

Variações do ambiente e de práticas culturais na formação de mudas e na produtividade da alface (*Lactuca sativa* L. cv. Elisa)

Osni Callegari*, Humberto Silva Santos e Carlos Alberto Scapim

Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.

*Author for correspondence. e-mail: ocallegari@uem.br

RESUMO. Com o objetivo de avaliar os efeitos de variações do ambiente e de práticas culturais na produção de mudas da alface, *Lactuca sativa* cv. Elisa (Asteraceae) em bandejas de poliestireno expandido, realizou-se um experimento em Maringá, Estado do Paraná, no período de agosto a outubro de 1997. O trabalho foi desenvolvido em duas fases: pré e pós-transplante. Para a produção de mudas, aplicaram-se os tratamentos testemunha, atraso no transplante, raiz sem poda aérea, alta temperatura na germinação, deficiência hídrica, irrigação excessiva, salinização do substrato, adubação de cobertura, sol direto, alta temperatura no crescimento e sombreamento. Avaliaram-se as características de crescimento das mudas e, na colheita, as de produção. Nas duas fases, os tratamentos foram dispostos em um delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. A maior produção de matéria seca de parte aérea e de raízes das mudas foi obtida com o atraso no transplante. A produção comercial variou de 33,1 a 38,4 t/ha, sem, no entanto, ser significativamente influenciada pelos tratamentos aplicados na fase de formação das mudas.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L., cultivo protegido, produção de mudas, ambiente modificado, estresse.

ABSTRACT. Effect of environment and agricultural variability on seedling formation and production of lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Elisa). Evaluation of effects of environment and agricultural variations on the production phase of lettuce seedlings, *Lactuca sativa* cv. Elisa (Asteraceae) is provided. Seedlings were cultivated on insulating trays, from August to October 1997, in Maringá PR Brazil. Complete randomized block design with four replications was used during pre - and post-transplantation phases to evaluate treatment controls, transplantation delay, roots without above-ground pruning, high temperature during germination phase, water deficiency, excessive watering, substratum salination, aerial fertilization, direct sunshine, high temperature in growing phase and shade. While growth patterns of seedlings in transplantation were evaluated, productivity parameters were also assessed during harvest. Highest production of dry matter of aerial part and root was obtained from delay in transplantation. Productivity of commercial plants varied from 33.1 to 38.4 t/ha, although it was not significantly affected by treatments applied before transplantation.

Key words: *Lactuca sativa* L., protected cultivation, seedling production, altered environment, stress.

A alface é uma das hortaliças de maior expressão econômica no Brasil. O seu cultivo se caracteriza pela alta competitividade na comercialização, o que tem levado a uma crescente especialização e ampliação da escala de produção. Como consequência, tem-se constatado sensíveis mudanças no processo produtivo, passando de mão-de-obra intensiva para capital e tecnologia intensivos.

Dentre as inovações tecnológicas mais relevantes, destaca-se a produção de mudas em bandejas multicelulares de poliestireno expandido, cujos principais benefícios são a facilidade no manuseio e transporte; a racionalização do uso de insumos e de mão-de-obra; o planejamento da atividade produtiva

de forma previsível; o controle de fatores adversos à germinação e o crescimento das mudas; o desenvolvimento das mudas livres de competição entre si e de plantas daninhas; a obtenção de plantas com melhor arquitetura; a formação de um sistema radicular intacto, abundante, ativo e acompanhado pelo bloco de substrato, que reduz o choque no momento do transplante, além de permitir a retomada imediata do crescimento; as melhores condições sanitárias das mudas; a obtenção de maior produtividade em consequência do maior estande; a precocidade e o maior número de ciclos de cultivo (Grupo Eucatex, 1990; Santos, 1995). A produção de mudas em bandejas tem sido divulgada e comercializada com base

em práticas e pesquisas realizadas em outros países (Vieira, 1990). Como consequência, vários questionamentos e dúvidas têm sido levantados, principalmente aqueles relacionados ao ambiente onde as mudas são produzidas e aos tratamentos culturais, substrato e ponto de transplante, dentre outros.

