



**GERMINAÇÃO, ARMAZENAMENTO E
DESENVOLVIMENTO DE MUDAS OBTIDAS
DE SEMENTES DE ALFACE E DE TOMATE
INCORPORADAS COM MICRONUTRIENTES
E REGULADORES DE CRESCIMENTO**

KÊNIA ALMEIDA DINIZ

2007

KÊNIA ALMEIDA DINIZ

**GERMINAÇÃO, ARMAZENAMENTO E
DESENVOLVIMENTO DE MUDAS OBTIDAS DE
SEMENTES DE ALFACE E DE TOMATE
INCORPORADAS COM MICRONUTRIENTES E
REGULADORES DE CRESCIMENTO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do programa de pós-graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção do título de Doutor.

Orientador

Prof. Dr. João Almir Oliveira

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

2007

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos
da Biblioteca Central da UFLA**

Diniz, Kênia Almeida.

Germinação, armazenamento e desenvolvimento de mudas obtidas de sementes de alface e de tomate incorporadas com micronutrientes e reguladores de crescimento / Kênia Almeida Diniz. – Lavras: UFLA, 2007.
92 p. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2007.

Orientador: João Almir Oliveira.

Bibliografia.

1. Tratamento de sementes. 2. Peliculização. 3. Esterase. 4. Endo- β -
mananase. 5. Proteínas totais. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 631.5221

essenciais para o seu desenvolvimento inicial (Sampaio & Sampaio, 1994). Sendo assim, o enriquecimento das sementes de hortaliças com micronutrientes e reguladores de crescimento torna-se uma técnica importante para melhorar a germinação e o vigor e, conseqüentemente, o desempenho das mudas no campo.

O uso de polímeros seria uma tecnologia importante para melhor agregar esses produtos às sementes. De acordo com Duran (1989), o tratamento de sementes que utiliza o revestimento com polímeros tem recebido atenção em algumas culturas de expressão econômica, com destaque para as hortaliças. Os polímeros têm possibilitado o aumento da penetração e da fixação do produto ativo, melhorando, conseqüentemente, a sua distribuição nas sementes, além de reduzir as quantidades utilizadas de produtos químicos e os problemas de poluição ambiental. O revestimento ainda proporciona uma cobertura durável, permeável à água, com a possibilidade de aplicação em sementes de diferentes formas e tamanhos, sem afetar seu processo germinativo (Bacon & Clayton, 1986; Maude, 1998).

Nos últimos anos, temos visto, no Brasil, um crescente interesse dos setores ligados às sementes, seja na pesquisa, no desenvolvimento ou na produção de sementes no emprego de um “film-coating” ou, muitas vezes, citado simplesmente como “polímero para tratamento de sementes”. O “film-coating” não tem em sua composição somente polímeros, mas também outros compostos e pigmentos que, em formulações específicas para tratamento de sementes, têm por objetivo a melhoria do processo e da qualidade final das sementes tratadas (Reichenbach, 2004). Segundo esse mesmo autor, o recobrimento de sementes tem como vantagem a possibilidade de carregar fungicidas, produtos biológicos e micronutrientes para melhorar o estabelecimento do estande com uma correta dosagem dos produtos.

Apesar do marcado incremento no uso de sementes recobertas verificado nos últimos anos, poucas informações têm sido publicadas sobre o

Aos meus pais, Jairo Gomes Diniz e
Josecy Almeida Diniz, pelo amor
incondicional,

OFEREÇO

Ao meu querido e amado Paulo, com
profundo agradecimento,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, ao Departamento de Agricultura e em especial ao Setor de Sementes, pela oportunidade de realização do doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos e à Fundação de Apoio a Pesquisa do estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo financiamento do projeto.

Ao Prof. Dr. João Almir Oliveira, pela orientação, amizade e por todos os esforços dedicados à execução deste trabalho.

Aos professores Dr. Renato Mendes Guimarães, Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho e Dra. Édila Vilela de Rezende Von Pinho e ao pesquisador Dr. Antônio Rodrigues Vieira, exemplos de inteligência e capacidade, pelas valiosas sugestões e ensinamentos.

Aos meus irmãos, Lesley e Augusto e aos meus sobrinhos, Arthur e Thais, pelo amor e amizade.

A minha amiga e madrinha Paty, pela amizade sincera, pelo companheirismo, pelas palavras de amor e de incentivo e por conseguir amenizar, em alguns momentos, a saudade que eu sentia de casa.

Aos meus amigos Lucrécio, José Luiz, André, Flávia e Renata, pelos bons momentos de convivência e pela grande colaboração na realização deste trabalho.

Aos amigos do Setor de Sementes, Bruno, Rafael, José Renato, Frederico, Felipe, Larissa e Lucas, pela amizade e ajuda na condução dos experimentos.

A Elza, Elenir, Dalva e Andréa, pelo carinho, atenção e ajuda.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRACT	iii
CAPÍTULO 1	01
1 Introdução Geral	01
2 Referencial Teórico	04
2.1 Aspectos gerais sobre hortaliças no Brasil	04
2.2 Tratamento de sementes com micronutrientes	07
2.3 Tratamento de sementes com reguladores de crescimento	08
2.4 Peliculização de sementes	10
2.5 Qualidade, metabolismo e deterioração de sementes	11
2.6 Armazenamento de sementes	16
3 Referências Bibliográficas	18
CAPÍTULO 2: Qualidade de sementes de alface e de tomate enriquecidas com micronutrientes e reguladores de crescimento durante o armazenamento	26
1 Resumo	26
2 Abstract	28
3 Introdução	30
4 Material e Métodos	32
4.1 Análises Fisiológicas	33
4.2 Análises bioquímicas	34
4.3 Análise sanitária	35
4.4 Delineamento experimental e análise estatística	36
5 Resultados e Discussão	37
5.1 Sementes de alface	37
5.2 Sementes de tomate	48

6 Conclusões	59
7 Referências Bibliográficas	60
CAPÍTULO 3: Desenvolvimento de mudas de alface e de tomate a partir de sementes armazenadas e enriquecidas com micronutrientes e reguladores de crescimento	63
1 Resumo	63
2 Abstract	65
3 Introdução	67
4 Material e Métodos	69
4.1 Tratamento das sementes	69
4.2 Obtenção das mudas	70
4.3 Delineamento experimental e análise estatística	72
5 Resultados e Discussão	73
5.1 Sementes de alface	73
5.2 Sementes de tomate	83
6 Conclusões	91
7 Referências Bibliográficas	92

RESUMO

DINIZ, Kênia Almeida. Germinação, armazenamento e desenvolvimento de mudas obtidas de sementes de alface e de tomate incorporadas com micronutrientes e reguladores de crescimento. 2007. 92p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

O tratamento com micronutrientes e reguladores de crescimento tem sido empregado com o objetivo de aumentar a germinação e o vigor das sementes e, conseqüentemente, o desempenho das plantas no campo. A peliculização é uma tecnologia que permite agregar esses produtos às sementes com melhor fixação e distribuição, reduzindo as dosagens e trazendo benefícios ao meio ambiente. O objetivo deste trabalho foi estudar alguns aspectos fisiológicos e bioquímicos da germinação de sementes de alface e de tomate antes e após o seu enriquecimento com diferentes doses de micronutrientes e reguladores de crescimento, utilizando a técnica de peliculização, bem como a influência desses produtos na qualidade das sementes durante o armazenamento. As sementes foram tratadas com os produtos Starter[®], Cellerate[®] e Stimulate[®], nas dosagens correspondentes a 0%, 50%, 100%, 150% e 200% da dose recomendada pelo fabricante, utilizando a técnica de peliculização. As avaliações foram realizadas aos 0, 6 e 12 meses de armazenamento por meio dos seguintes parâmetros: porcentagem de germinação, porcentagem e índice de velocidade de emergência, atividade das enzimas endo- β -mananase e esterase, teor de proteínas totais, sanidade, número, altura, peso seco de parte aérea e de raízes e taxa de crescimento

¹ Comitê Orientador: Dr. João Almir de Oliveira – UFLA (Orientador); Dr. Renato Mendes Guimarães – UFLA, Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA e Dr. Amauri Alves Alvarenga – UFLA.

absoluto e relativo das mudas. As mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno contendo o substrato comercial Plantmax[®], em casa de vegetação com temperatura controlada e sistema de irrigação automatizado. Para as variáveis analisadas em laboratório, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 5 x 3, sendo 3 produtos, 5 doses e 3 épocas de armazenamento, com 4 repetições de 50 sementes por tratamento. Para as variáveis analisadas em casa de vegetação foi utilizado o DIC em esquema fatorial 3 x 5, sendo 3 produtos e 5 dosagens, com 4 repetições. As variáveis taxa de crescimento relativo e absoluto não foram submetidas à análise estatística. Concluiu-se que o revestimento com micronutrientes e reguladores de crescimento e o armazenamento interferem na atividade da enzima endo- β -mananase em sementes de alface e de tomate; a atividade da enzima esterase aumenta com o armazenamento das sementes de alface e tomate, indicando aumento no processo de deterioração; há um aumento no teor de proteínas totais em sementes de alface e de tomate com o período de armazenamento; o revestimento das sementes de alface com o dobro da dose recomendada dos produtos à base de micronutrientes e reguladores de crescimento provoca redução na sua qualidade; os reguladores de crescimento promovem aumento na velocidade de emergência das plântulas de alface e de tomate, quando aplicados na dose recomendada e na pré-semeadura; os produtos Cellerate[®] e Stimulate[®] incorporados às sementes, antes do armazenamento, provocam redução no número de mudas de alface, independente da dosagem utilizada; o revestimento das sementes de tomate com a metade e o dobro da dose recomendada dos produtos Starter[®] e Stimulate[®] proporciona aumento na altura das mudas; há redução no crescimento das mudas de alface e de tomate após o armazenamento das sementes com ou sem tratamento.

ABSTRACT

DINIZ, Kênia Almeida. **Germination, storage and seedling development lettuce and tomato from seeds incorporated with micronutrients and growth regulators.** 2007. 92p. Thesis (Doctorate in Crop Science) – Federal University of Lavras, Lavras, MG ²

The treatment with micronutrients and growth regulators has been used with the purpose of increasing the germination and vigor of seeds and, hence, the performance of the plants in the field. Film-coating is a technology which enables to aggregate these products to the seeds with increased fixation and distribution, reducing the dosages and bringing benefits to environment. The objective of this work was to study some physiologic and biochemical aspects of the germination of lettuce and tomato seeds both before and after their enrichment with different doses of micronutrients and growth regulators, utilizing the film-coating technique as well as the influence of those chemicals on the quality of seeds during storage. The seeds were treated with chemicals Starter[®], Cellerate[®] and Stimulate[®] at the dosages corresponding to 0%, 50%, 100%, 150% and 200% of the dose recommended by the manufacturer utilizing the film-coating technique. The evaluations were performed at 0, 6 and 12 months of storage by the following parameters: percentage of germination, percentage and emergency velocity rate, activity of enzymes endo- β -mannanase and esterase, total protein content, health, number, height, shoot and root dry matter and growth rate, absolute and relative growth of seedlings. The seedlings were produced on polystyrene trays containing the commercial substrate

² Guidance Committee: João Almir Oliveira – UFLA (Adviser), Renato Mendes Guimarães – UFLA, Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA and Amauri Alves Alvarenga – UFLA.

Plantmax[®], in a greenhouse with controlled temperature and automated irrigation system. To the variables investigated in a greenhouse, the completely randomized design in factorial scheme 3 x 5 x 3, namely, three chemicals, five doses and three storage times with four replicates of 50 seeds per treatment, was utilized. The variables relative and absolute growth rate were not submitted to the statistical analysis. It follows that the coating with micronutrients and growth regulators and storage interfere on the activity of endo- β -mannanase enzyme in lettuce and tomato seeds; the activity of esterase enzyme increases with the storage of lettuce and tomato seeds, denoting increase in the deterioration (decaying) process, there is an increase in total protein content in lettuce and tomato seeds with the storage period; the coating of the lettuce seeds with the double of the recommended dose of the chemicals based on micronutrients and growth regulators cases a reduction in their quality; growth regulators promotes an increase in the emergence speed of lettuce and tomato seedlings when applied at the recommended dose and at pre-sowing; chemicals Cellerate[®] and Stimulate[®] incorporated to the seeds before storage provoke a reduction in the number of lettuce seedlings, independent of the dosage utilized; the coating of the lettuce seedlings with the half and double of the dose recommended of chemicals Starter[®] and Stimulate[®] provided an increase in the seedlings' height; there is a reduction in the growth of the lettuce and tomato seedlings after storage of seedlings with and without treatment.

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

Com o desenvolvimento de novas cultivares de hortaliças ou mesmo com a introdução de materiais mais adaptados às nossas condições, criou-se uma maior demanda de tecnologias para a produção de sementes. Há necessidade de se incrementar tecnicamente esse setor, por meio do desenvolvimento e da adoção de novas tecnologias (Viggiano, 1990).

A qualidade das sementes usadas para a produção de um campo tem influência no estabelecimento e na produção da cultura, tanto na primeira quanto na segunda geração. Em algumas espécies, tem sido demonstrado que a qualidade inicial das sementes, em situações especiais, resulta em efeitos na produtividade: sementes mais vigorosas apresentam um maior potencial de produtividade, principalmente quando submetidas a algum tipo de estresse (França Neto et al., 1983; Krzyzanowski et al., 2005). Assim, na produção de mudas de hortaliças, a utilização de sementes de boa qualidade é essencial para garantir um bom estande no campo, bem como para a produção de mudas mais vigorosas e com maior potencial de produção.

O ciclo das plantas hortícolas é geralmente curto, o que é fator relevante, quando se estudam os aspectos referentes à sua nutrição. Alguns trabalhos demonstram que, em muitos casos, um aporte nutricional externo, mediante a adição localizada de fertilizantes em formulações simples ou combinadas, faz com que as plântulas respondam favoravelmente e cresçam de forma mais rápida e vigorosa. Nos casos específicos de sementes de hortícolas, geralmente de pequeno tamanho, as limitadas quantidades de substâncias de reserva podem ser equilibradas por meio de seu recobrimento com aqueles nutrientes que são

essenciais para o seu desenvolvimento inicial (Sampaio & Sampaio, 1994). Sendo assim, o enriquecimento das sementes de hortaliças com micronutrientes e reguladores de crescimento torna-se uma técnica importante para melhorar a germinação e o vigor e, conseqüentemente, o desempenho das mudas no campo.

O uso de polímeros seria uma tecnologia importante para melhor agregar esses produtos às sementes. De acordo com Duran (1989), o tratamento de sementes que utiliza o revestimento com polímeros tem recebido atenção em algumas culturas de expressão econômica, com destaque para as hortaliças. Os polímeros têm possibilitado o aumento da penetração e da fixação do produto ativo, melhorando, conseqüentemente, a sua distribuição nas sementes, além de reduzir as quantidades utilizadas de produtos químicos e os problemas de poluição ambiental. O revestimento ainda proporciona uma cobertura durável, permeável à água, com a possibilidade de aplicação em sementes de diferentes formas e tamanhos, sem afetar seu processo germinativo (Bacon & Clayton, 1986; Maude, 1998).

Nos últimos anos, temos visto, no Brasil, um crescente interesse dos setores ligados às sementes, seja na pesquisa, no desenvolvimento ou na produção de sementes no emprego de um “film-coating” ou, muitas vezes, citado simplesmente como “polímero para tratamento de sementes”. O “film-coating” não tem em sua composição somente polímeros, mas também outros compostos e pigmentos que, em formulações específicas para tratamento de sementes, têm por objetivo a melhoria do processo e da qualidade final das sementes tratadas (Reichenbach, 2004). Segundo esse mesmo autor, o recobrimento de sementes tem como vantagem a possibilidade de carregar fungicidas, produtos biológicos e micronutrientes para melhorar o estabelecimento do estande com uma correta dosagem dos produtos.

Apesar do marcado incremento no uso de sementes recobertas verificado nos últimos anos, poucas informações têm sido publicadas sobre o

comportamento dessas sementes durante o armazenamento. Entretanto, pode-se afirmar que os princípios fundamentais para uma correta conservação de sementes recobertas são os mesmos que têm sido amplamente reconhecidos para as sementes nuas (Duffus & Slaughter, 1980). Em geral, esses fatores são exatamente o contrário daqueles que proporcionam as melhores condições de germinação. Assim, por exemplo, para se conseguir boa conservação, necessita-se manter ao mínimo a atividade metabólica das sementes. Isto é possível por meio do armazenamento das mesmas a baixas temperaturas e umidade relativa do ar, com o objetivo de minimizar a velocidade de deterioração e controlar a ação dos microrganismos próprios do armazenamento (Sampaio & Sampaio, 1994).

Dessa forma, torna-se necessário que os materiais e os aditivos utilizados no revestimento de sementes, bem como suas dosagens, sejam estudados com relação à sua atividade, já que alguns desses materiais podem causar efeitos fitotóxicos imediatos na germinação ou reduzir a qualidade fisiológica durante o armazenamento.

Neste trabalho, estudaram-se alguns aspectos fisiológicos e bioquímicos da germinação de sementes de alface e tomate antes e após o seu enriquecimento com diferentes doses de micronutrientes e reguladores de crescimento, utilizando a técnica de peliculização, bem como a influência desses produtos na qualidade das sementes durante o armazenamento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais sobre hortaliças no Brasil

A olericultura é uma das atividades da agropecuária que vão ao encontro das necessidades da pequena propriedade, pois apresenta boa rentabilidade e é concentradora de mão-de-obra, proporcionando o indispensável para a população, que é a oferta de alimentos vitais.

Por outro lado, com a instituição do Mercado Comum da América do Sul (MERCOSUL) e a globalização da economia, a produção de hortaliças vem se tornando uma atividade mais empresarial, mais segmentada e o mercado tornou-se mais exigente, não só quanto à quantidade e qualidade, mas também com referência à segurança do produto para o consumidor (Minami, 1999). Dentre as olerícolas, o tomate e a alface se destacam pelo alto valor comercial das sementes, devendo merecer atenção especial quanto à qualidade (atributos genéticos, fisiológicos, físicos e sanitários) das sementes comercializadas (Barros et al., 2002).

O Brasil se destaca entre os dez maiores países produtores de tomate (*Lycopersicon esculentum*), tendo alcançado, em 2003, uma produção de 3.154.982 toneladas (Agrianual, 2007). Do total produzido no país, cerca de 33% são destinados ao uso industrial e 66%, ou seja, mais de 2 milhões de toneladas, são de tomates para mesa (Camargo Filho, 2001). O tomateiro representa uma das mais importantes e expressivas culturas no cenário agrícola mundial, constituindo importante produto para o comércio in natura e indústria de extratos. A tomaticultura brasileira encontra-se disseminada em todo o território nacional, sendo a região Sudeste, o principal centro de cultivo, com uma área de 23.976 hectares. As sementes híbridas de tomate possuem alto valor

agregado, com um custo de R\$ 42.900,00 o quilo de sementes (Nery et al., 2007).

A cultura da alface (*Lactuca sativa*) apresenta grande importância econômica, sendo o estado de São Paulo o principal produtor. Entre as hortaliças folhosas, encontra-se em segundo lugar em área de produção, estando atrás somente do repolho. É a mais popular das hortaliças folhosas e é cultivada em quase todas as regiões do globo terrestre, justificando pesquisas que possam oferecer aumentos em produtividade e diminuição de riscos (Gomes et al., 2000). Segundo os dados do Agriannual (2007), até julho de 2006 foram produzidas 7.461 toneladas de alface no Brasil, movimentando cerca de R\$ 11.564.000. O custo de uma lata contendo 7.500 sementes peletizadas de alface, em 2006, era de R\$ 33,50.

Uma maior preocupação com a proteção do meio ambiente e a crescente demanda por alimentos mais saudáveis, aliadas a preços mais atrativos ao produtor, têm influenciado, em parte, a produção de hortaliças. Apresentando forte tendência e franco crescimento (10% a 30% ao ano), no Brasil e no mundo, os orgânicos movimentam cerca de 120 milhões de dólares por ano no país. De acordo com o Instituto Biodinâmico (IBD), são três mil produtores no Brasil, em cerca de 300.000 ha certificados para o cultivo de hortaliças, café, cana e citrus, dentre outros (Nascimento, 2004).

O sucesso da horticultura depende de diversos fatores. A condição inicial de desenvolvimento da muda é fundamental para se obter um bom estande por ocasião do transplante (Boof & Debarada, 1999), o que torna a utilização de sementes de boa qualidade um fator importante para se alcançar esse objetivo (Torres, 1998). A utilização de mudas menos vigorosas pode diminuir a população da cultura ou prejudicar o desenvolvimento geral da planta (Vizzotto, 1984). Nesse sentido, a produção de mudas de alta qualidade torna-se,

então, estratégica para quem quer melhorar a agricultura, tornar mais competitiva a produção vegetal e deseja aumentar a exportação.

O sistema de produção de mudas em bandejas é muito difundido e a demanda por esse sistema se dá pelas vantagens que o agricultor alcança ao instalar suas lavouras, obtendo um produto final de melhor qualidade. Outra vantagem é a redução de 1/3 do tempo para a colheita, tendo um custo de apenas 1% do total da produção. O sistema de bandeja evoluiu rapidamente, a tal ponto que 85% de todas as mudas de tomate, pimentão, berinjela e alface são produzidas nesse sistema, usando substratos comerciais ou elaborados pelo próprio produtor a partir de compostagem de resíduos orgânicos (Minami, 1995).

Os benefícios diretos da correta produção de mudas se traduzem, principalmente, em maior rendimento e melhor qualidade dos produtos colhidos associados à menor utilização de defensivos agrícolas. Como benefício indireto, pode-se citar um menor risco de perdas das lavouras, permitindo melhor planejamento da produção e contribuindo para a profissionalização dos produtores em um mercado cada vez mais competitivo (Andriolo et al., 1999).

O ciclo das plantas hortícolas é, geralmente, curto, o que é fator relevante, quando se estudam os aspectos referentes à sua nutrição. Alguns trabalhos demonstram que, em muitos casos, um aporte nutricional externo, mediante a adição localizada de fertilizantes em formulações simples ou combinadas, faz com que as plântulas respondam favoravelmente e cresçam de forma mais rápida e vigorosa. Nos casos específicos de sementes de hortícolas, geralmente de pequeno tamanho, as limitadas quantidades de substâncias de reserva podem ser equilibradas por meio de seu recobrimento com aqueles nutrientes que são essenciais para o seu desenvolvimento inicial (Sampaio & Sampaio, 1994).

2.2 Tratamento de sementes com micronutrientes

Os micronutrientes são exigidos pelas culturas em pequenas quantidades, o que não diminui a sua importância para se obter altas produtividades. Tal observação fundamenta-se nos critérios de essencialidade dos nutrientes e na lei do mínimo, pela qual a produção pode ser comprometida por aquele nutriente que se encontra em menor disponibilidade para a cultura (Malta, 2000).

