

QUALIDADE DE SEMENTES DE ALFACE ENRIQUECIDAS COM MICRONUTRIENTES E REGULADORES DE CRESCIMENTO DURANTE O ARMAZENAMENTO¹

KÊNIA ALMEIDA DINIZ², JOÃO ALMIR OLIVEIRA³, PAULO DE ALBUQUERQUE SILVA⁴,
RENATO MENDES GUIMARÃES³, MARIA LAENE MOREIRA DE CARVALHO³.

RESUMO - 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 com 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 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 pelas seguintes características: porcentagem de germinação, porcentagem e índice de velocidade de emergência, atividade das enzimas endo- β -mananase e esterase, teor de proteínas totais e sanidade. Concluiu-se que o produto à base de reguladores de crescimento promove aumento na velocidade de emergência das plântulas de alface quando aplicado 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, 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.

Termos para indexação: tratamento de sementes, peliculização, esterase, endo- β -mananase, proteínas totais.

QUALITY OF LETTUCE SEEDS ENRICHED WITH MICRONUTRIENTS AND GROWTH REGULATORS DURING STORAGE

ABSTRACT - It is known that micronutrients and growth regulators are important metabolism activators, which can bring benefits to germination and seed vigor when incorporated into 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 applying micronutrients and growth regulators in germination, vigor, on the activity of some enzymes and on the total protein contents in lettuce seeds during storage. The seeds were treated with the chemicals Starter®, Cellerate® and Stimulate® at the dosages

¹Submetido em 16/10/2007. Aceito para publicação em 05/05/2008. Trabalho financiado pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e apresentado como parte da tese de doutorado do primeiro autor.

²Doutoranda Universidade Federal de Lavras - Cx. Postal 37, 37200-000, Lavras, MG; e-mail: keniadiniz@hotmail.com

³Prof. Dr. Universidade Federal de Lavras - Cx. Postal 37, 37200-000, Lavras, MG; e-mail: jalmir@ufla.br

⁴Pesquisador Dr. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA / CPATC), e-mail: pas@cpatc.embrapa.br

corresponding to 0%, 50%, 100%, 150% and 200% of the dose recommended by the manufacturer, using the film-coating technique. The evaluations were performed at 0, 6 and 12 months of storage on the following parameters: germination percentage, emergence percentage and speed index, activity of enzymes endo- β -mannanase and esterase, total protein content and health. It was concluded that growth regulators promoted an increase in the emergence speed index of the lettuce seedlings when applied at the dose recommended and at pre-sowing; the coating of the lettuce seeds with the double the recommended dose of the chemicals based on micronutrients and growth regulators, reduced their quality; the activity of the esterase enzyme increases with the storage of lettuce seeds, pointing to an increase in the decaying process; the coating with both micronutrients and growth regulators and storage interfere in the activity of the endo- β -mannanase enzyme in lettuce and seeds.

Indexterms: seed treatment, film-coating, esterase, endo- β -mannanase, total protein.

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 requer a adoção de tecnologias de cultivo que, aliadas ao estudo econômico de custo de produção, permita a exploração de janelas de mercado e períodos em que a oferta se reduz e o valor do produto se eleva (Agriannual, 2007).

A peliculização, juntamente com o tratamento químico, constitui tecnologia já utilizada em sementes de espécies hortícolas, com possibilidade de adição de outros produtos ao material aglutinante, tais como reguladores de crescimento e micronutrientes (Oliveira et al., 2006).

O tratamento de sementes com micronutrientes tem possibilitado elevações significativas de produtividade, principalmente em regiões que adotam elevados níveis de tecnologia de manejo das culturas (Ávila et al., 2006). A maioria dos micronutrientes constitui-se em ativadores e componentes estruturais de enzimas (Taiz e Zeiger, 2004) que podem favorecer a germinação e o vigor das sementes.

A utilização de reguladores de crescimento na agricultura, embora restrita a espécies que demandam alto nível tecnológico (Vieira e Castro, 2002), tem mostrado potencial para aumento da produtividade. Esses compostos orgânicos, em pequenas quantidades, promovem, inibem ou modificam, qualitativamente, o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Sua eficiência é atribuída à mobilidade através do organismo, ao potencial para amplificação dos sinais e à capacidade de promover ações reguladoras complexas por meio de interações entre vários processos bioquímicos e fisiológicos (Rodrigues e Leite, 2004). Além de possíveis

influências na germinação e no 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 a síntese e a degradação de moléculas durante o desenvolvimento, a germinação e a deterioração de sementes durante o armazenamento. A integridade e o metabolismo celular dependem de grande variedade de enzimas e de proteínas estruturais características de cada espécie e, assim, as isoenzimas podem ser utilizadas como marcadores de dormência, de germinação e de deterioração de sementes. Algumas isoformas da enzima endo- β -mananase têm se mostrado eficientes marcadores no processo de germinação de sementes 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). Desse modo, assume importância o 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 de reguladores de crescimento na germinação, no vigor, na atividade de enzimas e no teor de proteínas totais em sementes de alface durante o armazenamento.

