



## Crescimento de mudas de alface em diferentes substratos

**Jane Luísa Wadas Lopes<sup>1\*</sup>**  
**Carmen Sílvia Fernandes Boaro<sup>2</sup>**  
**Milene Rodrigues Peres<sup>1</sup>**  
**Vandeir Francisco Guimarães<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>UNESP, Departamento de Engenharia Rural

Caixa Postal 237, CEP 18603-970, Botucatu-SP, Brasil  
jane.lopes@terra.com.br

<sup>2</sup>UNESP, Departamento de Botânica

Caixa Postal 510, CEP 18618-000, Botucatu-SP, Brasil  
csfboaro@ibb.unesp.br

<sup>3</sup>UNIOESTE, Centro de Ciências Agrárias, Campus de Marechal Cândido Rondon – PR, Brasil

Submetido em 25/06/2007  
Aceito para publicação em 22/08/2007

### Resumo

Realizou-se um estudo de análise de crescimento em mudas de alface (*Lactuca sativa* L. cultivar Verônica), produzidas em estufa utilizando-se bandejas de isopor de 128 células e três diferentes substratos comerciais: Golden Mix®, Plantmax® e Plugmix®, que constituíram os tratamentos de um delineamento de blocos ao acaso com oito repetições. A partir do 15º dia após a semeadura iniciaram-se as coletas (num total de cinco) das plantas, para a realização das avaliações de altura, número de folhas, área foliar, área foliar específica, massa específica de folha e das taxas de crescimento absoluto e relativo e de assimilação líquida. Os resultados das avaliações dos índices de crescimento indicaram a possibilidade de plantio das mudas produzidas nos substratos Plantmax® e Plugmix® aos 25 dias após semeadura, apresentando no mínimo quatro folhas definitivas, apesar do substrato Plantmax® ter garantido ao final das avaliações os melhores resultados em altura, massa seca, área foliar específica e nas taxas de crescimento absoluto e de assimilação líquida.

**Unitermos:** hortalça, características fisiológicas, características morfológicas, viveiro

### Abstract

**Growth of lettuce seedlings in different substrates.** This research studied the growth of lettuce seedlings (*Lactuca sativa* L. cv. Veronica) cultivated under greenhouse conditions, using polystyrene trays with 128 cells and three different commercial substrates: Golden Mix, Plantmax and Plugmix. The statistical design was in the form of randomized blocks, with eight (8) replications. Fifteen days after sowing the seeds, samples (five in total) of plants were taken to evaluate the height, number of leaves, leaf area, leaf specific area, leaf specific weight, absolute and relative growth rates and net assimilation rates. The evaluated growth indexes showed that seedlings produced with the Plantmax and Plugmix substrates could be planted 25 days after sowing, since they had at least four definitive leaves. The Plantmax substrate showed, at the end of the evaluation, the best results in height, dry weight, leaf specific area, absolute growth rates and net assimilation rates.

**Key words:** vegetable, physiological characteristics, morphological characteristics, nursery

## Introdução

Originária da Ásia e trazida pelos portugueses no século XVI, a alface (*Lactuca sativa L.*) é a mais popular das hortaliças folhosas e é cultivada em quase todas as regiões do globo terrestre (Gomes, 2001; Resende et al., 2003). A alface é considerada a hortaliça folhosa mais importante na alimentação dos brasileiros, o que assegura à cultura expressiva importância econômica.

Atualmente a alface é produzida em bandejas, método que segundo Filgueira (2000) proporciona melhor rendimento operacional em quantidade de sementes, uniformização das mudas, manuseio no campo, controle fitossanitário, condições estas que permitem colheitas precoces. O mesmo autor ainda recomenda, para a produção das mudas de alface, bandejas de até 288 células. Marques et al. (2003) e Resende et al. (2003), no entanto, recomendam o uso de bandejas de isopor com até 200 células.

