uma classe de pigmentos fotorreceptores. Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica e a expressão isoenzimática de sementes de alface peletizadas com e sem *priming* com diferentes colorações. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial AxB (Fator A: com *priming* e sem *priming*, e Fator B: colorações do pélete (amarelo, azul, laranja, verde e vermelho), com quatro repetições. A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada pelos testes de germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, envelhecimento acelerado, teste de frio sem solo, emergência a campo, índice de velocidade de emergência, comprimento de parte aérea e raiz e expressão isoenzimática. Conclui-se que sementes da cultivar Regina quando submetidas ao *priming* não tem a germinação afetada negativamente pela coloração do pelete. A coloração do pelete interfere na expressão do sistema isoenzimático fosfatase ácida e na germinação das sementes a peletização com pigmentos amarelos e azuis interferem negativamente na germinação da semente de alface cultivar Regina.

Palavras-chave – *Lactuca sativa* L., tratamento de sementes, germinação.

*Sob normas da Revista Ceres

Physiological quality and enzyme expression of seeds of lettuce with and without *priming* pelleted in different colors

ABSTRACT – Lettuce is a more popular vegetable among the temperate broadleaf consumed in natura. The perceived quality of light by plants occurs through phytochrome corresponds to a class photoreceptor pigments. In this context, the aim of this study was to evaluate the physiological quality and isozyme expression of lettuce seeds pelleted with and without *priming* with different colorations. The experimental design was completely randomized, factorial AxB (Factor A: with *priming* and without *priming*, and Factor B: Colorings (yellow, blue, orange, green and red) with four replications The seed quality was assessed by germination, first count of germination, speed of germination, accelerated aging, cold germination test, a field emergence, speed of emergence index, length of shoot and root and isozyme expression. It is concluded that seeds of cultivar Regina when subjected to *priming* has its germination adversely affected by coloring pellet. The coloring of the pellet interferes with expression of acid phosphatase isoenzyme system and germination of seeds and the yellow and blue pigments interfere negatively on seed germination of lettuce cultivar Regina.

Keywords – *Lactuca sativa* L., seed treatment, germination.

INTRODUÇÃO

A alface é uma hortaliça de clima temperado, pertencente à família Asteraceae, que constitui-se na mais popular dentre as folhosas consumidas na forma *in natura*. A importância na alimentação e saúde humana se origina por ser fonte de vitaminas e sais minerais (Santi et al., 2010). Estima-se no Brasil uma área cultivada de cerca de 50 mil hectares (Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas, 2009).

Sementes de alface tem a germinação e a velocidade de germinação influenciada pelos materiais utilizados na peletização (Silva et al., 2002). O processo da formação do pelete consiste basicamente na aplicação de camadas sucessivas de um material sólido inerte sobre as sementes em constante movimento dentro de uma betoneira, alternando a aplicação do material de enchimento com a pulverização de um cimentante solúvel em água (Silva, 1997).

O vigor das sementes e o material utilizado durante a peletização, como a introdução de nutrientes, exercem influência no desempenho das sementes durante a germinação (Franzin e Menezes, 2002). Os estudos sobre a influência de fatores ambientais, como luz e temperatura, na germinação de sementes são essenciais para entender os aspectos ecofisiológicos e bioquímicos envolvidos nesse processo (Baskin e Baskin, 2001; Ranieri et al., 2003).

A interferência da luz está ligada à ativação do sistema fitocromo, o qual se relaciona ao funcionamento das membranas celulares, mudando sua permeabilidade e alterando o fluxo de inúmeras substâncias nas células (Fleck et al., 2001). O modo de ação dos pigmentos do fitocromo depende da qualidade luminosa incidente, absorvendo predominantemente os comprimentos de onda do vermelho (650-680nm) e do vermelho-distante (710-740nm) (Kluge, 2012).

Parte da radiação que incide sobre a planta é refletida, parte é absorvida de modo a tornar-se fisiologicamente eficaz, e o restante é transmitido ao solo. O grau de reflexão, absorção e transmissão dos tecidos vegetais depende da idade da planta, do ângulo, da espessura e de camadas de folhas e do comprimento de onda da radiação (Larcher, 2000).

Sabe-se que sementes de alface podem apresentar fotoblastia positiva, necessitando da incidência de luz para iniciar o processo germinativo, contudo, pouco se sabe sobre a influência da peletização na interceptação luminosa das sementes, visto que camadas de material inerte são aplicadas ao redor da semente, bem como sobre a coloração de polímero utilizada ao final deste processo, visto que esta tende a modificar o espectro de cores que serão absorvidas e refletidas, podendo modificar, assim, o funcionamento do complexo fitocromo.

A análise da expressão isoenzimática constitui-se na técnica de marcadores bioquímicos muito utilizados. O termo isoenzima faz referência às diferentes formas moleculares (alelos) que uma determinada enzima pode apresentar, na reação com o mesmo substrato (Market e Moller, 1959). Uma vez que esta análise permite verificar a expressão de enzimas envolvidas no processo germinativo, esta pode ser aplicada para verificar alterações dos tratamentos aplicados a sementes de alface na germinação.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica e a expressão isoenzimática de sementes de alface peletizadas com e sem *priming* com diferentes colorações.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório Didático de Análise de Sementes Dr. Flávio Rocha e em canteiros preenchidos com areia, ambos localizados no município do Capão do Leão – Brasil - RS (Latitude 31°48'02.69" S). Utilizaram-se sementes de alface da cultivar Regina, provenientes do mesmo lote. As sementes foram doadas pela empresa Feltrin Sementes.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial AxB (Fator A: com *priming* e sem *priming*, e Fator B: colorações (amarelo, azul, laranja, verde e vermelho), com quatro repetições.

A peletização das sementes consistiu na deposição de um material seco, inerte e um material cimentante (adesivo) à superfície da semente, permitindo a modificação da forma e tamanho da semente (Silva et al., 2002). Utilizaram-se sementes peletizadas com cinco colorações, cores mais comuns e frequentes disponíveis aos consumidores, sendo elas a amarela, azul, laranja, verde e vermelha.

A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada pelos seguintes testes no laboratório:

Germinação (G) - conduzido com 200 sementes, com quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento, distribuídas em caixas plásticas tipo gerbox (11,0 x 11,0 x 3,5cm) sobre duas folhas de papel tipo mata-borrão umedecidas com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco, o teste foi conduzido em câmara de germinação tipo BOD a temperatura de 20°C e fotoperíodo de 12h de luz. As contagens foram realizadas aos sete dias após a semeadura, segundo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009). Os resultados foram expressos em percentagem de plântulas normais.

Primeira contagem da germinação (PCG) - foi realizada aos quatro dias por ocasião do teste de germinação (Brasil, 2009).

Índice de velocidade de germinação (IVG) - realizado conjuntamente com o teste de germinação, a partir de contagens diárias do número de sementes germinadas até o quarto dia, quando ocorreu a estabilização da germinação das sementes, sendo consideradas germinadas somente as plântulas com protrusão da raiz primária superior a

2 mm. O índice de velocidade de germinação (IVG) foi calculado segundo Maguire (1962), através da seguinte fórmula:

$$IVG=G1/N1+G2/N2+\cdots Gn/Nn$$

Onde: G1, G2 e Gn = número de plântulas germinadas na primeira, segunda, até a última contagem e N1, N2, Nn = número de dias desde a primeira, segunda, até a última contagem.

Envelhecimento acelerado (EA) – conduzindo adotando o método do gerbox (Marcos Filho, 1999). As caixas levadas a uma incubadora (BOD) com temperatura regulada para 41±2°C, 100% UR e 40 mL de solução saturada com NaCl (40g 100mL) pelo período de 48 horas (AOSA, 1983). Após, as sementes foram retiradas das caixas e colocadas para germinar sob as mesmas condições do teste de germinação. Decorridos quatro dias, as plântulas foram avaliadas e os resultados expressos em percentagem de plântulas normais.

Teste de frio sem solo (TF) – conduzido com 200 sementes, com quatro repetições, sendo cada uma distribuída em caixas plástica tipo gerbox (11,0 x 11,0 x 3,5 cm) sobre duas folhas de papel mata-borrão umedecidas com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco, e mantidas à temperatura de 10°C durante sete dias. Após esse período, as caixas foram retiradas e levadas para o germinador, onde permaneceram sob as mesmas condições do teste de germinação. Decorridos quatro dias, as plântulas foram avaliadas e os resultados expressos em percentagem de plântulas normais (Loeffler et al., 1985).