A alta intensidade de luz solar pode causar danos às plantas (Sachs e Ho, 1986) e afetar o crescimento da alface (Krissek e Ormrod, 1980), porém, o problema mais comum, na fase de produção das mudas em ambiente protegido, tem sido o sombreamento causado por plásticos desgastados e empoeirados ou, o sombreamento causado pelo uso de sombrite ou plásticos caiados, usados como recursos para amenizar a temperatura do ambiente. Como consequência, tem-se o estiolamento das mudas (Alpi e Tognoni, 1988), que as tornam menos resistentes ao estresse pós-transplante, responsável por injúrias, redução e até paralisação do crescimento, morte de folhas, podendo chegar à morte da muda (McKee, 1981).

A falta de controle da temperatura em diversas etapas pode provocar a ocorrência de distúrbios que podem tornar-se irreversíveis, como a dormência secundária das sementes (Popinigis, 1977), os danos às mudas (Minami, 1995) ou o florescimento prematuro da planta (Ryder, 1979).

Sob cobertura plástica, a temperatura pode exceder a do ambiente externo, atingindo picos entre às 12 e 16 h (Farias et al., 1993), que podem superar a ótima (23,9°C) ou a máxima (29,4°C) para a germinação das sementes e desenvolvimento inicial da alface (Filgueira, 1981).

O aumento dos níveis de salinidade, geralmente, reduz a germinação das sementes e a emergência das plântulas, mas a suscetibilidade das plantas ao estresse salino, nos diferentes estádios de desenvolvimento, varia entre espécies (Sanderson et al., 1997). A alface é uma espécie considerada medianamente tolerante à salinidade, suportando níveis entre 4 e 10 dS/m (Daker, 1970), mas de modo geral, a salinidade pode reduzir em até 25% o rendimento, sem que se percebam os sintomas na planta (Bower et al., 1952).

Alguns imprevistos podem impor atrasos no transplante das mudas, o que pode afetar o crescimento pós-transplante, atrasar a colheita e reduzir a produção (Cheng, 1971; McKee, 1981), devido à menor tolerância das mudas maiores ao choque de transplante (Minami, 1995). Todavia, o período de permanência das mudas de alface nos recipientes parece ser dependente do tamanho deles que, por sua vez, está relacionado com a exaustão do substrato (Wang e Kratky, 1976).

A poda pelo ar, promovida pela desidratação das extremidades radiculares, ao atingirem os drenos das células das bandejas, determina a perda da dominância apical e o estímulo para a emissão de um denso e ativo sistema radicular secundário (Santos, 1997). Quando as bandejas não são colocadas em estrados suspensos, como tem sido constatado esporadicamente, estes benefícios podem não acontecer. Entretanto, não se dispõe de informações sobre o seu efeito na produção.

Considerando a necessidade de previsibilidade, dentro de um sistema profissional de produção de mudas em bandejas e produção comercial de alface, o presente trabalho teve como objetivo simular condições ambientais e práticas culturais desfavoráveis ou favoráveis à germinação das sementes e ao crescimento das mudas, a fim de avaliar seus efeitos sobre as características de crescimento, produtividade e qualidade da alface, *Lactuca sativa* L. cv. Elisa (Asteraceae).

Material e métodos

O trabalho foi conduzido no Setor de Olericultura, do Departamento de Agronomia, da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Estado do Paraná, durante o período de agosto a outubro de 1997, em duas fases. Na primeira, foram aplicados os tratamentos correspondentes às variações do ambiente e de práticas culturais; na segunda, as mudas foram cultivadas a campo para avaliar o efeito dos tratamentos nas características de crescimento e produção.

Utilizaram-se sementes peletizadas de alface, cultivar Elisa, que foram semeadas em bandejas de poliestireno expandido, contendo substrato comercial marca Plantmax-HA.