A produtividade primária é o meio mais acessível e preciso para avaliar o desenvolvimento e inferir sobre a contribuição de diferentes processos fisiológicos no comportamento vegetal. O acúmulo de material resultante da fotossíntese é um aspecto fisiológico de maior importância para a análise de crescimento (Benincasa, 2003).

A produção agrícola é altamente dependente da produção de insumos e, nesse contexto, os substratos têm se destacado devido à sua ampla utilização na produção de mudas de hortaliças (Silveira et al., 2002). A prática de uso de substratos na produção agrícola data de 1941, na Califórnia (Booman, 2000). No entanto, a difusão de pesquisas na área ocorreu mais tarde, a partir do International Workgroup on Soiless Culture de 1955, como descreve Kämpf (2006). Substrato é descrito como sendo um produto usado como meio de crescimento de plantas e que como tal deve seguir determinadas exigências (Brasil, 2004). A qualidade de um substrato para o abastecimento de bandejas depende de sua estrutura física e composição química e de sua qualidade dependem as plantas produzidas (Miranda et al., 1998), sendo sua principal função prover suporte às plantas nele cultivadas (Röber, 2000).

Atualmente, a maioria dos substratos é uma mistura de dois ou mais componentes, feita para que as propriedades químicas e físicas se tornem adequadas

às necessidades específicas de cada cultivo (Fonteno, 1993). A turfa, material orgânico originário de áreas úmidas é o componente mais usado nos Estados Unidos, Canadá e por grande parte da Comunidade Européia (Booman, 2000) e atualmente, ainda no Brasil. Com o fechamento de muitas turfeiras, a fibra de coco, com estrutura física de uniformidade bastante adequada, surgiu como uma boa alternativa para a substituição das turfas e deve promover grandes mudanças na qualidade dos substratos (Booman, 2000).

No Brasil, existem ainda muitas controvérsias e dúvidas quanto aos métodos que devam ser usados para caracterizar substratos (Abreu et al., 2002), no entanto com a definição da metodologia específica para substratos (Abreu, 2006), que deverá, provavelmente, estabelecer, a mesma metodologia definida em 2003, pelo Comitê de Normatização Européia, será possível comparar os valores obtidos aos recomendados.

Para Gruszynski (2002), os aspectos principais nas propriedades físicas de um substrato são as propriedades das partículas que compõem a fração sólida (forma e tamanho), superfície específica e característica de interação com a água (molhabilidade) e a geometria do espaço poroso formado entre essas partículas, dependente das propriedades das partículas e da forma como o material é manuseado, principalmente da densidade de enchimento no recipiente, que determina a porosidade total e o tamanho dos poros.

A capacidade de troca de cátions (CTC), o pH, o teor de matéria orgânica e a salinidade são as propriedades químicas mais importantes dos substratos sendo que a nutrição das plantas é de responsabilidade do produtor (Schmitz et al., 2002). A faixa de pH ideal para um substrato varia muito de acordo com a espécie a ser cultivada, porém pode-se considerar como de 5,5 a 6,5, onde ocorre a disponibilidade da maioria dos nutrientes (Ansorena Miner, 1994; Baumgarten, 2002). A capacidade de troca de cátions, segundo Gruszynski (2002), está diretamente relacionada com o nível tecnológico (manejo de fertirrigação) do produtor de mudas, capaz de controlar a ampla reserva dos nutrientes. A condutividade elétrica, indicativo da concentração de sais devem se situar entre 0,8 e 1,5 dS m<sup>-1</sup> (obtidos pela extração em água na proporção de 1 parte de substrato para 1,5 partes de água destilada), segundo Baumgar-

ten (2002). Schmitz et al. (2002) assumindo que 50 a 60% da matéria orgânica é constituída por carbono, estabeleceram que os teores ideais de carbono orgânico para substratos usados em recipientes, com fornecimento esporádico de água e nutrientes, devem ficar acima de 25%.