Emergência a campo (EC) - para esta determinação, foram semeadas em canteiro com areia 200 sementes por tratamento, distribuídas em quatro repetições de 50 sementes. A avaliação foi realizada em contagem única das plântulas normais aos 21

dias após a semeadura, sendo os resultados expressos em porcentagem (Nakagawa, 1999).

Índice de velocidade de emergência (IVE) – realizou-se conjuntamente com o teste de emergência a campo, com contagens diárias até o oitavo dia, quando ocorreu a estabilização da emergência das plântulas, sendo consideradas como emergidas, as plântulas que apresentaram as duas primeiras folhas totalmente livres e normais. O índice de velocidade de emergência (IVE) foi calculado segundo Labouriau e Valadares (1976), através da seguinte fórmula:

$$G = (N/A). 100$$

Onde: G = germinação; N = número total de sementes germinadas; A = número total de sementes colocadas para germinar.

Comprimento da parte aérea (CPA) e de raiz (CR) - a avaliação foi realizada com quatro subamostras de 20 sementes para cada tratamento, distribuídas em caixas plásticas tipo gerbox (11,0 x 11,0 x 3,5cm) sobre duas folhas de papel tipo mata-borrão umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco. As caixas de gerbox foram acondicionadas em BOD à temperatura constante de 20ºC. A leitura foi realizada aos quatro dias após a semeadura, com auxílio de régua graduada em milímetros, sendo medido o comprimento total e o comprimento da parte aérea de 10 plântulas normais escolhidas aleatoriamente. O comprimento de raiz foi determinado pela subtração do comprimento total pelo comprimento da parte aérea (Nakagawa, 1999).

Expressão isoenzimática - foram realizadas avaliações de eletroforese, para a verificação da expressão das izoenzimas esterase e fosfatase ácida, utilizando-se 200 mg do extrato vegetal, de plântulas aos sete dias, colocados em tubos *eppendorf*, acrescidos

de solução extratora (tampão do gel + 0,15 % de 2-mercaptoetanol), na proporção 1:2 (*p/v*). A eletroforese foi realizada em géis de poliacrilamida 7%, colocando-se 20µL de cada amostra, em orifícios feitos com o auxílio de um pente de acrílico. Três aplicações para cada uma das amostras foram realizadas. Os padrões isoenzimáticos foram analisados pelo sistema de tampões, descrito por Scandalios (1969). Os géis foram colocados em cubas eletroforéticas horizontais, mantidas em câmara fria, à temperatura entre 4 e 6°C. As migrações eletroforéticas foram realizadas com uma diferença de potencial de 10 V cm^{-1}, até que a linha frontal, formada pelo azul de bromofenol, atingisse nove cm do ponto de aplicação. Os géis foram revelados conforme Scandalios (1969) e Alfenas (1998), sendo fixados em solução 5:5:1, de água destilada: metanol: ácido acético.

Os dados obtidos foram analisados quanto à normalidade e, posteriormente submetidos, à análise de variância ANOVA. O fator qualitativo foi analisado por comparações de médias foram realizadas através do teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para o procedimento estatístico utilizou-se o programa R, versão 3.1.1. e o pacote de dados "agricolae" (Mendiburu, 2014; R Core Team, 2014). A interpretação dos géis de eletroforese foi baseada na análise visual, levando em consideração a presença e ausência, bem como a intensidade de cada uma das bandas eletroforéticas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação entre os fatores cor e *priming* para as variáveis germinação (G), primeira contagem da germinação (PCG), envelhecimento acelerado (EA), teste de frio (TF) e índice de velocidade de germinação (IVG) (Tabela 1). Para as variáveis emergência a campo (EC), comprimento de raiz (CR) e índice de velocidade de

emergência (IVE) houve apenas efeito principal de *priming*. O comprimento de parte aérea (CPA) não diferiu entre os tratamentos.

Tabela 1. Análise de variância ANOVA entre os fatores cor e *priming* para as variáveis germinação (G), primeira contagem da germinação (PCG) envelhecimento acelerado (EA), teste de frio (TF), emergência a campo (EC), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), índice de velocidade de germinação (IVG) e índice de velocidade de emergência (IVE).

Fatores	G	PCG	EA	TF	EC	CPA	CR	IVG	IVE
Cor	0,012	0,034	0,001	$6x10^{-4}$	0,651	0,633	0,147	$7,03x10^{-12}$	0,898
Priming	$2x10^{-16}$	$2x10^{-16}$	$2x10^{-16}$	$2x10^{-16}$	0,005	0,451	0,010	$2x10^{-16}$	$2,73x10^{-11}$
Cor.*Priming*	0,019	0,048	0,001	0,022	0,879	0,385	0,759	$6,38x10^{-14}$	0,893

A porcentagem de sementes germinadas foi superior para os tratamentos com *priming* para todas as colorações de pelete testadas (Tabela 2). De modo geral, as sementes com *priming* apresentaram alta germinação, não havendo diferença entre as colorações. Para as sementes sem *priming*, a coloração laranja apresentou germinação superior a amarelo e azul e não diferiu das colorações verde e vermelho.

Da mesma forma, para a determinação da primeira contagem de germinação, as sementes com *priming* foram superiores às sementes sem *priming* (Tabela 2). Para as sementes com *priming* a coloração do pélete não alterou a porcentagem de plântulas germinadas aos quatro dias, nas sementes sem *priming*, a coloração laranja foi superior à amarela e azul e não diferiu das cores verde e vermelho. Esses resultados confirmam a influência do comprimento de onda proporcionado pelo pigmento utilizado no recobrimento sobre a germinação das sementes, ao qual pode afetar a percentagem final

bem como a velocidade e uniformidade do processo (Copeland e McDonald, 1995; Carvalho e Nakagawa, 2000; Kraemer et al., 2000).

Tabela 2. Germinação (G) e primeira contagem da germinação (PCG) de sementes de alface com e sem *priming* peletizadas com diferentes colorações de pelete. Capão do Leão, 2014.

Cores / *Priming*	G (%)		PCG (%)	
	com	sem	com	sem
Amarelo	a 100 A	b 81 B	a 100 A	b 79 BC
Azul	a 100 A	b 80 B	a 99 A	b 79 C
Laranja	a 100 A	b 88 A	a 100 A	b 86 A
Verde	a 100 A	b 84 AB	a 100 A	b 83 ABC
Vermelho	a 100 A	b 86 AB	a 100 A	b 85 AB
Média	100	84	100	82
CV (%)	2,59		2,89	

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).
**Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

O tratamento com *priming* proporcionou maior vigor de sementes em relação às sem *priming* quando aferido pelo teste de envelhecimento acelerado, independente da coloração utilizada no recobrimento do pélete (Tabela 3). De acordo com Nascimento et al. (1999), o envelhecimento das sementes de alface reduz a capacidade para germinar em altas temperaturas e diferentes qualidades de luz. Comparando o desempenho das diferentes colorações, para as sementes com *priming* não houve diferença entre as cores, contudo, a coloração amarela apresentou vigor inferior às demais na ausência de *priming*.

Também para o teste de frio, o vigor das sementes com *priming* foi superior ao das sementes sem *priming*, em todos os tratamentos de cores estudados (Tabela 3). O percentual de plântulas germinadas nesta avaliação foi próximo de 100% para todas as colorações quando as sementes foram submetidas ao *priming*, na ausência deste

tratamento, as colorações laranja e verde foram as que apresentaram pior desempenho, sem diferir da coloração vermelha.

Na determinação de emergência a campo, houve diferença apenas entre os tratamentos com e sem *priming*, em que as sementes com *priming* apresentaram maior percentual de plântulas emergidas (Tabela 3).

Tabela 3. Envelhecimento acelerado (EA), teste de frio (TF) e emergência a campo (EC) de sementes de alface com e sem *priming* peletizadas com diferentes colorações de pelete. Capão do Leão, 2014.

