

Produção de mudas de alface em função de diferentes combinações de substratos¹

Production of lettuce seedlings for different combinations of substrata

Gilson Araújo de Freitas^{2*}, Rubens Ribeiro da Silva², Hélio Bandeira Barros², Aurélio Vaz-de-Melo² e Walter Antônio Pereira Abrahão³

RESUMO - O substrato utilizado na produção de mudas exerce papel primordial, no desenvolvimento inicial da planta. Neste sentido, com o presente trabalho objetivou-se avaliar a produção de mudas de alface em função de diferentes combinações de substratos. O experimento foi implantado seguindo um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os 20 tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 4x5; sendo o primeiro fator constituído por quatro substratos (*PlantHort I*, *PlantHort II*, *PlantHort III* e substrato comercial *Plantmax*[®]) e o segundo constituído de cinco níveis de casca de arroz carbonizada (0; 25; 50; 75; 100%). Foi utilizada a cultivar de alface Elba (*Lactuca sativa* L.). As sementes foram semeadas nos diferentes substratos contidos em bandejas de poliestireno expandido, com 128 células, na profundidade 0,5 cm. O aumento da porcentagem de casca de arroz carbonizada nos substratos avaliados apresentou comportamentos semelhantes em todas as características avaliadas. Os substratos *PlantHort I*, *PlantHort II*, *PlantHort III* considerados alternativos, independentemente da proporção adicionada de casca de arroz carbonizada proporcionaram maiores crescimentos em relação ao substrato comercial *Plantmax*[®].

Palavras-chave: Alface. Mudas. Casca de arroz.

ABSTRACT - The substratum used in seedling production has a key role in the initial development of the plant. To this effect, the present work aimed to evaluate the production of lettuce seedlings for different combinations of substrata. The experiment was set up following a completely randomized design with four replications. The 20 treatments were arranged in a 4x5 factorial, the first factor consisting of four substrata (*PlantHort I*, *PlantHort II*, *PlantHort III* and the commercial substratum *Plantmax*[®]) and the second consisting of five levels of burnt rice husks (0, 25, 50, 75, 100%). The lettuce cultivar used was Elba (*Lactuca sativa* L.). The seeds were sown in the different substrates contained in polystyrene trays of 128 cells, at a depth of 0.5cm. The increase in the percentage of rice husks in the substrata tested, showed a similar behavior for all traits. The substrata *PlantHort I*, *PlantHort I* and *PlantHort III*, considered as alternatives, provided greater growth relative to the substrate *Plantmax*[®], irrespective of the proportion of burnt rice husks added.

Key words: Lettuce. Seedlings. Rice hull.

* Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 08/08/2011; 17/07/2012

Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor apresentada à Universidade Federal do Tocantins/UFT

²Departamento de Agronomia, Universidade Federal do Tocantins/UFT, Campus de Gurupi, Gurupi-TO, Brasil, araujoagro@hotmail.com, rrs2002@uft.edu.br, barroshb@uft.edu.br, vazdemeloufv@gmail.com

³Departamento de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa/UFV, Avenida Peter Henry Rolfs s/n, Campus Universitário, Viçosa-MG, Brasil, 36.570-000, wabrahão@ufv.edu.br

INTRODUÇÃO

A cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) é largamente difundida no Brasil, sendo considerada a hortaliça folhosa mais consumida no país, destacando-se como cultura de grande importância econômica e alimentar (LOPES *et al.*, 2005). Devido à sua alta perecibilidade, normalmente é plantada próximo aos centros consumidores, sendo necessário produzir nas mais variadas regiões brasileiras, ao longo do ano.

Uma das principais etapas do sistema produtivo da alface é a produção de mudas de qualidade, pois delas depende o desempenho final das plantas no campo de produção, tanto do ponto de vista nutricional, quanto do tempo necessário à produção e, conseqüentemente, do número de ciclos produtivos possíveis por ano (FILGUEIRA, 2003). Essa produção é altamente dependente da utilização de insumos. Neste contexto, o substrato é um dos insumos que tem se destacado em importância, devido à sua ampla utilização na produção de mudas.

No Brasil, a produção de mudas utiliza um expressivo volume de substratos, insumo indispensável também em diferentes segmentos da horticultura. O substrato utilizado na produção de mudas no estado do Tocantins é adquirido dos grandes centros de produção, como a região sul e sudeste do país. Grande parte dos substratos é produzida utilizando a turfa como componente principal, mas são crescentes os esforços visando à substituição deste material, devido a questões de proteção ambiental (BAUMGARTEN, 2002).

De acordo com Carrijo, Setti de Liz e Makishima (2002), vários materiais orgânicos como as turfas, resíduos de madeira, casca de pinus e de arroz, parcialmente carbonizadas ou não, linhito, vermiculita, ou materiais inorgânicos como areia, rochas vulcânicas, perlita, lã de rocha e a espuma fenólica já são utilizados como substrato, isoladamente ou em composição, para a produção comercial de mudas de hortaliças.