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, com teor de

água próximo de 9% e tratadas com o produto Thiran® (*Rhodiauran* 70%) pela empresa que as forneceu, foram peliculizadas utilizando-se dosagem correspondente a 50 mL/kg do polímero L88® diluído em água (1:1), com adições de micronutrientes e de reguladores de crescimento.

Para o revestimento das sementes com micronutrientes foram testados os produtos Starter® e Cellerate®, empregando-se 0, 50, 100, 150 e 200% da dose recomendada pelo fabricante dos produtos (30 mL/kg de sementes) que correspondeu à aplicação de 0, 15, 30, 45 e 60 mL por quilo de sementes, respectivamente. O Starter® é um fertilizante líquido, quelatizado, indicado para o fornecimento de micronutrientes às culturas e 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 produto Stimulate®, composto por uma combinação de giberelinas (GA₃ - 50 ppm), citocininas (90 ppm) e auxinas (ácido indolbutírico - 50 ppm). Foram utilizadas, também, as dosagens em proporções percentuais, em relação à indicada pelo fabricante, conforme descritas para os micronutrientes, e corresponderam à aplicação de 0, 10, 20, 30 e 40mL de Stimulate® por quilo de sementes.

Os produtos foram aplicados manualmente às sementes contidas em sacos plásticos de composição química neutra, com agitação até completa distribuição dos mesmos (Machado, 2000). As sementes de todos os tratamentos foram acondicionadas em embalagem impermeável e armazenadas em câmara fria (temperatura de 10°C e 50% de umidade relativa). Aos 0, 6 e 12 meses de armazenamento, as sementes foram avaliadas segundo as determinações seguintes:

Análises fisiológicas

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 a massa do substrato seco. A seguir, as caixas do tipo gerbox foram transferidas para a câmara de germinação (BOD), em regime alternado de luz e escuro (12 horas), regulada à temperatura de 20°C. Foram utilizadas quatro 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).

Teste de emergência de plântulas em condições controladas: a semeadura foi realizada em substrato terra + areia na proporção 1:2 em bandejas plásticas. A umidade do

substrato foi ajustada para 60% da capacidade de saturação. Foram utilizadas quatro repetições de 100 sementes por tratamento. Após a semeadura, as bandejas foram mantidas em câmara de crescimento vegetal, previamente regulada à temperatura de 20°C, 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. Foram avaliados a porcentagem de emergência e o índice de velocidade de emergência de plântulas, segundo fórmula proposta por Maguire (1962).

Análises bioquímicas

Para as determinações bioquímicas, 5 g de sementes de cada tratamento foram colocadas para embeber em caixas de gerbox sobre papel mata-borrão umedecido com água destilada, em quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco. As sementes foram colocadas em germinador a 20°C, durante 24 horas, tendo ocorrido protrusão radicular ao final desse período. Após a embebição, as sementes foram maceradas em cadinho de porcelana contendo nitrogênio líquido e PVP.

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.

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 a massa 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 µL 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).

Extração e quantificação de endo-β-mananase: em 200mg de cada material foram adicionados 600 µl 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 um minuto e levados para centrifuga 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).

Delineamento experimental e análise estatística: foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 5 x 3, sendo três produtos (Starter®, Stimulate® e Cellerate®), cinco dosagens (0, 50, 100, 150 e 200% da dose recomendada) e três épocas de armazenamento (0, 6 e 12 meses), com quatro repetições. As análises foram realizadas com o auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2000) e os dados foram submetidos à análise de variância. Os dados quantitativos foram analisados e apresentados por meio de análise de regressão polinomial ($p \leq 0.05$), sendo selecionado para expressar o comportamento de cada característica o modelo significativo que apresentou maior coeficiente de determinação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados da análise de variância, houve interação tripla significativa entre os fatores tratamento com micronutrientes, reguladores de crescimento e épocas, para as variáveis porcentagem de germinação, porcentagem de emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência.