Cores / *Priming*	EA (%)		TF (%)		EC (%)	
	com	sem	com	sem	com	Sem
Amarelo	a 100 A	b 67 B	a 100 A	b 91 A	a 85 A	b 78 A
Azul	a 99 A	b 72 A	a 100 A	b 89 A	a 92 A	b 82 A
Laranja	a 99 A	b 75 A	a 99 A	b 84 B	a 90 A	b 80 A
Verde	a 100 A	b 77 A	a 99 A	b 84 B	a 88 A	b 85 A
Vermelho	a 100 A	b 78 A	a 99 A	b 86 AB	a 91 A	b 83 A
Média	99	74	99	86	89	81
CV (%)	2,87		2,38		9,47	

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).
**Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Os tratamentos com e sem *priming* e colorações não alteraram o comprimento de parte aérea das plântulas de alface (Tabela 4). As sementes com *priming* apresentaram maior comprimento de raiz quando comparadas as sementes sem *priming* (Tabela 4). Este teste pode ser facilmente utilizado em alface, uma vez que as raízes dessa espécie crescem linearmente (Smith et al., 1973; McCormac et al., 1990). Além disso, tem sido relatado que o alongamento do embrião em sementes de alface pode ser um índice sensível a diferenças de vigor entre tratamentos de sementes (Hacisalihoglu et al., 1999). Em outros estudos com alface, este teste foi também eficiente na separação de lotes de alto e baixo vigor de sementes (Wurr & Fellows, 1985; Guimarães et al., 1993).

Não houve diferença entre as colorações de pélete, tanto para as sementes com *priming* quanto sem *priming*.

Tabela 4. Comprimento de parte aérea (CPA) e comprimento de raiz (CR) de plântulas de alface, oriundas de semente peletizadas com diferentes colorações de pelete e com e sem *priming*. Capão do Leão, 2014.

Cores / *Priming*	CPA (cm)		CR (cm)	
	com	sem	com	sem
Amarelo	a 1,13 A	a 1,13 A	a 1,54 A	b 1,50 A
Azul	a 1,08 A	a 1,08 A	a 1,42 A	b 1,28 A
Laranja	a 0,89 A	a 1,15 A	a 1,40 A	b 1,25 A
Verde	a 1,03 A	a 1,02 A	a 1,47 A	b 1,19 A
Vermelho	a 1,10 A	a 1,06 A	a 1,49 A	b 1,35 A
Média	1,05	1,09	1,46	1,31
CV (%)	15,65		12,48	

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).
**Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

As sementes com *priming* apresentaram maior índice de velocidade de germinação do que as sementes sem *priming* (Tabela 5). Em alface, isto é muito importante, pois sob altas temperaturas, principalmente durante as primeiras horas de germinação, pode ocorrer a termo inibição e/ou a termo dormência das sementes, afetando assim o estabelecimento da cultura (Nascimento, 2003). No que diz respeito à coloração do pelete, para as sementes com *priming*, as cores azul e laranja proporcionaram maior vigor, enquanto que verde e vermelho foram inferiores as demais. Sem *priming*, a coloração amarela foi a que apresentou pior desempenho.

As sementes com *priming* foram superiores também na determinação do índice de velocidade de emergência, independente da coloração estudada (Tabela 5). A coloração do pelete não alterou o vigor das sementes, aferido por esta determinação, tanto para os tratamentos com quanto para os tratamentos sem *priming*.

Tabela 5. Índice de velocidade de germinação (IVG) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de alface com e sem *priming* peletizadas com diferentes colorações de pelete. Capão do Leão, 2014.

Cores / *Priming*	IVG		IVE	
	com	sem	com	sem
Amarelo	a 74,3 B	b 39,3 B	a 35,9 A	b 22,1 A
Azul	a 77,7 AB	b 41,9 AB	a 77,7 A	b 21,6 A
Laranja	a 79,9 A	b 43,8 AB	a 36,7 A	b 24,1 A
Verde	a 57,5 C	b 41,9 AB	a 37,7 A	b 23,9 A
Vermelho	a 57,3 C	b 45,5 A	a 35,2 A	b 23,9 A
Média	69,3	42,3	44,6	23,1
CV (%)	4,00		13,89	

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).
**Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Analisando o sistema isoenzimático esterase, obteve-se um alelo da enzima em ambos os tratamentos de *priming*, não se observando diferença na intensidade das bandas, conforme a mudança da coloração (Figura 1). A enzima esterase está relacionada ao catabolismo de lipídeos, fonte de carbono para a síntese de novas moléculas em plântulas (Bewley e Black, 1994). Alterações nos padrões dessa enzima evidenciam a ocorrência de eventos deteriorativos, pois a esterase é uma enzima envolvida em reações de hidrólise de ésteres, estando diretamente ligada ao metabolismo de lipídeos de membrana durante a germinação da semente (Santos et al., 2004).

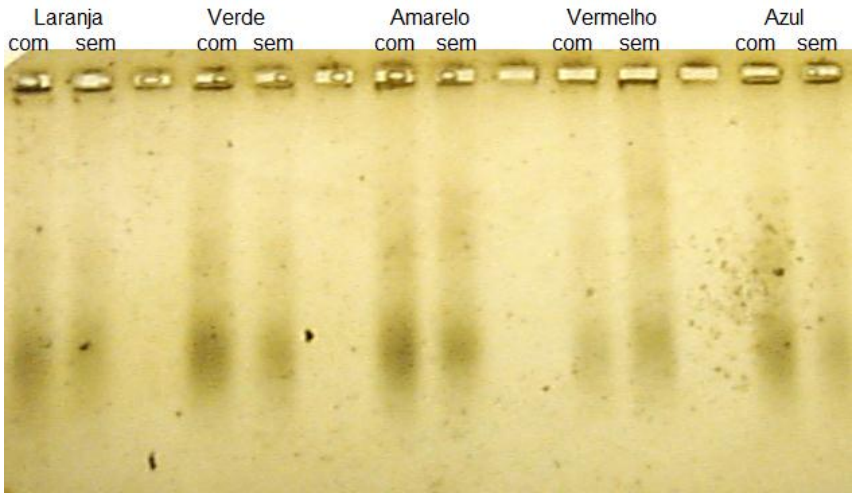

Figura 1. Sistema isoenzimático esterase de plântulas de alface, cultivar Regina, obtidas de sementes peletizadas com diferentes colorações e com e sem *priming*. Capão do Leão, 2014.

A enzima fosfatase ácida foi constatada nas colorações verde e azul, com e sem o tratamento de *priming*, não sendo observada diferença na expressão desta enzima (Figura 2). A função dessa enzima é hidrolisar os fosfomonoésteres de um grande número de reações bioquímicas vegetais, entre elas, a formação de sacarose durante a fotossíntese (Tanksley, 1983). A fosfatase ácida está envolvida na manutenção do fosfato celular, sendo capaz de clivar ésteres de fosfato, transformando o fosfato da forma orgânica para a forma inorgânica (Camargo et al., 2000).

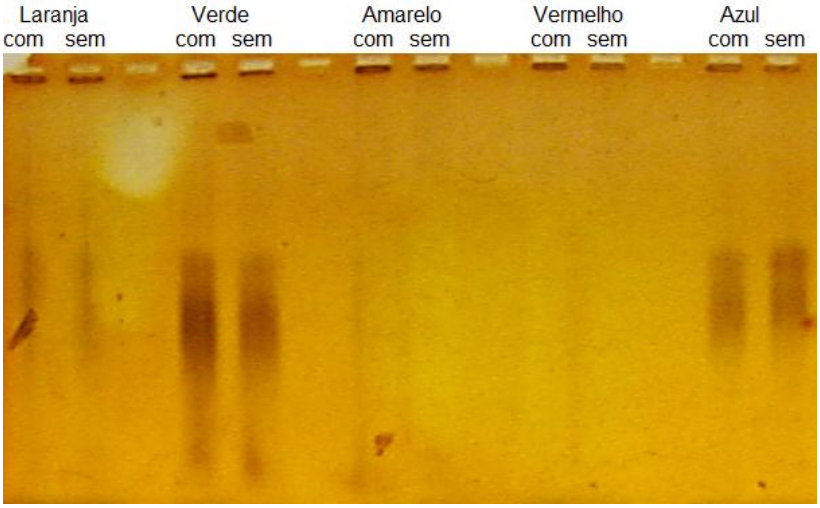

Figura 2. Sistema isoenzimático fosfatase ácida de plântulas de alface, cultivar Regina, obtidas de sementes peletizadas com diferentes colorações e com e sem *priming*. Capão do Leão, 2014.

Assim, a relação vermelho/vermelho-distante é considerada um fator importante nas respostas mediadas pelo fitocromo, sendo assim, as sementes de alface da cultivar Regina apresentam o efeito do *priming* predominante em relação ao efeito da cor do pélete e quando submetidas ao *priming* tem a germinação e o vigor incrementados.

CONCLUSÕES

Sementes de alface cultivar Regina quando submetidas ao *priming* tem a germinação e o vigor incrementados. O efeito do *priming* é predominante em relação ao efeito da cor do pélete.

A coloração do pelete interfere na expressão do sistema isoenzimático fosfatase ácida e na germinação de alface cultivar Regina.