A vermiculita, comumente utilizada nas regiões sul e sudeste do país é normalmente um bom agente na melhoria das condições físicas do substrato. No entanto, devido à escassez desse agente formador de porosidade na região norte, torna-se limitada e onerosa a sua utilização. Entre os diversos componentes de misturas para substratos, adquire importância a casca de arroz carbonizada, devido à grande disponibilidade da matéria-prima nas regiões orizícolas, aliada à necessidade de dar-lhe um destino econômico e ecologicamente correto.

Segundo Canizares *et al.* (2002) e Saidelles *et al.* (2009) a casca de arroz carbonizada pode ser utilizada como componente em substratos, por permitir a penetração e a troca de ar na base das raízes.

O efeito de substratos alternativos em relação ao comercial foi estudado por Medeiros *et al.* (2001) na produção de mudas de alface, constatando uma superioridade dos substratos húmus de minhoca + casca de arroz carbonizada em relação às demais misturas utilizadas para todas as características avaliadas. Oliveira, Hernandez e Assis Júnior (2008) utilizando substratos à base de casca de coco verde e de coco maduro com diversas proporções de fibra e pó, mostrou ser uma alternativa para a produção de mudas de berinjela. Kämpf (2000) afirma que a utilização da casca de arroz e do pó de casca de coco é de grande relevância, pois o aproveitamento de resíduos da agroindústria em práticas agrícolas representa a solução de problemas econômicos, sociais e ambientais.

Assim, o conhecimento de novos resultados visa o desenvolvimento de novas tecnologias no ramo das olerícolas, além de subsidiar o crescimento e a sustentabilidade do setor.

Neste sentido, com o presente trabalho objetivou-se avaliar a produção de mudas de alface em função de diferentes combinações de substratos.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em parceria entre a Universidade Federal do Tocantins, Universidade Federal de Viçosa e o projeto COOPERAR da Cooperativa dos Produtores de Carne e Derivados de Gurupi (COOPERFRIGU). O experimento foi conduzido em ambiente protegido na estação experimental da Universidade Federal do Tocantins (UFT)/Campus Universitário de Gurupi. Na região sul do Estado do Tocantins o clima regional é do tipo B1wA'a' úmido com moderada deficiência hídrica (KÖPPEN, 1948). As coordenadas do local do experimento foram: 11°43'45" de latitude e 49°04'07" de longitude e 280 m de altitude.

O experimento foi implantado seguindo um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo cada repetição constituída por oito plantas. A formação das mudas foi realizada em bandejas de poliestireno expandido (Isopor®). Cada bandeja apresentava 128 células com volume de 40 cm³.

Os 20 tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 4x5; sendo o primeiro fator constituído por quatro substratos (*PlantHort I*, *PlantHort II*, *PlantHort III* e substrato comercial *Plantmax*®) e o segundo constituído de cinco níveis casca de arroz carbonizada (CAC) nas proporções 0; 25; 50; 75; 100%.

Com isso, os tratamentos foram nomeados de: 1- *PlantHort I* Puro; 2- *PlantHort I* 25 CAC; 3- *PlantHort I* 50 CAC; 4- *PlantHort I* 75 CAC; 5- *PlantHort I* 100 CAC; 6- *PlantHort II* Puro; 7- *PlantHort II* 25 CAC; 8- *PlantHort II* 50 CAC; 9- *PlantHort II* 75 CAC; 10- *PlantHort II* 100 CAC; 11- *PlantHort III* Puro; 12- *PlantHort III* 25 CAC; 13- *PlantHort III* 50 CAC; 14- *PlantHort III* 75 CAC; 15- *PlantHort III* 100 CAC; 16- *Plantmax*® Puro; 17- *Plantmax*® 25 CAC; 18- *Plantmax*® 50 CAC e 19- *Plantmax*® 75 CAC; 20- *Plantmax*® 100 CAC.

A composição química dos substratos alternativos *PlantHort I*, *PlantHort II*, *PlantHort III*, *Plantmax*® e casca de arroz carbonizada está apresentada na Tabela 1.

Foi utilizada a cultivar de alface Elba (*Lactuca sativa* L.). As plantas foram avaliadas aos 24 dias após a semeadura (DAS) quando as mudas apresentaram em torno de cinco folhas definitivas. Os indicadores avaliados foram: Altura de Plantas (AP), Diâmetro do Colo (DC), Número de Folhas (NF); Massa Seca Foliar (MSF), Massa Seca Caulinar (MSC), Massa Seca Radicular (MSR), Comprimento de Raiz (CR), Condutividade Elétrica (CE), pH e Índice de Qualidade do Desenvolvimento (IQD).

