

**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE GURUPI  
MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**AVALIAÇÃO DE SUBSTRATOS E PROPORÇÃO DE CASCA DE ARROZ  
CARBONIZADA PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE**

**GILSON ARAÚJO DE FREITAS**

**GURUPI - TO  
2010**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**GILSON ARAÚJO DE FREITAS**

**AVALIAÇÃO DE SUBSTRATOS E PROPORÇÃO DE CASCA DE ARROZ  
CARBONIZADA PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE**

Dissertação apresentada ao Mestrado em  
Produção Vegetal da Fundação Universidade  
Federal do Tocantins, como parte das  
exigências para a obtenção do título de  
“Mestre” em Produção Vegetal.

**GURUPI – TO**

**2010**

**Trabalho realizado junto ao curso de Mestrado em Produção Vegetal da  
Universidade Federal do Tocantins, sob a orientação do Profº DSc. Hélio  
Bandeira Barros, com o apoio financeiro do Conselho Nacional de Pesquisa  
Científica (CNPq).**

**Aprovada em 20 de julho de 2010.**

---

**Profº DSc. Hélio Bandeira Barros**  
**Professor da Universidade Federal do Tocantins**  
**(Orientador)**

---

**Profº DSc. Walter Antônio Pereira Abrahão**  
**Professor da Universidade Federal de Viçosa**  
**(Avaliador)**

---

**Profº DSc. Aurélio Vaz de Melo**  
**Professor da Universidade Federal do Tocantins**  
**(Avaliador)**

---

**Profº DSc. Manoel Mota dos Santos**  
**Professor da Universidade Federal do Tocantins**  
**(Avaliador)**

*“Quando vejo os teus céus, obra dos teus dedos, a lua e as estrelas que preparaste;  
Que é o homem mortal para que te lembres dele? e o filho do homem, para que o  
visites?”*

*Salmos 8: 3-4*

*“Toda a boa dádiva e todo o dom perfeito vem do alto, descendo do Pai das luzes,  
em quem não há mudança nem sombra de variação.”*

*Tiago 1:17*

*“Portanto, meus amados irmãos, todo o homem seja pronto para ouvir, tardio para  
falar, tardio para se irar. Amém”*

*Tiago 1:19*

## **DEDICO**

*A Deus, pela dádiva da vida, pelo AMOR pleno e infinita sabedoria;  
Aos meus pais Raimundo Nonato de Freitas e Maria Antônia de Araújo, pela minha  
existência e a certeza de minha eterna gratidão pela formação, os incentivos e  
ensinamentos, por apoiar-me e ajudar-me nos momentos mais difíceis, bem como  
pelo amor, carinho e orações ao Senhor por mim, pelo exemplo de dedicação e fé  
que tem demonstrado na tarefa de criar os filhos e neto e a confiança na minha  
escolha profissional para que pudesse concluir mais uma etapa.*

## **AGRADECIMENTOS**

À DEUS, o criador do céu e da terra, que conduz minha vida com infinita bondade e amor;

Aos meus pais Raimundo Nonato de Freitas e Maria Antônia de Araújo, que com muito amor se empenharam para que eu alcançasse meus objetivos;

Aos meus irmãos James, Mayane, Dayane, Jailson, João, sobrinho Guilherme, tios Tomé e Cleide pelo apoio, estímulo e carinho em todos os momentos da minha vida;

À minha namorada, Miréia Aparecida, agradeço pelo companheirismo, paciência e carinho. Que contribuiu tanto neste trabalho, você sabe disso, eu só tenho a agradecer a Deus pela sua vida, que você continue sendo essa pessoa tão amável.

Ao Professor Rubens Ribeiro da Silva, que é o responsável pela minha permanência na pesquisa, pela amizade, agradável convívio e paciência em todos os momentos, pelo incentivo a realizar este curso, pela confiança, apoio, ajuda e ensinamentos durante a minha vida acadêmica e que servirão para a minha vida profissional. A você, meus sinceros agradecimentos!