Na Figura 1 encontram-se os resultados médios da porcentagem de germinação das sementes de alface revestidas com os produtos testados. Foi constatada, no início do armazenamento, porcentagem inferior de germinação das sementes tratadas com o produto Starter®, na dosagem recomendada do produto (100%), e elevação percentual nas doses mais elevadas, sem superar, porém, as sementes sem revestimento. Foi verificada redução linear da porcentagem de germinação das sementes com a elevação das dosagens do

produto Cellerate®. Louzada e Vieira (2005) verificaram, em feijão, aumento de plântulas anormais e de sementes mortas após a aplicação de doses elevadas de micronutrientes às sementes. Referente ao Stimulate®, foi observado aumento na porcentagem de germinação das sementes apenas quando utilizados 50 e 100% da dose recomendada, e efeito negativo do revestimento com esse produto nas doses mais elevadas (150 e 200%).

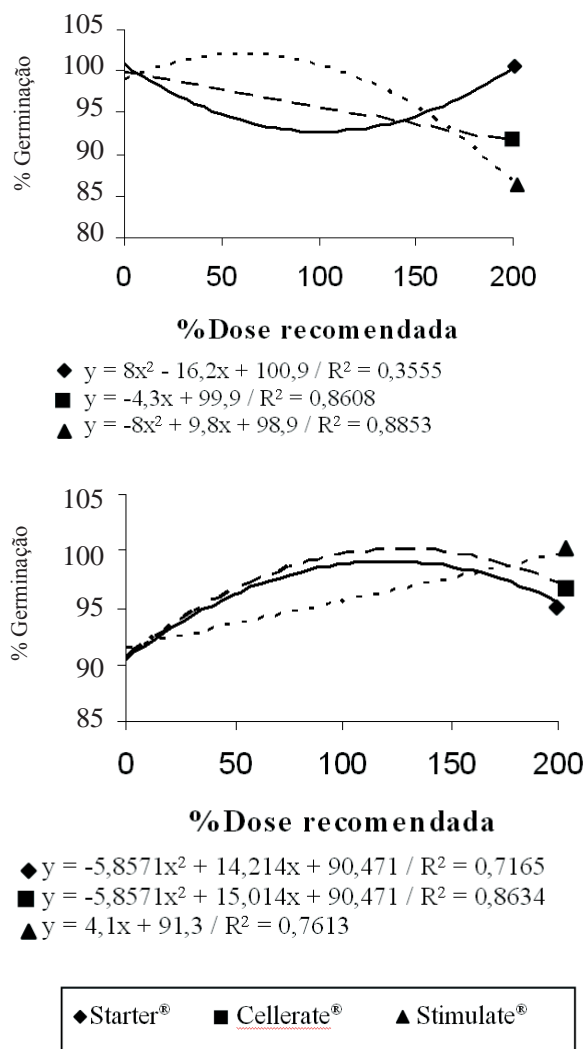


FIGURA 1. Germinação de sementes de alface peliculizadas, enriquecidas com diferentes doses de micronutrientes e reguladores de crescimento e submetidas ao armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2007. A – antes do armazenamento; B – após seis meses de armazenamento.

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 1B). Verificou-se redução na qualidade fisiológica das sementes não tratadas após seis meses de armazenamento.

Na análise da germinação das sementes antes do armazenamento, foi verificada alta porcentagem de germinação das não tratadas, indicando ausência de resposta à 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 12 meses de armazenamento não houve modelo significativo adequado para representar o comportamento das sementes revestidas com os três produtos quanto à porcentagem de germinação.

Pelos gráficos da Figura 2, observa-se que antes do armazenamento houve decréscimo no índice de velocidade de emergência (IVE) das plântulas, quando as sementes foram revestidas com 150% da dose recomendada do Starter®. Nas demais dosagens, o IVE foi superior às sementes sem tratamento. No tratamento com 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®, com o ponto de máxima resposta na dose recomendada pelo fabricante do produto.