Para obtenção do potencial hidrogeniônico e da condutividade elétrica dos substratos com diferentes proporções de casca de arroz carbonizada aos 24 dias após a emergência, foi utilizada a metodologia de Kiehl (2002). Na obtenção do Índice de Qualidade do Desenvolvimento (IQD) foi utilizada a metodologia de Dickson, Leaf e Hosner (1960) considerando os indicadores de massa seca da parte aérea, das raízes e de massa seca total, altura e diâmetro do colo das mudas, conforme a equação 1:

$$IQD = \frac{MST(g)}{\frac{H(cm)}{DC(cm)} + \frac{PMSPA(g)}{PMSRA(g)}} \quad (1)$$

Onde: IQD = Índice de desenvolvimento de Dickson, MST = Massa seca total (g), H = altura (cm), DC = diâmetro do colo (cm), PMSPA = Peso da matéria seca da parte aérea (g) e PMSRA = Peso da matéria seca da raiz (g).

Foram obtidas as massas seca da parte aérea e da raiz após a secagem em estufa com circulação forçada de ar, a 60 °C durante 72 horas, procedendo à pesagem em balança analítica eletrônica (0,001 g).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão, avaliando a significância dos betas e dos coeficientes de determinação utilizando o programa Statistic versão 7.0. Os gráficos das regressões foram plotados utilizando o programa estatístico SigmaPlot versão 10.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aumento na proporção de CAC nos substratos condicionou a redução linear significativa ($p \leq 0,05$) na altura das mudas de alface (Figura A. Os substratos *PlantHort I*, *PlantHort II*, *PlantHort III* considerados alternativos, independentemente da proporção de CAC condicionaram a produção de mudas de qualidade superior em relação ao substrato *Plantmax*®. Aos 24 dias após a semeadura (DAS) as mudas submetidas à doses de 25% de CAC, apresentaram alturas médias de 4,42 e 1,1 cm respectivamente, combinados com os substratos

Tabela 1 - Caracterização química dos substratos alternativos e *Plantmax*®. Gurupi-TO, 2010

Nutrientes	Composição química dos substratos				
	<i>PlantHort I</i>	<i>PlantHort II</i>	<i>PlantHort III</i>	<i>Plantmax</i>	CAC
	dag kg ⁻¹				
N	1,96	2,31	2,25	0,51	0,07
P	0,27	1,11	1,85	0,12	0,21
K	0,12	0,15	0,15	0,17	0,104
Mg	0,94	0,01	1,47	0,92	0,0005
Ca	0,83	0	3,15	0,41	0,0005
Na	0,08	1,7	0,22	0,03	0,037
Mn	0,02	0	0,02	0,01	-
Zn	0,36	0	0,13	1,35	0,002
Ni	0,01	0,02	0,01	-	-
Cu	0,01	0,48	0,01	-	0,0004

PlantHortIII e *Plantmax*[®]. Essa diferença corresponde ao aumento de 301% no crescimento das mudas de alface.

Smiderle *et al.* (2001) trabalhando com mudas de alface, pepino e pimentão nos substratos *Plantmax*[®] e mistura *plantmax*[®] + solo e areia, obtiveram resultados onde o substrato *Plantmax*[®] foi o que promoveu a maior velocidade de emergência e a maior altura das plântulas. Trani *et al.* (2004), avaliando diversos substratos comerciais, sendo eles *Plantmax*[®], *Golden Mix*, *Hortimix e Vida Verde*, na produção de mudas de alface cultivar Vera, obtiveram desenvolvimento superior em altura das mudas quando usaram substrato *Plantmax*[®].

Em outros estudos, como de Medeiros *et al.* (2001) observou-se maior resposta de substratos alternativos como a mistura de húmus + casca de arroz carbonizada, devido à maior capacidade de retenção, provavelmente pela diminuição do tamanho dos poros desse substrato.

O aumento na proporção de CAC nos substratos condicionou a redução linear significativa ($p \leq 0,05$) no diâmetro do colo das mudas de alface (Figura 1B). Os substratos *PlantHort I*, *PlantHort II*, *PlantHort III* considerados alternativos, condicionaram os maiores crescimentos em diâmetro do colo em relação ao substrato convencional *Plantmax*[®].

As mudas de alface submetidas aos quatro substratos na proporção de 50% de CAC apresentaram diâmetros de 5,0; 5,5; 6,25 e 4,0 cm respectivamente, para os substratos *PlantHort I*, *PlantHort II*, *PlantHort III*, *Plantmax*[®]. Assim é possível inferir que as plantas produzidas nos substratos alternativos, possivelmente terão maior índice de sobrevivência no momento do transplantio ao local definitivo. Campos e Uchida (2002)

citam o diâmetro do colo como um bom indicador da qualidade da muda para a sobrevivência e crescimento após o plantio no local definitivo. Taiz e Zeiger (2004) ressaltam que, as plantas com maior diâmetro de colo apresentam maiores tendências à sobrevivência, principalmente pela maior capacidade de formação e de crescimento de novas raízes. Ao contrário dos substratos alternativos, o aumento da proporção de CAC no substrato *Plantmax*[®] condicionou maior diâmetro do colo nas plantas. Possivelmente, o menor crescimento das plantas em relação aos substratos alternativos, deve-se ao aporte reduzido de nutrientes contidos no *Plantmax*[®] (Tabela 1). Costa *et al.* (2007), estudando o desenvolvimento de tomate em substratos comerciais e alternativos, destacam melhor desempenho dos substratos comerciais em razão de suas melhores características de retenção de água, aeração e teores de nutrientes. Apesar de o substrato convencional *Plantmax*[®] ter boa retenção de umidade e características físicas favoráveis não promoveu resposta satisfatória no crescimento das mudas de alface. Contudo, os substratos alternativos, com maior retenção de umidade (Figura 2), e maior disponibilidade de nutrientes para as plantas (Tabela 1), produziram mudas de qualidade superior ao substrato *Plantmax*[®].

