

Germinação de sementes de alface obtidas de plantas cultivadas com diferentes doses de fósforo

Lettuce seed germination from plant cultivated with different phosphorus levels

Cristiaini Kano^{1*}; Antonio Ismael Inácio Cardoso²; Roberto Lyra Villas Bôas³; Andréa Reiko Oliveira Higuti⁴

Resumo

Este trabalho foi conduzido na Fazenda Experimental São Manuel pertencente à UNESP/FCA, Botucatu/SP, com o objetivo de avaliar a germinação de sementes de alface (cultivar Verônica) obtidas de plantas cultivadas com diferentes doses de fósforo, logo após a colheita, em três temperaturas e após dois períodos de conservação em câmara seca. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com cinco tratamentos (0; 200; 400; 600 e 800 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e cinco repetições. Após a colheita, foram avaliadas a germinação das sementes na temperatura ideal (20°C) e sob altas temperaturas (30 e 33°C). Após 15 e 25 meses de conservação em câmara seca foi avaliada a germinação a 20°C. As doses de P₂O₅ avaliadas não afetaram a germinação das sementes logo após a colheita nas três temperaturas avaliadas, porém, quanto maior a temperatura, menor foi o vigor das sementes. Aos 25 meses após o armazenamento das sementes, quanto menor a dose de P₂O₅ menores foram a germinação e o índice de velocidade de germinação.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L. Adubação fosfatada. Altas temperaturas.

Abstract

This study was carried out at São Manuel Experimental Farm, UNESP/FCA, in Botucatu, São Paulo state, Brazil, with the objective to evaluate the lettuce seeds (cultivar Verônica) germination from plants cultivated with different phosphorus levels at harvest, in three temperatures and after two conservation period in dry chamber. At seed production stage, the experiment was conducted in randomized complete blocks, with five treatments (0; 200; 400; 600 and 800 kg ha⁻¹ of P₂O₅) and five replications. After harvesting, seed germination at 20°C and under high temperatures (30 and 33°C) was evaluated. After 15 and 25 months of conservation in dry chamber room it was evaluated germination at 20°C. The P₂O₅ levels evaluated did not affect seed germination soon after harvesting at the three temperatures evaluated, but, the higher the temperature, the lower the seed vigor. After 25 months of conservation, the lesser the P₂O₅ rates, the lesser seed germination and germination speed index.

Key words: *Lactuca sativa* L. Phosphorus fertilization. High temperatures.

¹ Pesquisadora Científica, Doutora, APTA - Pólo Leste Paulista. C. Postal 01, CEP 13910-000, Monte Alegre do Sul, SP. Fone: (19) 3899-1286. E-mail: criskano@hotmail.com

² Prof. Dr. UNESP/FCA, Departamento de Produção Vegetal. Setor Horticultura, Botucatu, SP. E-mail: ismaeldh@fca.unesp.br

³ Prof. Dr. UNESP/FCA, Departamento de Recursos Naturais. Setor Ciência do Solo, Botucatu, SP. E-mail: rlvboas@fca.unesp.br

⁴ Eng^a Agr^a., Doutora. E-mail: anreikohiguti@gmail.com

* Autor para correspondência

Introdução

O estabelecimento adequado do estande de uma cultura está relacionado à utilização de sementes capazes de germinar uniforme e rapidamente, sob ampla variação das condições de ambiente. A rapidez é importante porque permite a redução no nível de exposição das sementes e plântulas a fatores adversos (MARCOS FILHO, 2001). Entretanto, a alface pode ter redução na germinação ou desuniformidade na emergência das plântulas em função de temperaturas elevadas e do menor vigor das sementes. Estes fatos podem reduzir a produtividade e conseqüentemente o lucro do produtor.

A temperatura ótima para germinação das sementes de alface está em torno de 20°C, e a maioria das cultivares não germina em temperaturas superiores a 30°C. Pois quando ocorrem condições de altas temperaturas durante a embebição das sementes de alface, dois fenômenos podem ser observados: a termoinibição, um processo reversível, uma vez que a germinação ocorre quando a temperatura se reduz a um nível mais adequado; a termodormência, quando as sementes não germinarão mesmo após a redução da temperatura. Em geral, temperaturas acima de 30°C afetam a germinação das sementes, reduzindo a velocidade ou a porcentagem de germinação. Assim, dependendo do local e época de semeadura, a germinação das sementes pode ser errática ou nula, comprometendo o estande no campo ou no viveiro (NASCIMENTO; CANTLIFFE, 2002; NASCIMENTO, 2003).