Se por um lado o uso dos substratos possibilitou aos produtores uma série de vantagens, como a racionalização de mão-de-obra, de insumos e de fertilizantes, garantindo a formação de mudas com melhor arquitetura, por outro lado a grande variabilidade de substratos e preços existentes no mercado, associados à falta de uniformidade química e física entre os lotes de fabricação, por outro lado pode comprometer o planejamento da atividade, já que o transplante das mudas pode ocorrer com atrasos que acarretam custos adicionais ao produtor e em ônus maior para o consumidor. Para Luz et al. (2000) a modernização da agricultura e a segmentação do mercado, trouxeram a especulação na atividade de produção de mudas; os substratos comerciais de boa qualidade possuem custo elevado.

Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar os índices de crescimento de mudas de alface em bandejas de 128 células, produzidas em estufa, em três tipos de substratos, avaliando qual possibilitaria melhores mudas para transplante em menor tempo, visando assim maximizar o uso da estufa e a redução dos custos.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido de 29/04/2002 à 24/05/2002 no viveiro do Departamento de Ciências Florestais da Faculdade de Ciências Agrônomicas em Botucatu (22°54'S; 48°27'W; 850m), em estufa com cobertura plástica, cortinas laterais de tela de sombra 50% e irrigação por microaspersão. O delineamento estatístico utilizado foi de blocos ao acaso. A semeadura foi realizada em 29/04/2002 com duas sementes pelletizadas por célula, realizando-se o desbaste aos sete dias após a semeadura (DAS), mantendo-se uma planta por célula. Utilizou-se a cultivar Verônica (lote 23.015, germinação 90% e pureza física 99,9%).

Foram avaliados três substratos comerciais: Golden Mix® (GMIX), Plantmax® (PLX) e Plugmix®

(PMIX), que constituíram os tratamentos, com oito repetições, totalizando 24 bandejas.

A partir do 15º DAS iniciaram-se as coletas (num total de cinco) para a realização das avaliações, realizadas, a seguir, a cada cinco dias até o 35º DAS. Em cada coleta procedeu-se à retirada de oito plantas por repetição, mantendo-se sempre uma bordadura simples. Determinou-se a altura das plantas, utilizando-se régua milimetrada, definida pela distância vertical da superfície do substrato até o topo da planta, o número de folhas novas e velhas, a massa seca da parte aérea e das raízes após secagem em estufa a 75°C até atingir massa constante e pesagem em balança analítica com precisão de 0,01g e a área foliar, em dm<sup>2</sup>, avaliada pelo medidor de área foliar AAM-8 Hayashi Denkoh. Após a determinação dessas variáveis em cada amostragem, calculou-se com base nas especificações de Benincasa (2003), a taxa de crescimento absoluto (TCA), que reflete a velocidade de crescimento; a taxa de crescimento relativo (TCR), que estima crescimento em função da matéria pré-existente, a taxa de assimilação líquida (TAL), que expressa a fotossíntese líquida, em termos de matéria seca produzida pela área foliar no intervalo entre duas amostragens, a área foliar específica (AFE), que é estimada pela superfície das folhas e sua massa seca e, a massa específica foliar (MEF) que pode ser considerada como uma expressão do volume foliar, indicando a espessura da folha.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

De modo geral, houve diferença estatisticamente significativa nos índices de crescimento das mudas de alface, cv. Verônica em função dos substratos nas cinco épocas de coleta. Aos 15 DAS (Tabela 1) foram observadas diferenças estatisticamente significativas no número de folhas, menor para o substrato PMIX e na massa seca, menor para GMIX, porém semelhante estatisticamente a PMIX. Nessa época, a altura, a área foliar, a área foliar específica e a massa específica foliar das mudas foram estatisticamente semelhantes, independentemente do substrato utilizado. A partir da segunda avaliação, aos 20 DAS, GMIX foi o substrato

que proporcionou menor crescimento em altura, sendo inferior em 2 cm, em média, quando comparado aos demais tratamentos e PLX se destacou em relação aos demais como o melhor substrato para aumento em massa seca, área foliar e massa específica foliar, apesar de a área foliar que ter sido estatisticamente igual aos demais substratos aos 35 DAS. Embora nas avaliações realizadas aos 20 e 25 DAS, no substrato GMIX, as mudas tenham apresentado menor número de folhas, aos 30 e 35 DAS, este índice não foi estatisticamente diferente dos outros dois substratos.