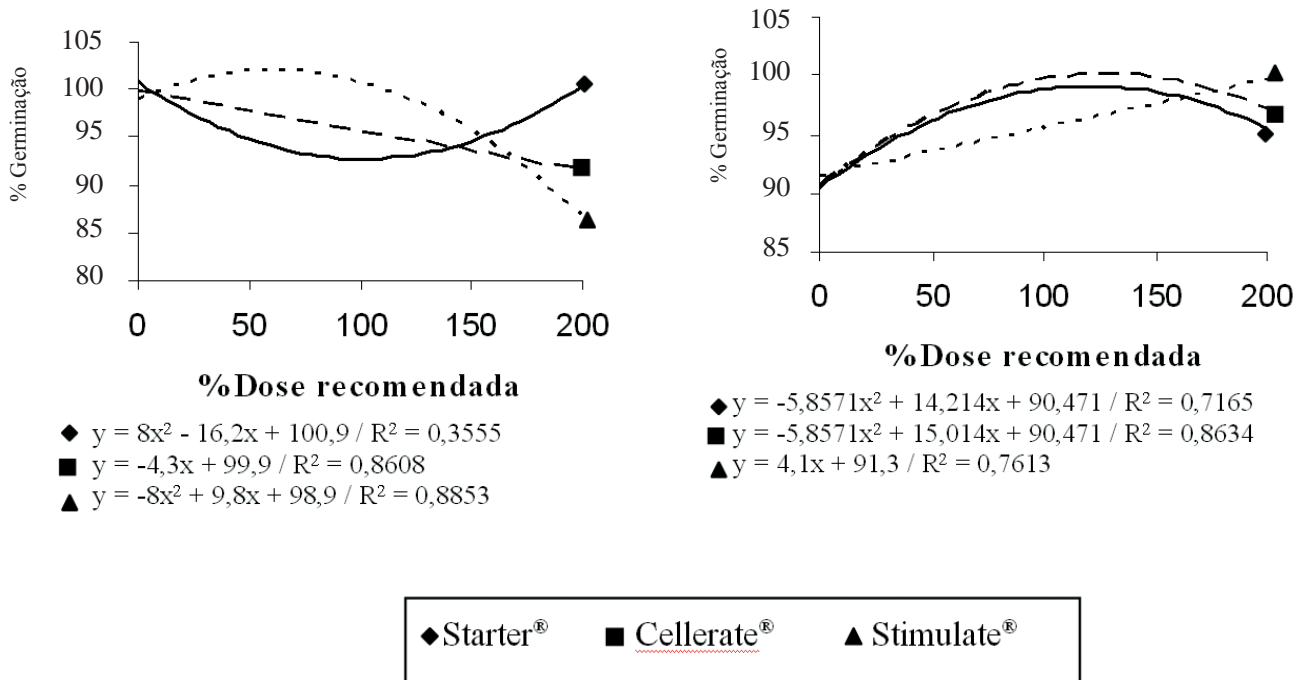


FIGURA 2. Índice de velocidade de emergência de plântulas oriundas de sementes de alface peliculizadas, enriquecidas com diferentes doses de micronutrientes e reguladores de crescimento e submetidas ao armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2007. A – antes do armazenamento; B – após seis meses de armazenamento; 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. Ocorreu 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 12 meses de armazenamento, todos os produtos utilizados no revestimento das sementes provocaram redução no IVE, independente da dosagem utilizada, sendo que essa redução no vigor foi mais acentuada, nas dosagens mais elevadas (Figura 2).

Para a 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 3A). Aos seis meses de armazenamento, apenas a porcentagem de emergência das plântulas oriundas de sementes enriquecidas com Stimulate® apresentou diferença significativa. Comparando com as sementes que não foram revestidas, a adição do produto ao tratamento das sementes não proporcionou acréscimo na variável. A porcentagem de emergência das plântulas foi maior quando as sementes não foram tratadas, ocorrendo uma redução significativa quando se utilizou a metade e o dobro da dosagem recomendada do Stimulate® (Figura 3B).