A qualidade das sementes não pode ser melhorada durante o armazenamento, mas pode ser preservada quando as condições de conservação são favoráveis. Segundo Pádua e Vieira (2001), lotes de sementes com percentagens de germinação semelhantes, mas com diferentes níveis de vigor, podem apresentar comportamentos diferenciados em relação à deterioração, dependendo das condições e tempo de armazenamento. Geralmente, quanto maior o vigor inicial do lote de sementes, maior o período que as

mesmas mantêm-se capazes de germinar e resultar em plântulas vigorosas.

A qualidade das sementes é dependente de uma série de fatores, em particular do estado nutricional das plantas que as produziram. De modo geral, a adubação pode influenciar positivamente na produção de sementes, sendo, geralmente, explicado devido ao melhor desenvolvimento das plantas (características vegetativas) proporcionado pela adubação. No entanto, as relações com o potencial fisiológico das sementes não têm sido evidenciadas consistentemente pela pesquisa. Talvez a maior dificuldade para a elucidação desse fato esteja na metodologia adotada pelos pesquisadores e não devido à inexistência de relação entre o estado nutricional da planta ou a fertilidade do solo e o potencial fisiológico das sementes (MARCOS FILHO, 2005).

Os efeitos benéficos da adubação fosfatada no vigor de sementes após períodos de armazenamento foram verificados na cultura do amendoim (NAKAGAWA; ROSELEM; MACHADO, 1980) e em sementes de aveia-preta (NAKAGAWA; CAVARIANI; GUISTEM, 2001). Zucareli (2005) comenta que o efeito da nutrição das plantas na qualidade da semente possa ser observado somente após algum período de armazenamento das sementes.

Embora existam estudos sobre nutrição e existam recomendações de adubação para o cultivo comercial de alface, raramente se encontram trabalhos que abordem os efeitos dos nutrientes na produção de sementes e, principalmente, na qualidade fisiológica das mesmas. Devido à importância que o fósforo exerce na semente, o objetivo deste trabalho foi avaliar a germinação de sementes de alface obtidas de plantas cultivadas com diferentes doses de fósforo, logo após a colheita e após armazenamento e em condições de altas temperaturas.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido na Fazenda Experimental São Manuel, localizada no município de São Manuel/SP, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu/SP, localizada à latitude sul de 22° 46', longitude oeste de 48° 34' e altitude de 740 m. As plantas foram conduzidas em estrutura de cultivo protegido, tipo arco, com 20 m de comprimento, largura de 7 m e pé-direito de 2,5 m, com altura de 3,8 m na parte mais alta.

O solo utilizado no experimento foi Latossolo Vermelho Distrófico Típico (EMBRAPA, 1999) com os seguintes resultados obtidos na análise química: $\text{pH}(\text{CaCl}_2) = 4,0$; Presina = 2 mg dm^{-3} ; matéria orgânica = 5 g dm^{-3} ; $\text{V}\% = 16$; e os valores de H+Al; K; Ca; Mg; SB e CTC expressos em $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ respectivamente de: 28; 0,2; 4,0; 1,0; 5,0 e 33. A análise física desse solo indicou 761, 199 e 40 g kg^{-1} de areia, argila e silte, respectivamente.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados com cinco tratamentos (doses de fósforo) e cinco repetições. Os tratamentos avaliados foram: zero, a metade da dose de fósforo recomendada por Raij et al. (1996), a dose recomendada, uma vez e meia da dose recomendada e o dobro da dose recomendada (sendo, conforme a análise química do solo utilizado, o equivalente a 0; 200; 400; 600 e 800 kg ha^{-1} de P_2O_5 , resultando nas denominações de T0, T200, T400, T600 e T800, respectivamente). Optou-se por estudar doses superiores ao recomendado por estes autores pelo aumento no ciclo da planta quando o objetivo é a produção de sementes. Todo o fósforo foi fornecido apenas na adubação de plantio na forma de superfosfato triplo.