A massa seca (Tabela 1) foi sempre maior nas mudas produzidas no substrato PLX, até os 25 DAS, quando PMIX garantiu resultado estatisticamente igual aos demais substratos. O substrato PLX garantiu também maiores áreas foliares até os 30 DAS e a partir deste período, os demais substratos possibilitaram os mesmos ganhos. Este substrato a partir dos 30 DAS, foi superior também para a área foliar específica, apesar de a área foliar ter sido a característica que mais variou entre os tratamentos e de GMIX ter sido o substrato que

garantiu menor ganho em massa seca, o que poderia ser atribuído à nutrição mineral e orgânica desse substrato, não avaliada neste experimento, porém verificada por Silveira et al. (2002) e Trani et al. (2004) para substratos compostos unicamente por pó de coco.

A massa específica de folha que relaciona segundo Benincasa (2003), a superfície da folha (componente morfológico) e a massa (componente anatômico), estimando a composição interna da folha (número ou tamanho de células do mesofilo foliar) mostrou de maneira geral, superioridade para as mudas produzidas em GMIX (Tabela 1), apesar de ter variado em função dos substratos em cada período avaliado, indicando que as folhas nessas condições tenderam a apresentar maior espessura. O fato de o substrato GMIX ter possibilitado às mudas maior MEF pode ser explicado devido ao fato das plantas terem crescido menos, conseqüentemente terem recebido mais luz, pois segundo Taiz e Zeiger (2002), quando as plantas são cultivadas sob menor intensidade de luz as células do parênquima paliçádico da folha acabam ficando menores, diminuindo a espessura da folha.

TABELA 1: Altura (cm), número de folhas (nº), massa seca (g), área foliar (dm<sup>2</sup>), área foliar específica (dm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>) e massa específica de folhas (g dm<sup>-2</sup>) das mudas de alface (*Lactuca sativa* L.) cultivadas nos substratos Golden Mix® (GMIX), Plantmax® (PLX) e Plug Mix® (PMIX) e avaliadas a partir dos 15 dias após a semeadura (DAS) em intervalos regulares de 5 dias.

Índices de Crescimento	Substrato	Período de avaliação (dias)				
		15	20	25	30	35
Altura	GMIX	2,85 a	3,15 b	4,70 b	4,95 b	5,21 b
	PLX	3,10 a	4,49 a	6,58 a	7,85 a	7,68 a
	PMIX	3,33 a	3,90 a	5,80 a	6,69 a	7,34 a
	D.M.S	0,54	0,65	0,90	1,59	1,89
Número de Folhas	GMIX	2,81 a	3,12 b	3,45 b	4,5 a	5,25 a
	PLX	3,00 a	3,75 a	3,75 a	4,5 a	5,59 a
	PMIX	2,5 b	3,59 a	3,75 a	4,47 a	5,44 a
	D.M.S	0,25	0,28	0,24	0,07	0,38
Massa Seca	GMIX	0,039 b	0,039 b	0,124 b	0,230 b	0,455 b
	PLX	0,059 a	0,199 a	0,222 a	0,481 a	0,885 a
	PMIX	0,051 ab	0,115 b	0,166 b	0,399 a	0,838 a
	D.M.S	0,013	0,078	0,052	0,099	0,255
Área Foliar	GMIX	0,048 a	0,333 c	0,532 c	0,633 c	42,00 a
	PLX	0,075 a	0,781 a	1,540 a	2,007 a	44,75 a
	PMIX	0,054 a	0,603 b	1,020 b	1,381 b	43,50 a
	D.M.S	0,037 a	0,135	0,347	0,432	3,056
Área Foliar Específica	GMIX	1,266 a	8,957 a	4,306 b	2,790 c	2,335 b
	PLX	1,256 a	4,721 b	7,006 a	4,184 a	2,972 a
	PMIX	1,026 a	5,905 ab	6,172 a	3,451 b	1,978 b
	D.M.S	0,583	3,087	1,139	0,586	0,443
Massa Específica Foliar	GMIX	0,902 a	0,116 b	0,235 a	0,386 a	0,538 ab
	PLX	0,933 a	0,258 a	0,145 b	0,240 b	0,340 b
	PMIX	1,095 a	0,194 ab	0,167 b	0,297 b	0,538 a
	D.M.S	0,523	0,103	0,034	0,078	0,121

