

## QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE ALFACE (*Lactuca sativa* L.) SUBMETIDAS AO NITROGÊNIO<sup>1</sup>

PATRÍCIA MARINI<sup>2</sup>, TATIANA RAQUEL LOWE<sup>3</sup>, CAROLINE LEIVAS MORAES<sup>4</sup>,  
DARIO MUNT DE MORAES<sup>5</sup>, NEI FERNANDES LOPES<sup>5</sup>

RESUMO - Para se obter sementes de alta qualidade é indispensável a realização de adubação mineral adequada, devido ao fato desta ser importante para a planta se desenvolver e reproduzir, pois sua disponibilidade influencia o vigor e a qualidade fisiológica das sementes e, conseqüentemente, o crescimento de plântulas. O objetivo nessa pesquisa foi avaliar a qualidade fisiológica das sementes e o crescimento de plântulas de alface na presença e ausência da solução nutritiva completa, com ênfase ao macro-nutriente nitrogênio. O experimento foi realizado no Laboratório de Sementes e na casa-de-vegetação do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pelotas (UFPel). O ensaio foi constituído de três tratamentos: solução nutritiva de Hoagland com ½ força; solução nutritiva de Hoagland com ½ força menos o macro-elemento nitrogênio e água (controle). Foram efetuados os seguintes testes: germinação (TG), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG) condutividade elétrica (CE), emergência de plântulas (E), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento da parte aérea (PA) e do sistema radicular (SR), massas fresca (MF) e seca (MS) da PA e do SR de plântulas, área foliar, número de folhas, e determinação do teor de pigmentos (clorofilas). O delineamento experimental utilizado foi completamente casualizado, com três repetições. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 5\%$ ). As utilizações de solução nutritiva completa e sem nitrogênio não interfere na viabilidade e no vigor das sementes de alface cv. Regina, nos testes realizados em condições laboratoriais. No entanto, em condições de casa-de-vegetação, a solução nutritiva completa incrementou significativamente o comprimento da parte aérea, a massa fresca e seca da parte aérea e raízes, aumentando também a área foliar e o número de folhas por plântula, aos 21 dias após a emergência. Os demais testes analisados, não foram influenciados pelos tratamentos.

Termos para indexação: qualidade, nutrição mineral, extração de pigmentos.

### PHYSIOLOGICAL QUALITY OF SEEDS AND GROWTH SEEDLINGS OF LETUCCE (*LACTUCA SATIVA* L.) SUBMIT ON NITROGEN.

ABSTRACT -In order to obtain high quality seeds, adequate mineral fertilizing is indispensable that is important for plant development and reproduction, as well as for the seed physiological quality and consequently, for seedling growth. The objective of this research was to evaluate the physiological

<sup>1</sup>Submetendo em 08/11/2007. Aceito para publicação em 26/05/2008. Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor apresentada a UFPel.

<sup>2</sup>Bióloga, pós-graduanda do Departamento de Botânica, UFPel/IB, marinipati@gmail.com Bolsista CAPES

<sup>3</sup>Bióloga, pós-graduanda do Departamento de Botânica, UFRGS/IB tati.lowe@gmail.com Bolsista CAPES

<sup>4</sup>Bióloga, pós-graduanda do Departamento de Botânica, UFPel/IB caroline.moraes@gmail.com Bolsista CNPq

<sup>5</sup>Eng. Agrº. Dr., Professor Titular, Departamento de Botânica, UFPel, Caixa postal 354 CEP: 96010-900, . Pelotas, moraesdm@ufpel.tche.br.neilopes@ufpel.edu.br. Jnenene