As plantas foram conduzidas em vasos plásticos que possuíam altura de 25 cm e diâmetro de 28 cm, com capacidade de 13 L. Em todos os tratamentos, o cálculo das quantidades de calcário, Biomixâ, nitrogênio, potássio e as quantidades de fósforo para

cada tratamento aplicados na adubação de plantio basearam-se no volume total do vaso. Considerou-se que 1 hectare possui 2.000.000 dm^3 de solo (considerando-se uma profundidade de 20 cm, em que ocorre a incorporação do adubo e o predomínio do sistema radicular) e que a capacidade do vaso com o solo era de 13 dm^3 . As quantidades de P_2O_5 colocadas em cada tratamento corresponderam a 0; 1,3; 2,6; 3,9 e 5,2 gramas por vaso para T0, T200, T400, T600 e T800, respectivamente.

A aplicação de calcário em todo o volume do solo foi realizada 30 dias antes do transplante das mudas, utilizando-se calcário de alta reatividade com PRNT de 90%, de modo a elevar-se a saturação por bases a 80% e faixa de pH próximo de 6,0 conforme a recomendação sugerida por Raij et al. (1996).

A adubação de plantio correspondeu ao fornecimento em cada vaso de 0,26 g de N (na forma de sulfato de amônio), 1,6 g de K_2O (na forma de cloreto de potássio) e 500 g de Biomixâ (como fonte de matéria orgânica). Os adubos e o Biomixâ foram misturados uniformemente ao solo de todo o vaso.

A análise química do Biomixâ indicou valor de pH de 7,7 e os valores de MO; N; P_2O_5 ; K_2O ; Ca; Mg e de S expressos em % de: 53; 1,30; 0,90; 0,47; 6,80; 0,25 e 0,34, respectivamente. A relação C/N foi de 23/1 e a umidade de 60%.

Foi feita adubação de cobertura aos 8, 15 e 21 dias após o transplante (DAT), conforme recomendação de Raij et al. (1996) para a produção de alface. Em cada aplicação foi fornecido 0,19 g de N por vaso, na forma de nitrato de cálcio. Após as plantas atingirem o ponto comercial (34 DAT), realizou-se aplicação semanal por vaso de 0,27 g de N e de 0,44 g de K_2O até a colheita das sementes (112 DAT), fornecendo em cobertura um total por vaso de 3,6 g de N e 4,8 g de K_2O no ciclo da planta, na forma de nitrato de potássio e de nitrato de cálcio. Aos 36 DAT foi fornecida a solução de micronutrientes (solução Sarruge), diluindo-se 1 mL dessa solução em 1 L de H_2O e fornecendo-se 200 mL planta⁻¹ dessa solução.

Utilizou-se a cultivar de alface crespa ‘Verônica’ e a sementeira foi realizada em bandejas de poliestireno expandido de 128 células contendo substrato comercial para hortaliças. As mudas foram transplantadas com 35 dias após a sementeira, sendo colocada uma planta por vaso, com espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,5 m entre plantas (centro a centro dos vasos).

A colheita das sementes foi realizada manualmente na maturidade fisiológica, iniciando-se aos 84 DAT e finalizando-se aos 112 DAT. As sementes foram levadas para câmara seca a 40% de umidade relativa e a temperatura de 20°C, para melhor conservação.

Após o término das colheitas, realizou-se o teste de germinação com utilização de caixas de plástico (gerbox) em germinador a 20; 30 e 33°C. Novos testes foram realizados aos 15 e 25 meses após a colheita a 20°C, conforme as Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Nestes períodos, as sementes ficaram armazenadas em embalagens permeáveis (sacos de papel) e mantidas em câmara seca (20°C e umidade relativa de 40%).

Em todos os testes de germinação a primeira contagem das plântulas normais foi realizada aos quatro dias e a contagem final aos sete dias. As avaliações foram diárias até o 7º dia após a sementeira, para se obter, conforme Maguire (1962), o índice de velocidade de germinação das sementes (IVG).