D.M.S. – Diferença mínima estatística do Teste de Tukey ( $\alpha = 5\%$ ). Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma coluna, não diferem pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.



Trani et al. (2004), avaliando diversos substratos, dentre eles Plantmax e Golden Mix, na produção de mudas de alface cultivar Vera, obtiveram desenvolvimento superior em altura, área foliar e número de folhas das mudas quando usaram substrato PLX. Estes autores e também Silveira et al. (2002) verificaram ainda que o substrato GMIX possibilitou excelente emergência das plântulas, porém não se revelou um bom substrato quanto ao desenvolvimento das plantas em altura, número de folhas e massas fresca e seca, o que foi atribuído à nutrição, principalmente pela deficiência de nitrogênio, embora tenham sido adotadas as recomendações de fertirrigação indicadas pelo fabricante.

Pragana (1998, apud Silveira et al., 2002), verificou, em testes de bioensaio com várias espécies de hortaliças, que a população fúngica em substrato de pó de coco é significativamente maior do que em PLX e em outros substratos de compostos orgânicos, o que poderia justificar o desempenho inferior das mudas em GMIX neste experimento. Segundo Melo (1998, apud Silveira et al., 2002), algumas espécies de *Pseudomonas* spp. fluorescentes atuam promovendo o crescimento de plantas ou reduzindo as populações de microrganismos deletérios que causam inibição do crescimento de plantas e deformações de raízes, no entanto pela análise visual isto não foi observado no sistema radicular das mudas em GMIX.

O incremento no tempo obtido entre duas amostragens, representado pela taxa de crescimento absoluto

(TCA), que reflete a velocidade média de crescimento ao longo do período analisado, foi também influenciado pelos substratos (Tabela 2). As mudas produzidas nos substratos GMIX e PMIX, em função da baixa produção de matéria seca (Tabela 1), apresentaram TCA, de maneira geral, inferior àquela obtida nas mudas produzidas em PLX. No período compreendido entre os 20 e os 25 DAS, a velocidade de crescimento foi menor nas mudas produzidas no substrato PLX, o que pode ser explicado pela ausência de incremento em massa seca das mudas neste substrato (Tabela 1). No entanto, PLX e PMIX produziram resultados superiores estatisticamente ao substrato GMIX nos dois últimos períodos avaliados, quando se considera a velocidade de crescimento apresentada pela alface semeada nesses substratos.

A taxa de crescimento relativo (Tabela 2), também variou em função dos substratos. No período compreendido entre os 15 e 20 DAS, PLX e PMIX garantiram capacidade maior às plantas em produzir material novo por unidade pré-existente, porém esta superioridade não se manteve no período compreendido entre os 20 e 25 DAS, quando GMIX apresentou maior TCR. Nos dois últimos períodos avaliados, todos os substratos testados garantiram TCR iguais estatisticamente. Barreiro et al. (2006) em plantas de manjerição também verificaram essa diminuição na TCR (maior somente na primeira coleta) ao longo das coletas, justificando essa diminuição pela elevação da atividade respiratória e pelo autossombreamento que aumenta com a idade da planta.