O delineamento experimental adotado para a fase de produção de mudas foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Para cada tratamento, foram utilizadas aproximadamente 400 mudas. Para tanto, utilizaram-se duas bandejas de 200 células, divididas (cortadas) ao meio, o que resultou em quatro partes iguais de 100 células. Cada uma dessas partes, contendo aproximadamente 100 mudas, constituiu uma parcela, o que permitiu obter 4 repetições por tratamento.

Os tratamentos foram: T1) testemunha - as mudas foram conduzidas em túnel alto com as condições para proporcionar crescimento e formação normal, ou seja, a temperatura média diurna do substrato desde a semeadura até a emergência das plântulas foi de 23,7°C e a temperatura ambiente média nesse período foi de 26,5°C, a condutividade elétrica (C. E.) do substrato foi de 3,8 dS/m e a

radiação fotossinteticamente ativa (R. F. A.) variou entre 530 e 838 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$; T2) atraso no transplante - as mudas foram transplantadas 33 dias após a semeadura; T3) raiz sem poda aérea - as bandejas foram mantidas sobre um tablado de madeira, permitindo que as raízes continuassem o seu crescimento além do orifício inferior da bandeja; T4) sol direto - as mudas foram mantidas desde a semeadura até o transplante (26 dias) ao ar livre, o que representou uma exposição direta aos raios solares e acréscimo de 26,6% na intensidade de R. F. A., em relação ao túnel alto; T5) alta temperatura na germinação - desde a semeadura até o início da emergência as bandejas foram cobertas com plástico transparente e, desta forma, a temperatura diurna do substrato variou entre 30 e 33°C; T6) alta temperatura no crescimento - as mudas foram mantidas na mini-estufa, cuja temperatura média máxima do ar foi de 36,9°C; T7) deficiência hídrica - as mudas foram irrigadas somente quando apresentavam início de perda de turgescência, isto é, havia perdido aproximadamente 25,5% de sua matéria fresca quando túrgidas; T8) sombreamento - as mudas foram mantidas no ambiente constituído pelo sombrite 50%, o que representou um decréscimo efetivo de 45,3% na R. F. A., em relação ao túnel alto; T9) irrigação excessiva - foram feitas irrigações com volume de água maior que a capacidade de retenção do substrato, com frequência de cinco vezes ao dia, de forma a provocar lixiviações; T10) salinidade do substrato - após a semeadura, aplicou-se por meio de pulverização, nitrato de potássio com índice salino de 73,6 (Malavolta, 1981), na concentração de 18,9 g/550 ml de água deionizada sobre as quatro parcelas, suficiente para elevar a C. E. do substrato de 3,79 dS/m no seu estado original para 10,14 dS/m. Para as determinações das condutividades elétricas do substrato, utilizou-se o método de extração do extrato de saturação conforme metodologia preconizada pela Embrapa (1979) e, em seguida, foram realizadas as leituras de condutividade elétrica em aparelhos específicos; T11) adubação de cobertura - utilizou-se o nitrato de potássio quando da emissão da primeira folha, pulverizado na mesma concentração e volume utilizado em T10.

Com a finalidade de simular as diferentes condições a que as mudas foram submetidas durante a fase de crescimento, foram utilizados quatro ambientes distintos: 1. abrigo modelo túnel alto, com 6,0 m de largura x 30,0 m de comprimento e 2,0 m de pé-direito, coberto com uma película de polietileno de baixa densidade, aditivada anti-U.V., com 0,075 mm de espessura, aberto nas laterais e

frontais e orientado na direção Norte-Sul. Neste ambiente, foram mantidas constantemente as mudas submetidas aos tratamentos T1, T2, T3, T5, T7, T9, T10 e T11, com a finalidade de protegê-las da ação das chuvas; 2. “mini-estufa”, com as dimensões de 1,0 x 1,0 x 0,4 m, coberta com filme plástico de mesmas características do primeiro ambiente e fechada em todas as laterais, com a finalidade de aumentar a temperatura ambiente para as mudas do tratamento T6; 3. cobertura com sombrite 50%, nas dimensões de 1,0 x 1,0 x 0,4 m, com a finalidade de reduzir a intensidade da (R. F. A.) para as mudas do tratamento T8; 4. suporte de madeira localizado ao ar livre, com a finalidade de proporcionar as condições naturais do T4.