seed quality and lettuce seedlings growth the in presence and absence of the complete nutritive solution with emphasis on macronutrient nitrogen. The experiment was carried in the seed laboratory and greenhouse of the Botany Department, Pelotas Federal University (UFPel). The assay was conducted three times: Hoagland solution ½ strength, Hoagland solution ½ strength minus element nitrogen and water (control). The following tests were carried out: germination (TG), first germination count (PCG), germination speed index (IVG), electric conductivity (CE), seedling emergence (E), emergence speed index (IVE), seedling shoot (PA) and root (SR) lengths, fresh (MF) and dry (MS) matter of seedling shoot and root, leaf area, leaf number, and pigment (chlorophylls) content. A completely randomized design was used with three replications. The means were compared by the Tukey test ( $p < 5\%$ ). The use of the complete solution and solution minus nitrogen did not interfere in the seed viability and vigor lettuce cv. Regina, in tests carried out under laboratory conditions. However, under greenhouse conditions, the complete solution increased significantly the canopy length, canopy and root fresh and dry matter, increasing also the leaf area and the number of leaves per seedlings at 21 days after emergence. This parameters analyzed were not influenced by the treatments.

Index terms: quality, nutrition mineral, pigments extract

## INTRODUÇÃO

A qualidade da semente é obtida por meio da avaliação do potencial fisiológico, o qual fornece informações para a detecção e solução de problemas durante o processo produtivo e, também, sobre o desempenho das sementes (Marcos Filho, 2001). A produção de sementes e, conseqüentemente, de plantas vigorosas, depende em grande parte da utilização de sementes de boa qualidade, as quais podem ser expressas pela interação de quatro componentes: genético, físico, sanitário e fisiológico (Ambrosano et al., 1996).

A qualidade fisiológica da semente pode ser influenciada pelo ambiente em que as sementes se formam (Vieira et al., 1993). Logo, deve-se considerar a germinação e o vigor, para diferenciar lotes de sementes com maior potencial fisiológico, em função de tratamentos culturais aplicados, como a adubação mineral (Andrade et al., 1999). O suprimento inadequado de um elemento essencial resulta em um distúrbio nutricional que se manifesta por sintomas de deficiência característicos, os quais alteram o metabolismo e o funcionamento normal da planta (Taiz e Zeiger, 2004).

O nitrogênio é um macronutriente essencial, pois participa da formação de proteínas, aminoácidos e de outros compostos importantes no metabolismo das plantas. Sua ausência bloqueia a síntese de citocinina, hormônio responsável pelo crescimento das plantas, causando redução do seu tamanho e, conseqüentemente, redução da produção econômica das sementes (Oliveira et al., 2003). É, normalmente, o elemento mineral encontrado em maior

quantidade na matéria seca da alface; com teores que, dependendo da espécie, do estágio de desenvolvimento e órgão da planta, variam de 2 a 5% (Marschner, 1995). Além disso, é o nutriente que mais interfere no crescimento vegetativo da alface, também responsável pela inibição da absorção de cálcio (Sher, 1975).

Esta hortaliça apresenta boa resposta à adubação nitrogenada, com efeitos na produção, aumentando o tamanho e melhorando o aspecto das plantas (Katayama, 1993; Oshe, 2000; Santos et al., 2001). Em pesquisa realizada com seis adubos nitrogenados na cultura da alface todos os seis promoveram aumento de produção de massa fresca (MFPA) e seca da parte aérea (MSPA) em relação à testemunha (Castro e Ferraz Jr, 1998).

O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade fisiológica das sementes e o crescimento de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L) submetidas à presença e ausência do nitrogênio.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Sementes e em casa de vegetação pertencente ao Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, da Universidade Federal de Pelotas.

O ensaio foi conduzido utilizando sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) cv. Regina, sendo avaliados os efeitos da presença e ausência do macronutriente nitrogênio na qualidade fisiológica das sementes e no crescimento das plântulas. As sementes após submetidas aos tratamentos