As plantas submetidas aos substratos alternativos *PlantHortI*, *PlantHortII*, *PlantHortIII*, apresentaram maior número de folhas em relação ao substrato comercial *Plantmax*[®] (Figura 3A). O aumento na proporção de CAC nos substratos condicionou a redução linear significativa ($p \leq 0,05$) no número de folhas das mudas de alface. No presente trabalho foi possível verificar que mesmo ocorrendo redução no número de folhas em função do aumento na proporção de CAC nos substratos alternativos,

Figura 1 - Altura e diâmetro do colo de mudas de alface em função de proporções de casca de arroz carbonizada em diferentes substratos aos 24 dias após emergência, Gurupi-TO, 2010

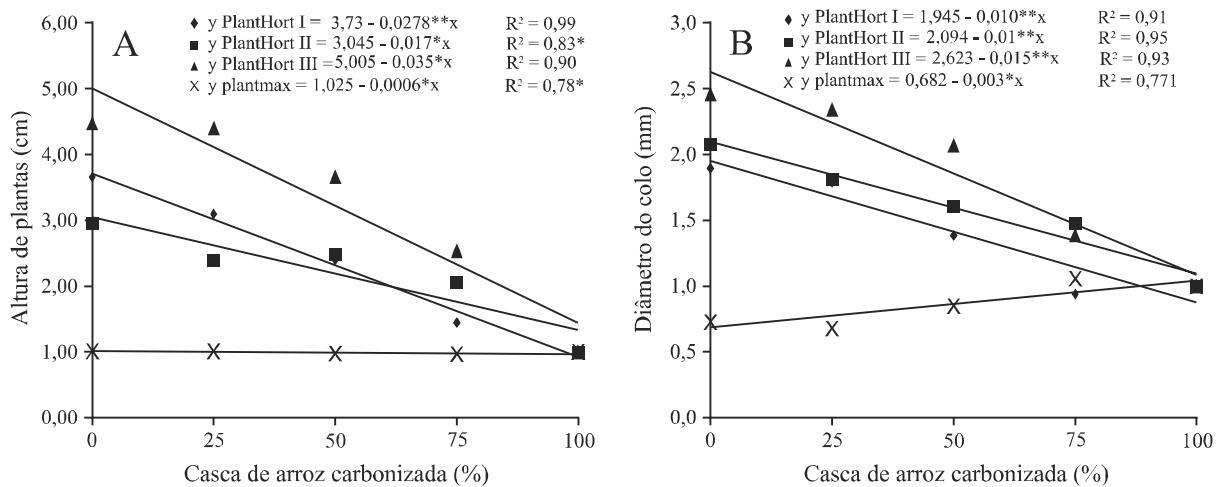
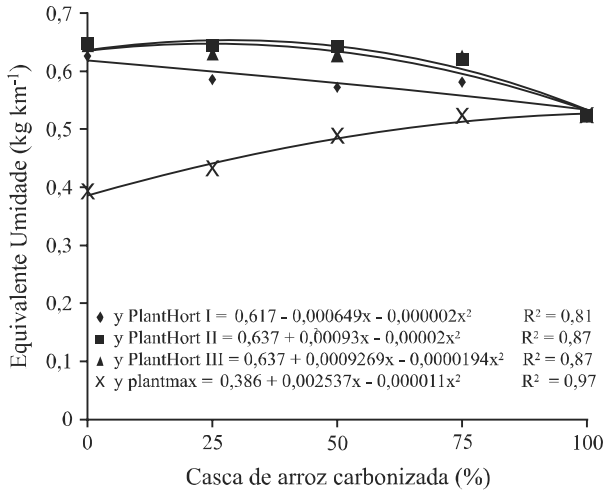


Figura 2 - Equivalente umidade em substratos com diferentes proporções de casca de arroz carbonizada aos 24 dias após emergência, Gurupi-TO, 2010



aos 24 dias após semeadura (DAS) já era observado o número de folhas ideal ao transplantio, mesmo nos tratamentos com até 75% de CAC.