A análise estatística foi em fatorial para verificar o efeito das doses de P_2O_5 na primeira contagem do teste de germinação, IVG e na germinação aos sete dias nas diferentes temperaturas (20; 30 e 33°C). Foram, portanto, 15 tratamentos em esquema fatorial: 5 doses de P_2O_5 x 3 temperaturas. Para verificar o efeito das doses de P_2O_5 nos testes de

germinação a 20°C nas 3 épocas avaliadas (logo após a colheita, aos 15 e aos 25 meses após o armazenamento), realizou-se análise estatística em parcela subdividida, sendo as doses de P_2O_5 as parcelas principais e as 3 épocas de realização do teste as sub-parcelas. Os dados foram submetidos à análise de variância e quando o fator doses de P_2O_5 foi significativo, realizou-se a análise de regressão.

Resultados e Discussão

Ao analisar o efeito das doses de P_2O_5 na germinação de sementes em diferentes temperaturas verificou-se que não houve interação significativa entre as doses e as temperaturas avaliadas para todas as características (primeira contagem, germinação e IVG). Do mesmo modo, não houve diferença estatística entre as doses de P_2O_5 avaliadas para essas características (Tabela 1), demonstrando que tanto em condições ideais de temperatura (20°C) como em condições de altas temperaturas (30 e 33°C), as doses de P_2O_5 avaliadas não influenciaram a qualidade das sementes. Esse resultado pode ser explicado pelo comentário feito por Delouche (1980) que cita que as plantas desenvolveram uma extraordinária capacidade de ajustar a produção de sementes aos recursos disponíveis. A resposta típica de plantas à baixa fertilidade do solo ou à falta de água é a diminuição na quantidade de sementes produzidas e só depois há redução na qualidade. As poucas sementes produzidas sob condições marginais são usualmente tão viáveis e vigorosas como as produzidas sob situações mais favoráveis. Do ponto de vista evolucionário, o ajuste da produção de sementes aos recursos disponíveis tem um alto valor para a sobrevivência. As poucas sementes de alta qualidade teriam chance de germinar e desenvolver-se em condições adversas.

Tabela 1. Médias da primeira contagem, germinação final e índice de velocidade de germinação (IVG) obtidas em teste de germinação realizados logo após a colheita das sementes de alface, cultivar Verônica, sob temperatura de 20, 30 e 33°C.

Temperatura (°C)	Primeira contagem (%)	Germinação final(%)	IVG
20	98,8 a	99,5 a	49,6 a
30	93,7 b	96,0 a	46,9 b
33	6,8 c	7,1 b	3,0 c
CV (%)	11	10,6	10,2
F _(temperatura)	1258,4 **	1341,6 **	1499,7 **
F _(doses de fósforo)	0,657 ns	0,547 ns	0,649 ns
F _(temperatura x doses de fósforo)	0,697 ns	0,781 ns	0,774 ns

IVG = índice de velocidade de germinação; CV = coeficiente de variação; ns = não significativo pelo teste F da análise de variância a 5% de probabilidade; ** = significativo pelo teste F da análise de variância a 1% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve diferença na primeira contagem, germinação e IVG entre as temperaturas, com redução da primeira contagem e do IVG com o aumento da temperatura. Não houve diferença entre os valores de germinação final obtida a 20°C e a 30°C, sendo que apenas a 33°C houve redução (Tabela 1).

A germinação das sementes a 33°C foi inferior a 20%, concordando com o relatado por Nascimento, Cantliffe e Huber (2001). Observou-se a 33°C que algumas sementes emitiram os folíolos cotiledonares e não a radícula. Resultado semelhante foi discutido por Nascimento (2003), que cita que o embrião na semente de alface é totalmente envolvido pelo endosperma, o qual é constituído de uma camada de duas a quatro células e pode retardar ou impedir a germinação das sementes, atuando como uma barreira física à emissão da radícula, especialmente sob condições desfavoráveis, tais como as altas temperaturas.