As parcelas submetidas aos tratamentos T4, T6 e T8 ficavam nos respectivos ambientes descritos, das oito às dezenove horas, quando eram recolhidas ao interior do túnel alto e dispostas nos seus respectivos lugares nos blocos. As características avaliadas foram: porcentagem de emergência de plântulas e matérias secas de partes aéreas e de raízes de 10 mudas coletadas ao acaso por parcela, aos 26 dias após a semeadura, exceto para o transplante tardio, que foi feito sete dias depois.

A fase de campo foi conduzida na horta didática pertencente ao Setor de Olericultura da UEM cujo solo foi classificado como Terra Roxa Estruturada, classe textural muito argilosa, com as seguintes características químicas: pH = 6,2 (em água); P = 207,0 mg/dm^3 ; K^+ = 0,66 cmol/dm^3 ; Ca^{2+} = 8,71 cmol/dm^3 ; Mg^{2+} = 2,96 cmol/dm^3 e H^+ + Al^{3+} = 3,9 cmol/dm^3 . O solo foi preparado manualmente e recebeu adubação orgânica no plantio, na forma de “torta de filtro” (resíduo da industrialização do açúcar e álcool), na dose de 10t/ha. Nessa fase, os onze tratamentos iniciais foram instalados sob delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. Cada parcela foi constituída de uma área de 1,2 m x 1,8 m com 24 plantas no espaçamento de 0,3 x 0,3 m. Após o transplante, foram feitas cinco adubações foliares com intervalos semanais, utilizando um adubo foliar que contém os seguintes elementos: 20% de N, 10% de P_2O_5 , 10% de K_2O , 0,5% de Mg, 0,08% de Mn, 0,14% de B, 1,5% de Zn e 1,0% de S, na dose de 300 g do produto comercial por 100 L de água. Para as adubações de cobertura utilizaram-se os produtos cloreto de potássio e uréia, parcelando-se em quatro vezes, de modo a fornecer o total de 120 kg/ha de N e 60 kg/ha de K_2O . Para o controle de plantas daninhas, foram realizadas capinas manuais, sempre que necessário. As irrigações, por meio de aspersão, foram feitas diariamente de modo a fornecer as quantidades

demandadas em função dos estádios fenológicos da planta e da evapotranspiração de referência.

As avaliações foram realizadas nas dezesseis plantas centrais de cada parcela, no dia da colheita, aos 39 dias após o transplante. As cabeças de alface foram classificadas quanto ao peso (<300 g, entre 300 e 500 g e >500 g), sendo consideradas comerciais aquelas acima de 300 g.

Os dados obtidos foram submetidos primeiramente aos testes de normalidade e homogeneidade para verificar as pressuposições básicas da análise de variância. Em seguida, procedeu-se à análise de variância convencional. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Quando da emergência das plântulas, observaram-se influências negativas causadas por temperaturas elevadas e pelo aumento da salinidade do substrato durante o período de germinação. A emergência das plântulas de alface em função das temperaturas elevadas foi de 37,1%. Resultado semelhante também foi constatado por Gray (1975) e que, segundo Kretschmer (1974), citado por Cantliffe *et al.* (1981), ocorre quando a embebição das sementes se dá em temperaturas acima de 30°C, em decorrência de dormência irreversível das sementes.

Em relação à elevada C.E. do substrato, embora a alface seja classificada como uma espécie medianamente tolerante à salinidade (Daker, 1970; Whithers e Vipond, 1977), a fase de germinação tem sido apontada como crítica, devido ao efeito direto do excesso de sais em reduzir a disponibilidade de água para a semente, resultando em queda do poder germinativo (Sanderson *et al.*, 1997). Na presente pesquisa, quando se elevou a condutividade elétrica do substrato de 3,79 dS/m para 10,14 dS/m, a emergência de plântulas de alface foi de 87,0%, enquanto 97,4% de plântulas foram observadas nos tratamentos onde se utilizou o substrato sem excesso de salinidade. Esses resultados demonstram a importância do monitoramento da temperatura e da C.E. do substrato, durante o estágio de germinação e de produção de mudas em bandeja.