Ao meu orientador Hélio Bandeira Barros, pelo incentivo, orientação e auxílio neste trabalho;

Ao meu co-orientador Manoel Mota dos Santos, pela co-orientação e auxílio neste trabalho;

À Professora Susana Cristine, pela amizade, atenção dispensada e pelas valiosas sugestões neste trabalho;

Ao Professor Aurélio Vaz de Melo, pela atenção, incentivo e auxílio neste trabalho;

À Universidade Federal do Tocantins, pela oportunidade para a realização do curso e por minha formação profissional;

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos;

À COOPERFRIGU, pela parceria, apoio, confiança e contribuição para a realização desta pesquisa científica e pela disponibilização do resíduo utilizado;

À Universidade Federal de Viçosa, através do Departamento de Solos no Laboratório de Resíduos Orgânicos, pela realização das análises físicas e químicas do resíduo;

Aos professores da pós-graduação da UFT, Hélio, Tarcísio, Renato, Joênes, Flávio, Aurélio, Manoel e Ildon pelos conhecimentos transmitidos durante as disciplinas ministradas;

Aos colegas da pós-graduação, pela proveitosa convivência.

Aos colegas do grupo de pesquisa, Antônio Carlos, Carlin, Karolline, Marilene, Fabiano, Larissa e Guilherme, pela ajuda na condução deste trabalho;

Aos professores e funcionários desta instituição que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

RESUMO GERAL .....	02
GENERAL ABSTRACT .....	03
INTRODUÇÃO GERAL .....	04
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	07
<b>CAPÍTULO 01 – QUALIDADE DE DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE ALFACE EM FUNÇÃO DE DIFERENTES SUBSTRATOS E PROPORÇÕES DE CASCA DE ARROZ CARBONIZADA .....</b>	<b>09</b>
RESUMO.....	10
ABSTRACT .....	11
1. INTRODUÇÃO .....	12
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	15
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	19
4. CONCLUSÕES .....	32
5. AGRADECIMENTOS .....	33
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
<b>CAPÍTULO 02 - CARACTERÍSTICAS MORFOFISIOLÓGICAS EM MUDAS DE ALFACE SOBRE DIFERENTES SUBSTRATOS E PROPORÇÃO DE CASCA DE ARROZ CARBONIZADA .....</b>	<b>38</b>
RESUMO.....	39
ABSTRACT .....	40
1. INTRODUÇÃO .....	41
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	43
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	47
4. CONCLUSÕES .....	58
5. AGRADECIMENTOS .....	59
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	59

## RESUMO GERAL

FREITAS, Gilson Araújo de, Fundação Universidade Federal do Tocantins, **Avaliação de substratos e proporção de casca de arroz carbonizada para produção de mudas de alface**. Orientador: Hélio Bandeira Barros. Avaliadores: Walter Antônio Pereira Abrahão, Aurélio Vaz de Melo e Manoel Mota dos Santos.

O substrato utilizado na produção de mudas exerce papel primordial, pois influencia o desenvolvimento inicial da planta. Dessa forma, objetivou-se avaliar e validar substratos e proporção de casca de arroz carbonizada para produção de mudas de alface em sistema orgânico. O experimento foi implantado seguindo um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo cada repetição constituída por oito plantas. Os 20 tratamentos foram plotados em esquema fatorial 4x5; sendo o primeiro fator constituído por quatro substratos, *PlantHort I*<sup>®</sup>, *PlantHort II*<sup>®</sup>, *PlantHort III*<sup>®</sup> e substrato comercial *Plantmax*<sup>®</sup> e o segundo constituído de cinco níveis de palha de arroz carbonizada, nas proporções 0, 25, 50, 75, 100 %. Aos 24 dias após a semeadura, quando as mudas apresentaram em torno de seis folhas definitivas, foram realizadas avaliações morfológicas e fisiológicas. Os substratos *PlantHort I*<sup>®</sup>, *PlantHort II*<sup>®</sup>, *PlantHort III*<sup>®</sup>, considerados alternativos, condicionaram maior resposta das mudas em todos os atributos morfológicos. Na avaliação do crescimento em altura, proporção de 25% CAC, a diferença entre os substratos *PlantHort III*<sup>®</sup> e *Plantmax*<sup>®</sup> foi 301%. As razões de massa foliar, caulinar e radicular, juntamente com clorofila foram influenciados pelos substratos. O uso de substratos alternativos pode ser uma alternativa viável na produção de mudas de alface, proporcionando independência econômica e sustentabilidade do sistema de produção de mudas.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Lactuca sativa*, *PlantHort*, sustentabilidade.