O tratamento de sementes com micronutrientes baseia-se no princípio da translocação dos mesmos da semente para a planta (Ribeiro & Santos, 1996). Assim, a reserva de zinco, boro e cobre torna-se uma importante fonte para a nutrição da planta, prevenindo o aparecimento de sintomas iniciais de deficiência, sem falar que o zinco, o boro e o cobre apresentam ação fungicida (Ohse et al., 2001).

Resultados consistentes em relação à eficiência do recobrimento de sementes no aporte inicial de manganês às plântulas de beterraba foram descritos por Farley & Draycott (1978). Segundo esses autores, a incorporação de óxido de manganês por meio do recobrimento foi aprovada como um método econômico e efetivo, pois, no início do cultivo, quando o nutriente é mais necessário, as plântulas são demasiadamente pequenas para a sua pulverização. Konstantinov (1984), recobrindo sementes de tomate com distintos nutrientes, obteve resultados de germinação e produção final superiores à testemunha. Louzada & Vieira (2005) recobriram sementes de feijão com micronutrientes e concluíram que doses muito elevadas da mistura utilizada provocaram o aumento de plântulas anormais e mortas devido à ação tóxica dos micronutrientes. Ávila et al. (2006) verificaram aumento na germinação e no vigor das sementes de milho que receberam tratamento com micronutrientes, sendo esses resultados variáveis em função do híbrido avaliado.

De acordo com Sampaio & Sampaio (1994), devido à grande influência desses insumos agrícolas em todos os estádios de desenvolvimento das plantas, surgiu um grande interesse e, inclusive, a necessidade de entender os mecanismos pelos quais os processos são desencadeados e conduzidos, assim como seu modo de atuação em âmbito molecular. Apesar dos trabalhos já realizados sobre esse tema, ainda não é possível chegar a conclusões concretas e seguras, devido à complexidade dos sistemas, interações e processos envolvidos. Pelo que foi anteriormente exposto, cabe pensar que este seria um tema de pesquisa com futuro promissor. Uma vez que essas questões de conhecimento básico estejam melhor elucidadas, sua aplicação, sem dúvida, poderia ser trasladada a técnicas de recobrimento de sementes, como um possível e eficiente suporte para seu desenvolvimento e compreensão.

2.3 Tratamento de sementes com reguladores de crescimento

O efeito de reguladores de crescimento, vitaminas, açúcares e outras substâncias também tem sido pesquisado, com vistas a intervir, de alguma maneira e de forma positiva, sobre o metabolismo das sementes e o desenvolvimento inicial de plântulas (Sampaio & Sampaio, 1994). Duran (1989) relata a potencialidade do recobrimento de sementes como forma simples de superar a termo e a fotodormência em sementes de alface com o uso de reguladores de germinação e crescimento.

Esse enfoque está bem apresentado por Duran (1989), exemplificando a potencialidade do recobrimento de sementes como uma forma simples de superar o problema de termo e fotodormência em sementes de alface. Esse autor ressalta que a semeadura de precisão exige sementes isentas desses problemas e que o uso de reguladores de crescimento, em forma de pré-tratamento ou participando do material de recobrimento, pode ser uma maneira mais eficiente de resolver o problema.

O desenvolvimento do vegetal está diretamente relacionado com os compostos químicos produzidos pela planta (hormônios endógenos). A utilização de compostos sintéticos com funções análogas aos reguladores vegetais vem crescendo em importância devido à maior valorização dos produtos agrícolas e hortícolas tratados (Nickell, 1982). O uso de reguladores vegetais na agricultura tem mostrado grande potencial no aumento da produtividade, embora sua utilização ainda não seja uma prática rotineira em culturas que não atingiram alto nível tecnológico (Vieira & Castro, 2002). De acordo com Davies (1994), essas substâncias, mediadoras dos processos fisiológicos da germinação, transformam sinais ambientais específicos em respostas bioquímicas, produzindo modificações no estado fisiológico da semente, por meio da transcrição diferencial, repressão ou desrepressão gênica ou ativação do RNA mensageiro ou, ainda, por alteração da permeabilidade da membrana. Essas modificações nas propriedades físicas das membranas afetam diretamente a taxa de hidratação, liberação de enzimas, transporte iônico, pH e conteúdo de inibidores, situações estas que interferem na germinação das sementes.

Reis Júnior (2002), trabalhando com a cultura do algodoeiro, verificou que o tratamento de sementes com regulador de crescimento (Stimulate®) proporcionou aumento no peso de capulhos e na produtividade de algodão em caroço. Esse mesmo autor relata um aumento na produtividade da soja quando tratada com o regulador de crescimento.

Diniz (2005) verificou que o regulador de crescimento Stimulate®, incorporado às sementes de alface, aumenta a porcentagem e a velocidade de emergência das plântulas. Além de influenciar a germinação e o vigor das sementes, o aporte externo dos reguladores de crescimento pode induzir a síntese protéica, conforme verificado por Van Huizen et al. (1996). Esses autores

observaram que a síntese de proteínas em sementes de ervilha foi detectada seis horas após a aplicação de auxinas e giberelinas.

2.4 Peliculização de sementes

Com a busca permanente de incrementos de produtividade e redução dos custos de produção, o revestimento de sementes adquire maior importância, pois é uma técnica que apresenta grande potencial, já que permite a aplicação localizada de produtos às sementes (Sampaio & Sampaio, 1994).

Ao contrário da peletização, a peliculização não modifica o tamanho e a forma das sementes. Taylor et al. (1997) definem peliculização como a aplicação de uma solução ou suspensão de polímeros numa massa de sementes, havendo deposição uniforme de materiais ao final do tratamento. Na superfície da semente, forma-se uma camada fina que modifica ligeiramente a sua aspereza e traz como benefício maior fluidez das sementes peliculizadas nas semeadoras, proporcionada pela redução do atrito entre elas (Hill, 1997; Robani, 1994).

Nos últimos anos, temos visto no Brasil um crescente interesse dos setores ligados às sementes, seja na pesquisa, no desenvolvimento ou na produção de sementes, no emprego de um “film-coating”, muitas vezes citado simplesmente como “polímero para o tratamento de sementes”. O “film-coating” não tem em sua composição somente polímero, mas também outros compostos e pigmentos que, em formulações específicas para tratamento de sementes, tem por objetivo a melhoria do processo e da qualidade final das sementes tratadas (Reichenbach, 2004).

A peliculização ou “film-coating” melhora a distribuição dos produtos sobre a superfície das sementes. Essa melhoria não é somente visual; a distribuição dos produtos também é mais uniforme, sendo aplicada a mesma dose em todas as sementes (Reichenbach, 2004).

Segundo Sampaio & Sampaio (1994), os resultados obtidos com o revestimento de sementes têm sido muito promissores e úteis e, em muitos casos, se configurado como a única solução para resolver inúmeros problemas relacionados com a qualidade das sementes e a implantação de cultivos de interesse econômico. Os mesmos autores relatam a importância de pesquisas, especialmente no que se refere aos possíveis efeitos positivos ou não da incorporação dos mais distintos insumos de produção agrícola nas camadas de recobrimento das sementes. Somente com o desenvolvimento de muitos estudos e o esclarecimento de inúmeras questões ainda não perfeitamente dominadas, essa ferramenta poderá, cada vez mais, ser posta à disposição do setor produtivo, de forma que venha melhorar o comportamento das sementes para cada uma das condições específicas que se possa configurar, sem, contudo, afetar sua qualidade.

2.5 Qualidade, metabolismo e deterioração de sementes

As sementes atingem a máxima qualidade na maturidade fisiológica, coincidindo com o maior potencial de armazenamento; a partir de então, ocorre redução desta com a deterioração. As transformações degenerativas após a qualidade máxima podem ser controladas ou reduzidas, quanto à sua velocidade, pela utilização de técnicas adequadas de colheita, secagem, beneficiamento e armazenamento. Assim, o armazenamento de sementes apresenta como fatores fundamentais a temperatura e a umidade relativa do ar, visto que o alto conteúdo de água nas sementes, aliado a altas temperaturas, acelera o metabolismo, levando à redução da qualidade (Carvalho & Nakagawa, 2000).

A qualidade das sementes é determinada por fatores genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários. A qualidade fisiológica tem sido um dos aspectos mais pesquisados há vários anos, devido ao fato de as sementes estarem sujeitas a uma série de alterações degenerativas após a maturidade (Abdul-Baki e

Anderson, 1970). A utilização de sementes de alta qualidade é de fundamental importância se para obter uma boa implantação da cultura, bem como para otimizar a ação dos demais insumos e fatores de produção. O conceito de qualidade de sementes inclui um conjunto de atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que influencia a capacidade de um lote originar mudas vigorosas e, conseqüentemente, de alta qualidade de plantas (Menezes et al., 2006).

As sementes, após a maturidade fisiológica, passam a sofrer um processo contínuo e irreversível de deterioração ou envelhecimento. O conhecimento desse processo tem se tornado cada vez mais importante porque é por meio dele que a pesquisa tem desenvolvido métodos de determinação do potencial fisiológico dos lotes ou do vigor de sementes (Custódio, 2005).

Semente de qualidade é um componente essencial para o bom desempenho das culturas, considerando que ela transporta todo o potencial genético da cultivar e é responsável pela perfeita distribuição espacial das plantas no terreno (Guimarães et al., 2006). A qualidade da semente depende de inúmeros cuidados durante o sistema de produção, da colheita, do armazenamento e dos tratamentos que essas sementes recebem para preservar todo o seu potencial de germinação e vigor (Machado et al., 2006).

A qualidade fisiológica de um lote de sementes pode ser avaliada, usando-se o teste padrão de germinação. Em condições favoráveis de campo, os resultados do teste padrão de germinação apresentam alta correlação com a emergência em campo. Entretanto, se as condições de campo na época de plantio forem desfavoráveis, o teste padrão de germinação apresentará baixa sensibilidade e, nesse caso, os testes de vigor representarão melhor o desempenho do lote no campo (Marcos Filho et al., 1987). Dentre estes, podem-se citar os testes de porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência, teste de frio e peso de matéria seca de plântulas (Nakagawa, 1994).

A avaliação da qualidade de sementes tem merecido permanente atenção dos tecnologistas, produtores e pesquisadores, refletindo o refinamento da demanda pela utilização de materiais que proporcionam maior segurança para fins de semeadura e ou armazenamento (Hampton & Coolbear, 1990).

A indústria de sementes freqüentemente exige decisões rápidas, referentes ao manejo durante a colheita, recepção, processamento, armazenamento e comercialização, de modo que a necessidade da redução no período destinado à avaliação da qualidade fisiológica das sementes é considerada uma prioridade para a pesquisa. Nesse sentido, tem-se procurado desenvolver testes que possam ser usados para estimar mais rapidamente o comportamento de lotes quanto à viabilidade e ao vigor ou possam ser auxiliares em rotinas de laboratório (Custódio, 2005).

Apesar das pesquisas com esses testes serem relativamente recentes, alguns deles estão sendo utilizados com sucesso em muitos laboratórios. A pesquisa em tecnologia de sementes tem atuado, em caráter permanente, no sentido de desenvolver e ou aprimorar testes que possibilitem a avaliação da qualidade das sementes (Marcos Filho, 1994).

O uso de modelos matemáticos para expressar o crescimento e seus parâmetros derivados, como taxa de crescimento relativo, taxa de crescimento absoluto e outros é, atualmente, muito popular e pode, eventualmente, fornecer subsídios para a melhor compreensão dos diferentes processos fisiológicos envolvidos na morfogênese da planta. Este pode ser utilizado na identificação de características das plantas associadas às suas adaptações às condições de estresse, bem como seus potenciais de produção sob condições ótimas de crescimento (Dantas & Escobedo, 1998).

O estudo dos processos enzimáticos é uma forma de se avaliar a qualidade das sementes. As enzimas estão diretamente envolvidas no processo respiratório e na digestão de reservas, produzindo energia para a biossíntese de

novos tecidos (Bewley & Black, 1994). Segundo Brandão Junior (1996), dentre as proteínas, as enzimas desempenham um importante papel no processo de deterioração de sementes e sua atividade pode ser indicativa da perda de qualidade. Em função da desorganização das membranas celulares, as sementes tendem a reduzir o vigor, o que pode ser verificado pelo aumento da quantidade de lixiviados durante o processo de embebição das sementes (Marcos Filho et al., 1990; Lin, 1988). Por meio da atividade enzimática também se podem avaliar as transformações degenerativas nas sementes. A alta atividade da enzima esterase evidencia a ocorrência de eventos deteriorativos, pois ela está envolvida em reações de hidrólise de ésteres, diretamente ligada ao metabolismo de lipídios e ao processo degenerativo de membranas (Santos et al., 2004). A endo- β -mananase é a principal enzima envolvida na digestão de reservas em sementes de alface e tomate, já que o endosperma dessas sementes é constituído principalmente de galactomananos (Halmer et al., 1975) que funciona como barreira física à emissão da radícula (Sung et al., 1998).

O endosperma das sementes de alface e tomate é a fonte inicial de reservas para o crescimento do embrião. A mobilização do endosperma requer um número de enzimas que podem ser armazenadas ou sintetizadas de novo dentro das células do endosperma, que contêm todo o aparato citológico para a sua síntese (Jones, 1974). Os polissacarídeos ricos em galactomananos são importantes reservas utilizadas pelo embrião no crescimento após o início da germinação e antes da mobilização das principais reservas armazenadas nos cotilédones (Halmer et al., 1978 e Leung et al., 1979). A maior parte do carboidrato utilizado pelo embrião em crescimento origina-se da degradação dos polissacarídeos das paredes celulares (Park & Chen, 1974) que são subsequentemente convertidos em sacarose e transportados para o embrião, inicialmente os cotilédones (Park & Chen, 1974 e Halmer et al., 1978).

Além da importância do endosperma dessas sementes como uma fonte de reservas, a complexidade estrutural da parede celular tem sido associada com o papel deste tecido na restrição do crescimento do embrião. Sung et al. (1998) concluíram que o enfraquecimento (amolecimento) da camada do endosperma em sementes de alface é um pré-requisito para a protrusão da radícula. Ikuma & Thimann (1963) propuseram que a ação de uma enzima produzida pelo embrião favorece a penetração da radícula no tecido endospermico. Sendo assim, a endo- β -mananase pode ter um importante papel no enfraquecimento do endosperma e, conseqüentemente, na protrusão da radícula. Esse amolecimento é considerado uma conseqüência das atividades das enzimas que hidrolisam a parede celular, sendo um processo muito investigado nas sementes de tomate, em que o amolecimento correlaciona-se com o aumento da atividade de endo- β -1,4-mananase (Groot et al., 1988; Nonogaki et al., 1992).

A atividade da endo- β -mananase surge, inicialmente, na região micropilar do endosperma antes da emergência da radícula, mas também aumenta no endosperma lateral, após a emergência (Nomaguchi et al., 1995; Nonogaki & Morohashi, 1996). As isoenzimas pós-germinativas são associadas à degradação de mananos de reserva localizados no endosperma lateral durante o desenvolvimento da plântula e somente uma isoenzima presente exclusivamente na região micropilar é associada ao amolecimento do tecido antes da emergência da radícula (Nonogaki & Morohashi, 1996). Foram obtidas evidências de que essa isoenzima é codificada por genes diferentes das isoenzimas presentes na pós-emergência (Nonogaki et al., 2000).

Em sementes de alface, o aumento da atividade da endo- β -mananase tem sido considerado um fenômeno que ocorre na pós-emergência (Nonogaki & Morohashi, 1999). Entretanto, em genótipos de alface termotolerantes, a atividade da enzima aumenta antes da emergência da radícula na região

micropilar (Nascimento et al., 2000). É provável que nesses genótipos ocorra o envolvimento dessa enzima para facilitar a emergência da radícula (Suda, 2001).

2.6 Armazenamento de sementes

O armazenamento e a conservação de sementes apresentam finalidades diversas, desde a regulação do comércio de sementes e a manutenção de recursos genéticos em bancos de germoplasma, até o suprimento anual de sementes para as espécies com produção irregular ao longo dos anos (Santos & Aguiar, 2004).

A execução de todos os processos de produção e conservação de maneira correta é importante para o fornecimento de sementes de alta qualidade. Portanto, informações a respeito do comportamento das sementes em relação à sua deterioração durante o armazenamento são fundamentais para garantir essa qualidade e o sucesso de uma lavoura (Freitas et al., 2004).

O período de tempo em que um determinado lote irá manter uma alta porcentagem de suas sementes em estado de viabilidade (potencial de armazenamento) dependerá de uma série de fatores, como umidade relativa do ar, grau de umidade das sementes, temperatura do ar, ação de fungos e insetos de armazenamento, de embalagens, etc. (Carvalho & Nakagawa, 2000). Segundo Almeida et al. (1998), as técnicas de conservação permitem apenas o prolongamento da vida útil das sementes durante o armazenamento.

De acordo com Popinigis (1985), a deterioração das sementes durante o armazenamento relaciona-se com a qualidade inicial das mesmas e com as condições do ambiente, podendo esses dois fatores serem manipulados.

Sabe-se que a melhor maneira de conservar a boa qualidade das sementes é o armazenamento em locais frios e secos. Contudo, as embalagens também desempenham função muito importante, pois, quando as sementes são conservadas em embalagens que permitem trocas de vapor d'água com a

atmosfera, podem absorver umidade, deteriorando-se com facilidade (Canepelle, 1994).

Apesar do marcado incremento no uso de sementes recobertas verificado nos últimos anos, poucas informações têm sido publicadas sobre o comportamento dessas sementes durante o armazenamento. Entretanto pode-se afirmar que os princípios fundamentais para uma correta conservação de sementes recobertas são os mesmos que têm sido amplamente reconhecidos para as sementes nuas (Duffus & Slaughter, 1982). Em geral, esses fatores são exatamente o contrário daqueles que proporcionam as melhores condições de germinação. Assim, por exemplo, para se conseguir uma boa conservação, necessita-se manter ao mínimo a atividade metabólica das sementes. Isto é possível por meio do armazenamento das mesmas a baixas temperaturas e umidade relativa do ar, com o objetivo de minimizar a velocidade de deterioração e controlar a ação dos microrganismos próprios do armazenamento (Sampaio & Sampaio, 1994).

Pereira et al. (2007) estudaram o desempenho de sementes de soja tratadas com fungicidas e peliculizadas durante o armazenamento e verificaram que os polímeros não afetam a qualidade fisiológica das sementes e promovem melhor aderência dos produtos, sem alterar os efeitos dos mesmos.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDUL-BAKI, A. A.; ANDERSON, J. D. Viability and leaching of sugars from germinating barley. *Crop Science*, Madison, v. 10, n. 1, p. 31-34, 1970.

AGRIANUAL 2007. Anuário estatístico do Brasil. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2007. 536 p.

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. N. *Cerrado: espécies vegetais úteis*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 464 p.

ANDRIOLO, J. L. et al. Caracterização e avaliação de substratos para o cultivo do tomateiro fora do solo. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 17, n. 3, p. 215-219, nov. 1999.

ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. de L.; SCAPIM, C. A.; MARTORELLI, D. T.; ALBRECHT, L. P.; FACIOLLI, F.S. Qualidade fisiológica e produtividade das sementes de milho tratadas com micronutrientes e cultivadas no período de safrinha. *Acta Sci. Agron.*, Maringá, v. 28, n. 4, p. 535-543, out./dez. 2006.

BACON, J. R.; CLAYTON, P. B. Protection for seeds: a new film coating technique. *Span*, Near Derby, v. 29, n. 2, p. 54-56, 1986.

BARROS, D. I. et al. Comparação entre testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de tomate. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 24, n. 2, p. 12-16, 2002.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. *Seed: physiology of development and germination*. 2.ed. New York: Plenum, 1994. 445 p.

BOOF, P.; DEBARDA, J. F. Tombamento e vigor de mudas de cebola em função de diferentes profundidades e densidades de semeadura. *Horticultura Brasileira*, v. 17, n. 1, p. 15-18, 1999.

BRANDÃO JUNIOR, D. S. *Eletroforese de proteína e isoenzima na avaliação da qualidade de semente de milho*. 1996. 110 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CAMARGO FILHO, W. P. Perspectivas dos mercados de tomate para indústria e mesa. *Informações Econômicas*, São Paulo, v. 31, n. 5, p. 51-54, 2001.

CANEPPELE, M. A. B. **Influência da embalagem, do ambiente e do período de armazenamento na qualidade de sementes de cebola (*Allium cepa*)**. 1994, 80p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG,

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. p. 98-118.

CUSTÓDIO, C. C. **Testes rápidos para avaliação do vigor de sementes: uma revisão**. *Colloquium Agrariae*, v. 1, n. 1, p. 29-41, set. 2005.

DANTAS, R. T.; ESCOBEDO, J. F. **Índices morfo-fisiológicos e rendimento da alface (*Lactuca sativa* L.) em ambientes natural e protegido**. *Revista Brasileira Eng. Agríc. Ambiental*, Campina Grande, v. 2, p. 27-31, 1998.

DAVIES, P. J. **Plant hormones: their role in plant growth and development**. 2.ed. New York: Nijhoff, 1994. 678 p.

DINIZ, K. A. **Incorporação de microrganismos, aminoácidos, micronutrientes e reguladores de crescimento em sementes de espécies olerícolas pela técnica de peliculização**. 2005. 83 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

DUFFUS, C.; SLAUGHTER, C. **Seed storage and survival**. In: _____. **Seeds and their uses**. New York: J. Wiley, 1982. p. 66-77.

DURAN, J. M. **Pré-acondicionamiento y recubrimiento de semillas hortícolas**. *Agricultura*, v. 679, p. 128-131, 1989.

FARLEY, R.F.; DRAYCOTT, A.P. **Manganese deficiency in sugar beet and the incorporation of manganese in the coating of pelleted seed**. *Plant and Soil*, v.49, p. 71-83, 1978.

FRANÇA-NETO, J. de B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P.; BARRETO, J. N. **Efeito de níveis de vigor das sementes sobre diversas características agrônômicas da soja**. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Resultados de pesquisa de soja 1982/83**. Londrina, 1983. p. 70-73.

FREITAS, R. A.; DIAS, D. C. F. S.; DIAS, L. A. S.; OLIVEIRA, M. G. A. **Testes fisiológicos e bioquímicos na estimativa do potencial de armazenamento**

e sementes de algodão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.26, n.1, p.84-91, 2004.

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, jul. 2000.

GROOT, S. P. C.; KIELISZEWSKA-ROKICKA, B.; VERMEER, E.; KARSSSEN, C. M. Gibberelin-induced hydrolysis of endosperm cell walls in gibberellin-deficient tomato seed prior to radicle protrusion. **Planta**, v. 174, p. 500-504, 1988.