A matéria seca da parte aérea das mudas foi superior no tratamento em que se atrasou o transplante (Tabela 1). Embora a constatação pareça óbvia, pelo fato de as mudas terem permanecido nas bandejas sete dias a mais do que nos outros tratamentos, o atraso no transplante permitiu verificar que ainda não havia sido alcançado o ponto de competição entre as mudas, nem o esgotamento do substrato. A adubação de cobertura foi uma

prática cultural importante na produção de matéria seca da parte aérea, contribuindo com um acréscimo de quase 90% da matéria seca em relação à testemunha. Esta, por sua vez, não diferiu significativamente dos tratamentos raiz sem poda aérea, sol direto e salinidade do substrato. Vale ressaltar que a redução de 45% da R. F. A., condição observada no tratamento com sombreamento, comumente encontrada quando o filme de cobertura da casa de vegetação está muito sujo e/ou degradado, ou sob sombrite, causou a redução de quase 35% no acúmulo de matéria seca em relação à testemunha. As reduções mais evidentes no acúmulo de matéria seca da parte aérea das mudas foram verificadas para aquelas submetidas a altas temperaturas, tanto na fase de germinação como na de crescimento das mudas e também devido ao excesso de irrigação. Este último fator pode ter causado deficiência nutricional decorrente da lixiviação. Além disso, pode ter favorecido a deficiência de oxigênio para as raízes.

Tabela 1. Matéria seca de parte aérea (MSPA) e do sistema radicular (MSR) de mudas e produtividade da alface, *Lactuca sativa* cv. Elisa. Maringá, UEM, Estado do Paraná, 1997

Tratamentos	MSPA (g/planta)	MSR (g/planta)	Produtividade (t/ha)
Testemunha	0,071 c	0,036 bc	37,8 a
Atraso no transplante	0,177 a	0,101 a	33,1 a
Raiz sem poda aérea	0,086 c	0,038 b	35,5 a
Sol direto	0,072 c	0,038 b	36,0 a
Alta temperatura na germinação	0,029 e	0,018 d	38,4 a
Alta temperatura no crescimento	0,045 de	0,033 bc	35,8 a
Deficiência hídrica	0,043 de	0,021 d	37,2 a
Sombreamento	0,047 d	0,019 d	33,8 a
Irrigação excessiva	0,042 de	0,033 bc	33,4 a
Salinização do substrato	0,074 c	0,024 cd	36,8 a
Adubação de cobertura	0,133 b	0,034 bc	35,5 a
C. V. (%)	8,8	13,1	7,9

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, até o nível de 5%

O efeito dos tratamentos na matéria seca das raízes (Tabela 1) mostrou que o sistema radicular foi menos sujeito às variações ambientais e de práticas culturais do que a parte aérea, ou seja, não respondeu ao efeito benéfico da adubação de cobertura ou prejudicial dos estresses térmico e hídrico de forma significativa, como aconteceu com a parte aérea.

Apesar de os tratamentos beneficiarem ou não o crescimento das mudas, não se observou diferenças significativas na produtividade da alface cv. Elisa (cabeças comercializáveis), as quais variaram de 33,1 t/ha a 38,4 t/ha. Essas produtividades são superiores às obtidas por produtores comerciais que, em condições favoráveis de cultivo, segundo Filgueira (1982), varia de 20 t/ha a 30 t/ha. Santos e Souza

(1996) obtiveram produtividades semelhantes quando cultivaram alface sob cultivo protegido e com a mesma cultivar. Isso indica, por um lado, que as condições de campo onde o experimento foi conduzido não foram limitantes à produtividade e, por outro, que as plantas, na fase de campo, apresentaram desempenho independente dos efeitos dos tratamentos no crescimento das mudas.