## GENERAL ABSTRACT

FREITAS, Gilson Araújo de, Fundação Universidade Federal do Tocantins, **Validation of the substrate and the proportion of rice hulls for the production of lettuce in the organic system.** Guiding: Hélio Bandeira Barros. Appraisers: Walter Antônio Pereira Abrahão, Aurélio Vaz de Melo e Manoel Mota dos Santos.

The substrate used in the production of seedlings has key role as it influences the early development of the plant. This work aimed to evaluate and validate substrates and proportion of rice hulls for the production of lettuce in the organic system. The experiment was established following a randomized design with four replicates, each replicate consisting of eight plants. The 20 treatments were plotted in a 4x5 factorial scheme, being the first factor consists of four substrates *PlantHort I*<sup>®</sup>, *PlantHort II*<sup>®</sup>, *PlantHort III*<sup>®</sup> and *Plantmax*<sup>®</sup> substrate and the second consisting of five levels of carbonized rice straw in the proportions 0, 25, 50, 75, 100%. At 24 days after sowing when the seedlings had about six leaves, were evaluated morphological and physiological. The substrates *PlantHort I*<sup>®</sup>, *PlantHort II*<sup>®</sup>, *PlantHort III*<sup>®</sup> considered alternative, greater conditioned response of the seedlings in all morphological attributes. In assessing the growth in height, of 25% CCS, the difference between the substrates and *Plantmax*<sup>®</sup> *PlantHort III*<sup>®</sup> was 301%. The mass ratios of leaves, stem and roots, along with chlorophyll were affected by substrates. The use of alternative substrates can be a viable alternative in the production of lettuce, providing economic independence and sustainability of the production of seedlings.

**KEYWORDS:** *Lactuca sativa*, *PlantHort*, sustainability.

## INTRODUÇÃO GERAL

O segmento de produção de hortaliças no Brasil ocupa cerca de 800 mil hectares, produzindo 16 milhões de toneladas, o que corresponde a 6% do PIB agropecuário nacional. Esse setor gera 2,4 milhões de empregos diretos com renda superior a 8 bilhões de reais (AGRIANUAL, 2007).

A alface (*Lactuca sativa* L.) pertence a maior família das dicotiledôneas, a Asteraceae (Compositae), da subfamília Cichorioideae e do gênero *Lactuca* (LOPES, 2002). A sua origem provavelmente seja do Mediterrâneo e percorreu vários locais até chegar ao Brasil (SANTOS, 2000).

A alface é a hortaliça folhosa mais consumida no Brasil (RODRIGUES et al., 2007). Ela apresenta ciclo curto e possibilidade de produção durante o ano todo, com rápido retorno financeiro. O tipo crespo é predominante no Brasil, com 70% do mercado (COSTA; SALA, 2005; RODRIGUES et al., 2007).

No setor de produção de hortaliças, o cultivo de alface requer cuidados específicos e precisão nas técnicas adotadas. Assim, a produção e qualidade das mudas definirão o tempo de produção e o sucesso da atividade.

Entre os principais substratos estão linhito, vermiculita, casca de arroz carbonizada, solo e serragem como alternativa à produção de mudas, em substituição aos substratos tradicionais ou comerciais (GODOY et al., 2008). Esses substratos influenciam diretamente na qualidade das mudas, sendo as características físicas e químicas determinantes na qualidade do mesmo. O substrato deve garantir por meio de sua fase sólida a manutenção mecânica do sistema radicular da planta, e o suprimento água e nutrientes pela fase líquida. Já a

fase gasosa, proporciona o suprimento de oxigênio e o transporte de dióxido de carbono para as raízes (MINAMI & PUCHALA, 2000).

A modernização das técnicas empregadas na produção de mudas de hortaliças tem possibilitado o aproveitamento de resíduos agrícolas, e agroindustriais.

A produção das mudas em um sistema de produção de hortaliças constitui-se numa das etapas mais importantes do sistema produtivo (SILVA JÚNIOR et al., 1995), pois dela depende o desempenho final das plantas nos canteiros de produção. Isso acontece tanto do ponto de vista nutricional, quanto do tempo necessário à colheita, e conseqüentemente, do número de ciclos de cultivo possíveis por ano (CARMELLO, 1995).