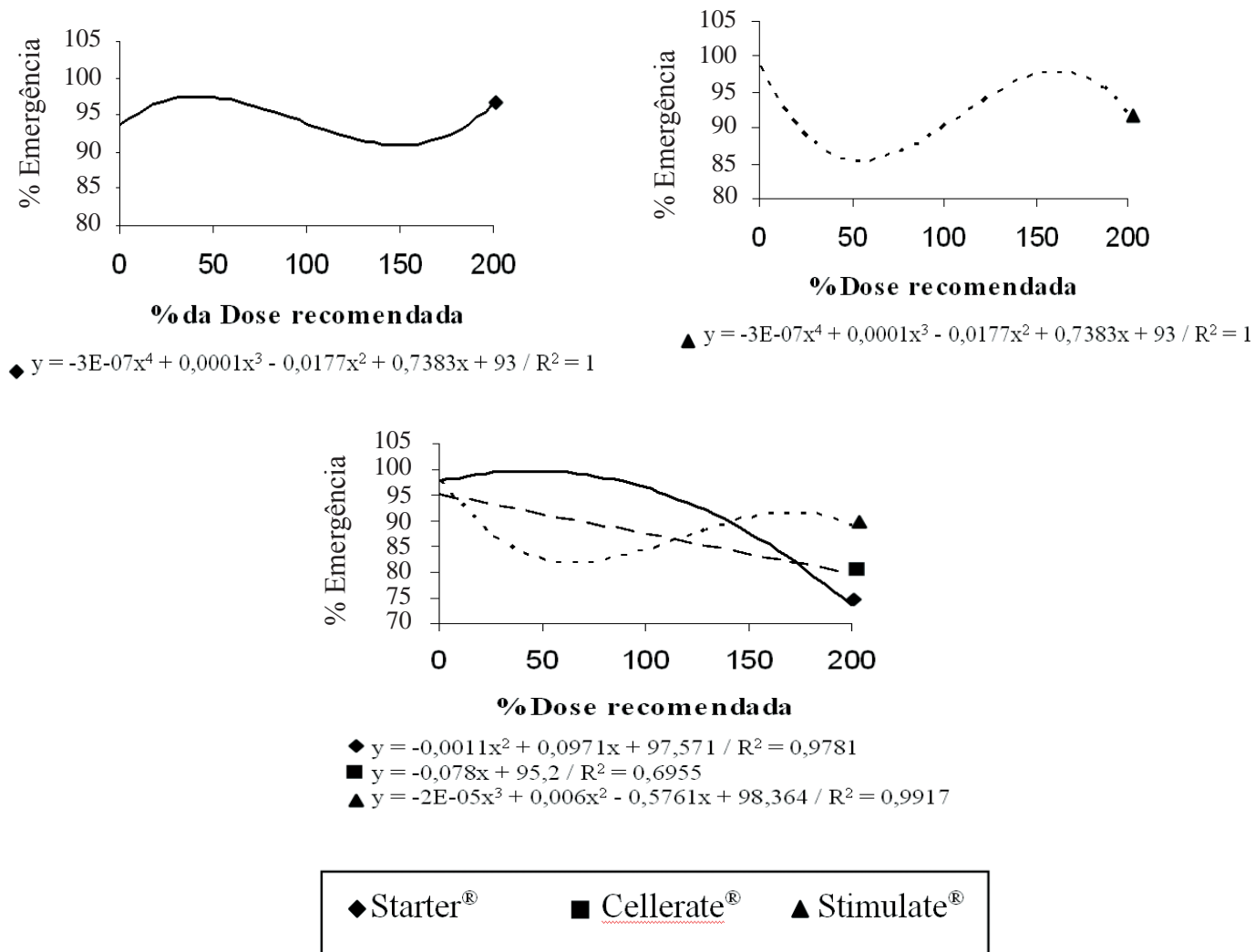


FIGURA 3. Emergência de plântulas oriundas de sementes de alface peliculizadas, enriquecidas com diferentes doses de micronutrientes e reguladores de crescimento e submetidas ao armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2007. A – antes do armazenamento; B – após seis meses de armazenamento; C – após doze meses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

Após 12 meses de armazenamento, não houve incremento na porcentagem de emergência das plântulas em qualquer dos tratamentos estudados. Pelo contrário, houve redução à medida que se aumentou a dosagem dos produtos (Figura 3C). De maneira 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.

Conforme os padrões eletroforéticos da enzima esterase apresentados na Figura 4, foi notada acentuação da intensidade das bandas ao longo do período de armazenamento. Alterações nos padrões da esterase são evidências da ocorrência de eventos deteriorativos, pois é uma enzima envolvida em reações de hidrólise de ésteres e está diretamente ligada ao metabolismo de lipídios e ao processo degenerativo de membranas (Santos et al., 2004).