foram avaliadas por meio dos seguintes testes: **Teste de germinação (TG)** - conduzido com quatro subamostras de 50 sementes distribuídas em caixas plásticas do tipo gerbox, sobre duas folhas de papel filtro umedecidas com 15 mL dos seguintes tratamentos: solução nutritiva de Hoagland com ½ força (Hoagland & Arnon, 1938), solução de Hoagland com ½ força sem nitrogênio e água (controle). Em seguida, as caixas foram postas em germinador a 25°C±1 e aos quatro e aos sete dias foi realizada avaliação do número de plântulas que emergiram (BRASIL, 1992), sendo os dados expressos em porcentagem de germinação; **Primeira contagem de germinação (PCG)** - realizada conjuntamente com o teste de germinação, sendo a contagem realizada no quarto dia após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem (BRASIL, 1992); **Índice de velocidade de germinação (IVG)** - estabelecido conjuntamente com o teste de germinação, sendo realizada a contagem do número de plântulas normais que emergiam diariamente até a completa estabilização. Os testes a seguir descritos foram realizados em condições de casa de vegetação: **Emergência de plântulas (E%)** - realizada aos 21 dias após a semeadura. O substrato utilizado foi areia lavada e este foi colocado em bandejas de isopor contendo 200 células. A irrigação do substrato com as diferentes soluções nutritivas foi realizada a cada dois dias com o auxílio de uma proveta e nos intervalos utilizou-se água destilada para manter a umidade do substrato sempre próximo da capacidade de campo; **Índice de Velocidade de Emergência (IVE)** - estabelecido conjuntamente com o teste de emergência, conforme descrito por Vieira e Carvalho (1994), sendo a contagem do número de plântulas emersas efetuado diariamente até a estabilização; **Comprimento da parte aérea (PA)** e do **sistema radicular (SR)** e **Massa fresca (MF)** e **seca (MS) da PA e SR das plântulas** - realizado em conjunto com o teste de emergência em casa de vegetação, ao final dos 21 dias após a instalação do teste de emergência das plântulas de acordo com POPINIGIS (1985), e os resultados expressos em mm/plântula e mg/plântula, respectivamente; **Condutividade elétrica (CE)** - as sementes de alface foram inicialmente embebidas por 1 hora nas diferentes soluções nutritivas e, após, lavadas com água destilada. Pesaram-se as amostras e, estas foram colocadas em copos de béquer com 80 mL de água deionizada e mantidas no germinador a temperatura de 20°C. A condutividade elétrica foi medida com condutivímetro nos tempos de três e 24 horas. Realizaram-se as leituras da condutividade das sementes em condutivímetro Digimed CD-21 e os resultados expressos em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$  de semente; **Teor de clorofila total, clorofila a, clorofila b** - a extração de pigmentos foi

realizada de acordo com a metodologia descrita por Arnon (1949), aos 21 dias após a instalação do teste de emergência de plântulas e quantificada conforme Lichtenthaler (1987), sendo os resultados expressos em mg de clorofila  $\text{g}^{-1}$  MF; **Área foliar** - determinada aos 21 dias após a instalação do teste de emergência de plântulas das sementes de alface, em medidor de área foliar da marca Li-Cor 3000 e os resultados expressos em  $\text{mm}^2 \text{ plântula}^{-1}$  e **número de folhas** - contado quando da medição da área foliar.

O delineamento experimental utilizado foi completamente casualizado, com três repetições estatísticas, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A porcentagem de germinação das sementes de alface foi de 99%, independentemente do tratamento, mostrando serem sementes de alto potencial para germinação (Tabela 1). Resultados semelhantes a estes foram encontrados por Crusciol et al. (2003), avaliando a influência de doses de nitrogênio na cultura de feijão cv. IAC-carioca sobre a qualidade fisiológica de suas sementes, onde a germinação, independente da dose de nitrogênio aplicada variou de 91 a 93%.

**TABELA 1. Efeito de diferentes soluções nutritivas e água na porcentagem de germinação (TG), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), de sementes de alface cv. Regina**

Tratamentos	TG (%)	PCG (%)	IVG
Completa	99* A	98 A	45 A
Sem N	99 A	98 A	46 A
Água	99 A	98 A	43 A
CV (%)	1,18	1,43	3,55

\*Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

No que se refere à primeira contagem da germinação (PCG) e ao índice de velocidade de germinação (IVG), também não foram obtidas diferenças significativas entre os tratamentos analisados (Tabela 1).