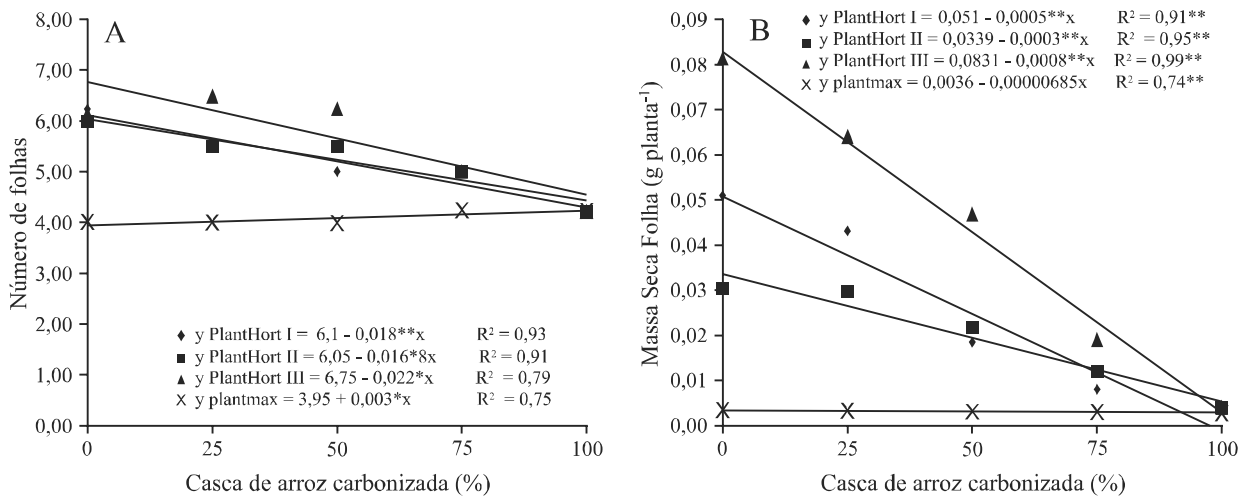
Callegari, Santos e Scapim (2001) e Marques *et al.* (2003), citam entre 26 e 33 DAS o período necessário para a obtenção de cinco folhas. Estudo realizado por Lima, Lopes e Inácio (2007) com plantas de hortelã verde (*Mentha viridis* L.) observaram que o maior número de folhas foram obtidos com o substrato à base de casca de arroz e vermicomposto de búfalo. Substratos que condicionam um menor período das mudas nas bandejas de produção,

torna-se uma importante ferramenta na área de produção de mudas de alface. Isso significa a possibilidade de mais ciclos de produção de mudas no viveiro, diminuição de custos e maior giro de capital ao produtor de mudas. Para Loach (1998), esse tipo de substrato, como vermiculita, casca de arroz carbonizada e areia, possuem pouca ou nenhuma reserva de nutrientes. Concordando com esse trabalho, onde as mudas submetidas aos substratos com 100% de CAC apresentaram o menor número de folhas.

O aumento na proporção de CAC nos substratos condicionou a redução linear significativa ($p \leq 0,05$) na massa seca foliar das mudas de alface (Figura 3B). Contudo, os substratos alternativos, independentemente, da proporção de CAC condicionaram os maiores valores de massa seca foliar em relação ao substrato convencional *Plantmax*®.

A produção de massa seca foliar das mudas de alface, mesmo nos substratos alternativos que receberam 75% de CAC, ainda apresentou expressiva diferença em relação ao substrato *Plantmax*®. Lima, Lopes e Inácio (2007) observaram que a combinação de casca de arroz carbonizada e vermicomposto de búfalo foi a que proporcionou melhor resultado quanto à massa seca da parte aérea diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. No presente trabalho, também foram observados resultados semelhantes, onde as mudas, mesmo condicionadas no substrato com até 75% de CAC produziram mudas com qualidade superior ao substrato comercial *Plantmax*®. É importante relatar que foram mantidas as condições de um sistema de produção orgânica, não sendo realizadas adubações complementares durante o período de formação das mudas.

Figura 3 - Número de folhas e massa seca de folha de mudas de alface em função de proporções de casca de arroz carbonizada em diferentes substratos aos 24 dias após emergência, Gurupi-TO, 2010



As plantas cultivadas nos substratos *PlantHort I*, *PlantHort II*, *PlantHort III* independentemente da proporção de CAC apresentaram os maiores crescimentos em massa seca caulinar (MSC) em relação ao substrato comercial. No entanto, esses aumentos tenderam a ser significativamente menores ($p \leq 0,05$) com o efeito da adição de proporções crescentes de CAC (Figura 4A). Dentre os substratos alternativos, o *PlantHort III* promoveu maior diferença na MSC em relação ao substrato comercial, independentemente da proporção de CAC adicionada na mistura do substrato. A superioridade da massa seca caulinar nesses substratos pode ser justificada pela maior oferta de nutrientes na composição dos substratos alternativos.

O aumento na proporção de CAC nos substratos avaliados apresentou redução linear significativa ($p \leq 0,05$) na produção de massa seca da raiz nos substratos alternativos *PlantHort I*, *PlantHort II*, *PlantHort III* (Figura 4B). Contudo, foi verificado que com adições de até 75% de CAC a produção de massa seca da raiz foi superior à obtida no substrato comercial independente da proporção de mistura com CAC. Segundo Filgueira (2003) um bom enraizamento e o reinício do desenvolvimento da planta, após o choque do processo de transplante são favorecidos por tecidos ricos em massa seca.