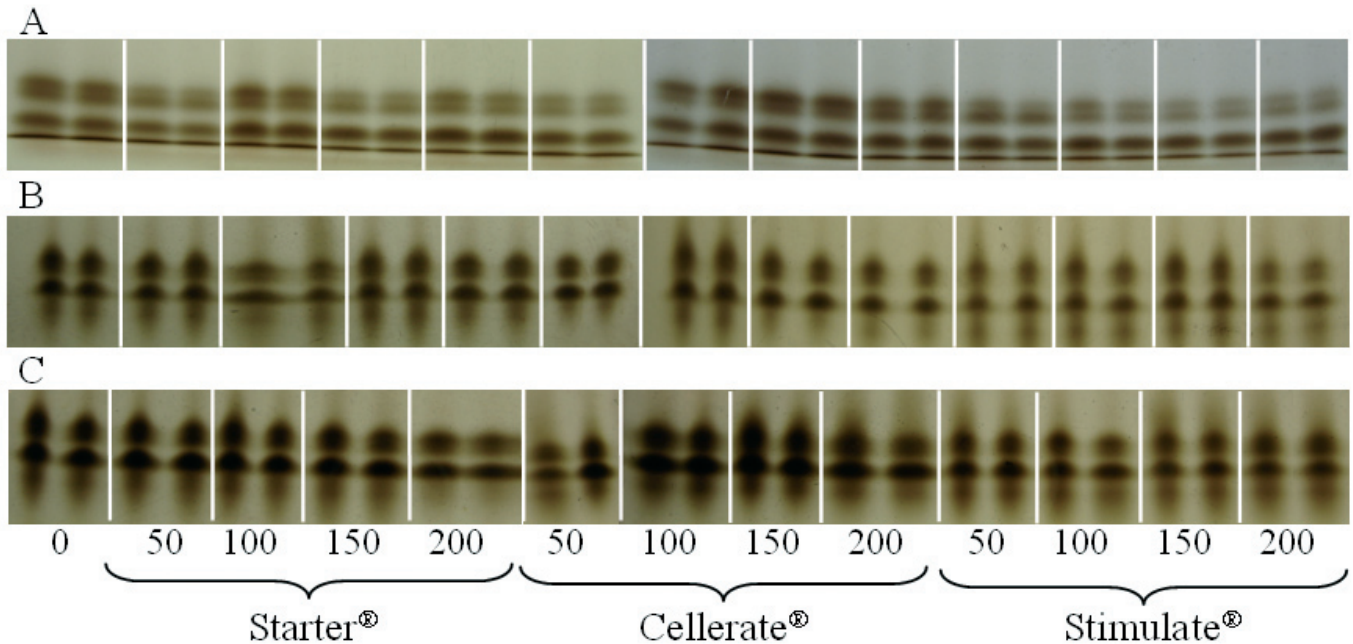


FIGURA 4. Atividade da enzima esterase em sementes de alface peliculizadas, enriquecidas com diferentes doses de micronutrientes e reguladores de crescimento e submetidas ao armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2007. A – antes do armazenamento; B – após seis meses de armazenamento; C – após doze meses de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

No início do armazenamento, foi verificado aumento na atividade da esterase em sementes revestidas com doses mais elevadas de Cellerate® (Figura 4), com reflexos na 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 redução 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 no vigor dessas sementes (Figuras 2 e 3), o que poderia ser explicado pelo fato de que as enzimas detectam o início do processo de deterioração antes

dos testes de vigor das sementes (Marcos Filho, 2005).

Para as sementes avaliadas antes do armazenamento, nota-se que apenas os revestimentos com a dose recomendada do Stimulate® e com o dobro da dose do Cellerate® proporcionaram 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 do tratamento 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, presentes em determinadas espécies, como a alface. Sua maior atividade pode ter contribuído para o aumento no índice de velocidade de emergência das plântulas, por possibilitar

a degradação do endosperma e, conseqüentemente, melhor 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.