No teste de condutividade elétrica foram detectadas

diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) no tempo de três e 24 horas de incubação, sendo que o tratamento sem nitrogênio apresentou menor vigor das sementes de alface cv. Regina (Tabela 2), pois foi o tratamento que propiciou a maior condutividade e, conseqüentemente, a maior lixiviação de eletrólitos. Provavelmente isso ocorreu porque o nitrogênio interfere no conteúdo de proteína, podendo afetar a qualidade das sementes, visto que as proteínas de reserva são hidrolisadas durante a germinação das sementes, para suprir o eixo embrionário e a plântula de nitrogênio, enxofre e esqueletos de carbono, durante as fases iniciais de desenvolvimento (TSAI et al., 1980). Portanto, a redução da quantidade de proteína na semente pode ocasionar uma deterioração mais rápida das mesmas, visto que as proteínas não são estáticas, ocorrendo “turnover” aminoácidos-proteínas, assim a reorganização das membranas celulares necessita de suprimento de nitrogênio. A qualidade fisiológica de sementes de milho é reduzida com o decréscimo na adubação nitrogenada, sendo que na dose zero de N ocorre maior lixiviação de eletrólitos (IMOLESI et al., 2001). Resultados estes que corroboram com os encontrados nesta pesquisa, onde o tratamento com omissão deste macronutriente apresentou os maiores valores de condutividade elétrica.

**TABELA 2. Condutividade elétrica (CE) de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.), cv. Regina, submetidas às diferentes soluções nutritivas e água**

Tratamentos	CE ( $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ )	
	3 horas	24 horas
Completa	3096* AB	8920 A
Sem N	4272 A	8592 A
Água	2319 B	5694 B
CV (%)	16,02	16,54

\*Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade

A porcentagem de emergência, o índice de velocidade de emergência e o comprimento do SR de plântulas de alface, não foram influenciados pelos diferentes tratamentos aos 21 dias da semeadura. No entanto, o comprimento da PA e a área foliar foram significativamente ( $p \leq 0,05$ ) superiores na solução nutritiva completa em relação à solução sem N e água (Tabela 3). O mesmo ocorreu em relação ao número de folhas por plântula.

**TABELA 3. Porcentagem de emergência de plântulas (E%), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento da parte aérea (PA) e do sistema radicular (SR) das plântulas, área foliar (AF) e número de folhas (NF) por planta avaliados após 21 dias da semeadura de alface cv. Regina, em casa-de-vegetação, nas soluções nutritivas analisadas e água**

Tratamentos	E (%)	IVE	Comprimento (mm.plântula <sup>-1</sup> )		Área Foliar (mm <sup>2</sup> .plântula <sup>-1</sup> )	Número de folhas.plântula <sup>-1</sup>
			PA	SR		
Completa	97* A	14 A	20 A	168 A	1529 A	6,0 A
Sem N	97 A	13 A	14 B	160 A	396 B	5,0 B
Água	93 A	10 A	12 B	147 A	369 B	5,0 B
CV%	2,91	8,95	7,10	8,79	11,70	6,01

\*Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

As massas fresca e seca de plântulas de alface, aos 21 dias após a semeadura, tanto da parte aérea quanto do sistema radicular, foram significativamente incrementadas (tabela 4) pela solução nutritiva completa em comparação com os demais tratamentos (sem N e a água).

Este aumento na biomassa pode ser reforçado nos resultados obtidos por Alvarenga et al. (2000) e Castro e Ferraz Jr, (1998) que observaram que o efeito do nitrogênio

sobre o aumento da produção de massa seca de alface, portanto, a ausência deste nutriente reduz o crescimento. Em feijoeiro, a adubação nitrogenada proporciona efeito benéfico, aumentando a produção de matéria fresca e matéria seca da parte aérea (LIMA et al., 2001). Em outro estudo (MANTOVANI et al., 2005) com diferentes cultivares de alface utilizando cinco doses de nitrogênio também ocorreu aumento de produção de matéria fresca da parte aérea.

**TABELA 4. Massa fresca (MF) e seca (MS) da parte aérea (PA) e do sistema radicular (SR) de plântulas de alface, cv Regina, submetidas as diferentes soluções nutritivas e água, após 21 dias da semeadura em casa de vegetação**

Tratamentos	MF (mg.plântula <sup>-1</sup> )		MS (mg.plântula <sup>-1</sup> )	
	PA	SR	PA	SR
Completa	410* A	153 A	20 A	8,0 A
Sem N	100 B	66 B	5,0 B	3,0 B
Água	75 B	53 B	5,0 B	2,0 B
CV (%)	18,11	20,79	7,45	17,57

\*Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

Os teores de pigmentos não tiveram diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 5). O que não era esperado, visto que o nitrogênio faz parte da constituição da molécula de clorofila, e por este motivo se esperaria que sua ausência afetasse na formação dos teores de clorofilas. No entanto, (CARVALHO et al 2003) verificaram incremento no teor de clorofila com o aumento de doses de nitrogênio nas folhas para a cultura do feijoeiro.