Não obstante, no uso dos substratos *PlantHort I*, *PlantHort II*, *PlantHort III* deve ser adicionada uma

Figura 4 - Massa seca do caule e da raiz de mudas de alface em função de proporções de casca de arroz carbonizada em diferentes substratos aos 24 dias após emergência, Gurupi-TO, 2010

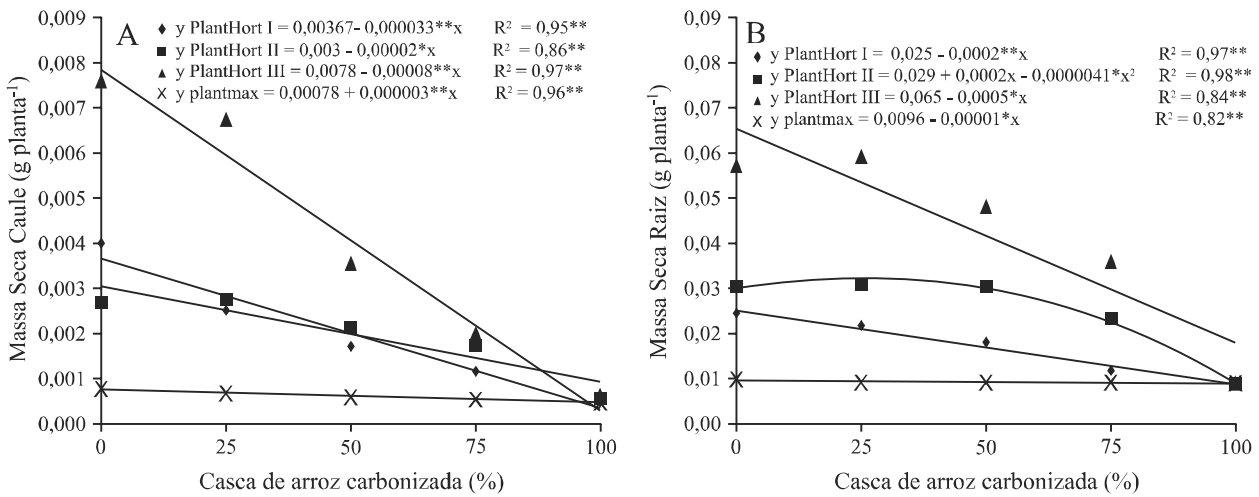
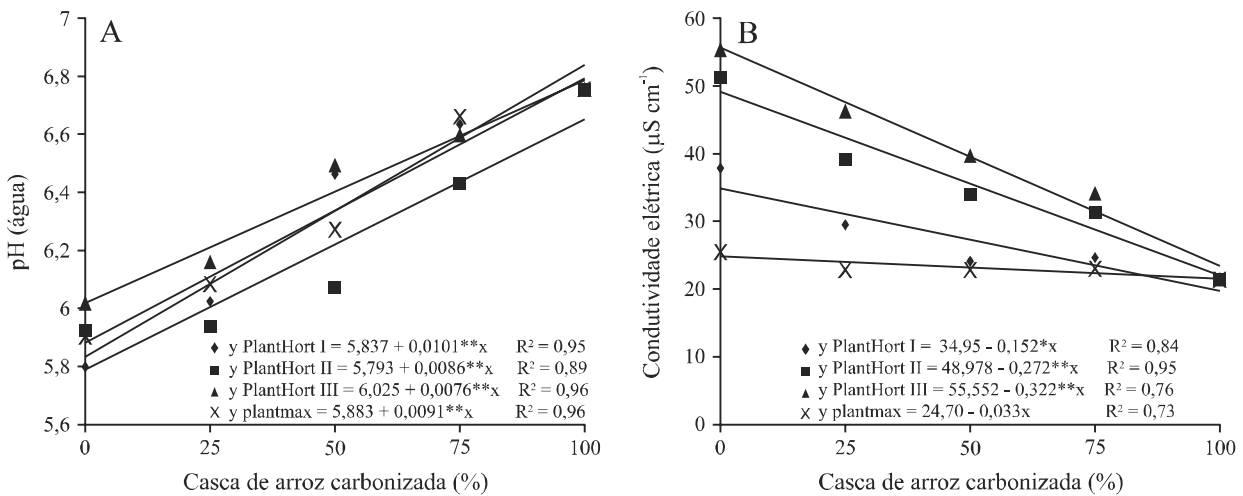