GUIMARAES, R.M.; OLIVEIRA, J. A.; VIEIRA, A.R. Aspectos fisiológicos de sementes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 232, p. 40-50, maio/jun. 2006.

HALMER, P.; BEWLEY, J. D.; THORPE, T. A. Enzyme to break down lettuce endosperm cell wall during gibberellin-and-light-induced germination. **Nature**, London, v. 258, n. 5537, p. 716-718, 1975.

HALMER, P.; BEWLEY, J. D.; THORPE, T. A. Degradation of theTiming of mobilization of soluble sugars, lipid and phytate. **Planta**, New York, v. 139, n. 1, p. 1-8, 1978.

HAMPTON, J. G.; COOLBEAR, P. Potential versus actual seed performance - can vigour testing provide an answer? **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 18, n. 2, p. 215-228, 1990.

HILL, H. J. New developments in seed technology. **Proceedings of Oregon Horticultural Society**, Portland, Oregon, v. 88, p. 123-130, 1997.

IKUMA, H.; THIMANN, K. V. The role of seed-coats in germination of photosensitive lettuce seeds. **Plant Cell Physiology**, Oxford, v. 4, n. 2, p.169-185, 1963.

JONES, R. L. The structure of the lettuce endosperm. **Planta**, New York, v. 121, n. 1.8, p. 133-146, 1974.

KONSTANTINOV, G. Growing direct sown tomatoes, cultivar Druzhba, from pelleted seed. **Hort. Abst.**, v. 54, p. 94, 1984.

KRZYWANOWSKI, F. C.; FRANCA-NETO, J. de B.; COSTA, N. P.; HENNING, A. A.; VIEIRA, B. G. T. L. Influencia do tamanho da semente na produtividade da cultura da soja. In: REUNIAO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIAO CENTRAL DO BRASIL, 27., 2005, Cornélio Procópio. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2005. p.567-568. (Embrapa Soja. Documentos, 257).

LEUNG, D. W. M.; REID, J. S. D.; BEWLEY, J. D. Degradation of the endosperm cell walls of *Lactuca sativa* L. cv. Grand Rapids in relation to the mobilization of proteins and the production of hydrolytic enzymes in the axis, cotyledons, and endosperm. **Planta**, New York, v. 146, n. 3, p. 335-341, 1979.

LIN, S. S. Efeito do período de armazenamento na lixiviação eletrolítica dos solutos celulares e qualidade fisiológica de sementes de milho (*Zea mais* L) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L. **Revista Brasileira de Sementes**, Viçosa, v. 10, n. 1, p. 59-67, 1988.

LOUZADA, G. A. S.; VIEIRA, E. H. N. **Efeito da aplicação de micronutrientes em sementes de feijão**. Santo Antonio de Goiás: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa Arroz e Feijão, 2005.

MACHADO, J. C.; WAQUIL, J. M.; SANTOS, J. P.; REICHENBACH, J. W. Tratamento de sementes no controle de fitopatogenos e pragas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 232, p. 76-87, maio/jun. 2006.

MALTA, R. M. **Absorção, translocação, compartimentalização e metabolismo do zinco aplicado via foliar em mudas de cafeeiro**. 2000. 57 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MARCOS FILHO, J. Utilização de testes de vigor em programas de controle de qualidade de sementes. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 4, n. 2, p. 33-35, 1994.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S. M.; SILVA, W. R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230 p.

MARCOS FILHO, J.; SILVA, W. R. da; NOVENBRE, A. D. C.; CHAMMA, H. M. C. P. Estudo comparativo de métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 12, p. 1805-1815, dez. 1990.

MAUDE, R. Progressos recentes no tratamento de sementes. In: SEMINÁRIO PANAMERICANO DE SEMILLAS, 15., 1996, Gramado, RS. Memórias... Passo Fundo: CESM, 1998. p. 99-106.

MENEZES, N. L.; ESPINDOLA, M. C. G.; PASQUALLI, L. L.; SANTOS, C. M. R.; FRAZIN, S. M. Associação de tratamentos pré-germinativos em sementes de alface. *Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia, Uruguaiana*, v.13, n.1, p. 85-96, 2006.

MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: T. A. Queiroz, 1995. 129 p.

MINAMI, K. Os rumos da olericultura 2000. In: AZEVEDO FILHO E MARTINEZ (Ed.). **Preços agrícolas**. Piracicaba: ESALQ, 1999. p.4.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação de plantas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.). **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164 p.

NASCIMENTO, W. M. Sementes orgânicas de hortaliças constituem novo nicho de mercado. *Seed News: a revista internacional de sementes*, v.8, n. 1, jan./fev. 2004.

NASCIMENTO, W. M.; CANTLIFFE, D. J.; HUBER, D. J. Thermotolerance in lettuce seeds: association with ethylene and endo- β -mannanase. *Journal of American Society of Horticultural Science*, v. 125, p. 518-524, 2000.

NERY, M. C.; NERY, F. C.; GOMES, L. A.A. O mercado e a participação de sementes de hortaliças no Brasil. *Infobibos: informações tecnológicas*. Disponível em: <<http://www.infobibos.com>>. Acesso em: 10 set. 2007.

NICKELL, L. G. **Plant growth regulators: agricultural uses**. Berlin: Springer-Verlag, 1982. 173 p.

NOMAGUCHI, M.; NONOGAKI, H.; MOROHASHI, Y. Development of galactomannan-hydrolyzing activity in the micropylar endosperm tip of tomato seed prior to germination. *Physiologia Plantarum*, v. 94, p. 105-109, 1995.

NONOGAKI, H.; GEE, O.H.; BRADFORD, K.J. A germination-specific endo- β -mannanase gene is expressed in the micropylar endosperm cap of tomato seeds. *Plant Physiology*, v. 123, p. 1235-1245, 2000.

NONOGAKI, H.; MATSUSHIMA, H.; MOROHASHI, Y. Galactomannan hydrolyzing activity develops during priming in the micropylar endosperm tip of tomato seeds. *Physiologia Plantarum*, v. 85, p. 167-172, 1992.

NONOGAKI, H.; MOROHASHI, Y. An endo- β -mannanase develops exclusively in the micropylar endosperm of tomato seeds prior to radicle emergence. *Plant Physiology*, v. 110, p. 555-559, 1996.

NONOGAKI, H.; MOROHASHI, Y. Temporal and spatial pattern of the development of endo- β -mannanase activity in germinating and germinated lettuce seeds. *Journal of Experimental Botany*, v. 50, p. 1307-1313, 1999.

OHSE, S.; MARODIM, V.; SANTOS, O.S. LOPES, S.J.; MANFRON, P.A. Germinação e vigor de sementes de arroz irrigado tratadas com zinco, boro e cobre. *Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia, Uruguaiana*, v. 7/8, n. 1, p.73-79, 2001.

PARK, W. M.; CHEN, S. S. C. Patterns of food utilization by the germinating lettuce seed. *Plant Physiology*, Lancaster, v. 53, n. 1, p. 64-66, 1974.

PEREIRA, C. E.; OLIVEIRA, J. A.; EVANGELISTA, J. R. E; BOTELHO, F. J. E.; OLIVEIRA, G. E.; TRENTINI, P. Desempenho de sementes de soja tratadas com fungicidas e peliculizadas durante o armazenamento. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 31, n. 3, p. 656-665, maio/jun. 2007.

POPINIGIS, F. *Fisiologia da semente*. 2.ed. Brasília: ABRATES, 1985. p.19-95.

REICHENBACH, J. Film-coating para agregar qualidade e segurança. *Seed News*, n. 1, jan./fev. 2004.

REIS JUNIOR, R. A *Avaliação agronômica do Stimulate® na cultura do algodão*. Chapadão do Sul, MS: Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Chapadão, 2002.

RIBEIRO, N. D.; SANTOS, O. S. Aproveitamento do zinco aplicado na semente na nutrição da planta. *Ciência Rural*, v. 26, n. 1, p. 159-165, 1996.

ROBANI, H. Film-coating of horticultural seed. *HortTechnology*, Alexandria, v. 4, p. 104-105, 1994.

SAMPAIO, T. G.; SAMPAIO, N. V. Recobrimento de sementes. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 4, n.3, p. 20-52, dez. 1994.

SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L.; VILLELA, F. V. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão envelhecidas artificialmente **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 1, p. 110-119, 2004.

SANTOS, S. R. G.; AGUIAR, I. B. Germinação de sementes de branquilho (*Sebastiania commersoniana* (Baill) Smith & Down) e função do substrato e do regime de temperatura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 120-126, 2004.

SUDA, C. N. K. **Hidrolases da parede celular em sementes de *Euphorbia heterophylla* L. durante a germinação e desenvolvimento inicial da plântula.** 2001. 144 p. Tese (Doutorado em Bioquímica) -Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP.

SUNG, Y.; CANTLIFFE, D. J.; NAGATA, R. T. Using a puncture test to identify the role of seed coverings on thermotolerant lettuce seed germination. **Journal American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 123, n. 6, p. 1102-1106, 1998.

TAYLOR, A. G.; GRABE, D. F.; PAINE, D. H. Moisture content and water activity determination of pelleted and film-coated seeds. **Seed Technology**, Zurich, v. 19, n. 1, p. 24-32, 1997.

TORRES, S. B. Comparação entre diferentes testes de vigor e a correlação com a eergência no campo de sementes de cebola. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 65-69, 1998.

VAN HUIZEN, R.; OZGA, J. A.; REINECKE, D. M. Influence of auxin and gibberellin on in vivo protein synthesis during early pea fruit growth. **Plant Physiology**, v. 112, p.53-59, 1996.

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C. **Ação de stimulate no desenvolvimento inicial de plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.).** Piracicaba: USP. Departamento de Ciências Biológicas, 2002. 3p. Apostila.

VIGGLIANO, J. Produção de sementes de alface. In: CASTELLANE, P. D.; NICOLOSI, W. M.; HASEGAWA, M. **Produção de sementes de hortaliças.** Jaboticabal: FCAV/FUNEP, 1990. p.1-13.

VIZZOTTO, V. J. Efeito do tamanho da muda e da época de transplante sobre a produção de bulbos comerciais de cebola. 1984. 53p. Dissertação. (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

CAPÍTULO 2
QUALIDADE DE SEMENTES DE ALFACE E DE TOMATE
ENRIQUECIDAS COM MICRONUTRIENTES E REGULADORES DE
CRESCIMENTO DURANTE O ARMAZENAMENTO.

1 RESUMO

DINIZ, Kênia Almeida. Qualidade de sementes de alface e tomate enriquecidas com micronutrientes e reguladores de crescimento durante o armazenamento. In: _____. **Germinação, armazenamento e desenvolvimento de mudas obtidas de sementes de alface e tomate incorporadas com micronutrientes e reguladores de crescimento.** 2007. Cap. 2, p.26-62. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.³

Sabe-se que os micronutrientes e os reguladores de crescimento são importantes ativadores metabólicos, o que pode trazer benefícios à germinação e ao vigor das sementes quando incorporados ao tratamento e, com isso, aumentar o potencial de desenvolvimento das plantas no campo. O estudo foi desenvolvido na Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG, com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de micronutrientes e reguladores de crescimento na germinação, no vigor, na atividade de algumas enzimas e no teor de proteínas totais em sementes de alface e de tomate durante o armazenamento. As sementes foram tratadas com os produtos Starter[®], Cellerate[®] e Stimulate[®] nas dosagens correspondentes a 0%, 50%, 100%, 150% e 200% da dose recomendada pelo fabricante, utilizando a técnica de peliculização. As avaliações foram realizadas

³ Comitê Orientador: Dr. João Almir de Oliveira – UFLA (Orientador); Dr. Renato Mendes Guimarães – UFLA, Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA e Dr. Amauri Alves Alvarenga – UFLA.

aos 0, 6 e 12 meses de armazenamento pelos seguintes parâmetros: porcentagem de germinação, porcentagem e índice de velocidade de emergência, atividade das enzimas endo- β -mananase e esterase, teor de proteínas totais e sanidade. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 5 x 3, sendo 3 produtos, 5 doses e 3 épocas de armazenamento, com quatro repetições de 50 sementes por tratamento. Concluiu-se que o revestimento com micronutrientes e reguladores de crescimento e o armazenamento interferem na atividade da enzima endo- β -mananase em sementes de alface e de tomate; a atividade da enzima esterase aumenta com o armazenamento das sementes de alface e de tomate, indicando aumento no processo de deterioração; há um aumento no teor de proteínas totais em sementes de alface e de tomate com o período de armazenamento; o revestimento das sementes de alface com o dobro da dose recomendada dos produtos à base de micronutrientes e reguladores de crescimento, provoca redução na sua qualidade; os reguladores de crescimento promovem aumento na velocidade de emergência das plântulas de alface e de tomate, quando aplicados na dose recomendada e na pré-semeadura.

2 ABSTRACT

DINIZ, Kênia Almeida. Quality of lettuce and tomato seeds enriched with micronutrients and growth regulators during storage. In: _____. **Germination, storage and seedling development lettuce and tomato from seeds incorporated with micronutrients and growth regulators.** 2007. Cap. 2, p.26-62. Thesis (Doctorate in Crop Science) – Federal University of Lavras, Lavras, MG ⁴

It is known that micronutrients and growth regulators are important metabolism activators, which can bring benefits to the germination and to the vigor of seeds when incorporated to the treatment and so increase the developmental potential of the plants in the field. The objective of this study was to evaluate the effect of the application of micronutrients and growth regulators in germination, vigor, in the activity of some enzymes and in the total protein contents in lettuce and tomato seeds during the storage. The seeds were treated with chemicals Starter[®], Cellerate[®] and Stimulate[®] at the dosages corresponding to 0%, 50%, 100%, 150% and 200% of the dose recommended by the manufacturer, utilizing the film-coating technique. The evaluations were performed at 0, 6 and 12 months of storage by the following parameters: percentage of germination, percentage and emergency velocity rate, activity of enzymes endo- β -mannanase and esterase, total protein content and health. The completely randomized design in factorial scheme 3 x 5 x 3, namely, three chemicals, five doses and three storage periods with four replicates of 50 seeds per treatment was utilized. It follows that the coating with both micronutrients and growth regulators and storage interfere

⁴ Guidance Committee: João Almir Oliveira – UFLA (Adviser), Renato Mendes Guimarães – UFLA, Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA and Amauri Alves Alvarenga – UFLA.

on the activity of enzyme endo- β -mannanase in lettuce and tomato seeds; the activity of enzyme esterase increases with the storage of lettuce and tomato seeds, pointing to an increase in the decaying process; there is an increase in the total protein content in lettuce and tomato seeds with storage period; the coating of the lettuce and tomato seeds with the double of the recommended dose of the chemicals based on micronutrients and growth regulators, provokes a reduction in their quality; growth regulators promote an increase in emergency velocity rate of the lettuce and tomato seedlings when applied at the dose recommended and at pre-sowing.

3 INTRODUÇÃO

O mercado de hortaliças caracteriza-se por ser muito dinâmico, com grandes oscilações de oferta e de preços. O rigoroso planejamento da produção é essencial para o sucesso da atividade e isso requer a adoção de tecnologias de cultivo, aliadas ao estudo econômico de custo de produção, que permita ao produtor explorar janelas de mercado e períodos em que a oferta se reduz e o valor do produto se eleva (Agrianual, 2007).

A peliculização, juntamente com o tratamento químico, já é utilizada para sementes de espécies hortícolas. Mais recentemente, verificou-se que essa técnica permite que outros materiais possam ser adicionados ao material aglutinante, tais como reguladores de crescimento e micronutrientes (Oliveira et al., 2006).

O tratamento de sementes com micronutrientes visando aumentar a produtividade tem apresentado resultados significativos, principalmente em regiões que adotam elevados níveis de tecnologia e manejo nas culturas (Ávila et al., 2006). Sabe-se que a maioria dos micronutrientes é de ativadores e ou componentes estruturais de várias enzimas (Taiz & Zeiger, 2004) o que pode trazer benefícios à germinação e ao vigor das sementes quando incorporados ao tratamento.

O uso de reguladores de crescimento na agricultura também tem mostrado grande potencial no aumento da produtividade, embora sua utilização ainda não seja uma prática rotineira em culturas que não atingiram alto nível tecnológico (Vieira & Castro, 2002). Esses compostos orgânicos, em pequenas quantidades, promovem, inibem ou modificam qualitativamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas. A sua grande eficiência é atribuída à sua mobilidade através do organismo, ao seu potencial para amplificação dos sinais

e à sua capacidade de conseguir ações reguladoras complexas por meio de interações entre vários processos bioquímicos e fisiológicos (Rodrigues & Leite, 2004). Com isso, acredita-se que, além de influenciar a germinação e o vigor das sementes, o aporte externo dos reguladores de crescimento pode induzir a síntese protéica (Van Huizen et al., 1996).

Pesquisas têm sido desenvolvidas para detectar as diversas reações metabólicas que envolvem síntese e a degradação de moléculas durante o desenvolvimento, a germinação e na deterioração das sementes durante o armazenamento. A integridade e o metabolismo celular dependem da grande variedade de enzimas e proteínas estruturais de cada espécie. Assim, as isoenzimas podem ser utilizadas como marcadores de dormência, germinação e deterioração de sementes. Algumas isoformas da enzima endo- β -mananase têm se mostrado eficientes marcadores no processo de germinação de sementes de tomate e de alface. As esterases, que possuem funções específicas no metabolismo de lipídios, podem ser usadas como marcadores do processo de deterioração das sementes (Vieira et al., 2006). Contudo, fica evidenciada a importância do uso de marcadores moleculares para avaliação da qualidade das sementes.

Este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de micronutrientes e reguladores de crescimento na germinação, no vigor, na atividade de algumas enzimas e no teor de proteínas totais em sementes de alface e de tomate durante o armazenamento.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, Minas Gerais.

As sementes de alface (cv. Regina) e de tomate (cv. Jumbo) foram peliculizadas utilizando-se 50 mL/kg do polímero L88[®] diluído em água (50 mL do polímero para 50 mL de água) e enriquecido com micronutrientes e reguladores de crescimento. As sementes foram tratadas previamente com o produto Thiran[®] pela empresa que forneceu as sementes para a condução do experimento.

Para o revestimento das sementes com micronutrientes foram testados os produtos Starter[®] e Cellerate[®]. A dose recomendada pelo fabricante dos produtos foi de 30 mL/kg de sementes. Para o experimento, utilizaram-se 0%, 50%, 100%, 150% e 200% da dose recomendada, o que corresponde a 0 mL, 15 mL, 30 mL, 45 mL e 60 mL por quilo de sementes. O Starter[®] é um fertilizante líquido, quelatizado, indicado para o fornecimento de micronutrientes às culturas e é composto por 5% de zinco, 3% de manganês, 0,3% de cobre, 0,7% de boro e 4% de enxofre. O Cellerate[®], também um fertilizante líquido, é indicado para o fornecimento de molibdênio e zinco, cujas concentrações são de 10% e 5%, respectivamente.

No revestimento das sementes com reguladores de crescimento foi utilizado o Stimulate[®], que é um produto composto por uma combinação de giberelinas (GA₃ - 50 ppm), citocininas (90 ppm) e auxinas (ácido indolbutírico - 50 ppm). Também foram utilizadas as dosagens nas proporções descritas para os micronutrientes, o que corresponde a 0mL, 10mL, 20mL, 30mL e 40mL de Stimulate[®] por quilo de sementes.

Por se tratarem de volumes pequenos de sementes, todos os produtos foram aplicados manualmente, em sacos plásticos de composição química neutra, com agitação até a completa distribuição do produto nas sementes (Machado, 2000). As sementes de todos os tratamentos foram acondicionadas em embalagem impermeável e armazenadas em câmara fria regulada a temperatura de 10°C e 50% de umidade relativa. Aos 0, 6 e 12 meses de armazenamento, as sementes foram submetidas aos testes descritos a seguir.

4.1 Análises fisiológicas

4.1.1 Teste de germinação

A semeadura foi realizada em caixas gerbox sobre papel mata-borrão umedecido com água destilada, em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco. A seguir, as caixas de gerbox foram transferidas para a câmara de germinação (BOD), em regime alternado de luz e escuro (12 horas), regulado à temperatura de 25°C para as sementes de tomate e 20°C para as sementes de alface. Foram utilizadas 4 repetições de 100 sementes por tratamento e os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais, segundo as Regras para Análise de Sementes (RAS) (Brasil, 1992).

4.1.2 Teste de emergência em condições controladas

A semeadura foi realizada em substrato solo + areia na proporção 1:2 em bandejas plásticas. A umidade do substrato foi ajustada para 60% da capacidade de saturação. Foram utilizadas 4 repetições de 100 sementes por tratamento. Após a semeadura, as bandejas foram mantidas em câmara de crescimento vegetal, previamente regulada à temperatura de 25°C para as sementes de tomate e 20°C para as sementes de alface, em regime alternado de luz e escuro (12 horas). A partir do início da emergência, foram realizadas avaliações diárias, computando-se o número de plântulas emergidas até a estabilização. Foi

avaliada a porcentagem de emergência e o índice de velocidade de emergência, determinado segundo fórmula proposta por Maguire (1962).

4.2 Análises bioquímicas

4.2.1 Preparo das sementes

Utilizaram-se cinco gramas de sementes de cada tratamento, as quais foram colocadas para embeber em caixas de gerbox sobre papel mata-borrão umedecido com água destilada, em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco. As sementes de tomate foram colocadas em germinador a 25°C e as de alface a 20°C, durante 48 e 24 horas, respectivamente. Ocorreu a protrusão radicular das sementes de todos os tratamentos ao final desse período. Após a embebição, as sementes foram maceradas em cadinho de porcelana contendo nitrogênio líquido e PVP.

4.2.2 Determinação do teor de proteínas totais

Foi realizada de acordo com o método proposto por Lowry et al. (1951), a partir da curva padrão de BSA (albumina bovina sérica) com leitura em espectrofotômetro a 660nm.

4.2.3 Análise eletroforética da enzima esterase

Em duas amostras de 100 mg de material foi adicionado o tampão de extração (Tris HCl 0,2 M pH 8) na quantidade de 2,5 vezes o peso de cada amostra e 0,1% de β -mercaptoetanol. O material foi colocado em geladeira overnight e, em seguida, centrifugado a 14.000 rpm, por 30 minutos, a 4°C. Foram aplicados 50 μ L do sobrenadante no gel de poliacrilamida e promovida a corrida eletroforética por quatro horas, a 150 V. O gel foi revelado para a enzima esterase segundo Alfenas (1998).