**TABELA 5. Teor de clorofilas nas plântulas de alface cv. Regina, após 21 dias de cultivo em casa-de-vegetação, sob as condições nutritivas analisadas e água**

Tratamentos	Clorofila a	Clorofila b		Clorofila Total
		mg . g <sup>-1</sup>	MF	
Completa	0,18* A	0,10 A		0,28 A
Sem N	0,17 A	0,09 A		0,26 A
Água	0,14 A	0,08 A		0,23 A
CV (%)	15,10	14,63		16,66

\*Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

Embora o número de graus de liberdade do resíduo seja muito baixo, os resultados deste trabalho são confiáveis, visto que um fato crucial na obtenção dos resultados foi a constante preocupação no controle ambiental do experimento, o que pode ser verificado nos valores baixos do cv. Sendo assim, os resultados obtidos provavelmente reflitam de maneira mais real os efeitos dos tratamentos, sejam estes efeitos significativos ou não. O que pode também ser corroborado

em diversos trabalhos como os descritos por ALVES et al., (2005) em coentro, Fornasieri Filho et al., (1987), em milho-comum, Nakagawa et al. (1994) em aveia preta, Kolchinski et al. (2004) em aveia branca, os quais não constataram influência da nutrição mineral sobre a germinação e vigor em semente dessas espécies, salientando que estes trabalhos utilizaram maior número de repetições que o desta pesquisa e, encontraram resultados semelhantes.

## CONCLUSÕES

A utilização dos tratamentos a base de solução nutritiva completa e sem nitrogênio não interferem na viabilidade e no vigor das sementes de alface cv. Regina nos testes realizados em condições laboratoriais. No entanto, em casa de vegetação, as sementes tratadas com solução nutritiva completa incrementam significativamente o comprimento da parte aérea, massa fresca e seca da parte aérea e raízes, a área foliar e o número de folhas por plântula, originando plântulas mais vigorosas.

## REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, M.A.R.; SILVA, E.C., SOUZA, R.J.; CARVALHO, J.G. Efeito de doses de nitrogênio aplicadas no solo e níveis de cálcio aplicados via foliar sobre o teor e o acúmulo de micronutrientes em alface americana. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.24, n.4, p.905-916, 2000.
- ALVES, E. U.; OLIVEIRA, A. P.; BRUNO, R.L.A.; SADER, R.; ALVES, A. U.; Rendimento e qualidade fisiológica de sementes de coentro cultivado com adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n°1, p.132-137, 2005.
- AMBROSANO, E.J.; WUTKE, E.B.; AMBROSANO, G.M.B.; BULISANI, E.A.; BORTOLETTO,; MARTINS, A.L.M.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; DE SORDI, G. Efeito do nitrogênio no cultivo de feijão irrigado no inverno. **Scientia Agricola**, v.53, n.2, p.338-342, 1996.
- ANDRADE, W.E.B.; SOUZA-FILHO, B.F.; FERNANDES, G.M.B.; SANTOS, J.G.C. Avaliação da produtividade e da qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro submetidas à adubação NPK. Niterói: PESAGRO-RIO, 1999. 5p. (Comunicado Técnico, 248).
- ARNON, D. I.; Copper enzymes in isolated chloroplast. Polyphenol oxidases in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v.24, p. 1-14, 1949.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária.