Os pigmentos amarelo e azul interferem negativamente na germinação de sementes de alface, cultivar Regina.

REFERÊNCIAS

ABCSEM (2010) Associação brasileira do comercio de sementes e mudas. ABCSEM comemora 40 anos na Hortitec. http://www.abcsem.com.br/noticia.php?cod=986.

Alfenas AC (1998) Eletroforese de isoenzimas e proteínas afins: fundamentos e aplicações em plantas e microrganismos. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 574p.

AOSA -Association of Offlcial Seed Analysts (1983) Seed vigor testing handbook. East Lansing: AOSA. 93p. (Contribution, 32).

Baskin CC & Baskin JM (2001) Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. Academic Press, San Diego.

Bewley JD & Black M (1994) Seeds: Physiology of Development and Germination. 2ª ed. New York, Plenum Press. 445p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2009). Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS. 395p.

Camargo MLP, Mori ES, Mello EJ, Oda S & Lima, GP (2000) Atividade enzimática em plântulas de *Eucalyptus grandis* provenientes de sementes envelhecidas artificialmente e manualmente. Ciência Rural, 10:113-122.

Carvalho NM & Nakagawa J (1988) Sementes: ciência, tecnologia e produção. 3 ed. Campinas : Fundação Cargill. 424p.

Carvalho NM & Nakagawa J (2000) Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4ed. Jaboticabal: FUNEP. 588p.

Castro PRC, Kluge RA, Peres LE (2004) Manual de fisiologia vegetal: teoria e prática. São Paulo: Ceres. 464p.

Copeland LO & McDonald M (1995) Principles of seeds science and technology. New York: Chapman Hall. 409p.

Fleck NM, Agostinetto D, Vidal DRA, Merotto Júnior, A (2001) Efeito de fontes nitrogenadas e de luz na germinação de sementes de *Bidens pilosa* e *Sida rhombifolia*. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, 25 (3): 592-600.

Franzin SM & Menezes NL (2002) Análise de Sementes. 2 – temperaturas e qualidade de água para a germinação de sementes peletizadas de alface. Informe Técnico, Santa Maria, n.1. 4p.

Guimarães JRM, Malavasi MM, Lopes HM (1993) Perspectiva da avaliação do vigor de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) através do comprimento de radícula, utilizando o teste "slant board" . Informativo ABRATES, Londrina. 3: 156 p.

Hacisalihoglu G, Taylor AG, Paine DH, Hilderbrand MB, Khan AA (1999) Embryo elongation and germination rates as sensitive indicators of lettuce seed quality: *Priming* and aging studies. HortScience, 34:1240-1243.

Kluge RA (2012) Fotossíntese: Aspectos bioquímicos, fisiológicos e ecológicos. 34p.

Kraemer KH, Kâmpf NA, Áquila MEA (2000) Luz e temperatura na geminação de sementes de *Tibouchina urvilleana*. Revista Brasileira de Horticultura Ornamental, Campinas, 6: 39-45.

Larcher W (2006) Ecofisiologia vegetal. São Carlos: Editora RiMa, 532p.

Loeffler NL, Meier JL, Burris JS (1985) Comparison of two cold test procedures for use in maize drying studies. Seed Science and Technology, Zürich, 13: 653-658.

McCormac AC, Keefe PD, Draper, SR (1990) Automated vigour testing of field vegetables using image analysis. Seed Science & Technology, 18: 103-112.

Maguire JD (1962) Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling and vigour. Crop Science, 2: 176-177.

Market CL & Moller F (1959) Multiple forms of enzymes: tissue, ontogenetic and species specific patterns. Procedings of Natural Academic Science, 45:753-763.

Mendiburu F (2014) agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research. R package version 1.2-0.http://CRAN.R-project.org/package=agricolae

Nascimento WM, Cantliffe DJ, Huber DJ (1999) Lettuce seed germination at high temperature: endo-beta-mannanase activity and ethylene production in response to seed vigor. In: International Workshop on Seed Biology, 6, Merida Yucatan, 1999. Program and abstracts presentations. Merida, Yucatan. 103p.

Nascimento WM (2003) Preventing thermoinhibition in a thermosensitive lettuce genotype by seed imbibition at low temperature. Scientia Agricola, 60: 477-480.

Nakagawa J (1999) Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: Krzyzanowski FC, Vieira, RD & França-Neto JB Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina, ABRATES. 9-13p.

R Core Team (2014) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URLhttp://www.R-project.org/.

Ranieri BD, Lana TC, Negreiros D, Araújo LM, Fernandes GW (2003) Germinação de sementes de Lavoisiera cordata Cogn. e Lavoisiera francavillana Cogn. (Melastomataceae), espécies simpátricas da Serra do Cipó, Brasil. Acta Botanica Brasilica, 17:523-530.

Santi A, Carvalho MAC, Campos OR, Silva AF, Almeida JL, Monteiro S (2010) Ação de material orgânico sobre a produção e características comerciais de cultivares de alface. Horticultura Brasileira, 28: 87-90.

Santos CMR, Menezes NL, Villela FV (2004) Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão envelhecidas artificialmente Revista Brasileira de Sementes, 26:110-119.

Scandalios JG (1969) Genetic control of multiple molecular forms of enzymes in plants: a review. Biochemical Genetics, 3:37-39.

Silveira FAO, Negreiros D, Fernandes GW (2004) Influência da luz e da temperatura na germinação de sementes de Marcetia taxifolia (A. St.-Hil.) DC. (Melastomataceae). Acta Botanica Brasílica, 18:847-851.

Smith OE, Welch NC, McCoY OD (1973) Studies on lettuce seed quality. Relationship of seed vigor to emergence, seedling weight and yield. Journal American Society for Horticultural Science. 98: 552-556.

Silva JBC (1997) Avaliação de métodos e materiais para peletização de sementes. Botucatu: UNESP. 127 p.

Silva JBC, Santos PEC, Nascimento WM (2002) Desempenho de sementes peletizadas de alface em função do material cimentante e da temperatura de secagem dos péletes. Horticultura Brasileira, 20: 67-70.

Tanksley SD (1983) Isozymes. Part B. Amsterdam: ElSevier. 472p.

Wurr DCE & Fellows JR (1985) A determination of the seed vigour and field performance of crisp lettuce seedstocks. Seed Science and Technology, 13: 11-17.

ARTIGO II

EFEITO DA PELETIZAÇÃO EM SEMENTES DE ALFACE COM E SEM *PRIMING* COM DIFERENTES COLORAÇÕES NO CRESCIMENTO INICIAL

(Artigo Científico)

RESUMO

A germinação das sementes pode ser influenciada pela luminosidade e o crescimento inicial pode ser afetado pela fotossíntese. O trabalho objetivou avaliar o crescimento inicial em sementes de alface peletizadas com e sem *priming* com diferentes colorações. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial AxB (Fator A: com *priming* e sem *priming*, e Fator B: colorações (amarelo, azul, laranja, verde e vermelho), com quatro repetições. As análises avaliadas foram taxa de crescimento relativo, razão de área foliar, taxa assimilatória líquida, índice de área foliar, taxa de crescimento da cultura, duração da área foliar, duração da biomassa, taxa de crescimento absoluto e fração foliar. Maiores diferenças entre tratamentos de sementes de alface em relação ao crescimento de planta podem ser inferidas no período de 14 dias após a semeadura. A peletização de sementes de alface com a coloração vermelha proporciona plantas com maior crescimento, além disso, o tratamento de sementes com *priming* praticamente não influencia no crescimento de plantas de alface.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L., área foliar, taxa assimilatória líquida.

ABSTRACT

Seed germination may be influenced by the light and the initial growth can be affected by photosynthesis. The study aimed to evaluate the initial growth in lettuce seeds pelleted with and without priming with different colorations. The experimental design

was completely randomized, factorial AxB (Factor A: with priming and without priming, and Factor B:. Colorings (yellow, blue, orange, green and red) with four replications The analyzes were evaluated relative growth rate , leaf area ratio, net assimilation rate, leaf area index, crop growth rate, leaf area duration, duration of biomass, absolute growth rate and leaf fraction. biggest differences between lettuce seed treatments in relation to growth plant may be drawn within 14 days after sowing. pelleting the seed of iceberg lettuce with red coloration provides plants with increased growth, in addition, the treatment of seed priming with practically no influence on the growth of lettuce plants.

Keywords: *Lactuca sativa* L., leaf area, net assimilation rate.

INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L) é uma planta herbácea, com caule diminuto ao qual se prendem as folhas, sendo essa a parte comestível da planta. A coloração das plantas pode variar do verde-amarelado até o verde escuro e também pode ser roxa, dependendo da cultivar (SOARES, 2010).