A capacidade de as plantas se recuperarem de estresses ocorridos durante o período de adaptação pós-transplante levou Wieb e Tiessen (1971), citados por McKee (1981), a classificarem a alface como uma das hortaliças mais adaptadas ao transplante. Além disso, a não persistência do efeito dos fatores estressantes ocorridos na fase de produção de mudas parece confirmar a afirmação de Chapin (1991), segundo a qual há espécies que têm a capacidade de não converter distúrbios fisiológicos, induzidos por fatores estressantes, em quedas de produção. A reversibilidade do efeito das modificações funcionais, em resposta a alterações das condições ótimas para a vida da planta é prevista por Larcher (1995) e caracteriza a sua adaptabilidade ao ambiente.

Cerca de 80% da produção total da alface, cv. Elisa foi de cabeças entre 300 a 500 g (Figura 1), sem haver efeito significativo dos tratamentos. Os tratamentos testemunha e adubação de cobertura não diferiram entre si. Porém, foram significativamente superiores aos demais tratamentos, em relação à classe de plantas com peso superior a 500 g. Este resultado mostra o efeito vantajoso do fornecimento suplementar de nitrogênio e potássio, em cobertura, e do menor estresse nas mudas testemunhas em relação aos demais tratamentos, para a obtenção de melhor classificação da alface a ser comercializada, com reflexos positivos sobre o rendimento econômico do cultivo.

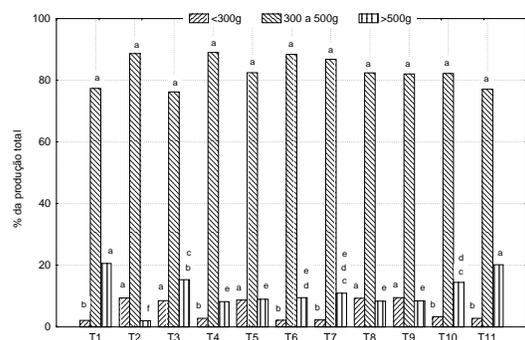


Figura 1. Produtividade por classes (em % da produção total) da alface *Lactuca sativa*, cv. Elisa, em função dos tratamentos avaliados: T1 (Testemunha), T2 (atraso no transplante), T3 (raiz sem poda aérea), T4 (sol direto), T5 (alta temperatura na germinação), T6 (alta temperatura no crescimento), T7 (deficiência hídrica), T8

(sombreamento), T9 (irrigação excessiva), T10 (salinização do substrato) e T11 (adubação de cobertura). Maringá, UEM, 1997. Os histogramas da mesma série seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade; As classes de peso de plantas <300g, entre 300 e 500g e >500g apresentaram coeficientes de variação de 21,9%, 11,6% e 18,1%, respectivamente

Os resultados obtidos neste trabalho permitem concluir que a produção de mudas de alface exige cuidados, principalmente, no que diz respeito à concentração de sais no substrato e à temperatura do ambiente em que as bandejas são colocadas, visto que algumas condições do ambiente de crescimento e práticas culturais podem beneficiar ou prejudicar o crescimento das mudas, sem, no entanto, afetar a produção. Todavia, seria prudente avaliar tal efeito sob condições de cultivo (pós-transplante) menos favoráveis, antes de se concluir que a alface é capaz de assimilar os estresses ocorridos na fase de muda.

Referências

ALPI, A.; TOGNONI, F. *Cultura em estufas*. 2 ed. Lisboa: Editorial Presença Ltda., 1988.

BOWER, C.A. *et al.* Exchangeable cation analysis of saline and alkali soils. *Soil Sci.*, Baltimore, v.73, n.4, p.251-261, 1952.

CANTLIFFE, D.J. *et al.* Overcoming seed thermodynamic in a heat sensitive romaine lettuce by seed priming. *Hortscience*, Alexandria, v.16, n.2, p.196-198, 1981.

CHAPIN, F.S. Integrated responses of plants to stress: a centralized system of physiological responses. *Bioscience*, Washington D.C., v.41, n.1, p 29-36, 1991.