4.2.4 Extração e quantificação de endo- β -mananase

Em 200mg de cada material foram adicionados 600 μ l do tampão de extração contendo 0,1 M HEPES e 0,5 M de NaCl (pH 8,0) mais ácido ascórbico na proporção de 5 mg do ácido para cada ml de tampão. Em seguida, os microtubos contendo as amostras foram agitados em Vortex por 1 minuto e levados para centrífuga a 10.000g, por 30 minutos, a 4°C. O sobrenadante foi aplicado em gel confeccionado com 6 ml de LBG (Locust Bean Gum-Sigma nr 0753), 0,24 g de agarose (Qbiogene) e 24 ml de tampão pH 5,0. Para a ação da enzima presente no extrato, o gel foi colocado em germinador regulado à temperatura de 25°C, no escuro e em câmara úmida, por um período de 21 horas. Na revelação, o gel foi inicialmente lavado em água destilada, lavado em tampão (tampão do gel) por 30 minutos e novamente lavado em água destilada. Logo após, o gel foi coberto com o corante Vermelho Congo a 0,5%, por 30 minutos e colocado em etanol por 10 minutos para a remoção do corante. Removido o etanol com água destilada foi adicionada uma solução de 1M de NaCl até a observação visual da formação de pontos brancos em volta dos furos que continham as amostras. Nesse momento, com o auxílio de um paquímetro, foi feita a medição do diâmetro dos pontos em duas direções, resultando em uma média (Silva et al., 2005). Para o cálculo da atividade da enzima foi feita uma comparação com a curva padrão gerada pela endo- β -mananase comercial de *Aspergillus niger* (Megazyme). O cálculo da atividade da enzima endo- β -mananase foi realizado segundo Downie et al. (1994).

4.3 Análise sanitária

No teste de sanidade foram analisadas 200 sementes, distribuídas em 4 repetições de 50, semeadas em placa de Petri, sobre 2 folhas de papel de filtro umedecidas com água destilada e autoclavada, conforme a metodologia recomendada por Machado (2000). Após a semeadura, as placas foram

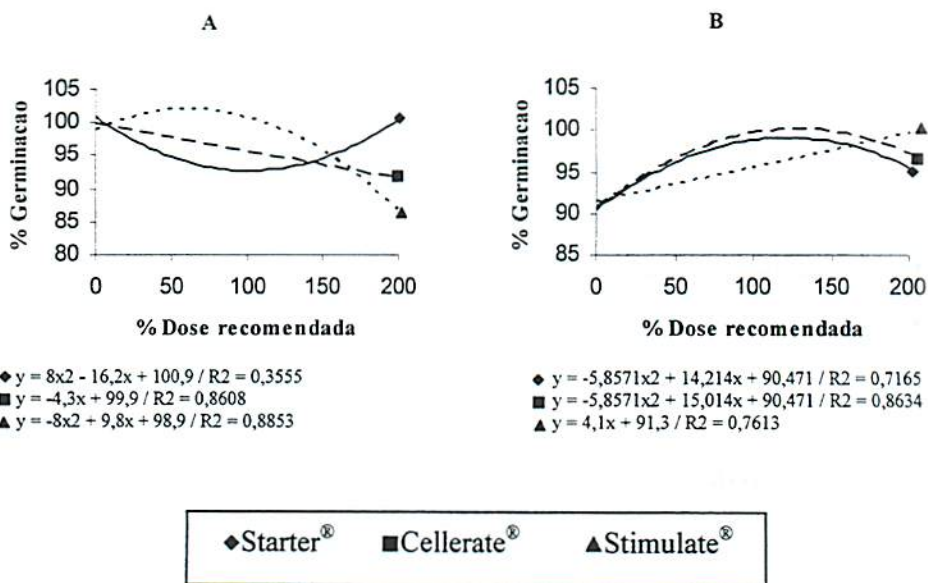


FIGURA 1. Germinação de sementes de alface peliculizadas, enriquecidas com diferentes doses de micronutrientes e reguladores de crescimento e submetidas ao armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2007. A – antes do armazenamento; B – após seis meses de armazenamento.

Já o Cellerate® provocou uma redução linear na germinação à medida que se aumentou a dosagem. Louzada & Vieira (2005) verificaram que a aplicação de doses muito elevadas de micronutrientes em sementes de feijão provocou o aumento de plântulas anormais e mortas devido à ação tóxica dos micronutrientes. Houve um aumento na porcentagem de germinação das sementes apenas quando se utilizou 50% e 100% da dose recomendada do Stimulate®. Nas doses mais elevadas, verifica-se um efeito negativo do revestimento com esse produto.

Após seis meses de armazenamento, a porcentagem de germinação das sementes revestidas com os três produtos foi superior à das sementes sem revestimento, independente da dosagem utilizada. Para os produtos à base de

micronutrientes, a maior porcentagem de germinação foi observada quando se utilizou a dose recomendada e, para o regulador de crescimento, esse aumento foi crescente com a dosagem (Figura 1). Foi possível observar uma redução na qualidade das sementes não tratadas após os seis meses de armazenamento.

Na análise das sementes, antes do armazenamento, foi verificada alta porcentagem de germinação das sementes sem tratamento e por isso não houve incremento nessa variável com a utilização dos produtos no revestimento das sementes. Porém, aos seis meses de armazenamento, quando houve redução na qualidade das sementes, os produtos proporcionaram aumento na porcentagem de germinação. Provavelmente, o efeito tóxico que os produtos causaram às sementes antes do armazenamento foi reduzido nesse período de armazenamento, destacando-se o Stimulate[®], que proporcionou acréscimo na variável à medida que se aumentou a dosagem utilizada. Aragão et al. (2003) estudaram o efeito dos fitorreguladores na germinação de sementes e no vigor de plântulas de milho e observaram que as maiores doses proporcionaram a melhor porcentagem de germinação.

Aos doze meses de armazenamento não houve modelo significativo adequado para representar o comportamento das sementes revestidas com os três produtos quanto a característica porcentagem de germinação.

Pelos gráficos da Figura 2, observa-se que houve um decréscimo no índice de velocidade de emergência (IVE) das plântulas quando as sementes, antes do armazenamento, foram revestidas com 150% da dose recomendada do Starter[®]. Nas demais dosagens, o IVE foi superior à testemunha. No tratamento com o Cellerate[®], o maior IVE foi encontrado quando as sementes foram revestidas com 150% da dose recomendada. Nota-se, ainda, nas sementes analisadas antes do armazenamento, um comportamento quadrático do IVE quando as sementes foram revestidas com Stimulate[®], tendo o ponto de máxima resposta sido observado quando se utilizou a dose recomendada do produto.

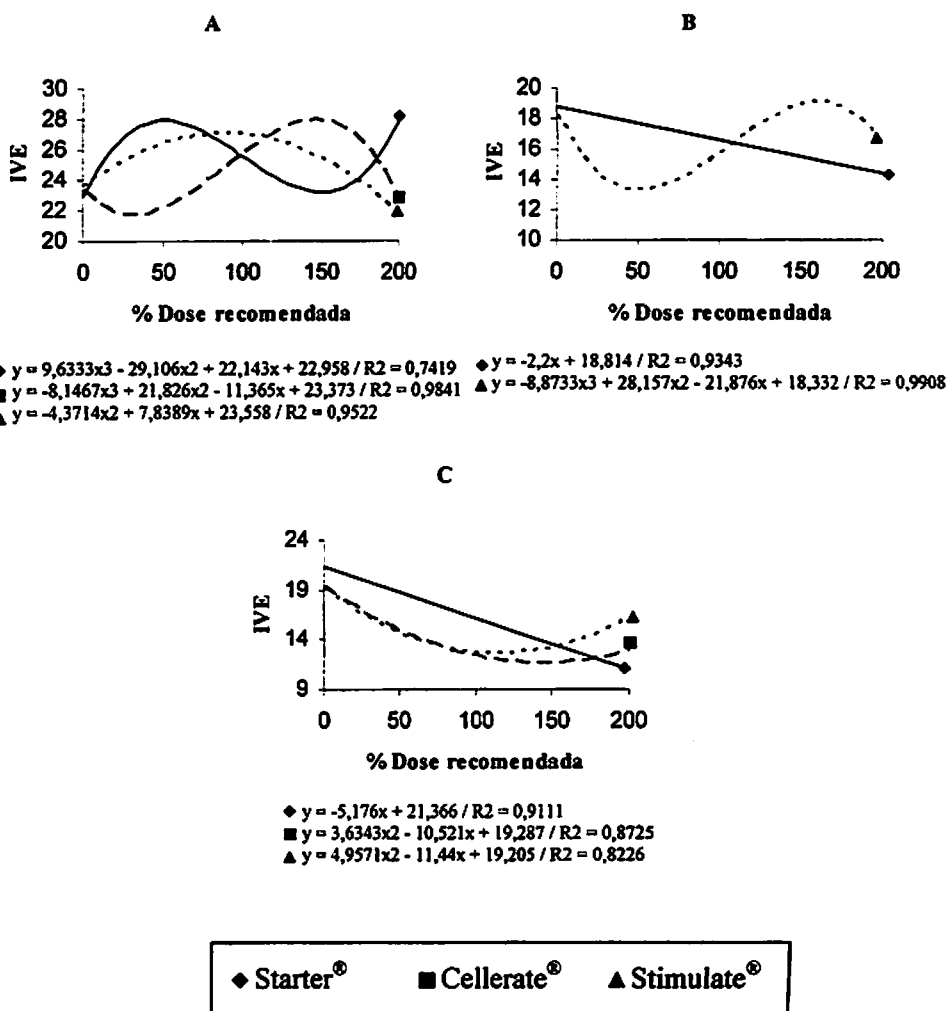


FIGURA 2. Índice de velocidade de emergência de plântulas oriundas de sementes de alface peliculizadas, enriquecidas com diferentes doses de micronutrientes e reguladores de crescimento e submetidas ao armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2007. A – antes do armazenamento; B – após seis meses de armazenamento; C – após doze meses de armazenamento.

O índice de velocidade de emergência das plântulas foi linear e decrescente quando as sementes foram revestidas com as diferentes doses do Starter[®] e armazenadas por seis meses. Houve um aumento no índice apenas quando as sementes foram enriquecidas com 150% da dose recomendada do Stimulate[®]. Para o Cellerate[®] não foi encontrada diferença significativa entre as dosagens aos seis meses de armazenamento das sementes (Figura 2).

Após doze meses de armazenamento, todos os produtos utilizados no revestimento das sementes provocaram queda no IVE, independente da dosagem utilizada.

Houve uma redução no vigor das sementes ao longo do armazenamento, o que pode ser verificado pela queda no IVE das plântulas. A utilização dos três produtos no revestimento das sementes fez com que essa queda no vigor fosse ainda mais acentuada, principalmente aos doze meses de armazenamento e nas dosagens mais elevadas (Figura 2).

Para a variável porcentagem de emergência das plântulas provenientes de sementes analisadas antes do armazenamento, houve diferença significativa apenas no revestimento com Starter[®]. Os tratamentos com a metade e o dobro da dose recomendada foram superiores ao tratamento controle (Figura 3).

Aos seis meses de armazenamento, apenas a porcentagem de emergência das plântulas oriundas das sementes de alface enriquecidas com o Stimulate[®] apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$). Comparando-se com as sementes que não foram revestidas, em nenhuma das dosagens estudadas houve acréscimo na variável (Figura 3).

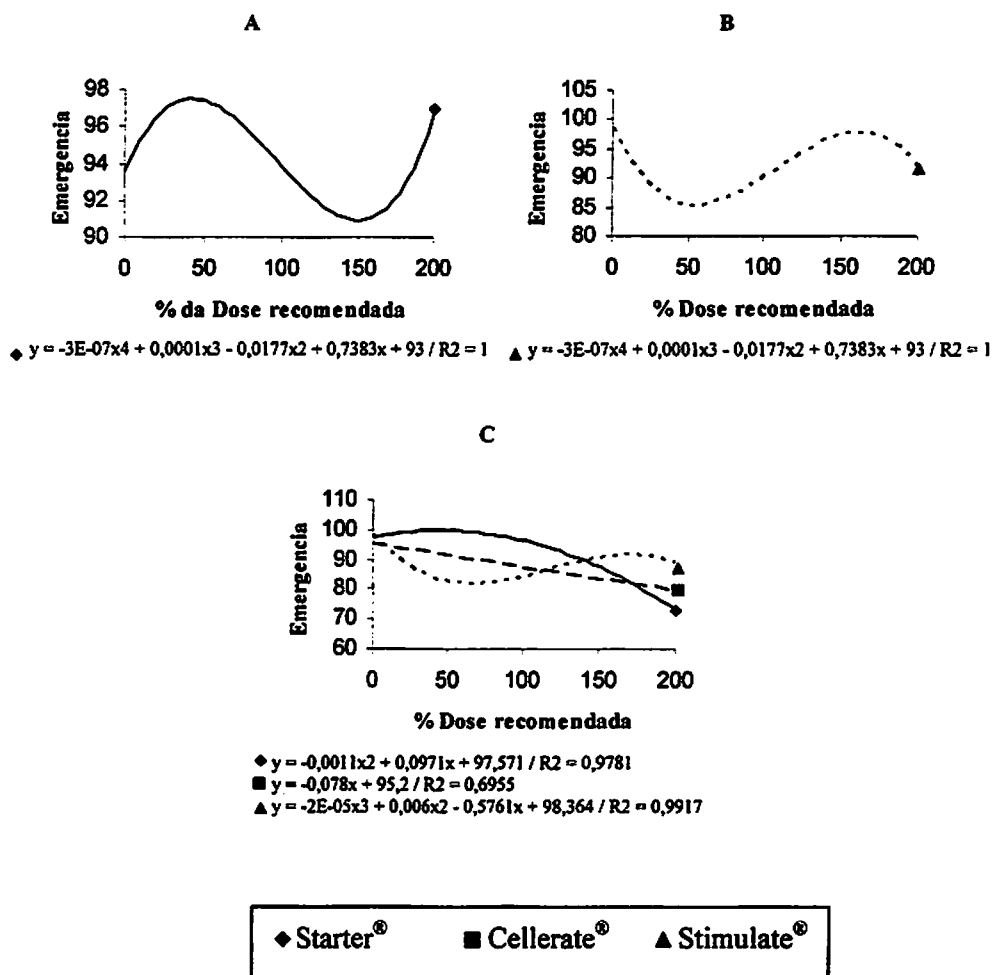


FIGURA 3. Emergência de plântulas oriundas de sementes de alfaca peliculizadas, enriquecidas com diferentes doses de micronutrientes e reguladores de crescimento e submetidas ao armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2007. A – antes do armazenamento; B – após seis meses de armazenamento; C – após doze meses de armazenamento.

Após doze meses de armazenamento das sementes não houve incremento na porcentagem de emergência das plântulas em nenhum dos

tratamentos estudados. Pelo contrário, houve redução à medida que se aumentou a dosagem dos produtos (Figura 3).

De forma geral, foi possível observar uma redução no vigor das sementes após o armazenamento. Essa redução foi ainda mais acentuada com o revestimento, independente do produto e da dose utilizada.

Ao se observar os padrões eletroforéticos da enzima esterase (Figura 4), nota-se um aumento na intensidade das bandas ao longo do período de armazenamento. 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 lipídios e ao processo degenerativo de membranas (Santos et al., 2004).

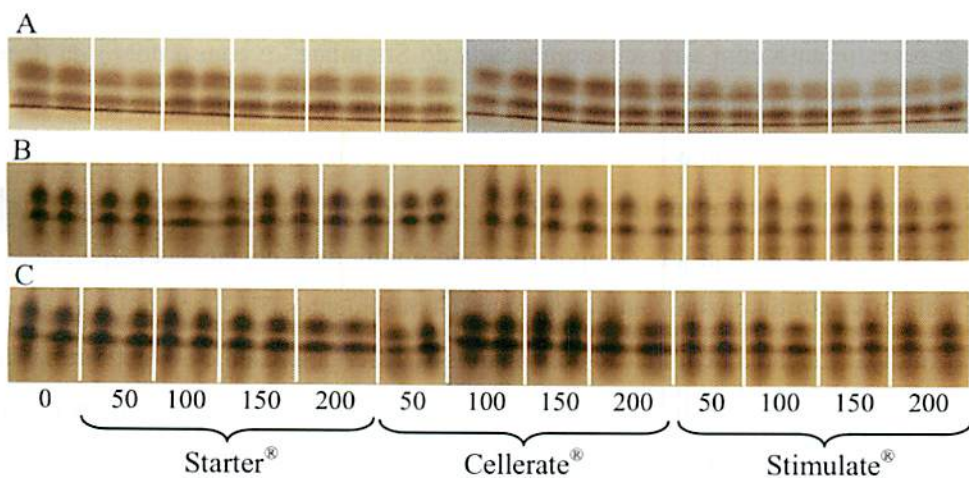


FIGURA 4. Atividade da enzima esterase em sementes de alfaca peliculizadas, enriquecidas com diferentes doses de micronutrientes e reguladores de crescimento e submetidas ao armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2007. A – antes do armazenamento; B – após seis meses de armazenamento; C – após doze meses de armazenamento.

As sementes que foram revestidas com o Cellerate[®], antes do armazenamento, apresentaram aumento na atividade da esterase nas doses mais altas (Figura 4), o que refletiu em redução da porcentagem de germinação, observada na Figura 1. Esse efeito deteriorativo do Cellerate[®] também foi percebido após doze meses de armazenamento, o que explica os baixos resultados de IVE (Figura 2) e emergência (Figura 3) encontrados para essas sementes.

Nas sementes que não foram revestidas foi possível observar uma queda na atividade da enzima endo- β -mananase ao longo do armazenamento, (Figura 5), evidenciando o processo natural de deterioração que ocorre nas sementes. Porém, não foi verificada redução na germinação e no vigor dessas sementes, (Figuras 1, 2 e 3), o que poderia ser explicado pelo fato de que as enzimas detectam a perda de qualidade antes dos testes fisiológicos (Marcos Filho, 2005).

Para as sementes avaliadas antes do armazenamento, nota-se que apenas o revestimento com a dose recomendada do Stimulate[®] e com o dobro da dose do Cellerate[®] proporcionou aumento na atividade da endo- β -mananase. Para a mesma época de avaliação, o IVE das plântulas oriundas das sementes revestidas com Stimulate[®] também foi superior ao da testemunha (Figura 2). O Stimulate[®] possui giberelina em sua composição, que é uma das substâncias responsáveis pela ativação da enzima endo- β -mananase em sementes. Essa enzima tem como principal função a degradação de mananos de reserva, presente em determinadas espécies, como a alface. Sua maior atividade pode contribuir para o aumento no índice de velocidade de emergência das plântulas, já que possibilita a degradação do endosperma e, conseqüentemente o desenvolvimento do eixo embrionário (Lima, 2000). Porém, o aumento da dosagem do produto pode ter causado um efeito fitotóxico às sementes. Aragão et al. (2003) trataram sementes de milho superdoce com ácido giberélico e verificaram um aumento acentuado

no número de anormalidades de plântulas quando utilizaram doses elevadas, indicando um possível efeito fitotóxico do ácido.

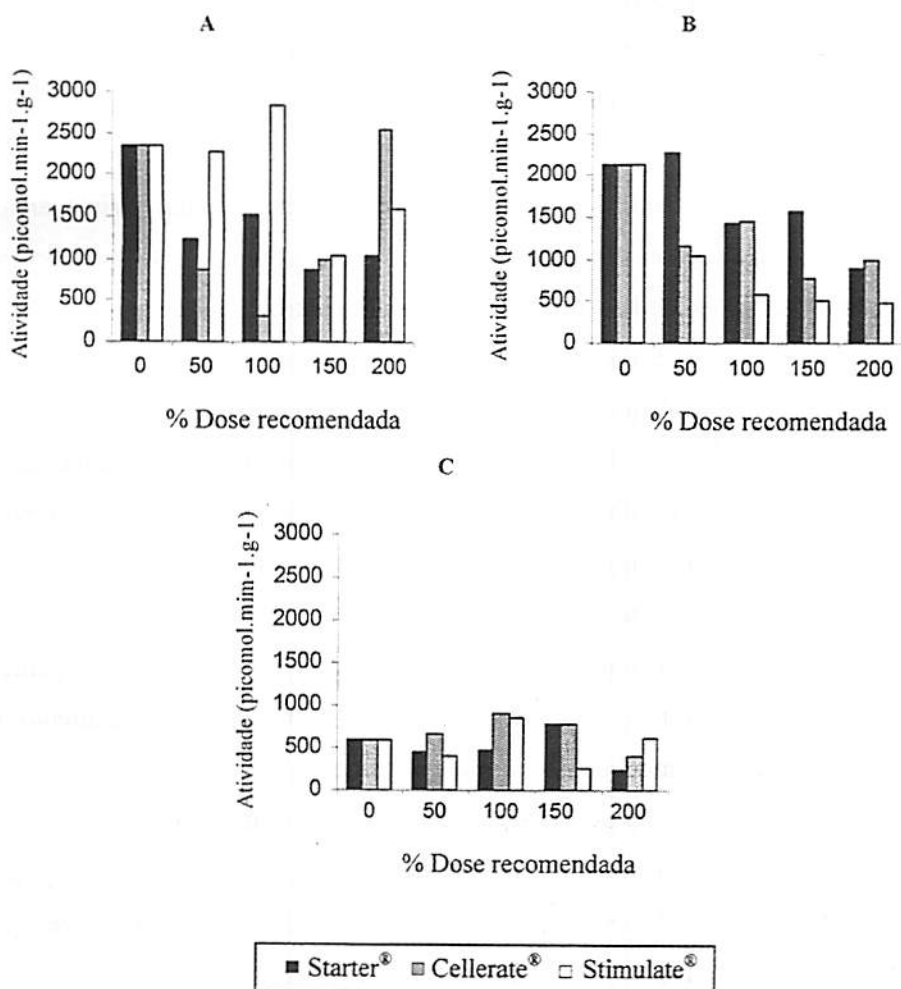


FIGURA 5. Atividade da enzima endo- β -mananase em sementes de alface peliculizadas e enriquecidas com diferentes doses de micronutrientes e reguladores de crescimento e submetidas ao armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2007. A – antes do armazenamento; B – após seis meses de armazenamento; C – após doze meses de armazenamento.

Aos seis meses de armazenamento houve redução na atividade da endo- β -mananase nas sementes que foram revestidas com Starter[®] (Figura 5). O mesmo pode ser observado no IVE das plântulas provenientes dessas sementes (Figura 2). O comportamento quadrático do IVE das plântulas oriundas das sementes revestidas com Stimulate[®] (Figura 2) também pode ser explicado pelos resultados encontrados para a endo- β -mananase, que foi bastante semelhante (Figura 5).

Após doze meses de armazenamento, a atividade da enzima endo- β -mananase nas sementes enriquecidas com os micronutrientes e os reguladores de crescimento foi semelhante à do tratamento controle, indicando que houve deterioração e, conseqüentemente, redução na atividade da enzima, independente do tratamento aplicado às sementes (Figura 5).