É a principal hortaliça folhosa comercializada e consumida pela população brasileira, pela facilidade de aquisição e por ser produzida durante o ano inteiro (OLIVEIRA et al., 2004). Sua importância na alimentação e saúde humana se destaca pela fonte de vitaminas e sais minerais (SGARBIERI, 1987).

No cenário de sementes de hortaliças tanto nacional como mundial, não basta produzir sementes, mas é importante garantir sua qualidade e desempenho, podendo ser através de tratamentos físicos, químicos, fisiológicos, cobertura e peletização da semente (DELOUCHE, 2005). O uso do recobrimento de sementes com materiais

artificiais pode facilitar a obtenção de um conjunto de características necessárias ao estabelecimento das plântulas, uniformizando assim os estádios iniciais da planta (BAUDET & PERES, 2004).

Esse tratamento permite ainda incorporar ao pélete, inseticidas, fungicidas, fertilizantes e/ou substâncias promotoras do crescimento, que proporcionam melhorias no desempenho das sementes (NASCIMENTO, 2000). Contudo, a deposição de material inerte ao redor da semente pode interferir na absorção de luz pelas mesmas, interferindo negativamente na germinação.

Dentre os principais fatores que afetam a germinação das sementes, merecem destaque a temperatura e a luz (LABOURIAU, 1983). As sementes de espécies vegetais podem ser classificadas como fotoblásticas positivas, fotoblásticas negativas e indiferentes (MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1989).

A luz é primordial para o crescimento das plantas, não só por fornecer energia para a fotossíntese, mas também por fornecer sinais que regulam seu desenvolvimento por meio de receptores de luz sensíveis a diferentes intensidades, qualidade espectral e estado de polarização. Dessa forma, modificações nos níveis de luminosidade ao qual uma espécie está adaptada, podem condicionar diferentes receptores fisiológicos em suas características bioquímicas, anatômicas e de crescimento (ATROCH et al., 2001).

No que se refere ao crescimento das plantas, a análise de crescimento trata de uma série de métodos quantitativos que descrevem e interpretam o desempenho de uma planta, crescendo sob condições naturais ou controladas (HUNT, 2003). E podem ser utilizados para se medir a produtividade biológica de uma cultura (PEREIRA & MACHADO, 1987).

Estas análises descrevem as condições morfo-fisiológicas da planta, com base no acúmulo de massa da matéria seca, sendo realizadas pelo cálculo de índices fisiológicos, como a razão de área foliar, a área foliar específica, a taxa assimilatória líquida e a taxa de crescimento relativo. Podendo ser empregada para estudar diferenças no desempenho vegetal em função de variações do meio, competição interespecífica, capacidade produtiva de diferentes genótipos ou manejo agrícola diferenciado (RODRIGUES et al., 1995).

Diante do exposto o objetivo do presente trabalho foi avaliar o crescimento inicial de plantas de alface oriundas de sementes peletizadas com e sem *priming* e com diferentes colorações.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório Didático de Análise de Sementes Dr. Flávio Rocha e em casa de vegetação, ambos localizados no município do Capão do Leão – Brasil - RS (Latitude 31°48'02.69" S). Utilizaram-se sementes de alface da cultivar Regina, provenientes do mesmo lote. As sementes foram doadas pela empresa Feltrin Sementes.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial AxB (Fator A: com *priming* e sem *priming*, e Fator B: colorações (amarelo, azul, laranja, verde e vermelho), com quatro repetições.

A semeadura foi realizada no mês de Abril de 2014, as sementes semeadas em copos plásticos de 500 mL, mantidos em bancadas a 1m de altura. A irrigação foi realizada por sistema de gotejamento conforme a necessidade da cultura, associada aos fatores climáticos.

A avaliação do crescimento das plantas foi realizada através de coletadas aos 14, 21 e 30 dias após a semeadura. Em cada coleta, as plantas foram separadas em órgãos (raiz e caule), sendo as raízes lavadas sobre peneira de malha fina com auxilio de água corrente. Após cada coleta as plantas foram levadas para estufa de ventilação forçada a temperatura de 65 ± 2 °C, até massa constante.

Para avaliar o crescimento inicial das plantas, foram realizadas as seguintes avaliações e calculadas segundo Franklin et al. (1999):

Área foliar final – determinadas na planta de alface aos 14, 21 e 30 dias, sendo determinada por meio de medidor de área modelo LI-3000 e os resultados expressos em cm^2.

Taxa de crescimento relativo (TCR) - calculada com base nos dados coletados das plantas colhidas aos 21 e 30 dias. Através da fórmula: TCR = TAL x RAF; onde: TAL é a taxa assimilatória líquida e a RAF é a razão de área foliar.

Razão de área foliar (RAF) – determinada com os dados coletados das plantas colhidas aos 14, 21 e 30 dias. Representa a relação entre a área foliar e a massa da matéria seca total , expressa em decímetros quadrados por grama (BENINCASA,1988), seguindo a relação: RAF = AF/ MST

Taxa assimilatória líquida (TAL) – calculada a partir dos dados coletados das plantas colhidas aos 21 e 30 dias. Pela fórmula: TAL = [(MS2 - MS1) x ($lnIAF_2$ - $lnIAF_1$)]/[(IAF_2 - IAF_1) x (t_2 - t_1)]; onde: TAL é grama de massa por m^{-2} de folhas por dia (g $m^{-2}dia^{-1}$); t1 e t2 são os intervalos de tempo entre as amostragens das plantas; AF o índice de área foliar e MS a matéria seca das plantas.

Índice de área foliar (IAF) - determinado com os dados coletados das plantas colhidas aos 14, 21 e 30 dias. Através do calculo: IAF = AF/MS; onde: IAF é índice de

área foliar (m^2 de folhas/m^2 de terreno); AF a área foliar e MS a matéria seca total das plantas correspondes ao IAF obtido.

Taxa de crescimento da cultura (TCC) - realizada com os dados coletados das plantas colhidas aos 14, 21 e 30 dias. Na fórmula: $TCC = (MS_2 – MS_1)/ t_2\text{-}t_1$; onde: MS é a matéria seca e t o intervalo de tempo.

Duração da área foliar (DAF) - realizada com os dados coletados das plantas colhidas aos 14, 21 e 30 dias. Utilizando a fórmula: $DAF = (AF_1 + AF_2) \times (t_2 - t_1) \times 0,5$; onde: AF é a área foliar e t o intervalo de tempo.

Duração da biomassa (DB) - realizada com os dados coletados das plantas colhidas aos 14, 21 e 30 dias. Através do cálculo: DB = (MST-tn)/2x(tn-tn); onde: MST é massa da matéria seca total e tn o intervalo de tempo.

Taxa de crescimento absoluto (TCA) - realizada com os dados coletados das plantas colhidas aos 14, 21 e 30 dias. Pela fórmula: $TCA = (P_n\text{-}P_{n-1})/(t_n\text{-}t_{n-1})$; Onde: Pn é a biomassa seca acumulada até a avaliação $_n$; P_{n-1} é a biomassa seca acumulada até a avaliação $_{n-1}$; t_n é o número de dias após o tratamento, por ocasião da avaliação $_n$ e t_{n-1} é o número de dias após o tratamento, por ocasião da avaliação $_{n-1}$.

Fração foliar (FF) - determinada com os dados coletados das plantas colhidas aos 14, 21 e 30 dias. Pela fórmula: $FF = AF+t_n$; onde: AF é a área foliar e tn o intervalo de tempo.

Os dados obtidos foram analisados quanto à normalidade e, posteriormente submetidos, à análise de variância ANOVA. O fator qualitativo foi analisado por comparações de média foram realizadas através do teste de Duncan a 5% de probabilidade. Para o procedimento estatístico utilizou-se o programa R, versão 3.1.1. e o pacote de dados "agricolae" (MENDIBURU, 2014; R CORE TEAM, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação significativa entre os tratamentos cores e *priming* para as variáveis índice de área foliar aos 14 dias (IAF14), taxa de crescimento da cultura aos 14 dias (TCC14), duração da área foliar aos 14 dias (DAF14), duração da biomassa aos 14 dias (DB14), taxa de crescimento absoluto aos 14 dias (TCA14) e fração foliar aos 14 dias (FF14) (Tabela 6).