A utilização de diferentes componentes na formação de substratos à produção de mudas de hortaliças visa, principalmente, à redução de peso à transporte do conjunto recipiente/substrato/muda e à melhoria das propriedades físicas e químicas do meio poroso ao desenvolvimento das mudas.

A procura por novos materiais para a composição de substratos orgânicos na produção de mudas é contínua, visto que, os resíduos têm que ser abundantes, de baixo custo e provenientes da reciclagem. Pois além de condicionar a produção de mudas de hortaliças contribui na preservação do meio ambiente.

Dentre os possíveis componentes para formação de um substrato para plantas está a casca de arroz carbonizada, resíduo de difícil decomposição e descartado em grande volume no ambiente (SOUZA, 1993).

A produção de arroz com casca no Brasil, na safra de 2006/2007, foi de aproximadamente 11 milhões de toneladas (OLIVEIRA, 2007). Segundo a Secretaria

da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Tocantins (SEAGRO, 2008), no ano agrícola 2007/08, foram cultivados aproximadamente 145.300 hectares de arroz, gerando uma produção de 364.988 toneladas do grão em casca. Este, após o beneficiamento gerar aproximadamente 72.997 toneladas de casca, visto que a casca representa 20% do peso total da produção (FOLETTTO et al., 2005). Quando não queimado no local de beneficiamento, visando o aproveitamento energético, esse resíduo é abandonado no meio ambiente (SOUZA, 1993).

A utilização do resíduo do beneficiamento do arroz na produção de mudas de plantas florestais, frutíferas e hortícolas, pode ser uma alternativa na redução dos problemas ambientais e dos custos de produção de mudas. A substituição de componentes tradicionais de substratos como a vermiculita, turfa e linhito na produção de substratos na região norte do Brasil deixa de ser apenas uma opção e se torna uma viabilidade econômica. Esses condicionadores físicos para substratos são produzidos principalmente nas regiões sul e sudeste do país, sendo seu uso um inviabilizador econômico do sistema de produção de substratos orgânicos na região Norte. Os produtores de hortaliças também alegam as dificuldades encontradas na aquisição dos condicionadores, forçando, dessa forma, a busca e validação de produtos ou subprodutos alternativos como a casca de arroz.

Outro resíduo que adquire grande importância no Estado do Tocantins é o resíduo das indústrias frigoríficas. São abatidas aproximadamente 1 500 000 de UA ano<sup>-1</sup>, gerando grande volume de resíduos (AYUSO et al., 1996). Esses resíduos por sua vez, podem ser usados na fabricação de substratos.

Diante do exposto, e dos sucessivos aumentos verificados nos preços dos substratos convencionais, a geração de tecnologias que visam transformação e o

aproveitamento como substratos de resíduos produzidos no abate de bovinos e da casca de arroz, contribuirá para produção de substratos de base orgânica e formação de mudas de qualidade. Além, de uma disposição ambientalmente correta, para resíduos gerados na cadeia produtiva do arroz e de frigoríficos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL. **Seção hortifrutícolas**. Volume comercializado: 324. 2007.

AYUSO, M.; PASCUAL, J.A.; GARCÍA, C.; HERNÁNDEZ, T. Evaluation of urban wastes for agricultural use. *Soil Science and Plant Nutrition*, Tokyo, v.42, n. 1, p.105-111, 1996.

CARMELLO, Q. A. C. Nutrição e adubação de mudas hortícolas. In: MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade**. São Paulo: T.A. Queiroz, 1995. p. 27-37.

COSTA, C.P.; SALA, F.C. A evolução da alfacicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, 2005. (artigo de capa).

FOLETTTO, E. L. et al. **Aplicabilidade das cinzas da casca de arroz**. *Química Nova*, São Paulo, v. 28, p. 1055-1060, 2005.

GODOY, W. I.; FARINACIO, D.; FUNGUETTO, R. F.; BORSATTI, F. C. Produção de mudas de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) com substratos alternativos, In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS MATERIAIS REGIONAIS COMO SUBSTRATO. 6, 2008. Fortaleza. **Anais...** ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS MATERIAIS REGIONAIS COMO SUBSTRATO, 2008. CD ROM.