- Regras para análise de sementes.** Brasília, DF: SNAD/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- CASTRO, S.R.P.de.; FERRAZ JUNIOR, A.S.L. Teores de nitrato nas folhas e produção de alface cultivada com diferentes fontes de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, v.16, n.1, p.65-68, 1998.
- CARVALHO, M.A.C.; FURLANI JUNIOR, E.; ARF, O.; SÁ, M. E.; PAULINO, H. B.; BUZZETTI, S. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio e teores foliares deste nutriente e de clorofila em feijoeiro. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 27, n. 3, p. 445-450, 2003.
- CRUSCIOL, C.A.C.; LIMA, E.D.; ANDREOTTI, M.; NAKAGAWA, J.; LEMOS, L.B.; MARUBAYASHI, O.M. Efeito do nitrogênio sobre a qualidade fisiológica, produtividade e características de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, n.1, p.108-115, 2003.
- FORNASIERI FILHO, D.; BRANDÃO, S.S.; SADER, R. Efeitos do fósforo e do zinco sobre a composição mineral e qualidade fisiológica das sementes de milho-pipoca. **Revista Brasileira de Sementes**, v.10, n.1, p.43-53, 1987.
- HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. **The water culture method for growing plants without soils.** California Agricultural Experimental Station, 1938. 39p. (Circular, 347).
- IMOLESI, A.S.; PINHO, E.V.R.V.; PINHO, R.G.V., VIEIRA, M.D.G.G.C., CORRÊA, R.S.B. Influência da adubação nitrogenada na qualidade fisiológica das sementes de milho. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, n.5, p. 1119-1126, 2001.
- KATAYAMA, M. Nutrição e adubação de alface, chicória e almeirão. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. (Ed.) **Nutrição e adubação de hortaliças.** Piracicaba: POTAFOS, 1993. cap. 4, p.141-148.
- KOLCHINSKI, E. M. ; SCHUCH, L.; BRAGA, O. Relações entre a adubação nitrogenada e a qualidade de grãos e de sementes em aveia branca. **Ciência Rural**, v.34, n.2, p.379-383, 2004.
- LICHTENTHALER, H.K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in enzymology**, San Diego: Academic Press, 1987. v.148, p.350-382
- LIMA, E.V; ARAGÃO, C.A; MORAIS, O.M; TANAKA, R.; FILHO, H.G. Adubação NK no desenvolvimento e na concentração de macronutrientes no florescimento do feijoeiro. **Scientia agricola**, v.58, n.1, 2001.
- MANTOVANI, J.R.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. Produção de alface e acúmulo de nitrato em função da adubação nitrogenada. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.3, p.758-762, 2005.
- MARCOS FILHO, J. Pesquisa sobre vigor de sementes em hortaliças. **Informativo ABRATES**, v.11, n.3, p.63-75, 2001.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** 2.ed. London: Academic Press, 1995, 889 p.
- NAKAGAWA, J. et al. Produção e qualidade de sementes de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Sementes**, v.16, n.1, p.95-101, 1994.
- OHSE, S. Qualidade nutricional e acúmulo de nitrato em alface. In: SANTOS, O.S. (Ed.) **Hidroponia da alface.** Santa Maria: Imprensa Universitária, 2000. cap. 2, p.10-24.
- OLIVEIRA, A.P; PEREIRA, E.L; BRUNO, R.L.A; ALVES, E.U.; COSTA, R.F; LEAL, F.R.F. Produção e qualidade fisiológica de sementes de feijão-vagem em função de fontes e doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.25, n.1, 2003.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente.** Brasília, DF: AGIPLAN, 1985. 289p.
- SANTOS, R.H.S.; SILVA, F.; CASALI, V.W.D.; CONDE, A.R. Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.11, p.1395-1398, 2001.
- SHEAR, C.B. Calcium related disorders of fruits and vegetables. **Hort Science, Staley EA**, v.10, n.4, p361-365, 1975.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 3.ed. São Paulo: Ed: Artmed, 2004. 719p.
- TSAI, C.Y.; HUBER, D.M.; WARREN, H.L. A proposed role of zein and glutelin as N sinks in maize. **Plant Physiology**, v.66, n.2, p.330-333, 1980.
- VIEIRA, R.F.; VIEIRA, C.; RAMOS, J.A.O. **Produção de sementes de feijão.** Viçosa: EPAMIG: EMBRAPA, 1993. 131p.
- VIEIRA, R.D. ; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes.** Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p