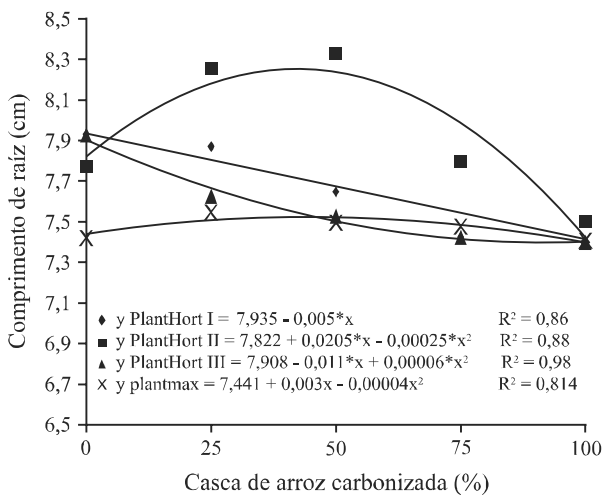
Figura 5 - Caracterização do potencial hidrogeniônico e condutividade elétrica dos substratos com diferentes proporções de casca de arroz carbonizada aos 24 dias após emergência, Gurupi-TO, 2010



proporção de pelo menos 50% de CAC como forma de controle da acidez (Figura 5A) e da salinidade do substrato (Figura 5B). Essa adição da CAC garantirá valores mínimos de pH superior a 6,0 conforme requeridos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2004). Diniz, Guimarães e Luiz (2006) observou diferença significativa nas variáveis número de folhas, massa fresca e seca de parte aérea e massa seca de raiz de tomate na adição de diferentes proporções de vermiculita no substrato.

O aumento na proporção de CAC nos substratos promoveu efeitos significativos ($p \leq 0,05$) no comprimento de raiz das mudas de alface (Figura 6). Os substratos alternativos *PlantHort I*, *PlantHort III* e o convencional *Plantmax*[®], a partir da proporção de 50% de CAC, apresentaram tendências semelhantes no desenvolvimento do crescimento de raiz. Contudo, o substrato *PlantHort II* promoveu resposta quadrática significativa ($p \leq 0,05$) no comprimento das raízes. Essa resposta foi observada nas proporções de 25 e 50% de CAC, que promoveram maior crescimento radicular das raízes.

Figura 6 - Comprimento de raiz de mudas de alface em função de proporções de casca de arroz carbonizada em diferentes substratos aos 24 dias após emergência, Gurupi-TO, 2010



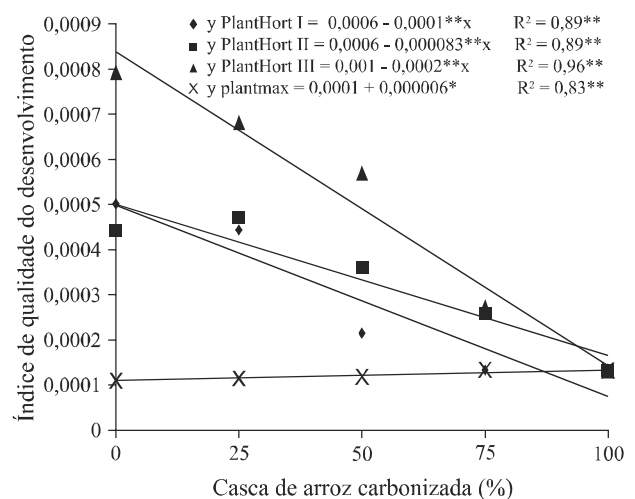
Em trabalho realizado por Medeiros, Medeiros e Leberalino Filho (2007), o substrato areia lavada + húmus (3:1) foi o que proporcionou o maior valor em comprimento de raiz em mudas de rúcula, o que evidencia a qualidade destes componentes de substrato em relação às propriedades que garantem melhor desenvolvimento radicular, possivelmente pelas características físicas da areia lavada.

Devido ao limitado volume ao crescimento das raízes, os substratos devem ser capazes de proporcionar

fornecimento constante de água, oxigênio e nutrientes às plantas garantido assim, ambientes estáveis ao desenvolvimento das plantas. Karchi, Dagan e Cantliffe (1992), observaram que mudas com sistema radicular mais desenvolvido resistem mais ao transplante que aquelas onde a parte aérea é mais succulenta. O substrato exerce uma influência marcante sobre o sistema radicular, atribuído principalmente à quantidade e tamanho das partículas que definem a aeração e a retenção de água necessários ao crescimento das raízes (FERRAZ *et al.*, 2005).

O índice de qualidade do desenvolvimento (IQD) das mudas de alface apresentou redução linear significativa ($p \leq 0,01$) em função do aumento na proporção de CAC nos substratos *PlantHort I*, *PlantHort II*, *PlantHort III* (Figura 7). Contudo, os substratos alternativos, independentemente, da proporção de CAC condicionaram os maiores valores do IQD em relação ao substrato comercial *Plantmax*[®]. Os substratos alternativos proporcionaram a produção de mudas de alface de maior qualidade. Esses valores de qualidade das mudas variaram entre 0,0001 e 0,00079. No entanto, não foram observados resultados de IQD para produção de mudas de hortaliças. Outros estudos foram realizados com espécies florestais, estabelecendo como padrão de IQD o valor mínimo de 0,20 (HUNT, 1990). Na comparação do IQD dos substratos é possível verificar que todos os substratos alternativos *PlantHort I*, *PlantHort II*, *PlantHort III*, mesmo com adição 75% de CAC ainda são superiores ao substrato comercial *Plantmax*[®](puro).