KIEHL, J.E. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492p.

LOPES, S.J. **Modelos referentes à produção de sementes de alface sob hidroponia**. 2002. 129 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

MINAMI, K; PUCHALA, B. Produção de mudas de hortaliças de alta qualidade. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, suplemento, p. 162-163, 2000.

OLIVEIRA, C. F. de. Safra 2006/07: produção mundial menor que consumo. **Revista Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 55, n. 441, p. 5-11, abr. 2007.

RODRIGUES, I.N.; LOPES, M.T.G.; LOPES, R.; GAMA, A.S.; MILAGRES, C.P. Avaliação de cultivares de alface crespa para a região de Manaus. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 47. **Resumos...** Porto Seguro: ABH, 2007. (CD-ROM).

SANTOS, O.S. (Ed) **Hidroponia da alface**. Santa Maria: Imprensa Universitária, 160p. 2000.

SEAGRO TO. Secretaria da Agricultura do Estado do Tocantins (2008) Mapa do Arroz no Tocantins, Safra 2007/2008. Disponível em: <[www.seagro.to.gov.br](http://www.seagro.to.gov.br)>. Acesso em: 10 maio 2010.

SILVA JÚNIOR, A. A.; MACEDO, S. G.; SLUKER, H. **Utilização de esterco de peru na produção de mudas de tomateiro**. Florianópolis: EPAGRI, 1995. (Boletim Técnico, 73).  
SOUZA, F. X. de. **Casca de arroz carbonizada: um substrato para propagação de plantas**. Lavoura Arrozeira, Porto Alegre, v. 46, n. 406, p. 11, jan./fev. 1993.

SOUZA, F.X. de. Casca de arroz carbonizada: um substrato para a propagação de plantas. CNPAI/EMBRAPA. **Revista Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.46, n.406, p.11, 1993.

**CAPÍTULO 01 - QUALIDADE DE DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE ALFACE  
EM FUNÇÃO DE DIFERENTES SUBSTRATOS E PROPORÇÕES DE CASCA DE  
ARROZ CARBONIZADA**

## RESUMO

### **Qualidade de desenvolvimento de mudas de alface em função de diferentes substratos e proporções de casca de arroz carbonizada.**

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 qualidade de desenvolvimento de mudas de alface em função de diferentes substratos e de proporções de casca de arroz carbonizada. 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*<sup>®</sup>, *PlantHort II*<sup>®</sup>, *PlantHort III*<sup>®</sup> e substrato comercial *Plantmax*<sup>®</sup>) e o segundo constituído de cinco níveis de palha 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 palha de arroz carbonizada nos substratos avaliados apresentou comportamentos semelhantes em todas as características avaliadas. Os substratos *PlantHort I*<sup>®</sup>, *PlantHort II*<sup>®</sup>, *PlantHort III*<sup>®</sup> considerados alternativos, independentemente da proporção adicionada de palha de arroz carbonizada condicionaram os maiores crescimentos em altura em relação ao substrato comercial *Plantmax*<sup>®</sup>.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Lactuca sativa*, mudas de alface, resíduos de frigorífico

## ABSTRACT

### Quality development of lettuce seedlings in function of various substrates for proportions rice husk.

Die substraat gebruik in die produksie van saailinge is belangrike rol in die aanvanklike ontwikkeling van die plant. In hierdie sin is die huidige aktiwiteite wat gemik is om die kwaliteit van die ontwikkeling en groei van die slaai te evalueer onder verskillende materiale en die verhouding van rys romp. Die eksperiment is opgestel ná 'n ewekansige ontwerp met vier herhalings. Die 20 behandelings is ingedeel in 'n 4x5 faktore skema, synde die eerste faktor bestaan uit vier substrate (*PlantHort I*<sup>®</sup>, *PlantHort II*<sup>®</sup>, *III*<sup>®</sup> en substraat *PlantHort Plantmax*<sup>®</sup>) en die tweede wat bestaan uit vyf vlakke van carbonized rys strooi (0, 25, 50, 75, 100%). Is gebruik om slaai te kweek (*Lactuca sativa* L.) Elba. Die sade is gesaai op verskillende materiale soos vervat in polistireen laai met 128 selle, 0,5 cm diep. Verhoging van die persentasie van carbonized rys strooi in die substrate getoets het soortgelyke gedrag in alle karaktertrekke. Die substrate *PlantHort Ek PlantHort II*<sup>®</sup>, *III*<sup>®</sup> *PlantHort* is alternatiewe, ongeag van die deel van die verkoolde strooi rys bygevoeg conditioning die grootste stygings in die hoogte bo die substraat *Plantmax*<sup>®</sup>.