Tabela 6. Análise de variância (ANOVA) dos tratamentos de sementes de alface com e sem *priming* e peletizadas com diferentes colorações para as variáveis taxa de crescimento relativo (TCR) aos 21 e 30 dias, razão de área foliar (RAF) aos 14, 21 e 30 dias, taxa assimilatória líquida (TAL) aos 21 e 30 dias, índice de área foliar (IAF) aos 14, 21 e 30 dias, taxa de crescimento da cultura (TCC) aos 14, 21 e 30 dias, duração da área foliar (DAF) aos 14, 21 e 30 dias, duração da biomassa (DB) aos 14, 21 e 30 dias, taxa de crescimento absoluto (TCA) aos 14, 21 e 30 dias, e fração foliar (FF) aos 14, 21 e 30 dias.

ANOVA	**TCR21**	**TCR30**	**RAF14**	**RAF21**	**RAF30**	**TAL21**	**TAL30**
cor	0,836	0,020	0,863	0,823	0,735	0,352	0,112
priming	0,826	0,411	0,397	0,555	0,894	0,655	0,403
cor.*priming*	0,3192	0,715	0,247	0,264	0,911	0,089	0,658

	IAF14	**IAF21**	**IAF30**	**TCC14**	**TCC21**	**TCC30**	**DAF14**	**DAF21**	**DAF30**
cor	0,464	0,438	0,009	0,345	0,578	0,018	0,464	0,438	0,009
priming	0,708	0,217	0,166	0,933	0,225	0,881	0,708	0,217	0,166
cor.*priming*	0,045	0,253	0,537	0,037	0,190	0,736	0,045	0,253	0,537

	DB14	**DB21**	**DB30**	**TCA14**	**TCA21**	**TCA30**	**FF14**	**FF21**	**FF30**
cor	0,345	0,579	0,018	0,345	0,579	0,018	0,464	0,438	0,009
priming	0,933	0,225	0,881	0,933	0,225	0,881	0,708	0,217	0,166
cor.*priming*	0,037	0,190	0,736	0,037	0,190	0,736	0,045	0,253	0,537

Nas variáveis taxa de crescimento relativo aos 30 dias (TCR30), índice de área foliar aos 30 dias (IAF30), taxa de crescimento da cultura aos 30 dias (TCC30), duração

da área foliar aos 30 dias (DAF 30) duração da biomassa aos 30 dias (DB30), taxa de crescimento absoluto aos 30 dias (TCA30) e fração foliar aos 30 dias (FF30) houve apenas efeito principal de cor, para o restante das variáveis os tratamentos não foram significativos.

A taxa de crescimento relativo (TCR) varia ao logo do ciclo vegetal, pois é dependente da área foliar útil para fotossíntese ou razão de área foliar e da taxa assimilatória líquida, que é a taxa fotossintética bruta, descontando a respiração e a fotorrespiração (LIMA et al., 2007). Neste âmbito a taxa de crescimento relativo aos 21 dias não diferiu entre os tratamentos, contudo aos 30 dias as colorações de péletes vermelho e verde proporcionaram plantas com maior taxa de crescimento relativo do que as coloraçõ laranja, não diferindo das colorações amarelo e azul (tabela 7).

Tabela 7. Taxa de crescimento relativo de plantas de alface, aos 21 e 30 dias, provenientes de sementes peletizadas com diferentes colorações tratadas com e sem *priming*. Capão do Leão, 2014.

Cor / *Priming*	Taxa de crescimento relativo			
	$g\ g^{-1}\ dia^{-1}$			
	21 dias		30 dias	
	Com	sem	com	sem
Amarelo	[β]ns 0,138 ns	0,166	ns 0,122 AB[α]	0,131 AB
Azul	0,198	0,165	0,111 AB	0,133 AB
Laranja	0,162	0,205	0,106 B	0,099 B
Verde	0,149	0,192	0,135 A	0,134 A
Vermelho	0,195	0,135	0,137 A	0,141 A
Média	0,168	0,172	0,122	0,128
C.V. (%)	35,51		17,33	

[α] Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).
[β] ns = não significativo.

A razão de área foliar (RAF) expressa à área foliar útil para a fotossíntese e é um componente morfofisiológico, pois é a razão entre área foliar (área responsável pela

interceptação de energia luminosa e CO_2) e a massa seca total (resultado da fotossíntese) (BENINCASA et al., 2006). Nos três períodos estudados, 14, 21 e 30 dias, não houve diferença entre os tratamentos com e sem *priming* e colorações dos peletes na razão de área foliar (Tabela 8).

Tabela 8. Razão de área foliar de plantas de alface, aos 14, 21 e 30 dias, proveniente de peletizadas com diferentes colorações tratadas com e sem *priming*. Capão do Leão, 2014.

Cor / *Priming*	Razão de área foliar $cm^2\ g^{-1}$					
	14 dias		21 dias		30 dias	
	com	sem	com	sem	com	sem
Amarelo	[β]ns 304,9 ns	315,8	ns 768,8 ns	779,5	ns 893,5 ns	886,5
Azul	389,6	228,7	800,9	663,3	858,1	869,5
Laranja	239,7	315,6	659,1	771,8	861,2	901,4
Verde	367,6	260,3	838,0	702,5	911,1	908,9
Vermelho	250,8	274,1	704,3	729,8	914,9	887,7
Média	310,5	278,9	754,2	729,4	887,4	890,8
C.V. (%)	39,49		17,72		8,07	

[β] ns = não significativo.

Para a taxa assimilatória líquida tanto aos 21 dias quanto para aos 30 dias não houve diferença entre os tratamentos com e sem *priming* e colorações de pélete (tabela 9). No estudo realizado por Nakazono et al. (2001), para avaliar o crescimento inicial de *Euterpe edulis* em diferentes regimes de luz, verificou-se uma maior taxa assimilatória líquida, nas plantas submetidas ao tratamento de maior intensidade de radiação luminosa. Resultado similar foi encontrado por Duz et al., (2004) no estudo realizado com três espécies arbóreas, em resposta à variação na quantidade de luz, constatou-se um aumento na taxa assimilatória líquida da espécie *Cecropia glazioui* Sneth, com o incremento da intensidade de radiação luminosa. Demostrando a possível interferência

que a coloração do pélete na semente pode alterar o processo de desenvolvimento inicial das plantas.

Tabela 9. Taxa assimilatória líquida de plantas de alface, aos 21 e 30 dias, proveniente de sementes peletizadas com diferentes colorações tratadas com e sem *priming*. Capão do Leão, 2014.

Cor / *Priming*	Taxa assimilatória líquida ($g\ cm^{-2}\ dia^{-1}$) $x10^{-4}$			
	21 dias		30 dias	
	com	sem	com	sem
Amarelo	[β]ns 1,74 ns	1,43	ns 1,39 ns	1,52
Azul	2,45	1,96	1,28	1,59
Laranja	1,83	2,26	1,22	1,11
Verde	1,64	2,46	1,51	1,47
Vermelho	2,20	1,26	1,50	1,61
Média	1,97	1,88	1,38	1,46
C.V. (%)	35,14		20,8	

[β] ns = não significativo.

O índice de área foliar (IAF) aos 14 dias foi superior no tratamento com *priming* para as plantas oriundas de sementes peletizadas com a coloração verde e inferior para as com *priming* no tratamento com coloração vermelha (Tabela 10). Aos 21 dias o índice de área foliar não diferiu quanto aos tratamentos com e sem *priming* e colorações de pelete. O índice de área foliar aos 30 dias não diferiu quanto aos tratamentos com e sem *priming*, houve diferença apenas entre as colorações de pelete, onde a coloração vermelho foi superior a coloração laranja e ambas não diferiram das demais.

Tabela 10. Índice de área foliar de plantas de alface, aos 14, 21 e 30 dias, proveniente de sementes peletizadas com diferentes colorações tratadas com e sem *priming*. Capão do Leão, 2014.

Cor / *Priming*	Índice de área foliar (cm^2 folhas cm^{-2} solo) $x10^{-3}$					
	14 dias		21 dias		30 dias	
	Com	sem	com	sem	com	sem
Amarelo	*a 4,85 ns$^{\beta}$	a 5,05	ns 23,9 ns	21,4	ns 72,1 AB$^{\alpha}$	63,8 AB
Azul	a 3,75	a 3,69	21,0	19,5	68,0 AB	68,2 AB
Laranja	a 4,27	a 3,74	21,5	22,5	64,2 B	63,9 B
Verde	a 5,25	b 2,79	22,7	18,7	71,8 AB	71,5 AB
Vermelho	b 3,08	a 5,13	20,3	21,9	77,1 A	72,9 A
Média	4,24	4,08	21,9	20,8	70,7	68,1
C.V. (%)	33,02		13,14		8,38	

* Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).
$^{\alpha}$ Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).
$^{\beta}$ ns = não significativo.