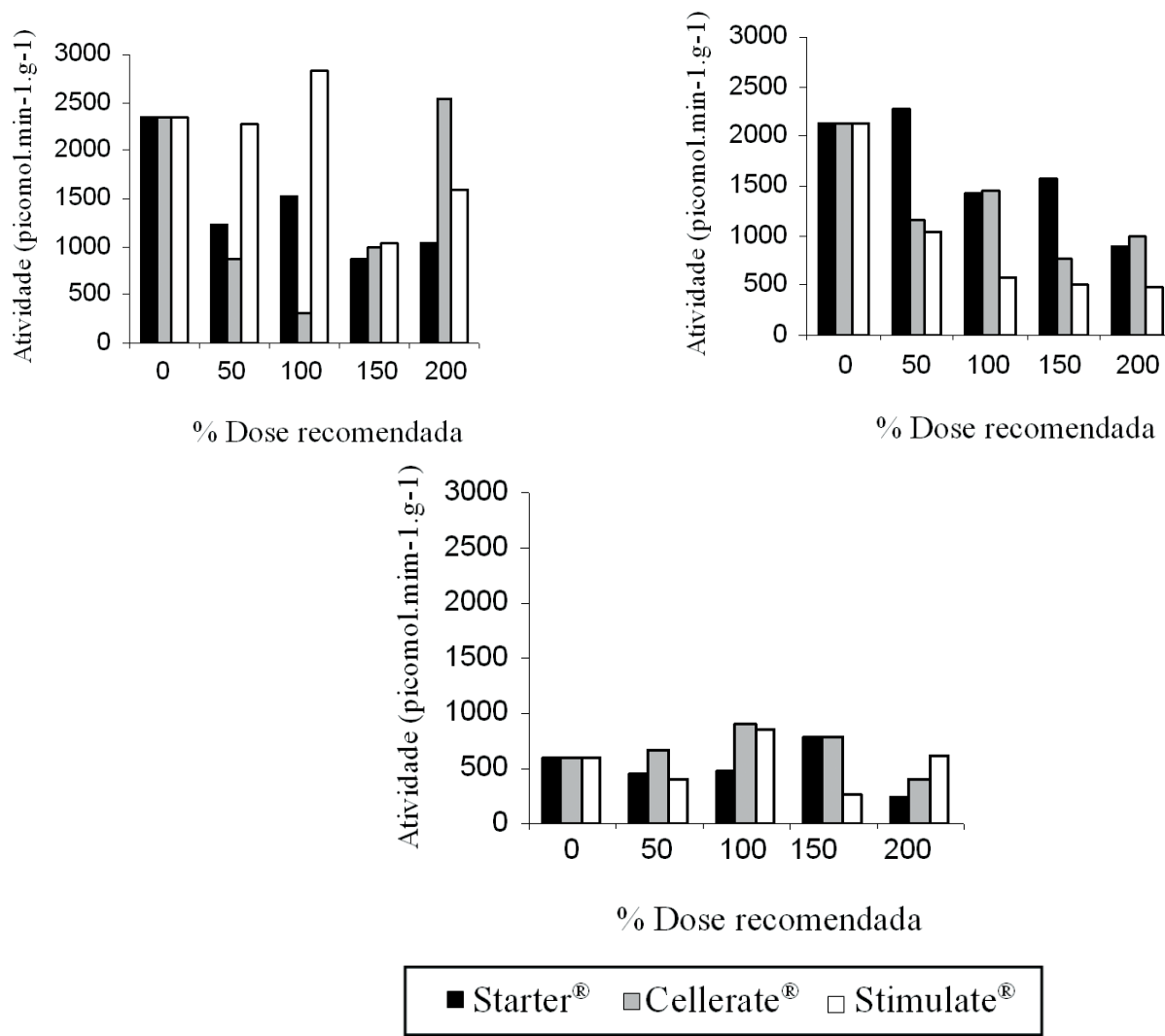


FIGURA 5. Atividade da enzima endo-β-mananase em sementes de alface peliculizadas e enriquecidas com diferentes doses de micronutrientes e reguladores de crescimento e submetidas ao armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2007. A – antes do armazenamento; B – após seis meses de armazenamento; C – após doze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

Aos seis meses de armazenamento, redução na atividade da endo-β-mananase foi observada em sementes revestidas com Starter® na dose igual ou superior a 100% (Figura 5). O mesmo pode ser observado no IVE das plântulas provenientes dessas sementes (Figura 2). Após 12 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).

Estes resultados diferem dos obtidos por Veiga et al. (2007), ao estudarem a armazenabilidade de sementes de cafeeiro colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes métodos de secagem, onde foi observado que houve aumento da atividade da enzima

endo- β -mananase durante o armazenamento. Portanto, o comportamento dessa enzima pode variar de acordo com a espécie, principalmente quando existem diferenças na composição química das sementes e também em função da metodologia utilizada na quantificação.

Ocorreu 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 12 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 neste trabalho. Entretanto, Santos et al. (2004) 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. Pedrosa et al. (1999), estudando a conservação de sementes de urucum, concluíram que os teores de proteínas totais decrescem com o período de armazenagem.