**KEYWORDS:** *Lactuca sativa*, lettuce seedlings, slaughterhouse waste

## 1. 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 (REZENDE, 2003). Devido à sua alta perecibilidade, normalmente é plantada próximo aos centros consumidores, sendo necessário produzi-la nas mais variadas regiões brasileiras, ao longo do ano (FERREIRA et al., 2008).

Dados do Censo Agropecuário 2006 (IBGE, 2010) apontam que a produção nacional de alface é de aproximadamente 525.602 t ano<sup>-1</sup>. O estado do Tocantins em 544 estabelecimentos possui uma produção de 827 t ano<sup>-1</sup>, representando aproximadamente 8% da produção de alface na região Norte do país.

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 (ANDRIOLO, 2000; FILGUEIRA, 2003). Para Fonseca et al. (2002) o índice de qualidade de Dickson serve como indicador da qualidade das mudas, pois seu cálculo considera a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda, ponderando os resultados de vários parâmetros importantes empregados na avaliação da qualidade. Hunt (1990) recomendou esse índice como sendo bom indicador da qualidade de muda de pinheiro franco *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) e Abeto-do-norte *Picea abies* L.

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. No entanto, não há produção comercial de substratos na região norte do Brasil. 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, principalmente do estado de São Paulo. 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).

Frente a esse cenário, vários estudos têm mostrado o potencial do linhito, vermiculita, casca de arroz carbonizada, solo e serragem como alternativa para a produção de mudas, em substituição aos substratos tradicionais ou comerciais (GODOY et al., 2008).

A vermiculita, comumente utilizada nas regiões sul e sudeste do país é normalmente um bom agente na melhoria das condições físicas do substrato (TÚLLIO JÚNNIOR et al., 1986). 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.

Entre as vantagens da utilização da casca de arroz estão: baixa densidade, pH próximo da neutralidade, baixa salinidade, elevada porosidade, destacando-se pelo elevado espaço de aeração, baixa retenção de água e manutenção da estrutura no decorrer do cultivo (BACKES et al., 1988). 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 (SOUZA, 1993).

Na avaliação de diversos substratos, dentre eles *Plantmax*<sup>®</sup> e Golden Mix, na produção de mudas de alface cultivar Vera, Trani et al. (2004), obtiveram desenvolvimento superior em altura das mudas quando usaram substrato *Plantmax*<sup>®</sup>. Na avaliação do desenvolvimento de tomate em substratos comerciais e alternativos, Costa et al. (2007), destacam melhor desempenho dos substratos comerciais em razão de suas melhores características de retenção de água, aeração e teores de nutrientes.

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 substrato húmus de minhoca + casca de arroz carbonizada em relação às demais misturas utilizadas para todas as características avaliadas(melhorar redação e adicionar mais dados dos outros substratos).

Ao avaliar compostos orgânicos como substrato na produção de mudas de alface, Câmara (2001), diz que o composto orgânico misto pode substituir com sucesso os substratos sendo comercialmente viável. Também na avaliação do desenvolvimento de muda de pepino em substrato produzido com resíduos de algodão e de poda de árvores, Soares et al. (2008) sugerem que este substrato pode substituir os convencionais. Kampf (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 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 qualidade do desenvolvimento de mudas de alface em função de diferentes substratos e proporções de casca de arroz carbonizada.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi realizado em parceria da 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, no período de janeiro a março de 2010. 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 plantio foi realizado em casa de vegetação, específica para produção de mudas em bandejas, com 4,0 x 5,0 m nas dimensões de largura e comprimento respectivamente, e pé-direito de 2,80 m. Cobertura com plástico transparente de 150

micras e nas laterais com sombrite de coloração preta, com capacidade de retenção de 50% da radiação solar incidente.