Aos 14 dias, a taxa de crescimento da cultura foi maior no tratamento sem *priming* para as plantas provenientes de sementes peletizadas com coloração vermelha, nas demais colorações não houve diferença entre os tratamentos com e sem *priming* (Tabela 11). Demostrando que a incidência do espectro luminoso pode influenciar no desenvolvimento inicial da planta, pois o comprimento de onda localizado no espectro de luz vermelho extremo estimula o alongamento celular (Whatley & Whatley, 1982) As diferentes colorações de pélete não apresentaram diferença na taxa de crescimento da cultura aos 14 dias para os tratamentos com *priming*, na ausência do mesmo, a coloração vermelha foi superior a verde e ambas não diferiram das demais. Aos 21 dias os tratamentos não diferiram entre si na taxa de crescimento da cultura (tabela 11). Diferentemente aos 30 dias houve diferença apenas entre as cores de pélete testadas, onde a coloração vermelho foi superior a laranja, e ambas não diferiram das demais (tabela 11).

Tabela 11. Taxa de crescimento da cultura de plantas de alface, aos 14, 21 e 30 dias, proveniente de sementes peletizadas com diferentes colorações tratadas com e sem *priming*. Capão do Leão, 2014.

Cor / *Priming*	Taxa de crescimento de planta (g planta^{-1} dia^{-1}) x10^{-7}					
	14 dias		21 dias		30 dias	
	com	sem	com	sem	com	sem
Amarelo	*a 11,6 A$^{\alpha}$	a 11,6 AB	$^{\beta}$ns 35,8 ns	27,1	ns 92,2 AB	87,9 AB
Azul	a 8,75 A	a 11,4 AB	42,6	29,9	79,5 AB	96,0 AB
Laranja	a 12,8 A	a 8,5 AB	32,9	41,8	73,1 B	66,9 B
Verde	a 10,4 A	a 7,6 B	32,9	36,2	96,2 AB	93,0 AB
Vermelho	b 9,53 A	a 14,3 A	35,5	23,7	102,5 A	104,1 A
Média	10,6	10,7	35,9	31,7	88,7	89,6
C.V. (%)	29,28		31,8		20,75	

[*] Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).
[α] Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).
[β] ns = não significativo.

A duração da área foliar (DAF) aos 14 dias foi maior no tratamento com *priming* nas plantas oriundas de sementes peletizadas com coloração verde, para as demais colorações não houve diferença entre os tratamentos com e sem *priming* (Tabela 12). Não houve diferença entre os tratamentos na duração da área foliar aos 21 dias. A duração da área foliar aos 30 dias diferiu apenas entre as cores de pelete estudadas, onde a coloração vermelha foi superior a laranja, e ambas não diferiram das demais (tabela 12). A intensidade de radiação luminosa pode alterar significativamente a anatomia e ultra-estrutura foliar constituindo um aspecto decisivo de aclimatação das espécies a diferentes condições ambientais (KIERZKOWSKI et al., 2007).

Tabela 12. Duração de área foliar de plantas de alface, aos 14, 21 e 30 dias, proveniente de sementes peletizadas com diferentes colorações tratadas com e sem *priming*. Capão do Leão, 2014.

Cor / *Priming*	Duração da área foliar $cm^2\ cm^{-2}\ dia^{-1}$					
	14 dias		21 dias		30 dias	
	com	sem	com	sem	com	sem
Amarelo	*a 18,5 ns$^{\beta}$	a 19,2	ns 45,5 ns	40,6	176,5 AB$^{\alpha}$	155,9 AB
Azul	a 14,3	a 14,0	39,9	37,0	166,3 AB	166,6 AB
Laranja	a 16,2	a 14,2	40,8	42,7	157,0 B	156,1 B
Verde	a 20,0	b 10,6	43,2	35,5	175,5 AB	174,9 AB
Vermelho	b 11,7	a 19,5	38,7	41,5	188,3 A	178,3 A
Média	16,1	15,5	41,6	39,5	172,7	166,3
C.V. (%)	33,02		13,14		8,38	

* Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).
$^{\alpha}$ Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).
$^{\beta}$ ns = não significativo.

A taxa de crescimento absoluto aos 14 dias foi inferior no tratamento com *priming* para as plantas originadas de sementes peletizadas com a coloração vermelho, não diferindo entre os tratamentos com e sem *priming* nas demais colorações (Tabela 14). As colorações não diferiram para os tratamentos com *priming*, contudo, na ausência do tratamento, a coloração vermelha foi superior a verde, e ambas não diferiram das demais. Aos 21 e 30 dias os tratamentos *priming* e coloração não apresentaram diferenças significativas na taxa de crescimento absoluto.

Tabela 13. Taxa de crescimento absoluto de plantas de alface, aos 14, 21 e 30 dias, proveniente de sementes peletizadas com diferentes colorações tratadas com e sem *priming*. Capão do Leão, 2014.

Cor / *Priming*	Taxa de crescimento absoluto ($g\ dia^{-1}$)$x10^{-4}$					
	14 dias		21 dias		30 dias	
	com	sem	com	Sem	com	sem
Amarelo	*a 3,14 A$^{\alpha}$	a 3,16 AB	$^{\beta}$ns 9,71 ns	7,36	ns 25,03 ns	23,86
Azul	a 2,38 A	a 3,11 AB	1,16	8,11	21,58	26,08
Laranja	a 3,48 A	a 2,31 AB	8,93	11,35	19,86	18,17
Verde	a 2,82 A	a 2,05 B	8,93	9,82	26,14	25,25
Vermelho	b 2,59 A	a 3,89 A	9,64	6,43	27,83	28,28
Média	2,88	2,90	9,76	8,61	24,09	24,33
C.V. (%)	29,28		31,80		20,75	

* Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).
$^{\alpha}$ Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).
$^{\beta}$ ns = não significativo.

Assim, a relação vermelho/vermelho-distante é considerada um fator importante nas respostas mediadas pelo fitocromo, sendo assim, muitas plantas mostram um rápido e pronunciado aumento na taxa de alongamento de caules e pecíolos, e frequentemente, expandem as folhas e órgãos de armazenamento (FRANKLIN; WHITELAM, 2005).

CONCLUSÃO

Maiores diferenças entre tratamentos de sementes de alface em relação ao crescimento inicial da planta podem ser inferidas no período de 14 dias após a semeadura.

A peletização de sementes de alface com a coloração vermelha proporciona plantas com maior crescimento, além disso, o tratamento de sementes com *priming* praticamente não influencia no crescimento inicial da plantas de alface.

REFERÊNCIAS

ATROCH, E.M.A.C.; SOARES, A.M.; ALVARENGA, A.A. DE; CASTRO, E.M, DE. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de Bauhinia forticata LINK submetidas à diferentes condições de sobreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.4, p.853-862, 2001.

BAUDET, L.; PERES, W. Recobrimento de sementes. **Seed News**, Pelotas, v.8, n.1, p.20-23, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas: Noções básicas**. FUNEP, Jaboticabal, Brasil, 2004, 42p.

CHAPPELLE, E.W.; KIM, M.S. Ratio analysis of refletance spectra (RARS): an algorithm for a remote esrimation of the concentractions of clorophyll A, clorophyll B, and carotenoides in soybean leaves. **Remote Sensing of Environment**, New York, v.39, p. 239-247, 1992.

DELOUCHE, J.C. Qualidade e desempenho das sementes. **Revista SeedNews**, v.4, n.5, p.24-28, 2005.

DUZ, S. R.; SIMINSKI, A.; SANTOS, M.; PAULILO, M. T. S. Crescimento inicial de três espécies arbóreas da Floresta Atlântica em resposta a variação na quantidade de luz. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 3, p. 587-596, 2004.

FRANKLIN, P.G.; R., B.P.; ROGER, L.M. **Physiology of Crop Plants**. Wiley-Blackwell, 1999, 328p.

FRANKLIN, K. A.; WHITELAM, G. C. Phytochromes and shade-avoidance responses in plants. **Annals of Botany**, v. 96, n. 2, p. 169-175, 2005.

HUNT, R. Growth analysis, individual plants. In: THOMAS B, MURPHY D.J.; MURRAY D. (eds.) **Encyclopaedia of Applied Plant Sciences**. London: Academic Press. p.579-588, 2003.

KIERZKOWSKI, D. ; SAMARDAKIEWICZ, S.; ROBAKOWSKI, P. Variation in ultrastructure of chloroplast in needles of silver fir (Abies alba Mill.) saplings growing under the canopies of diverse tree species. **Polish Journal of Ecology**, v.55, n. 4, p.821–825, 2007.

LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. OEA, Washington. 1983.

LICHTENTHALER, H.K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In:Packer, L., Douce, R. (Eds.). **Methods inenzimology**, London: Academic Press, v.148, p. 350-381, 1987.

MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. Oxford: Pergamon Press, 1989. 270 p.

MENDIBURU, F**. agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research. R package version 1.2-0**. 2014. http://CRAN.R-project.org/package=agricolae

NASCIMENTO, W.N. Hortaliças: Tratamento de sementes. **Seed News**, Pelotas, v. 4, p. 16-17, 2000.

NAKAZONO, E.M.; COSTA, M.C.; FUTATSUGI, K.; PAULILO, M.T.S. Crescimento inicial de Euterpe edulis Mart. em diferentes regimes de luz. **Revista Brasileira de Botânica**, v.24, n.2, p.173-179, 2001.

OLIVEIRA, A.C.B.; SEDIYAMA, M.A.N.; PEDROSA, M.W.; GARCIA, N.C.P.; GARCIA, S.L.R. Divergência genética e descarte de variáveis em alfce cultivada sob sistema hidropônico. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 26, n.2, p. 211-217, 2004.

PEREIRA, A.R**.; MACHADO, E.C. Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais.** Campinas : IAC, 1987. 33p. (IAC. Boletim Técnico, 114).

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2014. URL http://www.R-project.org/.

RODRIGUES, B.N.; PITELLI, R.A; BELLINGIERI, P.A. Efeito da calagem do solo sobre o crescimento inicial e absorção de macro nutrientes em trapoeraba (*Commelina benghalensis*). **Planta Daninha**, v.13 (2): 59-68, 1995.

SGARBIERI, V.C. **Alimentação e nutrição: fator de saúde e desenvolvimento**. Campinas: UNICAMP, 1987. 387p.

SILVA, M.L.S.; VIANA, A.E.S.; SÃO JOSÉ, A.R.; AMARAL, C.L.F.; MATSUMOTO, S.N.; PELACANI, C.R. Desenvolvimento de mudas de maracujazeiro (Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Deg.) sob diferentes níveis de sombreamento. **Maringá**, v.28, p.513-521, 2006.

SOARES, Mário C.C.S. **Produção de alface orgânica – comparativo entre alface orgânica e alface convencional**. 2010. 64 f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2010.

WHATLEY, F.H.; WHATLEY, F.R. **A Luz e a vida das plantas**. São Paulo: EPU-EDUSP, 1982. 101 p.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O agricultor tem buscado o máximo aperfeiçoamento dos sistemas de cultivo que lhe possa garantir o êxito técnico e econômico de suas atividades agrícolas, no âmbito de um mercado cada dia mais exigente e competitivo. As sementes de algumas espécies hortícolas assumem grande importância, em função do alto valor agregado. Dentro deste contexto, diversos relatos de alfacicultores que apresentaram problemas associados à germinação de sementes de alface peletizadas, oriundas do mercado sementeiro especializado, do qual motivou a pesquisa associada à problemática apresentada, com o intuito de verificar se sementes de alface com e sem *priming* peletizadas com diferentes colorações influenciam na germinação e vigor da cultivar Regina, bem como no crescimento inicial das plantas.

Apresentando como hipótese do trabalho se sementes de alface podem ser influenciadas no processo germinativo por apresentarem fotoblastia positiva, e quando peletizadas com diferentes colorações, estas podem modificar o espectro de cores que serão absorvidas e refletidas, modificando assim o funcionamento do complexo fitocromo.

Com base nestes resultados foram estudados o efeito do *priming* e das colorações de pélete no crescimento inicial das plantas de alface, onde foi observado que a peletização com a coloração vermelha proporciona plantas com maior crescimento, sendo a coloração de pigmento mais indicada para a peletização. Além disso, o tratamento de sementes com *priming,* apesar de proporcionar maior germinação e vigor, praticamente não influencia no crescimento inicial de plantas de alface.

Como conclusão adicional, foi observado que maiores diferenças entre tratamentos de sementes de alface em relação ao crescimento de planta podem ser inferidas no período de 14 dias após emergência.

REFERÊNCIAS

ABCSEM. Associação brasileira do comercio de sementes e mudas. ABCSEM comemora 40 anos na Hortitec 2010. http://www.abcsem.com.br/noticia.php?cod=986.

BALLARÉ, C. L.; CASAL, J. J. Light signals perceived by crop and weed plants. **Field Crops Res.,** v. 67, n. 2, p. 149-160, 2000.

BEWLEY, L.D.; BLACK, M**. Seeds: Physiology of development and germination.** New York: Plenum, 1994.445p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3 ed. Campinas : Fundação Cargill,1988. 424p.

CASAL, J.J.; SÁNCHEZ, R.A. Phytochromes and seed germination. **Seed Science Research,** v. 8, p. 317-329, 2008.

COSTA, C.P.; SALA, F.C. A evolução da alfacicultura brasileira. **Horticultura Brasileira, v.** 23, p. artigo de capa, 2005.

FERNANDES, A. A.; MARTINEZ, H. E. P.; PEREIRA, P. R.G.; FONSECA, M. C. M. Produtividade, acúmulo de nitrato e estado nutricional de cultivares de alface, em hidroponia, em função de fontes de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, p. 195-200, 2002.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura:** agroecologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2000. 402p.

GOMES, T. M.; OLIVEIRA, R. F.; BOTREL, T. A.. Determinação da fotossíntese em função do fluxo de fótons fotossinteticamente ativos e da concentração de CO2 para a cultura da alface, utilizando o medidor portátil (LI-6400)1. **Horticultura Brasileira**, v. 18, p. 315-316, 2000.

GOMES, T.M.; BOTREL, T.A.; MODOLO, V.A.; OLIVEIRA, R.F. Aplicação de CO2 via água de irrigação na cultura da alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.316-319, 2005.

JAGGER, I.C.; WHITAKER, T.W.; USELMAN, J.J.; OWEN W.M. The Imperial strains of lettuce. United States Department of Agriculture, Washington, 1941. 15p. (Circular, 596).

KATAYAMA, M. Nutrição e adubação de alface, chicória e almeirão. In: Simpósio sobre nutrição e adubação de hortaliças, 1990, Jaboticabal. POTAFOS, 1993.

LINDIG-CISNEIROS, R.; ZEDLER, J. Effects of light on seed germination in *Aphalaris arundinaceae* L. (reedcanary grass). **Plant Ecology,** n. 155, p.75-78, 2001.

MEROTTO, Jr.; VIDAL R.A; FLECK, N.G.; ALMEIDA M.L. Interferência das plantas daninhas sobre o desenvolvimento inicial de plantas de soja e arroz através da qualidade da luz. **Planta Daninha**, v. 20, n. 1, p. 9-16, 2002.

RICHARDS, F.J. The quantitative analysis of growth. In: SHARMA BD; KAUL HN; SINGH M. Growth analysis of potato varieties in autumn in subtropical conditions. **New Botanist**, v. 20, n. 54, p. 55-69, 1993.

ROOS, E.E.; MOORE, F.D. Effect of seed coating on performance of lettuce seeds in greenhouse soil tests. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.100, p.573-576, 1975.

RYDER, E.J. 2002. The new salad crop revolution. Disponível em http://www.hort.purdue.edu/newcrop/ncnu02/v5-408.html/

SALA, F.C.; COSTA, C.P. Retrospectiva e tendência da alfacicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, v.30, p.187-194, 2012.

SILVA, J.B.C. da; NAKAGAWA, J. Métodos para avaliação de materiais de enchimento utilizados na peletização de sementes. **Horticultura Brasileira,** Brasília, v.16, n.1, p.44-49, 1998.

SMITH, H. Phytochromes and light signal perception by plants - an emerging synthesis. **Nature**, v. 407, p. 585-591, 2000.

TAKAKI, M. New proposal of classification of seed based on forms of phytochrome insted of photoblastism. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, n. 1, p. 103-107, 2001.

VÁLIO, I.F.M.; SCARPA, F.M. Germination of seeds of tropical pioneer species under controlled and conditions natural. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, p. 79-84. 2001.

VÁZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Patterns of seed longevity and germination in tropical rain forest. **Annual Review of Ecology and Systematics,** v. 24, p. 69-87, 1993.

VRIES, I.M. 1997. Origin and domestication of Lactuca sativa L. Genetic Resources and Crop Evolution, 44: 165-174.