Veiga et al. (2007) estudaram a armazenabilidade de sementes de cafeeiro colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes métodos de secagem e observaram que ocorre aumento da atividade da enzima endo- β -mananase durante o armazenamento.

Houve um aumento no teor de proteínas totais após o armazenamento das sementes de alface (Figura 6). Provavelmente, com o tratamento das sementes, houve a embebição e o início do processo de germinação, o que fez com que houvesse a síntese de proteínas a partir das reservas de carboidratos existentes nas sementes de alface. Como as sementes que foram avaliadas antes do armazenamento, foram maceradas e armazenadas em deep freezer, essa síntese foi interrompida. Já para as sementes que foram armazenadas tanto por seis meses quanto por doze meses, é provável que as condições de armazenamento permitiram, com o mínimo de atividade metabólica, a continuação da síntese de proteínas, o que explicaria os resultados obtidos nesse trabalho. Entretanto, Santos et al. (2005) estudaram a deterioração de sementes de feijão durante o armazenamento e verificaram que o teor de proteínas totais

manteve-se estável durante todo o armazenamento. Já Pedrosa et al. (1999) estudando a conservação de sementes de urucum, concluíram que os teores de proteínas totais decrescem com o período de armazenagem.

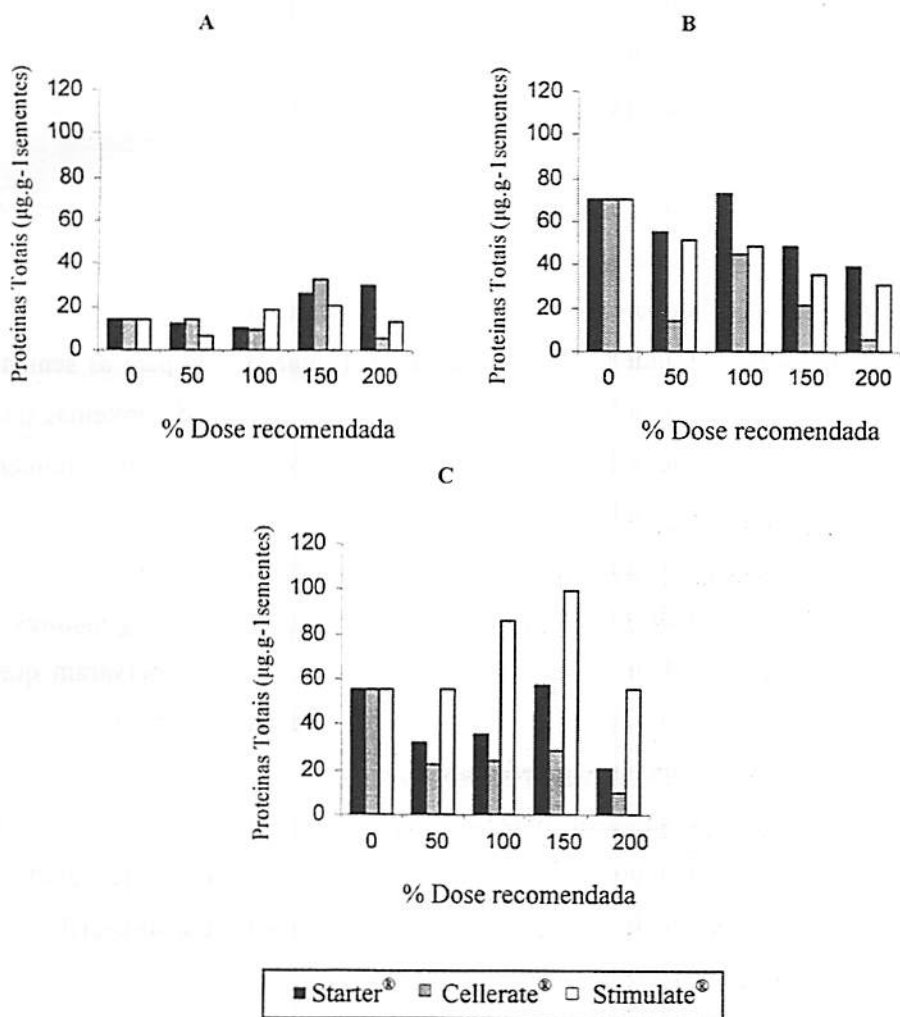


FIGURA 6. Proteínas totais em sementes de alfaca peliculizadas e enriquecidas com diferentes doses de micronutrientes e reguladores de crescimento e submetidas ao armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2007. A – antes do armazenamento; B – após seis meses de armazenamento; C – após doze meses de armazenagem.

De forma geral verifica-se um decréscimo no teor de proteínas totais das sementes que foram revestidas com o dobro da dose recomendada de todos os produtos, nos três períodos de armazenamento (Figura 6), o que pode ser um sintoma de fitotoxidez.

Aos seis meses de armazenamento, os maiores teores de proteínas totais encontrados nas sementes revestidas com Stimulate® (Figura 6) coincidiram com as menores porcentagens de germinação, registrada para as doses mais baixas do produto (Figura 1).

Nessa mesma época, houve uma queda na germinação e no vigor das sementes revestidas com Starter® e armazenadas por doze meses, (Figuras 1, 2 e 3), tendo o teor de proteínas totais dessas sementes sido inferior ao do tratamento controle, independente da dosagem (Figura 6). Já para as sementes revestidas com Stimulate®, notaram-se um aumento no teor de proteínas totais quando foram utilizados 100% e 150% da dose recomendada, comportamento semelhante ao encontrado para a variável porcentagem de emergência de plântulas (Figura 3). Segundo Van Huizen et al. (1996), além de influenciar a germinação e o vigor das sementes, o aporte externo dos reguladores de crescimento pode induzir a síntese protéica. Esses autores observaram que a síntese de proteínas em sementes de ervilha foi detectada dentro de seis horas após a aplicação de auxinas e giberelinas.

No teste de sanidade realizado com as sementes de alface, não foi encontrado nenhum microrganismo fitopatogênico, provavelmente devido ao tratamento com fungicida realizado previamente pela empresa fornecedora das sementes.

5.2 Sementes de tomate

De acordo com a análise de variância, houve interação tripla significativa para as variáveis germinação e índice de velocidade de emergência

de plântulas. Para a variável emergência de plântulas, houve interação entre os fatores armazenamento e produto (Tabela 2).

Para a variável porcentagem de germinação (Figura 7), não houve diferença significativa entre os produtos e as dosagens quando as sementes foram avaliadas antes do armazenamento. Após seis meses, as sementes que não foram revestidas tiveram a maior porcentagem de germinação. O revestimento das sementes de tomate com os produtos Starter® e Cellerate® proporcionou os menores resultados para essa variável, principalmente na dosagem recomendada. Já para o Stimulate®, a germinação foi linearmente decrescente com o aumento da dosagem (Figura 7).

TABELA 2. Resumo da análise de variância dos dados referentes a germinação (G), emergência (E) e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas oriundas de sementes de tomate peliculizadas, enriquecidas com diferentes doses de micronutrientes e reguladores de crescimento e submetidas ao armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FONTES DE VARIAÇÃO	QUADRADO MEDIO		
	G (%)	E (%)	IVE
Armazenamento	99,288889 **	100,066667 **	60,121377 **
Produto	25,622222 *	30,866667 ^{ns}	0,708796 ^{ns}
Dose	30,077778 **	76,700000 **	0,416839 ^{ns}
Armazenamento * Produto	8,522222 ^{ns}	56,733333 **	1,483344 **
Armazenamento * Dose	14,594444 ^{ns}	117,733333 **	3,118587 **
Produto * Dose	16,344444 *	20,950000 ^{ns}	3,726983 **
Armazenamento * Produto * Dose	29,036111 **	23,108333 ^{ns}	2,567794 **
C.V. (%)	2,82	4,36	6,00

** Teste de F significativo a 1% de probabilidade; * Teste de F significativo a 5% de probabilidade, ^{ns} Não significativo.

Houve diferença significativa, aos doze meses de armazenamento, apenas para a porcentagem de germinação das sementes que foram revestidas

com o produto Cellerate[®], tendo o menor resultado sido registrado quando as sementes foram revestidas com o produto na dose recomendada (Figura 7).

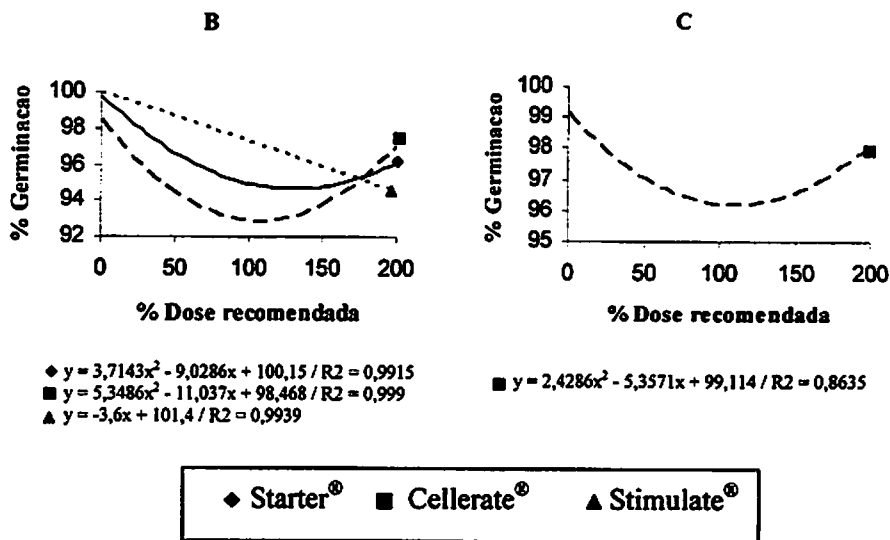


FIGURA 7. Germinação de sementes de tomate peliculizadas, enriquecidas com diferentes doses de micronutrientes e reguladores de crescimento e submetidas ao armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2007. B – após seis meses de armazenamento; C – após doze meses de armazenamento.

O índice de velocidade de emergência das plântulas (Figura 8) provenientes das sementes de tomate antes do armazenamento foi superior ao das sementes sem revestimento, quando utilizaram-se os produtos Starter[®] e Cellerate[®], nas doses correspondentes a 50%, 100% e 150% da dose recomendada. Ávila et al. (2006) observaram que houve aumento na germinação e no vigor das sementes de milho que receberam tratamento com micronutrientes, sendo esses resultados variáveis em função do híbrido avaliado e do teste empregado.

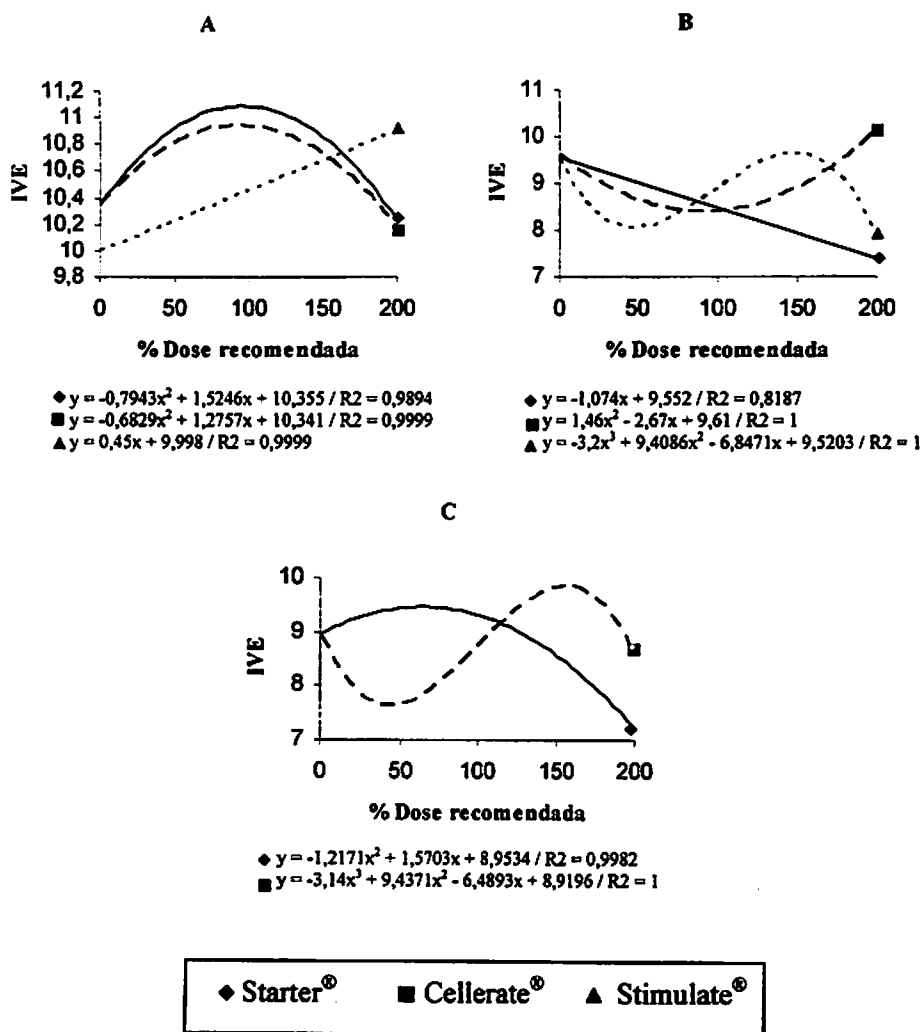


FIGURA 8. Índice de velocidade de emergência de plântulas oriundas de sementes de tomate peliculizadas, enriquecidas com diferentes doses de micronutrientes e reguladores de crescimento e submetidas ao armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2007. A – antes do armazenamento; B – após seis meses de armazenamento; C – após doze meses de armazenamento.

Para o Stimulate[®], o IVE foi crescente com a dosagem do produto (Figura 8). Mananos como compostos de reserva já foram detectados em sementes de espécies como tomate (Groot et al., 1988), alface (Halmer & Bewley, 1979) e café (Wolfron et al., 1961). Em todas elas já foi observada a presença de atividade de endo- β -mananase. Na maioria dos casos, a degradação do manano pode ser induzida por ácido giberélico, que promove a germinação (Lima, 2000) e aumenta o índice de velocidade de emergência das plântulas, o que pode explicar os resultados obtidos neste trabalho.

Quando as sementes foram armazenadas por seis meses, observou-se que apenas o produto Cellerate[®], com o dobro da dose recomendada, proporcionou aumento no IVE. No enriquecimento das sementes com o Starter[®], nota-se uma queda no IVE com o aumento da dosagem. Já para o Stimulate[®] houve maior índice na dose correspondente a 150% da recomendação, em relação às demais doses, porém, não superando o tratamento controle (Figura 8).

Não houve diferença significativa para o IVE das plântulas oriundas das sementes de tomate revestidas com o Stimulate[®] e armazenadas por doze meses. Porém, quando foram utilizadas a metade da dose recomendada do Starter[®] e uma dose e meia do Cellerate[®], foi observado um aumento no índice (Figura 8).

Na Tabela 3, para a variável porcentagem de emergência de plântulas, verifica-se que houve diferença significativa entre os produtos estudados apenas para as sementes que foram armazenadas por seis meses. Nessa época, o Cellerate[®] proporcionou maiores resultados quando comparado ao Starter[®].

TABELA 3. Emergência de plântulas oriundas de sementes de tomate peliculizadas, enriquecidas com diferentes doses de micronutrientes e reguladores de crescimento e submetidas ao armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Produto	Emergência (%)		
	0 meses	6 meses	12 meses
Starter®	95,7 a	90,3 b	94,5 a
Cellerate®	95,5 a	95,6 a	93,9 a
Stimulate®	95,5 a	93,1 ab	94,5 a

Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Ao se observar os padrões eletroforéticos da esterase nas sementes antes do armazenamento, nota-se que houve um aumento na atividade da enzima quando as sementes foram revestidas com os três produtos. Houve também um aumento na intensidade das bandas ao longo do armazenamento, tanto nas sementes revestidas quanto nas sementes sem revestimento (Figura 9). Portanto, a esterase pode funcionar como marcador molecular na avaliação da qualidade das sementes. Em sementes de tomate, um aumento na sua atividade pode significar perda de qualidade, pois, segundo Santos et al. (2004), a esterase é uma enzima envolvida em reações de hidrólise de ésteres, estando diretamente ligada ao metabolismo de lipídios e ao processo degenerativo de membranas. Avaliando-se a atividade de esterases durante a deterioração de sementes de amendoim, Aung & McDonald (1995) observaram um decréscimo na atividade total dessas enzimas, com o aumento de deterioração, tanto em sementes embebidas como em não embebidas.

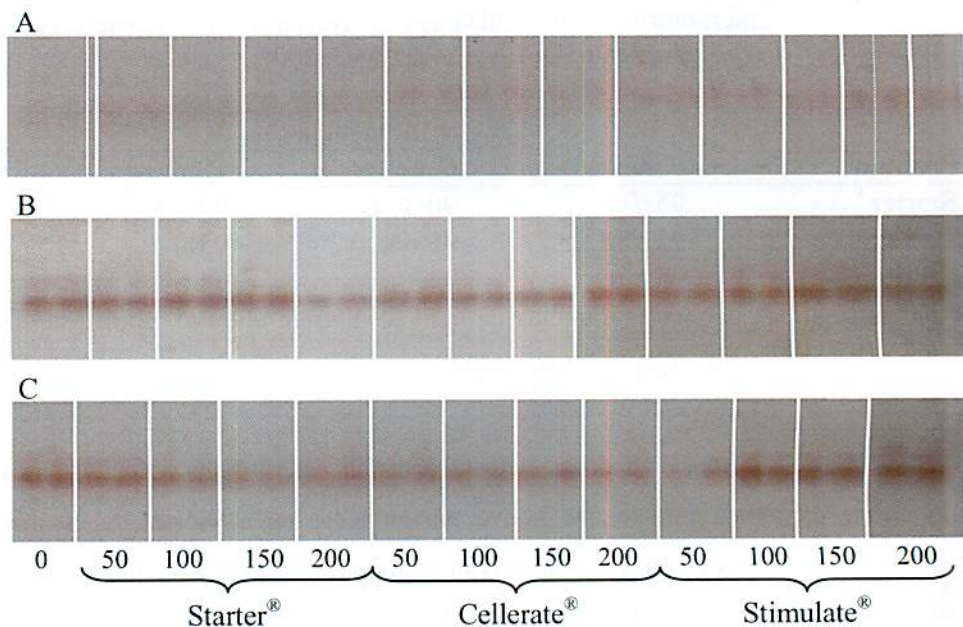


FIGURA 9. Atividade da enzima esterase em sementes de tomate peliculizadas, enriquecidas com diferentes doses de micronutrientes e reguladores de crescimento e submetidas ao armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2007. A – antes do armazenamento; B – após seis meses de armazenamento; C – após doze meses de armazenamento.

Foi observado um aumento na atividade da enzima endo- β -mananase nas sementes que não foram revestidas, após seis meses de armazenamento, seguido de uma redução aos doze meses (Figura 10). Veiga et al. (2007) estudaram a armazenabilidade de sementes de cafeeiro colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes métodos de secagem e observaram que ocorre aumento da atividade da enzima endo- β -mananase durante o armazenamento.

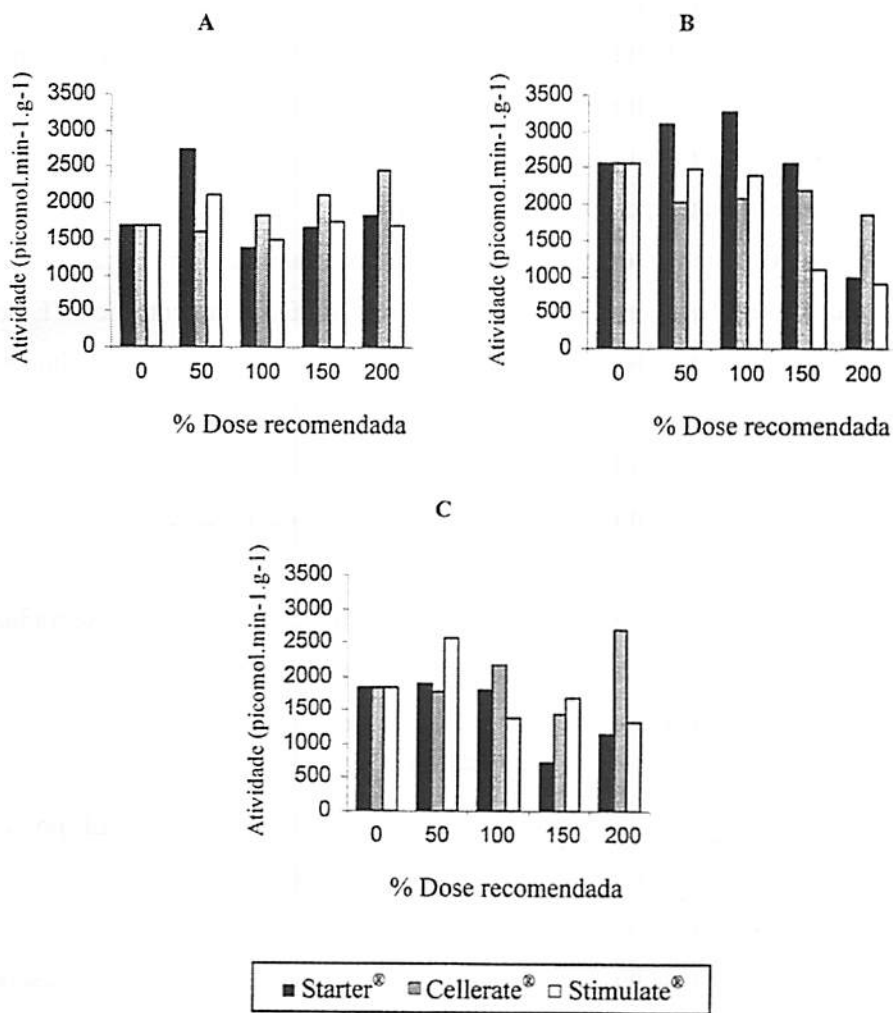


FIGURA 10. Atividade da enzima endo- β -mananase em sementes de tomate peliculizadas, enriquecidas com diferentes doses de micronutrientes e reguladores de crescimento e submetidas ao armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2007. A – antes do armazenamento; B – após seis meses de armazenamento; C – após doze meses de armazenamento.

Quando se utilizou a metade da dose recomendada para o produto Starter[®], nas sementes antes do armazenamento, houve um acréscimo na atividade da endo- β -mananase. Foi observado neste tratamento o maior resultado, o que coincidiu com um aumento no IVE das plântulas. Sabe-se que a endo- β -mananase é uma das principais enzimas de degradação de reservas em sementes de tomate, por possuir endosperma rico em glucomanos (Lima, 2000). Por isso, um aumento na sua atividade pode facilitar a protrusão radicular e, como consequência, elevar o IVE das plântulas. Esse aumento no IVE pode também ser atribuído à adição dos micronutrientes às sementes, principalmente o zinco, que é ativador e componente estrutural de várias enzimas (Taiz & Zaiger, 2004). Porém, o aumento da concentração desses micronutrientes pode ter causado um efeito fitotóxico, o que resultou em queda no índice.