Figura 7 - Índice de qualidade do desenvolvimento de mudas de alface em função de proporções de casca de arroz carbonizada em diferentes substratos aos 24 dias após emergência, Gurupi-TO, 2010



CONCLUSÕES

1. As mudas produzidas nos substratos *PlantHort I*, *PlantHort II*, *PlantHort III* apresentam maior desempenho em altura, diâmetro, número de folhas, massa seca foliar, caulinar, radicular e Índice de qualidade da muda, em relação ao substrato comercial *Plantmax*[®];
2. O uso de proporções crescentes da casca de arroz em mistura aos substratos promove redução na qualidade das mudas, além de não aumentar a capacidade de retenção de água no substrato.

REFERÊNCIAS

- BAUMGARTEN, A. Methods of chemical and physical evaluation of substrate for plants. *In*: FURLANI, A. M. C. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, p. 7-15. 2002. (IAC. Documentos 70).
- CALLEGARI, O.; SANTOS, H. S.; SCAPIM, C. A. Variações do ambiente e de práticas culturais na formação de mudas e na produtividade da alface (*Lactuca sativa* L. cv. Elisa). **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 5, p. 1117-1122, 2001.
- CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 3, p. 281-288, 2002.
- CANIZARES, K. A. L. *et al.* Desenvolvimento de mudas de pepino em diferentes substratos com e sem uso de solução nutritiva. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, p. 227-229, 2002.
- CARRIJO, D. A.; SETTI de LIZ, R.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 4, p. 533-535, 2002.
- COSTA, C. A. *et al.* Fibra de coco e resíduo de algodão para substrato de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 387-391, 2007.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forestry Chronicle**, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.
- DINIZ, K. A.; GUIMARÃES, S. T. M. R.; LUZ, J. M. Q. Húmus como substrato para a produção de mudas de tomate, pimentão e alface. **Bioscience Journal**, v. 22, n. 3, p. 63-70, 2006.
- FERRAZ, M. V. *et al.* Caracterização física e química de alguns substratos comerciais. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 2, p. 209-214, 2005.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2003.
- HUNT, G. E. **Waste reduction Techniques and Technologies**. New York: Mc-Graw Hill, 1990. p. 25-54.
- KÄMPF, A. N. Seleção de materiais para uso como substrato. *In*: KÄMPF, A. N.; FERMINO, M. H. **Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Gênese, 2000. p. 139-145.
- KARCHI, Z.; DAGAN, A.; CANTLIFFE, D. J. Growth of containerized lettuce transplants supplemented with varying concentrations of nitrogen and phosphorus. **Acta Horticulturae**, v. 319, p. 367-370, 1992.
- KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. Piracicaba: E. J. Kiehl, 2002. 171 p.
- KÖPPEN, W. **Climatologia: com um estúdio de los climas de la tierra**. New Gersey: Laboratory of Climatology, 1948. 104 p.
- LIMA, R. V.; LOPES, J. C. C.; INÁCIO, R. Germinação de sementes de urucu em diferentes temperaturas e substratos. **Ciência Agrotecnologia**, v. 31, n. 4, p. 1219-1224, 2007.
- LOACH, K. Controlling environmental conditions to improve adventitious rooting. *In*: DAVIS, T. D.; HAISSIG, B. E., SANKHLA, N. **Adventitious root formation in cuttings**. Portland: Dioscorides, 1998. p. 248-273, 1998.
- LOPES, J. C. *et al.* Produção de alface com doses de lodo de esgoto. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 143-147, 2005.
- MARQUES, P. A. A. *et al.* Qualidade de mudas de alface formadas em bandejas de isopor com diferentes números de células. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 4, p. 649-651, 2003.
- MEDEIROS, L. A. M. *et al.* Crescimento e desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa*) conduzida em estufa plástica com fertirrigação em substratos. **Ciência Rural**, v. 31, n. 2, p. 199-204, 2001.
- MEDEIROS, M. C. L. de; MEDEIROS D. C. de; LIBERALINO FILHO, J. Adubação foliar na cultura da rúcula em diferentes substratos. **Revista Verde**, v. 2, n. 2, p. 158-161, 2007.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. 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/instrucao_normativa_20_substratos_22.html>. Acesso em: 26 abr. 2011.
- OLIVEIRA, A. B. de.; HERNANDEZ, F. F. F.; ASSIS JUNIOR, R. N. de. Pó de coco verde, uma alternativa de substrato na produção de mudas de berinjela. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 1, p. 39-44, 2008.
- SAIDELLES, F. L. F. *et al.* Casca de arroz carbonizada como substrato para produção de mudas de tamboril-da-mata e garapeira. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, p. 1173-1186, 2009. Suplemento.
- SMIDERLE, O. J. *et al.* Produção de mudas de alface, pepino e pimentão em substratos combinando areia, solo e plantmax. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 3, p. 253-257, 2001.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed Editora S/A, 2004. 438 p.
- TRANI, P. E. *et al.* Produção de mudas de alface em bandejas e substratos comerciais. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 2, p. 290-294, 2004.