Constatou-se pelos resultados obtidos neste experimento que a adubação fosfatada não influenciou a germinação e termo-dormência das sementes recém-colhidas. Já Thompson (1937) observou o efeito da adubação NPK sobre a qualidade de sementes de três cultivares de alface. Em dois anos de trabalho verificou que as sementes provenientes de plantas adubadas apresentaram

germinação significativamente superior à da testemunha sem adubação. Além disso, para uma das cultivares, o número de sementes dormentes foi influenciado pela quantidade e época de fornecimento do adubo, sendo que, à medida que se aumentou a dose, ampliou-se a germinação das sementes produzidas. Ressalta-se, porém, que as cultivares antigas de alface apresentavam acentuada dormência primária, ou seja, aquela que independe da temperatura durante a germinação, e a semente já está dormente quando colhida, sendo esta dormência superada naturalmente com alguns poucos meses de armazenamento. Na presente pesquisa, as sementes de todos os tratamentos não estavam dormentes (germinação média de 98,8% a 20°C), porém, ficaram dormentes a 33°C (germinação média de 6,8%).

Não houve diferença entre as doses de P₂O₅ aos 0 e 15 meses de armazenamento das sementes, porém houve redução linear da germinação e vigor (IVG e primeira contagem) aos 25 meses quanto menor foi a dose de fósforo (Figura 1a, 1b e 1c).

O efeito da adubação fosfatada no vigor de sementes de amendoim foi avaliado por Nakagawa, Rosolem e Machado (1980) em que verificaram que aos nove meses de armazenamento os tratamentos que receberam doses de P₂O₅ mais altas apresentaram sementes com maior porcentagem de emergência

em relação ao tratamento que não recebeu adubo fosfatado. Além disso, observaram diminuição gradual do vigor das sementes com o decorrer do armazenamento. Já Nakagawa, Cavariani e Guissem (2001) verificaram que aos 18 meses após a colheita, sementes de aveia-preta mostraram

redução da qualidade em todos os tratamentos (doses crescentes de P_2O_5) comparativamente às avaliações realizadas aos quatro meses; no entanto, a germinação e a primeira contagem de germinação não diferiram entre os tratamentos.

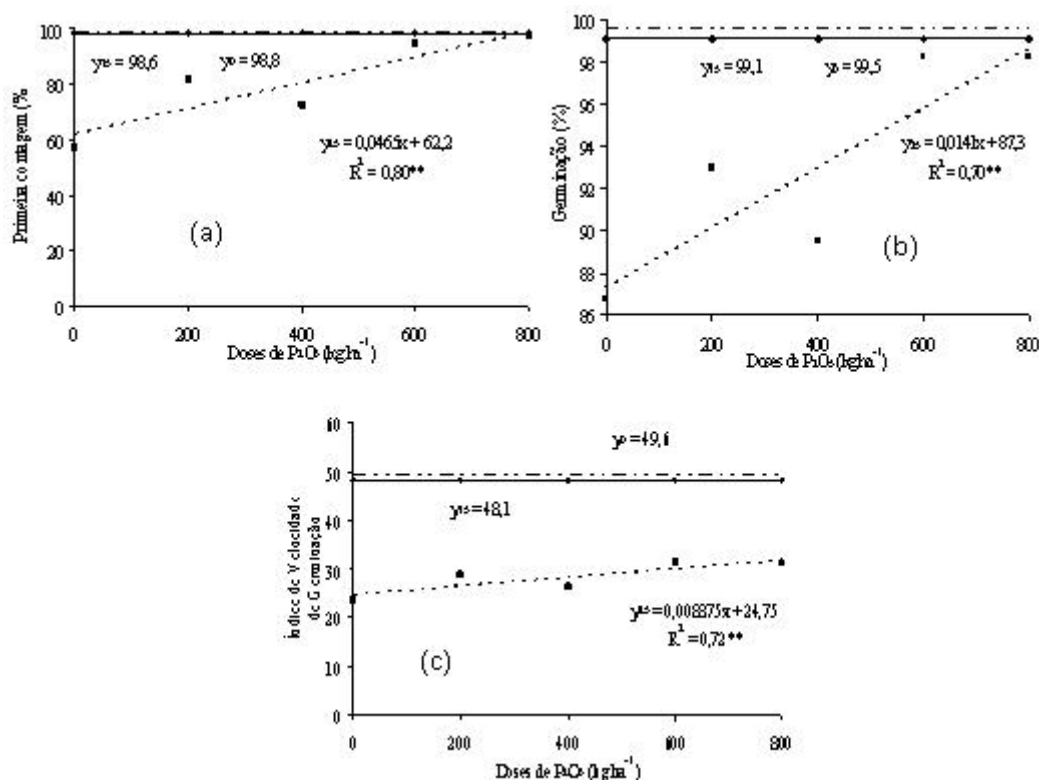


Figura 1. Germinação observada na primeira leitura (1ª leitura, 4 dias após a semeadura) (a), aos 7 dias após a semeadura (b) e índice de velocidade de germinação (IVG) (c) obtido no teste de germinação após a colheita (y_0), aos 15 (y_{15}) e aos 25 (y_{25}) meses de armazenamento das sementes de alfafa, cultivar Verônica, em função das doses de P_2O_5 aplicadas no solo.