Comportamento semelhante com a relação à endo- β -mananase foi observado após seis meses de armazenamento, o que, nesse caso, não se traduziu em aumento no vigor das sementes (Figura 8), provavelmente devido a um processo mais avançado de deterioração, quando a esterase assume papel mais importante.

Ainda para as sementes armazenadas por seis meses, foi possível observar um decréscimo na atividade da endo- β -mananase com o aumento da dosagem do Stimulate[®], o que refletiu em queda na porcentagem de germinação. A deterioração de sementes pode resultar em mudanças acentuadas em reservas nutritivas e na atividade de enzimas capazes de degradá-las. Dependendo da espécie de sementes, a perda da capacidade de sintetizar hidrolases pode acompanhar a perda de viabilidade ou precedê-la. No entanto, a perda de reservas nutritivas principais não é uma consequência importante da deterioração, mas a capacidade de utilização dessas reservas pode ser influenciada. O estado das enzimas que degradam reservas é anormal em sementes deterioradas (Desai et al., 1997).

Com relação ao teor de proteínas totais das sementes (Figura 11), observa-se, de maneira geral, que em todos os tratamentos houve aumento com o período de armazenamento, sendo mais evidente nas sementes que não foram revestidas e foram armazenadas por doze meses. Provavelmente, com o tratamento das sementes, houve a embebição e o início do processo de germinação, o que fez com que houvesse a síntese de proteínas a partir das reservas de carboidratos existentes nas sementes de tomate. Como as sementes que foram avaliadas antes do armazenamento, foram maceradas e armazenadas em deep freezer, essa síntese foi interrompida. Já para as sementes que foram armazenadas tanto por seis meses quanto por doze meses, é provável que as condições de armazenamento permitiram, com o mínimo de atividade metabólica, a continuação da síntese de proteínas, o que explicaria os resultados obtidos nesse trabalho. Entretanto, Santos et al. (2005) estudaram a deterioração de sementes de feijão durante o armazenamento e verificaram que o teor de proteínas totais manteve-se estável durante todo o armazenamento. Já Pedrosa et al. (1999) estudando a conservação de sementes de urucum, concluíram que os teores de proteínas totais decrescem com o período de armazenagem.

O comportamento do IVE das plântulas oriundas das sementes de tomate enriquecidas com Stimulate® e armazenadas por seis meses (Figura 8) foi semelhante ao do teor de proteínas totais (Figura 11), ou seja, o maior resultado de IVE coincidiu com o maior teor de proteínas totais.

Aos doze meses de armazenamento, todos os tratamentos apresentaram menor teor de proteínas totais, quando comparados à testemunha, o que pode ser atribuído ao processo deteriorativo em que as sementes se encontravam.

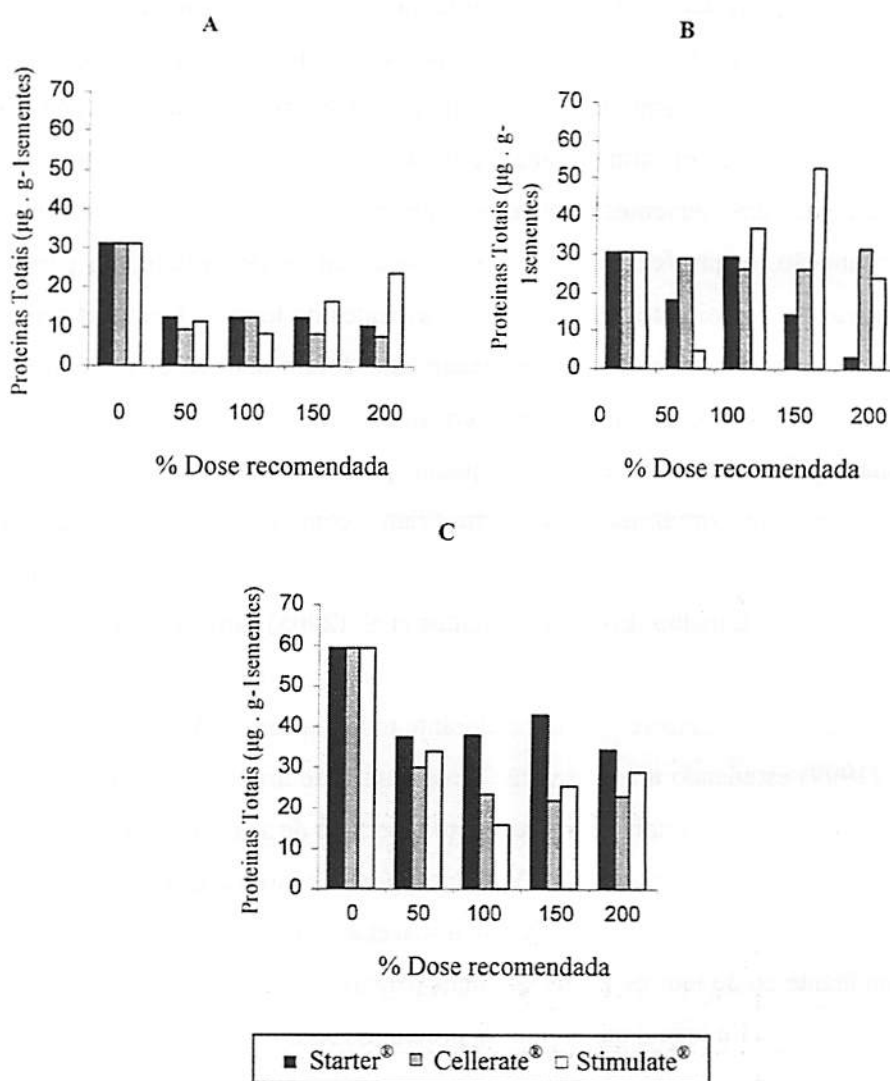


FIGURA 11. Proteínas totais em sementes de tomate peliculadas, enriquecidas com diferentes doses de micronutrientes e reguladores de crescimento e submetidas ao armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2007. A – antes do armazenamento; B – após seis meses de armazenamento; C – após doze meses de armazenamento.

No teste de sanidade realizado com as sementes de tomate, também não foi encontrado nenhum microrganismo fitopatogênico, pois as sementes também foram tratadas com fungicida antes da incorporação dos microelementos.

6 CONCLUSÕES

Os reguladores de crescimento promovem aumento na velocidade de emergência das plântulas de alface e de tomate quando aplicados na dose recomendada e na pré-semeadura.

O revestimento das sementes de alface com o dobro da dose recomendada dos produtos à base de micronutrientes e reguladores de crescimento provoca redução na sua qualidade.

A atividade da enzima esterase aumenta com o armazenamento das sementes de alface e de tomate, indicando aumento no processo de deterioração.

O revestimento com micronutrientes e reguladores de crescimento e o armazenamento interferem na atividade da enzima endo- β -mananase em sementes de alface e de tomate.

Há um aumento no teor de proteínas totais em sementes de alface e de tomate com o aumento do período de armazenamento.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2007. Anuário estatístico do Brasil. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2007. 536 p.

ALFENAS, A. C. **Eletroforese de isoenzimas e proteínas afins: fundamentos e aplicações em plantas e microorganismos.** Viçosa: UFV, 1998. 574 p.

ARAGÃO, C. A.; DANTAS, B. F.; ALVES, E.; CATANEO, A. C.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Atividade amilolítica e qualidade fisiológica de sementes armazenadas de milho super doce tratadas com ácido giberélico. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 1, p. 43-48, 2003.

AUNG, U. T.; MCDONALD, M. B. Changes in esterase activity associated with peanut (*Arachis hipogaea* L.) seed deterioration. **Seed Science Technology**, Zurich, v. 23, p. 101-111, 1995.

ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. de L.; SCAPIM, C. A.; MARTORELLI, D. T.; ALBRECHT, L. P.; FACIOLLI, F. S. Qualidade fisiológica e produtividade das sementes de milho tratadas com micronutrientes e cultivadas no período de safrinha. **Acta Sci. Agron. Maringá**, v. 28, n. 4, p. 535-543, out./dez. 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes.** Brasília, 1992. 365p.

CANTLIFFE, D. J.; SUNG, Y.; NASCIMENTO, W. M. Lettuce seed germination. **Horticultural Reviews**, Westport, v. 24, p 229-275, 2000.

DESAI, B. B.; KOTECHA, P. M.; SALUNKE, D. K. **Seeds handbook: biology, production, processing and storage.** New York: M. Dekker, 1997. 627 p.

DOWNIE, B.; HILHORST, H.W.M.; BEWLEY, J.D. A new assay for quantifying endo- α -mannanase activity using Congo Red dye. **Phytochemistry**, v. 36, p. 829-835, 1994.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para o Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA

SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

GROOT, S. P. C.; KIELISZEWSKA-ROKICKA, B.; VERMEER, E.; KARSSSEN, C. M. Gibberellin-induced hydrolysis of endosperm cell walls and gibberellin-deficient tomato seed prior to radicle protrusion. **Planta**, v. 73, p. 347-377, 1988.

HALMER, P.; BEWLEY, J. D. Mannanase production by the lettuce endosperm: control by the embryo. **Planta**, v. 144, p.333-340, 1979.

LIMA, D. U. Polissacarídeos de reserva de parede celular em sementes: estrutura, metabolismo, funções e aspectos ecológicos. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12 p. 137-162, 2000. Edição Especial.

LOUZADA, G. A. S.; VIEIRA, E. H. N. **Efeito da aplicação de micronutrientes em sementes de feijão**. Santo Antonio de Goiás: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa Arroz e Feijão, 2005.

LOWRY, O. H.; ROSENBROUGH, N. J.; FARR, R. L.; RANDALL, R. J. "Protein measurement with the Folin phenol reagent". **J. Biol. Chem.**, v. 193, p. 265-275, 1951.

MACHADO, J. C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: LAPS/UFLA/FAEPE, 2000. 138 p.

MAGUIRE, J. D. Seed of germination and relation evaluation for seedling emergence vigor. **Corp Science**, v. 2, p.176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.

OLIVEIRA, J. A.; GUIMARAES, R. M.; ROSA, S. D.V. F. Processamento de sementes pos-colheita. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 232, p. 52-58, maio/jun. 2006.

RODRIGUES, T. J. D.; LEITE, I. C. **Fisiologia vegetal: hormônios das plantas**. Jaboticabal, Funep, 2004. 78p.

PEDROSA, J. P.; CIRNE, L. E. M. R.; NETO, J. M. M. Teores de bixina e proteína em sementes de urucum em função do tipo e do período de

armazenagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.3, n.1, p.121-123, 1999.

SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L.; VILLELA, F. V. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão envelhecidas artificialmente **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n.1, p. 110-119, 2004.

SILVA, E. A. A.; TOOROP, P. E. ; NIJSEE, J.; BEWLEY, J. D.; HILHORST, H. W. M. Exogenous gibberellins inhibit coffee (*Coffea arabica* cv. Rubi) seed germination and cause cell death in the embryo. **Journal of Experimental Botany**, Inglaterra, v. 56, n. 413, p. 1029-1038, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Tradução de Eliane Romanato Santarém et al. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

VAN HUIZEN, R.; OZGA, J. A.; REINECKE, D .M. Influence of auxin and gibberellin on in vivo protein synthesis during early pea fruit growth. **Plant Physiology**, v. 112, p. 53-59, 1996.

VEIGA, A. D.; GUIMARÃES, R. M.; ROSA, S. D. V. F.; VON PINHO, E. V. R.; SILVA, L. H. C.; VEIGA, A. D. Armazenabilidade de sementes de cafeeiro colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes métodos de secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n.1, p.83-91, 2007.

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R .C. **Ação de stimulate no desenvolvimento inicial de plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.)**. Piracicaba: USP. Departamento de Ciências Biológicas, 2002. 3 p. Apostila.

VIEIRA, M. G. G. C.; VON PINHO, E. V. R.; SALGADO, K. C. P. C. Técnicas moleculares em sementes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 232, p. 88-96, maio/jun. 2006.

WOLFRON, M. L.; LAVER, M. L.; PATIN, TOOROP, P. E.; BEWLEY, J. D.; HILHORST, H. W. M. Endo-mannanase isoforms are present in the endosperm and embryo of tomato seeds, **Journal of Organic Chemistry**, v.26, p.4531-4533, 1961.

CAPÍTULO 3


DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE ALFACE E DE TOMATE A PARTIR DE SEMENTES ARMAZENADAS E ENRIQUECIDAS COM MICRONUTRIENTES E REGULADORES DE CRESCIMENTO.

1 RESUMO

DINIZ, Kênia Almeida. Desenvolvimento de mudas de alface e de tomate a partir de sementes armazenadas e enriquecidas com micronutrientes e reguladores de crescimento. In: _____. **Germinação, armazenamento e desenvolvimento de mudas obtidas de sementes de alface e tomate incorporadas com micronutrientes e reguladores de crescimento.** 2007. Cap. 3, p.63-92. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.⁵

O sucesso da produção de mudas de hortaliças depende da utilização de sementes de boa qualidade. Geralmente, sementes de espécies hortícolas, por serem muitas pequenas, possuem pequena quantidade de reserva e, por isso, o seu enriquecimento com micronutrientes e reguladores de crescimento torna-se uma tecnologia importante para aumentar seu vigor e produzir mudas de qualidade. Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito do tratamento de sementes de alface e de tomate com micronutrientes e reguladores de crescimento e do armazenamento na produção e no crescimento das mudas. As sementes foram tratadas com os produtos Starter[®], Cellerate[®] e Stimulate[®], nas

⁵ Comitê Orientador: Dr. João Almir de Oliveira – UFLA (Orientador); Dr. Renato Mendes Guimarães – UFLA, Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA e Dr. Amauri Alves Alvarenga – UFLA.



relative and absolute growth rates were not submitted to the statistical analysis. It follows that the chemicals Cellerate® and Stimulate® incorporated to the seeds, before storage, provoked reductions in the number of lettuce seedlings, independent of the dosage utilized; the coating of tomato seeds with the half and the double of the dose recommended of the chemicals Starter® and Stimulate® provided increase in the seedlings' height; there is a reduction in the growth of the lettuce and tomato seedlings after storage with or without treatment.

3 INTRODUÇÃO

O sucesso de uma produção agrícola começa pela obtenção de mudas com boa qualidade, pois aquelas malformadas darão origem a plantas com produção abaixo de seu potencial genético. Assim, a utilização de sementes de alta qualidade torna-se uma etapa muito importante do processo produtivo de mudas de hortaliças, garantindo que eles tenham com maior potencial de produção.

O emprego de novas tecnologias no setor de sementes de hortícolas, como o uso do tratamento com aditivos, poderia auxiliar esse processo e trazer benefícios, como aumento na germinação e no vigor das sementes e, conseqüentemente, na qualidade das mudas. Além disso, o tratamento de sementes possui como principal vantagem a aplicação de pequenas doses de produtos com uma alta precisão, o que contribui para a redução de custos e de produtos químicos lançados ao meio ambiente.

As empresas produtoras de insumos têm investido no desenvolvimento de novos produtos para a incorporação de bioestimulantes e aditivos às sementes a cada ano, pois as mesmas são o principal insumo da agricultura moderna, responsáveis por todo o potencial genético e produtivo que garante o sucesso do empreendimento agrícola. No entanto, pouco se sabe sobre o efeito desses aditivos sobre a produtividade das culturas. Dessa forma, deve-se atentar para os reais ganhos com a incorporação desses produtos às sementes (Ferreira et al., 2007).

De acordo com Lana et al. (2006), a aplicação de reguladores de crescimento, micronutrientes e aminoácidos, permite que as plantas expressem da melhor forma seu potencial de produção, pois são importantes ativadores metabólicos. Esses mesmos autores estudaram a aplicação do bioestimulante

juntamente com a aplicação de micronutrientes em sementes de milho e verificaram uma produção superior significativa em relação à adubação padrão.

Bevilaqua et al. (1998) citam que o uso de reguladores de crescimento na fase de germinação aumenta o vigor das plântulas, acelerando a velocidade de emergência e realçando o potencial das sementes de várias espécies. Estudando o efeito do tratamento de sementes de cenoura com reguladores de crescimento, esses autores observaram uma aceleração no metabolismo das sementes em maior proporção que o vigor e verificaram que a giberelina aumenta a porcentagem e velocidade de a emergência das plântulas.

São poucos os resultados de pesquisa com produção de mudas a partir de sementes revestidas com microelementos. Desse modo, neste estudo o objetivo foi avaliar o efeito do armazenamento e do tratamento de sementes de alface e de tomate com micronutrientes e reguladores de crescimento e do armazenamento na produção e no crescimento das mudas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes e na casa de vegetação do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, Minas Gerais.

4.1 Tratamento das sementes

As sementes de tomate (cv. Jumbo) e alface (cv. Regina) foram peliculizadas utilizando-se 50 mL/kg do polímero L88[®] diluído em água (50 mL do polímero para 50 mL de água) e enriquecido com micronutrientes e reguladores de crescimento. As sementes foram tratadas previamente com o produto Thiran[®] pela empresa que as forneceu para a condução do experimento.

Para o revestimento das sementes com micronutrientes foram testados os produtos Starter[®] e Cellerate[®]. A dose recomendada pelo fabricante dos produtos foi de 30 mL/kg de sementes. Para o experimento, utilizou-se 0%, 50%, 100%, 150% e 200% da dose recomendada, o que corresponde a 0 mL, 15 mL, 30 mL, 45 mL e 60 mL por quilo de sementes. O Starter[®] é um fertilizante líquido, quelatizado, indicado para o fornecimento de micronutrientes às culturas e é composto por 5% de zinco, 3% de manganês, 0,3% de cobre, 0,7% de boro e 4% de enxofre. O Cellerate[®], também um fertilizante líquido, é indicado para o fornecimento de molibdênio e zinco, cujas concentrações são de 10% e 5%, respectivamente.

No revestimento das sementes com reguladores de crescimento foi utilizado o Stimulate[®], que é um produto composto por uma combinação de giberelinas (GA₃ - 50 ppm), citocininas (90 ppm) e auxinas (ácido indolbutírico - 50 ppm). Também foram utilizadas as dosagens nas proporções descritas para

os micronutrientes, o que corresponde a 0mL, 10mL, 20mL, 30mL e 40mL de Stimulate® por quilo de sementes.

Por se tratarem de volumes pequenos de sementes, todos os produtos foram aplicados manualmente, em sacos plásticos de composição química neutra, com agitação até a completa distribuição do produto nas sementes (Machado, 2000). As sementes de todos os tratamentos foram acondicionadas em embalagem impermeável e armazenadas em câmara fria regulada a temperatura de 10°C e 50% de umidade relativa. As avaliações foram realizadas aos 0, 6 e 12 meses de armazenamento, pelos seguintes parâmetros: número e altura, peso seco de parte aérea e de raízes e taxa de crescimento absoluto e relativo das mudas.

4.2 Obtenção das mudas

A semeadura foi realizada em substrato comercial Plantmax®, em bandejas de poliestireno de 128 células. Foram utilizadas 4 repetições de 50 sementes por tratamento. O experimento foi realizado em casa de vegetação, com temperatura controlada e sistema de irrigação automatizado. Quando as mudas atingiram o ponto de transplântio (30 dias), fez-se a contagem das mesmas e mediu-se a altura de sua parte aérea com o auxílio de uma régua milimetrada. Depois, as mudas foram retiradas do substrato e lavadas em água corrente, separando-se o sistema radicular da parte aérea e acondicionadas separadamente em sacos de papel e levadas à estufa com circulação forçada de ar, regulada à temperatura de 60°C, até o material atingir peso constante. Dessa forma, foram calculadas as massas secas de raiz e de parte aérea, sendo os resultados expressos em gramas por planta.

Para avaliar as taxas de crescimento relativo e absoluto das mudas de alface e de tomate, a semeadura também foi realizada em bandejas de poliestireno conforme descrito anteriormente. Avaliou-se, em intervalos de

quatro dias, a matéria seca de parte aérea (MSPA) de cinco mudas, pelo processo de secagem em estufa com circulação forçada de ar, regulada à temperatura de 60 °C, até o material atingir peso constante. As avaliações das mudas de alface se iniciaram a partir do décimo dia após sementeira e prosseguiram até os trinta dias de cultivo das mudas, totalizando seis avaliações. Para as mudas de tomate, as avaliações se iniciaram a partir do décimo quinto dia após a sementeira e prosseguiram até os trinta e um dias de cultivo das mudas, totalizando cinco avaliações.

Com base nessas informações, foram determinadas as taxas de crescimento relativo (TCR) e absoluto (TCA), expressas em função da variação da massa seca. Matematicamente, pode-se representá-los como de acordo com Blackman (1968), em que $P_2 - P_1$ é a diferença de matéria seca (g) entre duas amostragens, e $t_2 - t_1$ é o intervalo de tempo entre duas amostragens. Dessa maneira tem-se:

$$\text{TCR} = \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{t_2 - t_1} \quad (\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}) \qquad \text{TCA} = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1} \quad (\text{g} \cdot \text{dia}^{-1})$$

A taxa de crescimento absoluto refere-se ao incremento de matéria seca entre duas amostragens, indicando a velocidade média de crescimento da planta ao longo do período de observações.

A taxa de crescimento relativo estabelece que a taxa de crescimento de uma planta ou de qualquer órgão é função do tamanho inicial do material já acumulado. Refere-se, portanto, ao aumento da planta, em gramas, em relação à matéria seca no instante em que se inicia o período de observações.

4.3 Delineamento experimental e análise estatística: foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 5, sendo 3

produtos (Starter[®], Stimulate[®] e Cellerate[®]) e 5 dosagens (0%, 50%, 100%, 150% e 200% da dose recomendada), com quatro repetições. Devido à grande variação de temperatura durante o experimento, as análises foram feitas por época de armazenamento. Os dados foram submetidos à análise de variância com o auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2000). Os dados de massa seca de parte aérea e de raiz e altura de mudas foram transformados para $\sqrt{x + 1}$ e submetidos aos testes adequados para a comparação das médias. Os dados das taxas de crescimento absoluto e relativo não foram submetidos à análise estatística.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Sementes de alface

Pelos resultados observados na análise de variância (Tabela 1), verifica-se que houve interação significativa para a variável número de mudas quando as sementes foram avaliadas antes do armazenamento e quando as sementes foram armazenadas por doze meses. Para as sementes sem armazenamento também houve diferença significativa entre os produtos, para a variável massa seca de raiz (Tabela 1).