TABELA 2: Taxas de crescimento absoluto ( $\text{g dia}^{-1}$ ) e relativo ( $\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$ ) e taxa de assimilação líquida ( $\text{g dm}^2 \text{dia}^{-1}$ ) das mudas de alface (*Lactuca sativa* L.) cultivadas nos substratos Golden Mix® (GMIX), Plantmax® (PLX) e Plug Mix® (PMIX) e avaliadas a partir dos 15 dias após a semeadura (DAS) em intervalos regulares de 5 dias.

Índices de Crescimento	Substrato	Período de avaliação (dias)			
		15 - 20	20 - 25	25 - 30	30 - 35
Taxa de Crescimento Absoluto	GMIX	0,00 b	0,017 a	0,021 b	0,045 b
	PLX	0,028 a	0,005 b	0,052 a	0,081 ab
	PMIX	0,013 b	0,010 ab	0,047 a	0,088 a
	D.M.S	0,014	0,001	0,016	0,039
Taxa de Crescimento Relativo	GMIX	0,00 b	0,236 a	0,122 a	0,137 a
	PLX	0,228 a	0,039 b	0,155 a	0,121 a
	PMIX	0,153 a	0,078 b	0,175 a	0,150 a
	D.M.S	0,086	0,081	0,055	0,058
Taxa de Assimilação Líquida	GMIX	0,00 b	0,040 a	0,038 a	0,054 ab
	PLX	0,093 a	0,004 b	0,029 a	0,035 b
	PMIX	0,059 a	0,012 b	0,040 a	0,058 a
	D.M.S	0,042	0,010	0,012	0,019

D.M.S. – Diferença mínima estatística do Teste de Tukey ( $\alpha = 5\%$ ). Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma coluna, não diferem pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

A taxa de assimilação líquida (Tabela 2), que dá idéia da eficiência das folhas na produção de novos materiais, pelo balanço entre o material produzido pela fotossíntese e aquele perdido através da respiração, do mesmo modo que para as demais taxas, foi influenciada pelos substratos, e apesar de variar em função do período avaliado, no entanto apresentou tendência de diminuição ao longo das coletas, demonstrando o deslocamento de fotoassimilado para o órgão de reserva. A análise da tabela 2 mostrou ainda que, os três substratos garantiram taxas de fotossíntese líquida que possibilitaram já aos 25 DAS o plantio nos canteiros definitivos, época em que as mudas apresentaram no mínimo 04 folhas definitivas com sistema radicular e torrões (substrato / sistema radicular) consistentes. Valmorbidia (2003) e Scavroni (2003) avaliando o desenvolvimento de *Mentha piperita* L. verificaram que a TAL diminuiu com a idade das plantas, justificando o fato ao sombreamento das folhas inferiores. Já Barreiro et al. (2006) verificaram aumento da TAL em plantas de manjeriço tratadas com reguladores vegetais, atribuindo o resultado à ação desses reguladores agindo na impedância de autosombreamento, proporcionando maior assimilação de CO<sub>2</sub> durante o ciclo da planta.

Miranda et al. (1998), avaliando diferentes substratos para produção de mudas de alface cv. Verônica, definiram como sendo 30 DAS a idade de transplantio das mudas e Marques et al. (2003), testando tipos de bandeja, para alface cultivar Vera, definiram como sendo 26 DAS. Callegari et al. (2001) definiram como sendo 33 DAS a idade de transplantio, o que indica que os substratos testados nessa pesquisa podem ser usados para a produção de mudas de alface, já que os mesmos possibilitaram o transplantio com 25 DAS.