CHENG, S.S. Efeito da idade das mudas no ciclo vegetativo da alface (*Lactuca sativa* L.). *Agros*, Lavras, v.1, n.1, p.5-9, 1971.

DAKER, A. *A água na agricultura: irrigação e drenagem*. Rio de Janeiro: Freitas Bastos S.A., v.3, 1970.

EMBRAPA-SNLCS. *Manual de métodos de análise de solo*. Análises Químicas: método 2.32, parte 2. Rio de Janeiro, 1979.

FARIAS, J.R.B. *et al.* Alterações na temperatura e umidade relativa do ar provocadas pelo uso de estufa plástica. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.1, n.1, p.51-62, 1993.

FILGUEIRA, F.A.R. *Manual de Olericultura: cultura e comercialização de hortaliças*. São Paulo: Agronômica Ceres Ltda., v.1, 1981.

FILGUEIRA, F.A.R. *Manual de Olericultura: cultura e comercialização de hortaliças*. São Paulo: Agronômica Ceres Ltda., v.2, 1982.

GRAY, D. Effects of temperature on the germination and emergence of lettuce (*Lactuca sativa* L.) varieties. *J. Hort. Sci.*, Ashford Kent, v.50, p.349-360, 1975.

GRUPO EUCATEX. *Sistemas e insumos plantmax para a agricultura*. São Paulo, 1990.

- KRISEK, D.T.; ORMROD, D.P. Growth response of Grand Rapids lettuce and First Lady marigold to increased far-red and infrared radiation under controlled environments. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, Alexandria, v.105, n.106, p.936-939, 1980.
- LARCHER, W. *Physiological plant ecology: ecophysiology and stress physiology of functional groups*. 3 ed. Berlin: Springer-Verlag, 1995.
- MALAVOLTA, E. *Manual de química agrícola: adubos e adubação*. 3 ed. São Paulo: Agronômica Ceres Ltda., 1981.
- McKEE, J.M.T. Physiological aspects of transplanting vegetables and other crops. I. Factors which influence re-establishment. *Horticultural Abstract*, v.51, n.5, p.265-272, 1981.
- MINAMI, K. *Produção de mudas de alta qualidade em horticultura*. São Paulo: T.A. Queiroz, 1995.
- POPINIGIS, F. *Fisiologia da semente*. Brasília: Ministério da Agricultura-Agriplan, 1977. 289p.
- RYDER, E.J. *Leafy salad vegetables*. Westport: AVI Publishing Company, 1979.
- SACHS, M.M.; HO, T.H.D. Alteration of gene expression during environmental stress in plants. *Annu. Rev. Plant Physiol.*, Palo Alto, v.37, p.363-376, 1986.
- SANDERSON, M.A. et al. Physiological and morphological responses of perennial forages to stress. *Adv. Agron.*, San Diego, v.59, p.171-224, 1997.
- SANTOS, H.S. *Efeito de sistemas de manejo do solo e de métodos de plantio na produção da alface (Lactuca sativa L.) em abrigo com solo naturalmente infestado com Meloidogyne javanica*. 1995. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1995.
- SANTOS, H.S. *Instruções práticas para a produção de mudas de hortaliças em bandejas*. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 1997. (Boletim de Olericultura, n. 1)
- SANTOS, H.S.; SOUZA, R.J. Efeito de métodos de plantio e manejo do solo infestado com *Meloidogyne javanica* na produção de alface sob estufa plástica. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.14, n.1, p.19-22, 1996.
- VIEIRA, O.V. *Produção de mudas de alface (Lactuca sativa L.) em bandejas multicelulares*. 1990. Tese (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1990.
- WANG, J.K.; KRATKY, B.A. Seedling transplant and its effects on mechanized greenhouse lettuce production. *Trans. ASAE*, St. Joseph, v.19, n.4, p.661-664, 1976.
- WHITERS, B.; VIPOND, S. *Irrigação: projeto e prática*. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1977.

Received on August 03, 2001.

Accepted on September 11, 2001.