Em estudos sobre métodos para a avaliação da qualidade de sementes de alfafa, Franzin et al. (2005) concluíram que, dentre outros, a primeira contagem de germinação e a emergência em gerbox foram indicadas para a avaliação da qualidade das sementes. Pereira e Nascimento (2003) também concluíram que a primeira contagem de germinação foi um dos testes que detectou diferença entre lotes de sementes de alfafa quanto à qualidade. Porém, neste trabalho estes testes não foram suficientes para detectar diferença no vigor, apenas após

o armazenamento das sementes por um grande período.

Apesar da redução nos índices de vigor (primeira contagem de germinação e IVG), a germinação final ainda foi alta (pelo menos 90%), mesmo para o tratamento sem adubação fosfatada. Zucareli (2005) comenta que o efeito da nutrição das plantas na qualidade da semente possa ser observado só após algum período de armazenamento das sementes.

Conclui-se que as doses de P_2O_5 avaliadas não influenciam a qualidade das sementes logo

após a colheita mesmo em condições de altas temperaturas, elas apenas alteram o vigor e a germinação das sementes somente aos 25 meses após o armazenamento.

Agradecimentos

À Capes pela concessão da bolsa de doutorado à primeira autora.

Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para análise de sementes*. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.

DELOUCHE, J. C. Environmental effects on seed development and seed quality. *HortScience*, Alexandria, v. 15, n. 6, p. 775-780, 1980.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília: Embrapa, 1999. 412 p.

FRANZIN, S. M.; MENEZES, N. L.de.; GARCIA, D. C.; SANTOS, O. S. dos. Efeito da qualidade das sementes sobre a formação de mudas de alface. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 23, n. 2, p. 193-197, 2005.

MAGUIRE, J. D. Speeds of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

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

_____. Pesquisa sobre vigor de sementes de hortaliças. *Informativo Abrates*, Londrina, v. 11, n. 3, p. 63-75, 2001.

NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; GUISTEM, J. M. Efeito da adubação fosfatada e potássica no teste de condutividade elétrica de sementes de aveia-preta. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 23, n. 2, p. 302-308, 2001.

NAKAGAWA, J.; ROSOLEM, C. A.; MACHADO, J. R. Efeitos da adubação fosfatada no vigor das sementes de amendoim. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 2, n. 1, p. 67-74, 1980.

NASCIMENTO, W. M. Mecanismo de germinação de sementes de alface em altas temperaturas: envolvimento da enzima endo- β -mananase. *Informativo Abrates*, Londrina, v. 13, n. 1/2, p. 51-54, 2003.

NASCIMENTO, W. M.; CANTLIFFE, D. J. Germinação

de sementes de alface sob altas temperaturas. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 1, p. 103-106, 2002.

NASCIMENTO, W. M.; CANTLIFFE, D. J.; HUBER, D. J. Endo- β -mannanase activity and seed germination of thermosensitive and thermotolerance lettuce genotypes in response to seed priming. *Seed Science Research*, Wallingford, v. 11, n. 3, p. 255-264, 2001.

PÁDUA, G. P.; VIEIRA, R. D. Deterioração de sementes de algodão durante o armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 23, n. 2, p. 255-262, 2001.

RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1996. 285 p.

THOMPSON, B. C. The germination of lettuce seed as affected by nutrition of the plant and the physiological age of the plant. *Proceedings of American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v. 35, p. 599-600, 1937.

ZUCARELI, C. *Adubação fosfatada, produção e desempenho em campo de sementes de feijoeiro cv. Carioca Precoce e IAC Carioca Tybatã*. 2005. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