A análise química dos substratos avaliados neste experimento poderia ter auxiliado na interpretação dos resultados obtidos e justificado a superioridade de PLX em relação aos demais substratos. No entanto, em outro experimento, com mudas de eucalipto amostras dos mesmos substratos GMIX e PLX, usados neste experimento, foram analisadas quimicamente por Lopes (2004) no extrato 1:2, sendo que o pH, a condutividade elétrica, os níveis de fósforo, magnésio, cálcio e enxofre e o teor total de nitrogênio foram encontrados em menor quantidade

de no substrato GMIX e em maior quantidade no PLX, que apresentou menor quantidade de matéria orgânica, carbono, potássio, ferro e manganês. O boro, encontrado em elevadas concentrações nas fibras de coco não foi detectado em GMIX, o que foi atribuído ao processo de pasteurização desse substrato.

PLX e PMIX são substratos compostos por mesmas matérias primas, possivelmente misturadas em proporções muito similares (casca de pinus, carvão, turfa e vermiculita) tornando-os muito similares principalmente quanto à parte física, sendo que ambos apresentaram boa drenagem, avaliada visualmente. Por outro lado, o substrato GMIX, composto unicamente por fibras de coco maduras e pasteurizadas, apresentou-se mais encharcado, sendo comprovadamente um substrato com alta capacidade de retenção de água.

Mesmo que todos os substratos avaliados tenham possibilitado a emissão de novas folhas ao final das coletas (Tabela 1), de modo geral, PLX pode ser considerado como o melhor substrato quando não se corrige a fertilidade, pois ao longo das coletas os índices de crescimento foram superiores do que nos demais substratos.

A possibilidade do plantio das mudas para os canteiros definitivos aos 25 DAS fica mais assegurada com os substratos PLX e PMIX, apesar de todos os substratos terem induzido o desenvolvimento de no mínimo quatro folhas definitivas, sendo uma opção interessante ao produtor já que assegura a redução de custo e a otimização da estufa.

O substrato Plantmax® foi superior ao Golden Mix® e ao Plug Mix® ao final das avaliações (35 DAS), garantindo melhor altura, massa seca, área foliar específica e taxas de crescimento absoluto e de assimilação líquida, possibilitando ao produtor a economia de fertilizantes durante a fase de produção das mudas.

## Referências

- Abreu, M. F. de. 2006. Legislação de substratos para plantas. **Anais do V Encontro Nacional Sobre Substrato Para Plantas**, Ilhéus, Brasil, p.75-77.
- Abreu, M. F. de; Abreu, C. A. de; Bataglia, O. C. 2002. Uso da análise química na avaliação da qualidade de substratos e compo-