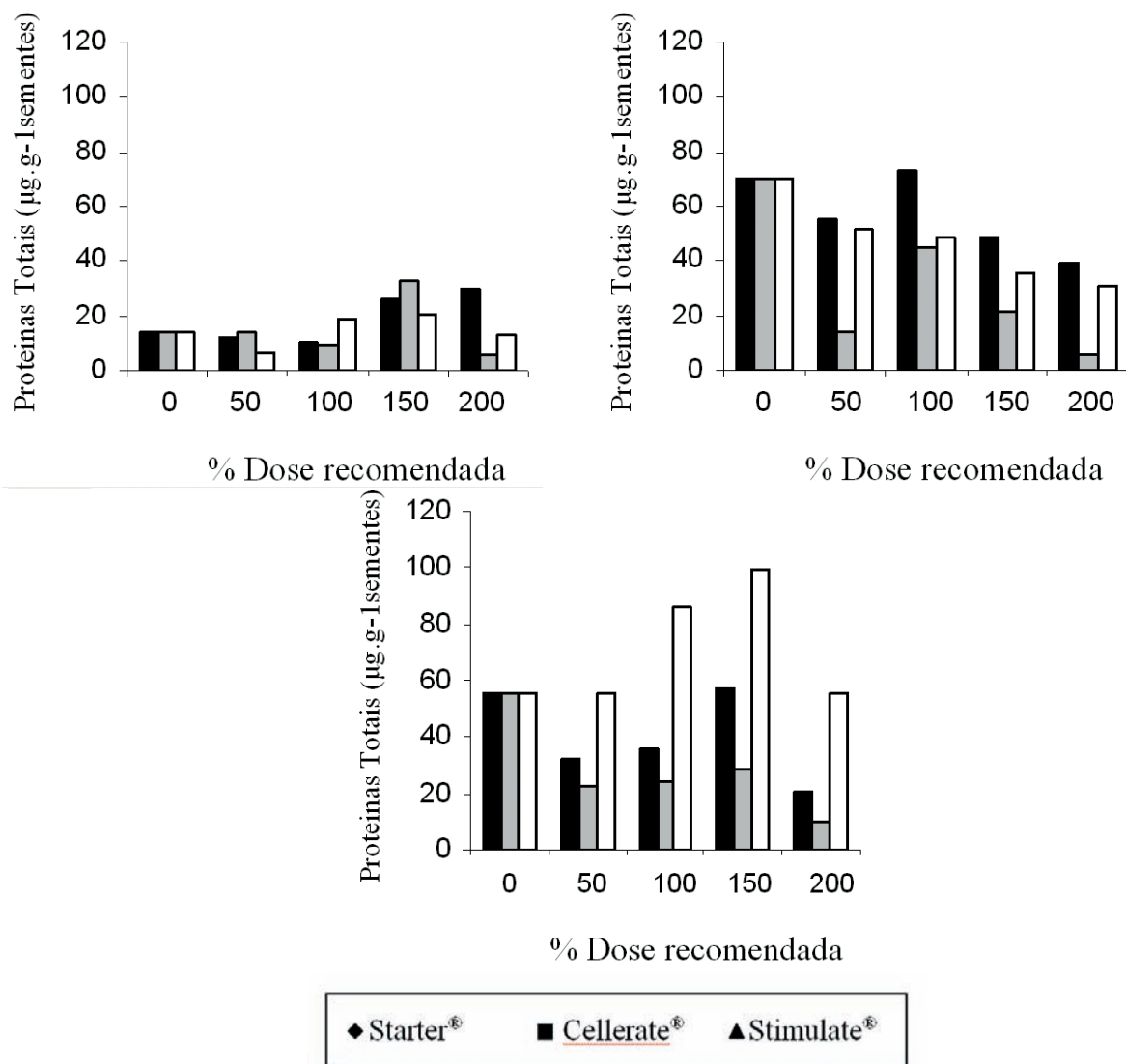


FIGURA 6. Proteínas totais em sementes de alface peliculizadas e enriquecidas com diferentes doses de micronutrientes e reguladores de crescimento e submetidas ao armazenamento UFLA, Lavras, MG, 2007. A – antes do armazenamento; B – após seis meses de armazenamento; C – após doze meses de armazenamento.

De maneira geral foi verificado um decréscimo no teor de proteínas totais das sementes que foram revestidas com o dobro da dose recomendada dos produtos, nos três períodos de armazenamento (Figura 6), o que pode ser um sintoma de fitotoxicidade ocasionado pelos produtos.

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

Nessa mesma época, ocorreu uma queda na germinação e no vigor das sementes revestidas com Starter® (Figuras 1, 2 e 3), tendo o teor de proteínas totais dessas sementes sido inferior ou semelhante ao do tratamento controle (Figura 6). Já para as sementes revestidas com Stimulate®, notou-se aumento no teor de proteínas totais quando foram utilizados 100 e 150% da dose recomendada.

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 proteica. 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.

CONCLUSÕES

O produto à base de reguladores de crescimento combinando giberelinas (GA₃ - 50 ppm), citocininas (90 ppm) e auxinas (ácido indolbutírico – 50 ppm) promove aumento na velocidade de emergência das plântulas de alface quando aplicados na dose recomendada e na pré-semeadura.

O revestimento das sementes de alface com produtos à base de micronutrientes e reguladores de crescimento em dosagens equivalentes ao dobro da dose recomendada, provoca redução na sua qualidade.

A atividade da enzima esterase aumenta com o armazenamento das sementes de alface, indicando a evolução do 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.

REFERÊNCIAS

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.

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 Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 4, p. 535-543, 2006.

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

DOWNIE, B.; HILHORST, H.W.M.; BEWLEY, J.D. A new assay for quantifying endo-α-mananase activity using Congo Red dye. **Phytochemistry**, v. 36, n.1, 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. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

LIMA, D. U. Polissacarídeos de reserva de parede celular em sementes: estrutura, metabolismo, funções e aspectos ecológicos. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, n.1, 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- CNPAF, 2005. p. 732-734

LOWRY, O. H.; ROSENBROUGH, N. J.; FARR, R. L.; RANDALL, R. J. "Protein measurement with the Folin phenol reagent". **Journal of Biological Chemistry**, v. 193, n.1, p. 265-275, 1951.

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

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in relation evaluation for seedling emergence vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 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**, v. 27, n. 232, p. 52-58, 2006.
- 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.
- RODRIGUES, T. J. D.; LEITE, I. C. **Fisiologia vegetal: hormônios das plantas**. Jaboticabal, Funep, 2004. 78p.
- 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**, v. 56, n. 413, p. 1029-1038, 2005.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 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, n.1, 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**, v. 27, n. 232, p. 88-96, 2006.