TABELA 1. Resumo da análise de variância dos dados referentes a número, massa seca de parte aérea (MSPA) e de raiz (MSR) e altura de mudas de alface oriundas de sementes revestidas com diferentes doses de micronutrientes e reguladores de crescimento e submetidas ao armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2007.

ANTES DO ARMAZENAMENTO				
FONTES DE VARIAÇÃO	QUADRADOS MÉDIOS			
	Nº Mudas	MSPA	MSR	Altura
Produto	87,350000 **	0,000199 ^{ns}	0,000188 **	0,040102 ^{ns}
Dose	54,791667 **	0,000312 ^{ns}	0,000035 ^{ns}	0,194677 ^{ns}
Produto * Dose	17,016667 **	0,000354 ^{ns}	0,000023 ^{ns}	0,127702 ^{ns}
C.V. (%)	5,33	2,55	0,85	14,18
6 MESES DE ARMAZENAMENTO				
FONTES DE VARIAÇÃO	QUADRADOS MÉDIOS			
	Nº Mudas	MSPA	MSR	Altura
Produto	15,266667 ^{ns}	0,000081 ^{ns}	0,000056 ^{ns}	0,032017 ^{ns}
Dose	33,391667 ^{ns}	0,000108 ^{ns}	0,000435 ^{ns}	0,016143 ^{ns}
Produto * Dose	12,704167 ^{ns}	0,000060 ^{ns}	0,000305 ^{ns}	0,019103 ^{ns}
C.V. (%)	8,74	1,69	2,51	10,47
12 MESES DE ARMAZENAMENTO				
FONTES DE VARIAÇÃO	QUADRADOS MÉDIOS			
	Nº Mudas	MSPA	MSR	Altura
Produto	2,092654 **	0,000037 ^{ns}	0,000013 ^{ns}	0,008315 ^{ns}
Dose	0,209014 ^{ns}	0,000028 ^{ns}	0,000013 ^{ns}	0,029728 ^{ns}
Produto * Dose	0,581913 **	0,000089 ^{ns}	0,000014 ^{ns}	0,024953 ^{ns}
C.V. (%)	7,53	0,90	0,31	6,57

** Teste de F significativo a 1% de probabilidade, ^{ns} Não significativo.

No gráfico da Figura 1 encontram-se os resultados médios do número de mudas de alface oriundas das sementes, antes do armazenamento. Nota-se que, à medida que foi adicionado o produto Cellerate® às sementes, houve decréscimo na variável. No revestimento com o Stimulate®, foi observado um menor número de mudas quando as sementes receberam a dose recomendada do produto. Houve um aumento na variável quando se utilizaram as doses mais elevadas, porém, todos os tratamentos foram inferiores à testemunha. Esses resultados coincidiram com os encontrados no primeiro capítulo para a porcentagem de germinação, o que indica que a provável ação fitotóxica dos produtos nas sementes refletiu negativamente na produção das mudas. Não houve diferença significativa entre as doses do Starter®.

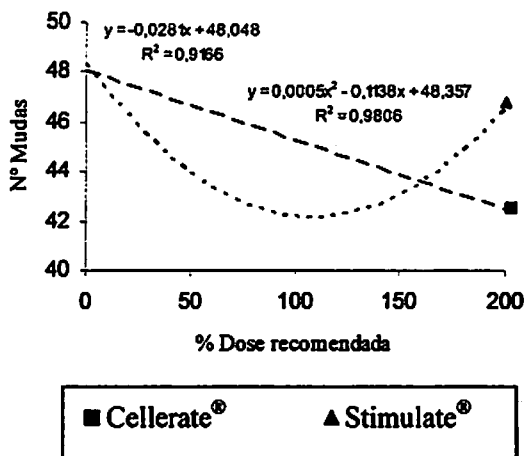


FIGURA 1. Número de mudas de alface oriundas de sementes peliculizadas, enriquecidas com diferentes doses de micronutrientes e reguladores de crescimento e avaliadas antes do armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Foi observado um aumento na massa seca das raízes das mudas (Tabela 2), quando as sementes foram revestidas com o Stimulate®. O Starter® foi o produto que proporcionou o menor resultado para esta variável. Segundo Diniz (2005), o revestimento de sementes de pimentão com o regulador de crescimento Stimulate® proporciona um aumento na massa seca das raízes das mudas. De acordo com Vieira & Castro (2002), esse bioestimulante pode, em função de sua composição, concentração e proporção das substâncias, incrementar o crescimento e o desenvolvimento vegetal estimulando a divisão celular, podendo também aumentar a absorção de água e de nutrientes pelas plantas.

TABELA 2. Massa seca de raiz (MSR) de mudas de alface oriundas de sementes não armazenadas, peliculizadas e enriquecidas com micronutrientes e reguladores de crescimento. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Produto	MSR
Starter®	1,0263 b
Cellerate®	1,0289 ab
Stimulate®	1,0307 a

Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

No ensaio realizado com as sementes armazenadas por doze meses, (Figura 2), houve diferença significativa apenas para o número de mudas produzidas a partir de sementes revestidas com as diferentes doses do produto Starter®. Nota-se que o produto causou um efeito negativo no desenvolvimento das mudas, provocando queda acentuada no número de mudas à medida que se aumentou sua dosagem.

Houve também uma queda de 16% no número de mudas produzidas após o armazenamento das sementes não tratadas, evidenciando a redução na qualidade dessas sementes pelo processo de deterioração. O revestimento com o

Starter[®] pode ter provocado uma ação fitotóxica, acelerando esse processo, principalmente quando da utilização das doses mais altas do produto. Esse resultado é semelhante ao encontrado no primeiro capítulo desta tese, para o índice de velocidade de emergência (Figura 2). No revestimento das sementes com o Starter[®], antes do armazenamento, também foi observada a menor matéria seca de raízes das mudas (Tabela 2), o que mostra que o produto exerce um efeito negativo sobre as sementes de alface.

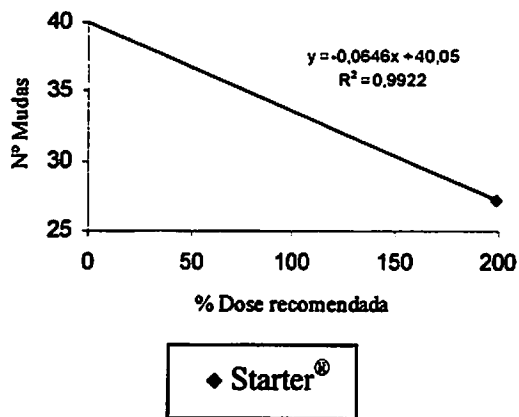


FIGURA 2. Número de mudas de alface oriundas de sementes peliculizadas, enriquecidas com diferentes doses de micronutrientes e reguladores de crescimento e armazenadas por doze meses. UFLA, Lavras, MG, 2007.

A análise de crescimento estabelece que a taxa de crescimento de uma planta ou de qualquer órgão da planta é função do tamanho inicial, isto é, o aumento da matéria seca está relacionado à matéria seca no início do período de observação (Benincasa, 1988). Na análise de crescimento realizada com as mudas de alface, pode-se observar, nas Figuras 3, 4 e 5, que, para as sementes que foram avaliadas antes do armazenamento, o máximo da taxa de crescimento absoluto (TCA) ocorreu aos 26 dias após semeadura (DAS) em todos os

tratamentos estudados, independente do produto e da dose utilizada. No revestimento com Starter® (Figura 3), a máxima TCA foi obtida nas doses equivalentes à metade e ao dobro da dose recomendada do produto.

Após seis meses de armazenamento das sementes, a menor TCA foi verificada para as mudas provenientes das sementes que não foram revestidas. Observa-se um aumento no crescimento das mudas produzidas a partir das sementes que foram enriquecidas com 100% e 150% da dose recomendada do Starter® entre 26 e 30 DAS. Nas sementes que foram revestidas com o dobro da dosagem houve um aumento na TCA entre 22 e 26 DAS e um decréscimo entre 26 e 30 DAS (Figura 3).

Ainda na Figura 3 é possível observar que quando as sementes foram armazenadas por doze meses houve um aumento na TCA das mudas oriundas das sementes não revestidas, com destaque para o período de 26 a 30 DAS. Ao se analisar o crescimento das mudas ao longo do armazenamento das sementes, notou-se uma redução na TCA, principalmente quando elas eram revestidas.

A maior taxa de crescimento relativo (TCR) foi encontrada no início do ciclo de cultivo das mudas para todos os tratamentos e nos três períodos de armazenamento, mostrando que, nesse período, houve maior incremento de matéria orgânica em relação ao peso inicial (Figuras 3, 4 e 5). No revestimento das sementes com o produto Starter®, antes do armazenamento, houve redução na TCR quando se utilizou a metade da dose recomendada do produto. Nas demais dosagens, a TCR foi semelhante às sementes sem revestimento (Figura 3).

Após seis meses de armazenamento, a TCR das mudas provenientes das sementes revestidas com o Starter® foi superior à da testemunha no período de 22 a 30 DAS, tendo o dobro da dose recomendada proporcionado um acréscimo na TCR entre 22 e 26 DAS e um decréscimo entre 26 e 30 DAS (Figura 3).

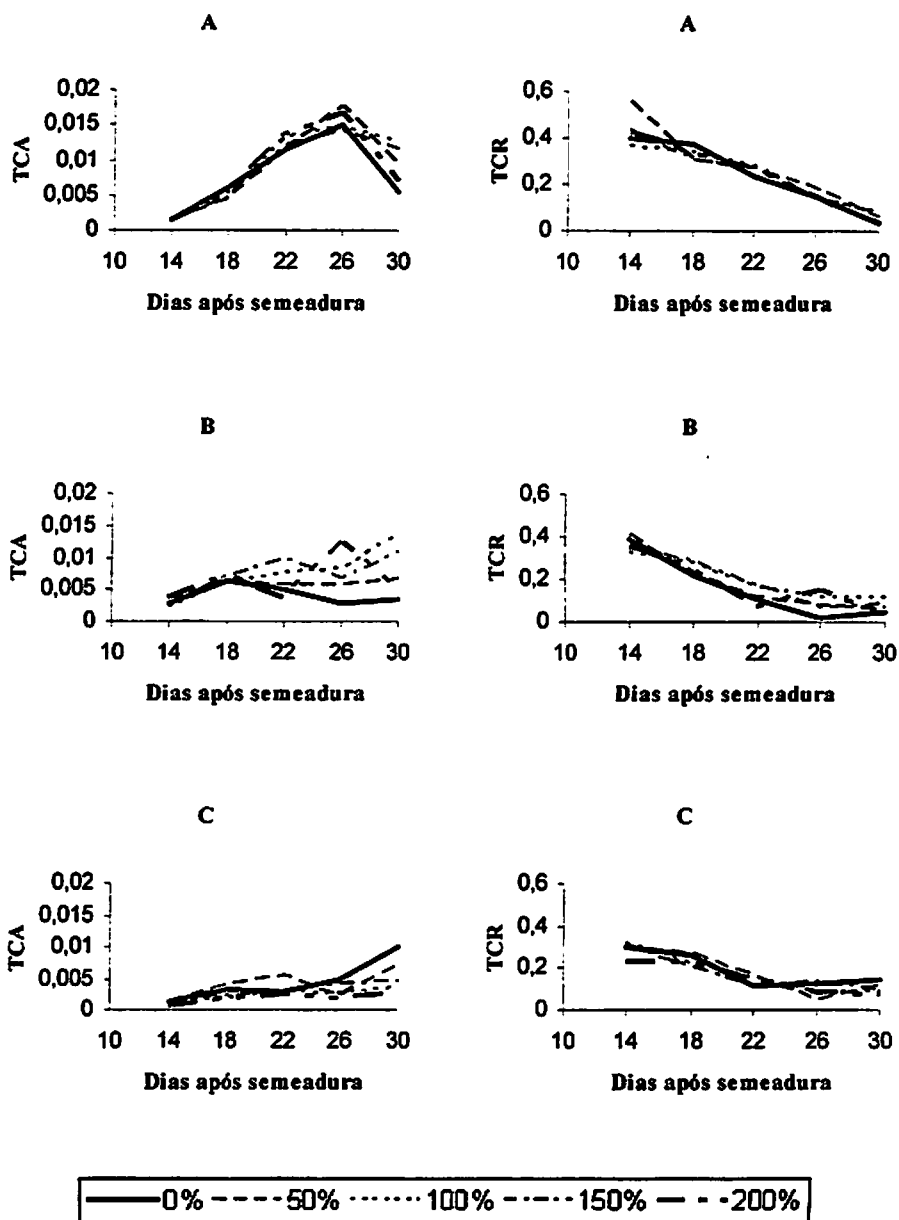


FIGURA 3. Taxa de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR) de mudas de alfaca oriundas de sementes revestidas com Starter® e submetidas ao armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2007. A – antes do armazenamento; B – após seis meses de armazenamento; C – após doze meses de armazenamento.

Nota-se, por meio da Figura 3, que houve uma redução na TCR das mudas ao longo do armazenamento das sementes que foram revestidas com o Starter[®], o que pode ser atribuído a um avanço no processo de deterioração.

Assim como o Starter[®], o revestimento das sementes com a metade e o dobro da dose recomendada do Cellerate[®], antes do armazenamento, proporcionou um acréscimo na TCA e, após seis meses de armazenamento das sementes, a menor TCA foi verificada para as mudas provenientes das sementes que não foram revestidas, tendo, no final do ciclo de cultivo das mudas, o maior resultado sido encontrado quando se utilizou o dobro da dose recomendada (Figura 4).

Aos doze meses de armazenamento, verifica-se que os máximos valores de TCA ocorreram entre 26 e 30 DAS, destacando-se as mudas oriundas das sementes que não foram revestidas. Também é possível notar um decréscimo na TCA e na TCR ao longo do armazenamento das sementes revestidas com Cellerate[®] e das sementes não revestidas (Figura 4).

Houve maior incremento de matéria seca (TCR), aos 14 DAS, nas mudas provenientes das sementes que foram analisadas antes do armazenamento e que foram enriquecidas com as doses mais elevadas do Cellerate[®]. Aos seis meses de armazenamento, esse aumento foi verificado apenas na dose de 150%. Nas demais dosagens, períodos de avaliação e época de armazenamento à TCR foram semelhantes à testemunha (Figura 4).

As sementes de alface antes de armazenadas e que foram enriquecidas com o produto Stimulate[®] nas doses mais elevadas (150% e 200%) produziram as mudas com maior TCA aos 26 DAS (Figura 5).

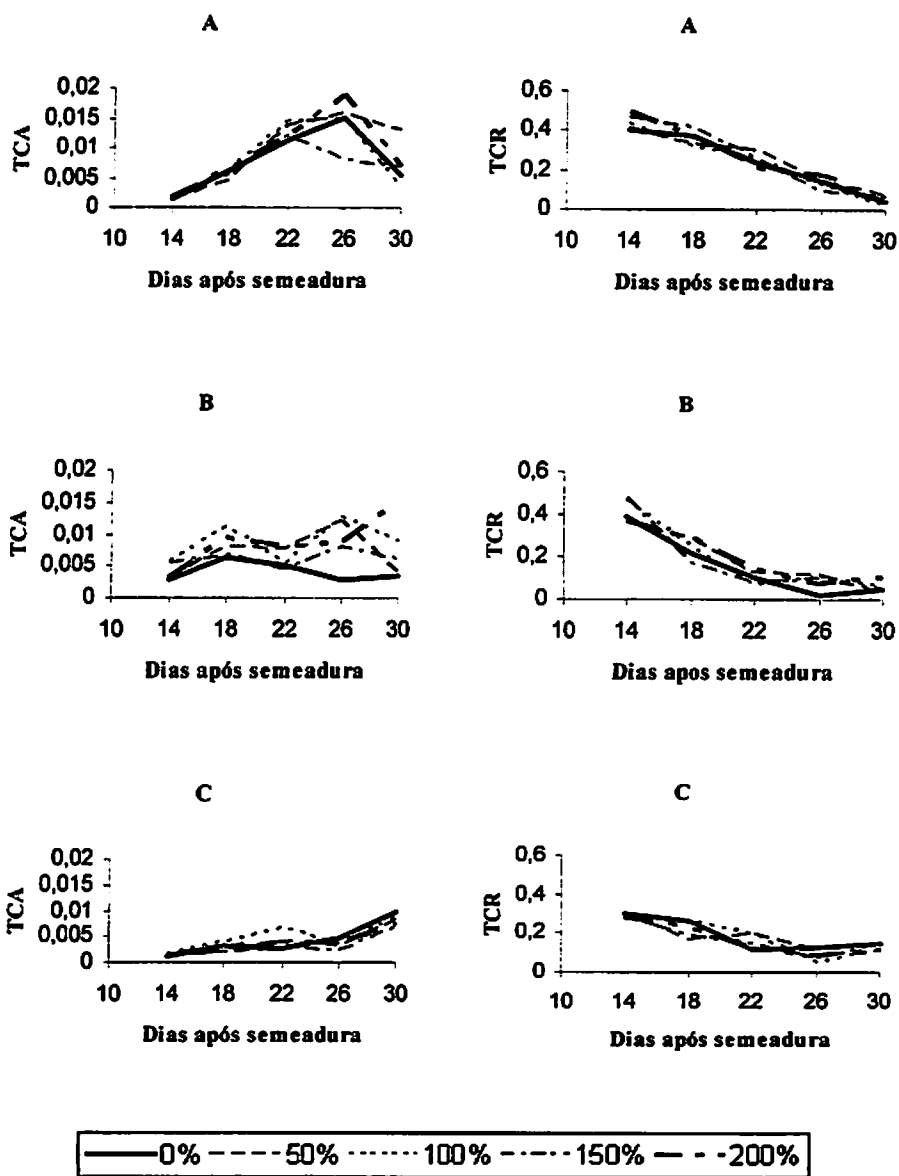


FIGURA 4. Taxa de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR) de mudas de alfaca oriundas de sementes revestidas com Cellerate® e submetidas ao armazenamento. UFLA, MG, 2007. A – antes do armazenamento; B – após seis meses de armazenamento; C – após doze meses de armazenamento.

Quando as sementes foram armazenadas por seis meses, houve queda na TCA das mudas, tendo o menor crescimento sido observado quando as sementes não receberam nenhum tipo de tratamento. Nota-se que, para as sementes que receberam a metade da dose recomendada do Stimulate[®], a maior TCA foi registrada dos 14 aos 18 DAS e, para as sementes que receberam a dose recomendada, houve um acréscimo na TCA até os 22 DAS (Figura 5).

Após doze meses de armazenamento das sementes, o decréscimo na TCA das mudas foi ainda mais acentuado. Nesse período, não foi observado efeito positivo do revestimento das sementes de alface com Stimulate[®] (Figura 5).

A TCR das mudas produzidas a partir de sementes enriquecidas com Stimulate[®] foi semelhante às sementes não revestidas, quando foram avaliadas antes do armazenamento. Aos seis meses de armazenamento e aos 18 DAS, houve um acréscimo na TCR das mudas quando as sementes foram revestidas com a metade da dose recomendada do Stimulate[®]. Nas demais dosagens e aos doze meses de armazenamento, a TCR das mudas foi semelhante ao tratamento controle (Figura 5).

Nas Figuras 3, 4 e 5 observa-se que houve um decréscimo no crescimento das mudas oriundas das sementes ao longo do armazenamento, independente do revestimento e da dosagem dos produtos. Provavelmente, devido ao processo natural de deterioração, houve queda na qualidade das sementes, o que refletiu negativamente no crescimento das mudas. Também foi possível observar, por meio dos índices de crescimento, que a resposta das mudas de alface aos três produtos estudados foi bastante semelhante, mostrando pequenos ganhos em determinadas dosagens e perdas acentuadas com o período de armazenamento. A partir desses resultados, pode-se inferir a necessidade de se produzir mudas a partir de sementes de alta qualidade.

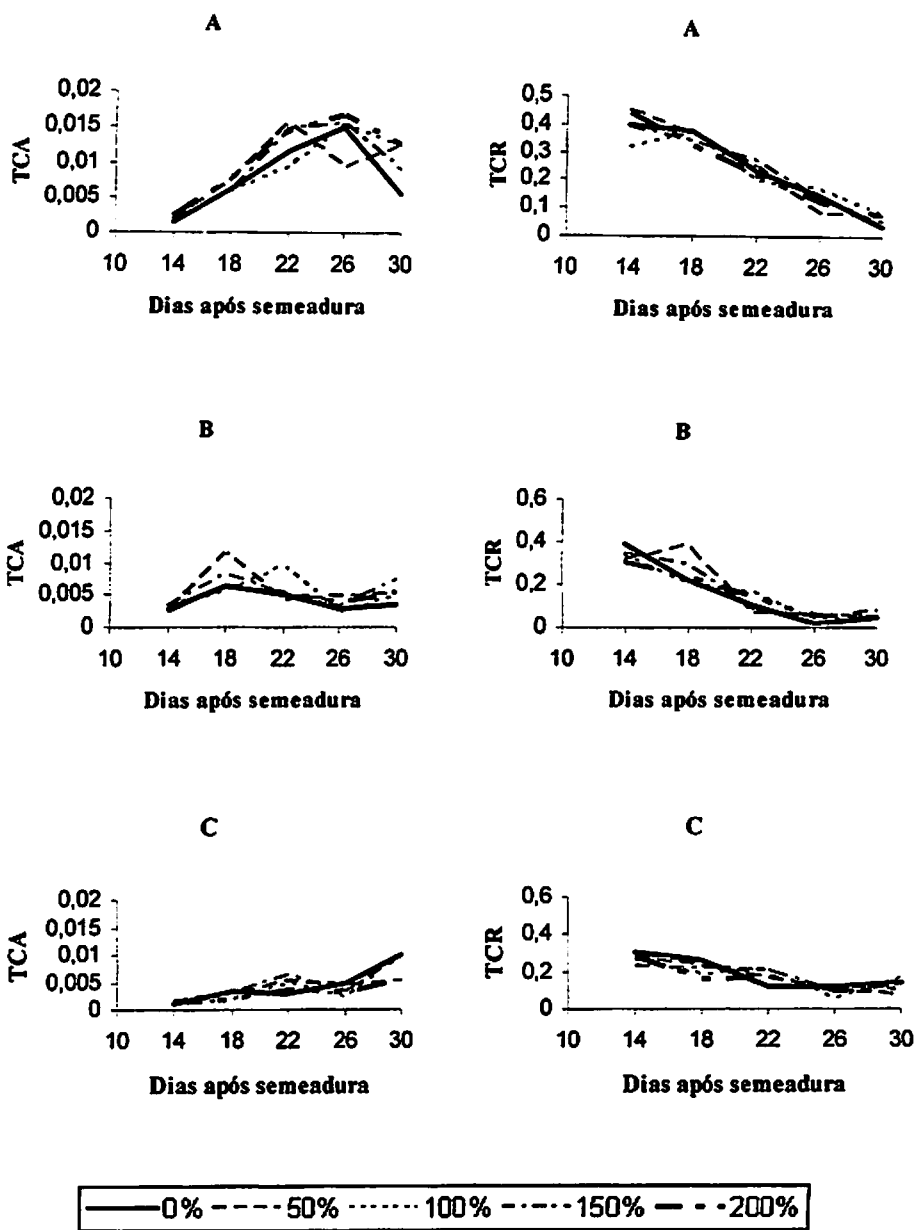


FIGURA 5. Taxa de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR) de mudas de alface oriundas de sementes revestidas com Stimulate® e submetidas ao armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2007. A – antes do armazenamento; B – após seis meses de armazenamento; C – após doze meses de armazenamento.