- nentes. **Anais do III Encontro Nacional Sobre Substrato Para Plantas**, Campinas, Brasil, p.17-28.
- Ansorena Miner, J. 1994. **Sustratos: Propiedades y caracterización**. Mundi-Prensa, Madrid, 172pp.
- Barreiro, A. P.; Zucarelli, V.; Ono, E. O.; Rodrigues, J. D. 2006. Análise de crescimento de plantas de manjeriço tratadas Com reguladores vegetais. **Bragantia**, **65** (4): 563-567.
- Baumgarten, A. 2002. Methods of chemical and physical evaluation of substrates for plants. **Anais do III Encontro Nacional Sobre Substrato Para Plantas**, Campinas, Brasil, p.7-15.
- Benincasa, M. M. P. 2003. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. 2. ed. Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão, Jaboticabal, Brasil, 41pp.
- Booman, J. 2000. Evolution of California substrates used in ornamental horticulture. **Anais do I Encontro Nacional Sobre Substrato Para Plantas**, Porto Alegre, Brasil, p.23-42.
- Brasil – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2004. **Decreto Lei nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004 - Instrução Normativa n. 14, de 15 de dezembro de 2004**. Disponível em <[http://www.pr.gov.br/seab/in\\_14\\_04\\_anexo.pdf#search=%22instru%C3%A7%C3%A3o%20normativa%20substratos%22](http://www.pr.gov.br/seab/in_14_04_anexo.pdf#search=%22instru%C3%A7%C3%A3o%20normativa%20substratos%22)>. Acesso em 26 de setembro de 2006.
- Callegari, O.; Santos, H. S.; Scapim, C. A. 2001. Variações do ambiente e de práticas culturais na formação de mudas e na produtividade da alface (*Lactuca sativa* L. cv. Elisa). **Acta Scientiarum**, **23** (5): 1117-1122.
- Filgueira, F. A. R. 2000. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil, 402pp.
- Fonteno, W. C. 1993. Substrates in horticulture. **Acta Horticulturae**, **342**: 93-122.
- Gomes, T. M. 2001. **Efeito do CO<sub>2</sub> aplicado na água de irrigação e no ambiente sobre a cultura da alface (*Lactuca sativa* L.)**. Tese de Doutorado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Brasil, 83pp.
- Gruszynski, C. 2002. **Resíduo agro-industrial “Casca de Tunge” como componente de substrato para plantas**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, 99pp.
- Kämpf, A. N. 2006. O estado da arte na pesquisa sobre substrato para plantas. **Anais do V Encontro Nacional Sobre Substrato Para Plantas**, Ilhéus, Brasil, p.93-96.
- Lopes, J. L. W. 2004. **Produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden) em diferentes substratos e lâminas de irrigação**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Brasil, 100pp.
- Luz, J. M. Q.; Paula, E. C.; Guimarães, T. G. 2000. Produção de mudas de alface, tomateiro e couve-flor em diferentes substratos comerciais. **Horticultura Brasileira**, **18** (suplemento): 579-581.
- Marques, P. A. A.; Baldotto, P. V.; Santos, A. C. P.; Oliveira, L. 2003. Qualidade de mudas de alface formadas em bandejas de isopor com diferentes números de células. **Horticultura Brasileira**, **21** (4): 649-651.
- Miranda, S. C de; Ribeiro, R. de L. D.; Ricci, M. dos S. F.; Almeida, D. L. de. 1998. Avaliação de substratos alternativos para a produção de mudas de alface em bandejas. Comunicado Técnico da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. **Agrobiologia**, **24**: 1-6. Disponível em <[http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/agri\\_org.html](http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/agri_org.html)> - 91k -. Acesso em 26 de fevereiro de 2007.
- Resende, G. M.; Yuri, J. E.; Mota, J. H.; Souza, R. J. de; Freitas, S. A. C. de; Rodrigues Jr., J. C. 2003. Efeitos de tipos de bandejas e idade de transplantio de mudas sobre o desenvolvimento e produtividade da alface americana. **Horticultura Brasileira**, **21** (3): 558-563.
- Röber, R. 2000. Substratos hortícolas: possibilidades e limites de sua composição e uso; exemplos da pesquisa, da indústria e do consumo. **Anais do I Encontro Nacional Sobre Substrato Para Plantas**, Porto Alegre, Brasil, p.209-215.
- Scavroni, J. 2003. **Desenvolvimento de *Mentha piperita* L. cultivada com diferentes níveis de biossólido: avaliações fisiológicas, bioquímicas e fitoquímicas**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Brasil, 125pp.
- Schmitz, J. A. K.; Souza, P. V. D. de.; Kämpf, A.N. 2002. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**, **32** (6): 973-944.
- Silveira, E. B.; Rodrigues, V. J. L. B.; Gomes, A. M. A.; Mariano, R. L. R.; Mesquita, J. C. P. 2002. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, **20** (2): 211-216.
- Taiz, L.; Zeiger, E. 2002. **Plant physiology**. 3<sup>rd</sup> ed. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, 690pp.
- Trani, P. E.; Novo, M. C. S. S.; Cavallaro Jr., M. L.; Telles, L. M. G. 2004. Produção de mudas de alface em bandejas e substratos comerciais. **Horticultura Brasileira**, **22** (2): 290-294.
- Valmorbida, J. 2003. **Níveis de potássio em solução nutritiva, desenvolvimento de plantas e produção de óleo essencial de *Mentha piperita* L.** Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Brasil, 128pp.