Apesar do incremento observado nas taxas de crescimento das mudas de alface com o revestimento das sementes em determinadas dosagens dos três produtos e em determinados períodos de avaliações, estatisticamente não foram encontrados resultados favoráveis. Pelo contrário, na maioria dos casos, os produtos foram fitotóxicos, causando queda de produção, principalmente após o armazenamento das sementes e nas doses mais elevadas.

5.2 Sementes de tomate

Pela análise de variância obtida dos dados referentes ao ensaio de produção de mudas de tomate (Tabela 3), verifica-se que apenas para as sementes analisadas antes do armazenamento e para a variável altura de mudas, houve interação significativa ($p \leq 0,05$).

Nota-se que as mudas oriundas das sementes revestidas com o Starter[®] e com o Stimulate[®] apresentaram o mesmo comportamento com relação à altura (Figura 6), registrando-se os maiores valores quando foram utilizados a metade e o dobro da dose recomendada. Para o produto Cellerate[®], houve um aumento na altura das mudas até a dose recomendada, seguido de um decréscimo nessa característica quando se utilizaram as maiores dosagens (Figura 6).

Nas Figuras 7, 8 e 9 estão os resultados da análise quantitativa de crescimento realizada com as mudas de tomate. De acordo com a (Figura 7), observa-se que houve aumento na TCA das mudas provenientes das sementes que não foram revestidas e nem armazenadas em dois períodos distintos. Nota-se que houve um acréscimo dos 19 aos 23 DAS e outro dos 27 aos 31 DAS. Comportamento semelhante foi observado no tratamento com o dobro da dose recomendada do produto Starter[®]. Quando se utilizou a dose recomendada do produto, foi possível observar um aumento no intervalo de crescimento das mudas de tomate, pois a TCA aumentou dos 19 aos 27 DAS. Nas demais

dosagens e após seis meses de armazenamento das sementes, a TCA das mudas foi inferior ao tratamento controle.

TABELA 3. Resumo da análise de variância dos dados referentes a número, massa seca de parte aérea (MSPA) e de raiz (MSR) e altura de mudas de tomate oriundas de sementes revestidas com micronutrientes e reguladores de crescimento. UFLA, Lavras, MG, 2007.

ANTES DO ARMAZENAMENTO				
FONTES DE VARIAÇÃO	QUADRADOS MÉDIOS			
	Nº Mud	MSPA	MSR	Altura
Produto	21,350000 ^{ns}	0,000747 ^{ns}	0,000020 ^{ns}	0,100423 ^{ns}
Dose	8,666667 ^{ns}	0,000576 ^{ns}	0,000030 ^{ns}	0,309737 ^{**}
Produto * Dose	8,454167 ^{ns}	0,000625 ^{ns}	0,000109 ^{ns}	0,201712 [*]
C.V. (%)	6,90	3,59	1,19	8,01
6 MESES DE ARMAZENAMENTO				
FONTES DE VARIAÇÃO	QUADRADOS MÉDIOS			
	Nº Mud	MSPA	MSR	Altura
Produto	0,816667 ^{ns}	0,000235 ^{ns}	0,000013 ^{ns}	0,016774 ^{ns}
Dose	2,691667 ^{ns}	0,000044 ^{ns}	0,000010 ^{ns}	0,017299 ^{ns}
Produto * Dose	0,816667 ^{ns}	0,000303 ^{ns}	0,000023 ^{ns}	0,034364 ^{ns}
C.V. (%)	2,55	2,00	0,55	5,36
12 MESES DE ARMAZENAMENTO				
FONTES DE VARIAÇÃO	QUADRADOS MÉDIOS			
	Nº Mud	MSPA	MSR	Altura
Produto	1,516667 ^{ns}	0,000436 ^{ns}	0,000006 ^{ns}	0,090089 ^{ns}
Dose	4,433333 ^{ns}	0,000276 ^{ns}	0,000055 ^{ns}	0,148102 ^{ns}
Produto * Dose	1,370833 ^{ns}	0,000511 ^{ns}	0,000011 ^{ns}	0,039205 ^{ns}
C.V. (%)	2,84	2,61	0,72	7,19

****** Teste de F significativo a 1% de probabilidade; ***** Teste de F significativo a 5% de probabilidade, ^{ns} Não significativo.

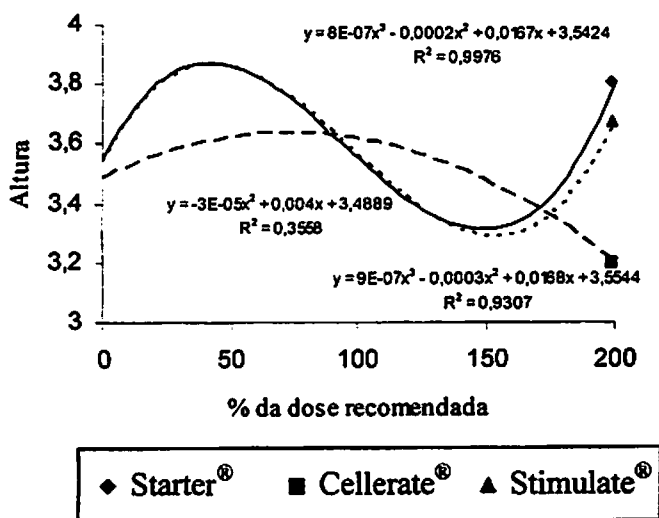


FIGURA 6. Altura de mudas de tomate oriundas de sementes peliculizadas, enriquecidas com diferentes doses de micronutrientes e reguladores de crescimento e avaliadas antes do armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Após doze meses de armazenamento, as sementes que foram revestidas com a dose recomendada do Starter® produziram mudas com maior TCA no início do período de avaliações. Já o revestimento das sementes com o dobro da dose recomendada do produto proporcionou aumento na TCA após 27 dias de cultivo das mudas (Figura 7).

De forma geral, a TCR das mudas oriundas das sementes que não foram armazenadas foi decrescente com o período de avaliação, independente do tratamento. No início do ciclo de cultivo das mudas, quando se observam os maiores valores de TCR, as sementes tratadas com a metade da dosagem recomendada do Starter® produziram mudas com TCR superior à dos demais tratamentos, inclusive do tratamento controle (Figura 7).

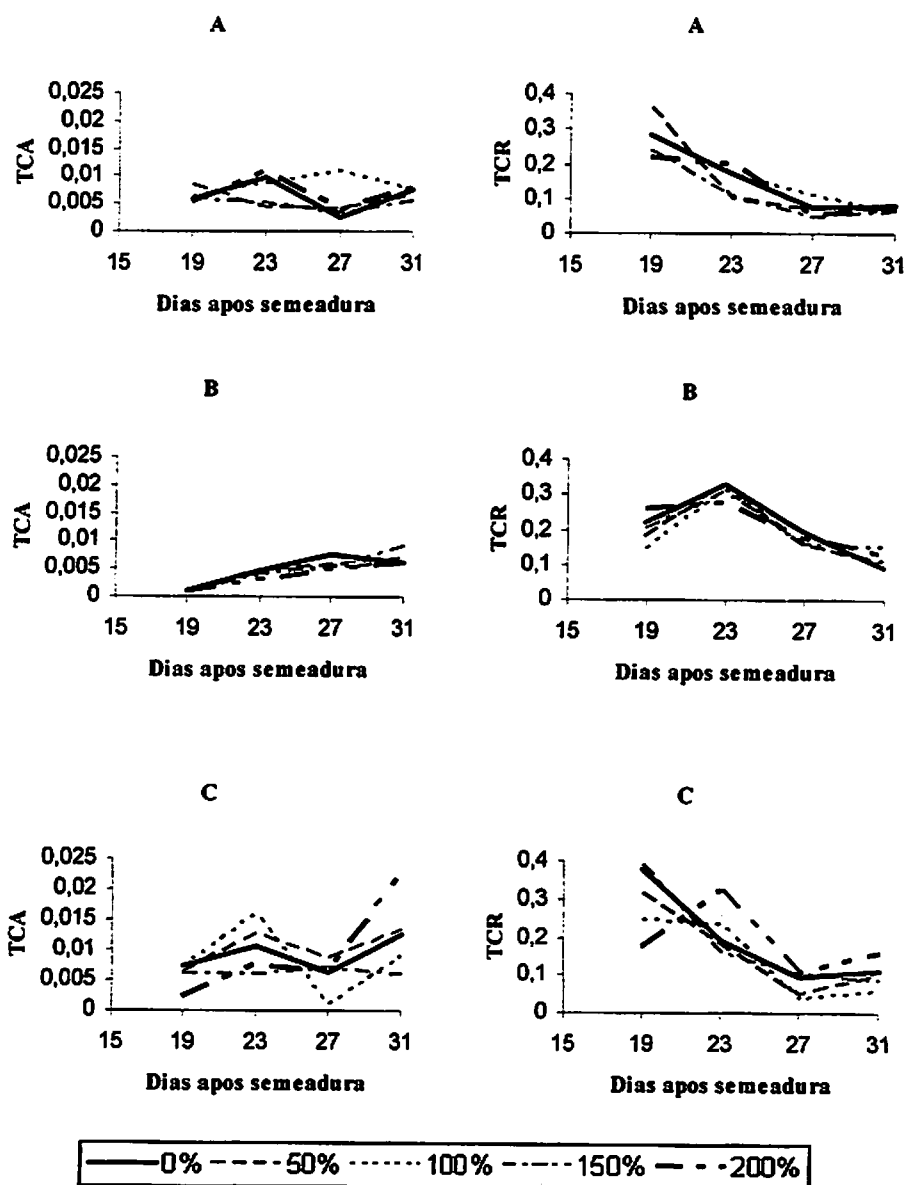


FIGURA 7. Taxa de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR) de mudas de tomate oriundas de sementes revestidas com Starter® e submetidas ao armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2007. A – antes do armazenamento; B – após seis meses de armazenamento; C – após doze meses de armazenamento.

Para as sementes que foram armazenadas por seis meses, as maiores TCRs foram encontradas aos 23 DAS, tendo as mudas provenientes das sementes que não foram tratadas apresentado os maiores resultados (Figura 7).

Após doze meses de armazenamento, apenas as mudas oriundas das sementes que foram revestidas com o dobro da dose recomendada do Starter[®] tiveram a TCR superior ao tratamento controle, tendo esse resultado sido verificado dos 23 aos 31 DAS (Figura 7).

No revestimento com o Cellerate[®], foi observado que para as sementes que foram avaliadas antes do armazenamento, apenas a dose recomendada do produto não proporcionou acréscimo na TCA das mudas de tomate. Os maiores resultados foram obtidos no tratamento com 150% da dosagem recomendada durante a maior parte do ciclo de cultivo das mudas (Figura 8).

Para as sementes que foram avaliadas após seis meses de armazenamento, não foi verificado acréscimo no crescimento das mudas em nenhum dos tratamentos estudados (Figura 8).

Após doze meses de armazenamento, as sementes que foram revestidas com as doses mais elevadas do Cellerate[®] produziram mudas com maior TCA durante a maior parte do período de avaliações. Ao se utilizar o dobro da dosagem recomendada do produto, houve maior ganho de matéria seca no início ciclo de cultivo das mudas (Figura 8).

A TCR das mudas provenientes das sementes que foram avaliadas antes do armazenamento foi superior à da testemunha apenas aos 23 DAS e para as sementes que foram tratadas com 50% e 150% da dose recomendada do Cellerate[®]. Aos seis meses de armazenamento das sementes, o crescimento das mudas foi semelhante para todos os tratamentos estudados (Figura 8).

Para sementes que foram avaliadas após doze meses de armazenamento, houve aumento na TCR das mudas apenas no tratamento com o dobro da dose recomendada do Cellerate[®], dos 19 aos 27 DAS (Figura 8).

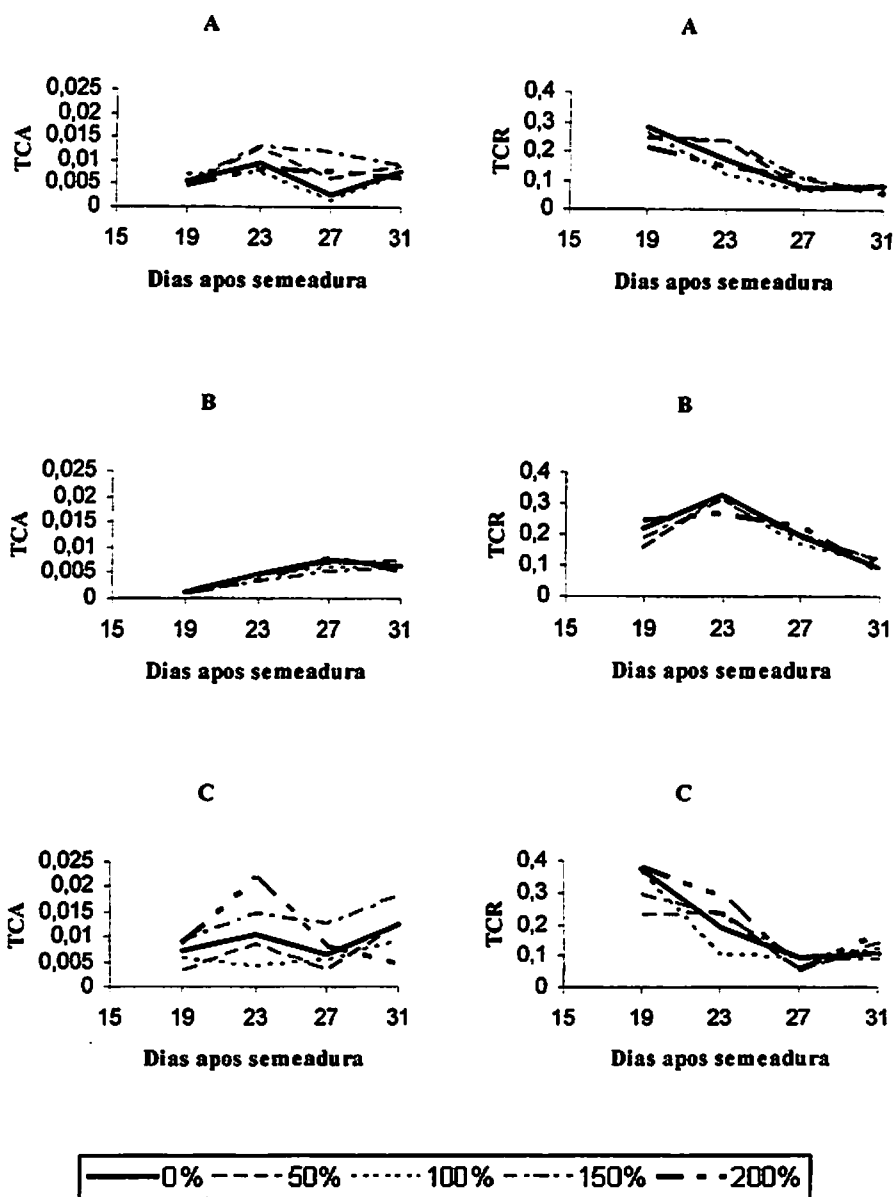


FIGURA 8. Taxa de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR) de mudas de tomate oriundas de sementes revestidas com Cellerate® e submetidas ao armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2007. A – antes do armazenamento; B – após seis meses de armazenamento; C – após doze meses de armazenamento.

Pela Figura 9, verifica-se que praticamente não houve aumento na TCA das mudas quando as sementes foram enriquecidas com o Stimulate[®], independente da dosagem e da época de armazenamento. Já para a TCR, houve um acréscimo na variável apenas quando foram utilizados a metade e o dobro da dose recomendada do produto, antes do armazenamento das sementes, e a metade e 150% da dose recomendada do produto, após doze meses de armazenamento das sementes, aos 23 DAS (Figura 9).

De forma geral, não foi observado efeito positivo no desenvolvimento das mudas de tomate a partir de sementes enriquecidas com os produtos à base de micronutrientes e reguladores de crescimento nas condições em que o experimento foi desenvolvido, as quais são consideradas ideais para a produção de mudas da maioria das hortaliças. Provavelmente em campo, onde as condições de temperatura, umidade e solo não são controladas, seria possível obter comportamentos diferentes com relação a esses produtos, necessitando, portanto, de novas pesquisas para avaliar o seu efeito.

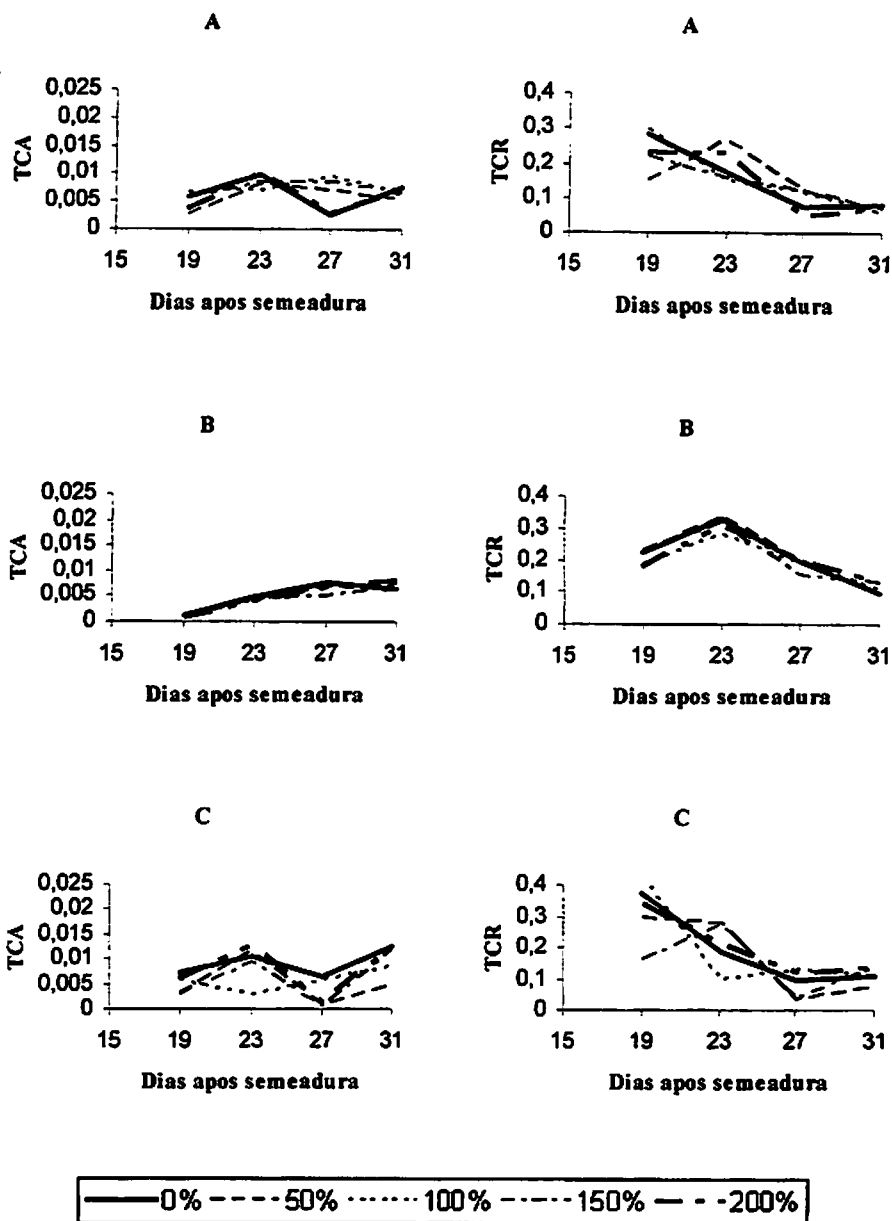


FIGURA 9. Taxa de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR) de mudas de tomate oriundas de sementes revestidas com Stimulate® e submetidas ao armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2007. A – antes do armazenamento; B – após seis meses de armazenamento; C – após doze meses de armazenamento.

6 CONCLUSÕES

Os produtos Cellerate® e Stimulate® incorporados às sementes, antes do armazenamento, provocam redução no número de mudas de alface, independente da dosagem utilizada.

O revestimento das sementes de tomate com a metade e o dobro da dose recomendada dos produtos Starter® e Stimulate® proporciona aumento na altura das mudas.

Há redução no crescimento das mudas de alface e de tomate após o armazenamento das sementes com o sem tratamento.

As taxas de crescimento absoluto e relativo das mudas de alface e de tomate não foram afetadas pelos produtos e pelas dosagens utilizadas no revestimento das sementes.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENINCASA, M. M. P. Análise de crescimento de plantas. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42 p.

BEVILAQUA, G. A. P.; PESKE, S. T.; SANTOS FILHO, B. G.; SANTOS, D. S. B. Efeito do tratamento de sementes de cenoura com reguladores de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 8, 1998.

BLACKMAN, G. E. The application of the concepts of growth analysis to the assessment of productivity. In: **ECKARDT, F. E. (Ed.). Functioning of terrestrial ecosystems at the primary production level.** Paris: UNESCO, 1968. p. 243-259.

DINIZ, K. A. Incorporação de microrganismos, aminoácidos, micronutrientes e reguladores de crescimento em sementes de espécies olerícolas pela técnica de peliculização. 2005. 83 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para o Windows versão 4.0. In: **REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA**, 45., 2000, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FERREIRA, L. A.; OLIVEIRA, J. A.; VON PINHO, E. V. R.; QUEIROZ, D. L. Bioestimulante e fertilizante associados ao tratamento de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 2, p. 80-89, 2007.

LANA, R. M. Q.; FARIA, M. V.; LANA, A. M. Q.; MENDES, E.; BONOTTO, I. Regulador de crescimento sobre a produtividade do milho em sistema de plantio direto. In: **SIMPÓSIO CIENTÍFICO DE INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UFU**, 2., 2006, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2006.

MACHADO, J. C. Tratamento de sementes no controle de doenças. Lavras: LAPS/UFLA/FAEPE, 2000. 138 p.

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C. Ação de stimulate no desenvolvimento inicial de plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). Piracicaba: USP. Departamento de Ciências Biológicas, 2002. 3p. Apostila