A formação das mudas foi realizada em bandejas de poliestireno expandido (Isopor<sup>®</sup>) com dimensões de 0,34 x 0,68 x 0,06 m de largura, comprimento e altura, respectivamente. Cada bandeja apresentava 128 células com volume de 40 cm<sup>3</sup>.

O experimento foi implantado seguindo um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo cada repetição constituída por oito plantas. Os 20 tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 4x5; sendo o primeiro fator constituído por quatro substratos (*PlantHort I*<sup>®</sup>, *PlantHort II*<sup>®</sup>, *PlantHort III*<sup>®</sup> e substrato comercial *Plantmax*<sup>®</sup>) 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*<sup>®</sup> Puro; 2- *PlantHort I*<sup>®</sup> 25 CAC; 3- *PlantHort I*<sup>®</sup> 50 CAC; 4- *PlantHort I*<sup>®</sup> 75 CAC; 5- *PlantHort I*<sup>®</sup> 100 CAC; 6- *PlantHort II*<sup>®</sup> Puro; 7- *PlantHort II*<sup>®</sup> 25 CAC; 8- *PlantHort II*<sup>®</sup> 50 CAC; 9- *PlantHort II*<sup>®</sup> 75 CAC; 10- *PlantHort II*<sup>®</sup> 100 CAC; 11: *PlantHort III*<sup>®</sup> Puro; 12: *PlantHort III*<sup>®</sup> 25 CAC; 13: *PlantHort III*<sup>®</sup> 50 CAC; 14: *PlantHort III*<sup>®</sup> 75 CAC; 15- *PlantHort III*<sup>®</sup> 100 CAC; 16: *Plantmax*<sup>®</sup> Puro; 17: *Plantmax*<sup>®</sup> 25 CAC; 18: *Plantmax*<sup>®</sup> 50 CAC e 19: *Plantmax*<sup>®</sup> 75 CAC; 20: *Plantmax*<sup>®</sup> 100 CAC.

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

Tabela 1: Caracterização química dos substratos alternativos e *Plantmax*<sup>®</sup>. Gurupi – TO, 2010

Nutrientes	Composição química dos substratos				
	PlantHort I <sup>®</sup>	PlantHort II <sup>®</sup>	PlantHort III <sup>®</sup>	Plantmax <sup>®</sup>	CAC
dag kg <sup>-1</sup>					
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	1,21	1,47	0,92	0,0005
Ca	0,83	1,70	3,15	0,41	0,0005
Na	0,08	0,16	0,22	0,03	0,037
Mn	0,02	0,02	0,02	0,01	-
Zn	0,36	0,07	0,13	1,35	0,002
Ni	0,01	0,01	0,01	-	-
Cu	0,01	0,01	0,01	-	0,0004

Foi utilizada a cultivar de alface (*Lactuca sativa* L.) Elba da empresa *Topseed*, que possui as características: folhas consistentes, crespas e soltas e não formando cabeça. As sementes foram semeadas nos diferentes substratos contidos em bandejas, na profundidade 0,5 cm, colocando-se cinco sementes no centro de cada célula. O desbaste foi realizado aos oito dias após a semeadura, deixando uma plântula por célula, sendo essa, a mais vigorosa. As plântulas foram submetidas à irrigação manual com início logo após a semeadura, sendo realizadas três aplicações diárias. Foram efetuadas as irrigações com 6 ml de água por célula pela manhã (8 h) ao meio dia (12 h) e ao final da tarde (18 h).

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, Período de formação das mudas (PFM), Período de produção total (PPT) e Índice de Qualidade do Desenvolvimento (IQD).

O Período de produção total (PPT) foi obtido após as plântulas de alface serem levadas ao campo definitivo.

A determinação da altura da muda foi realizada com uma régua graduada em milímetro, medindo a distância entre o colo e o ápice da muda. O diâmetro do colo foi medido a um centímetro acima do colo da muda. Para isso, utilizou-se um paquímetro digital. Para a medição do comprimento de raiz, utilizou-se uma régua graduada em milímetro.

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).

Para obtenção do potencial hidrogeniônico e da condutividade elétrica dos substratos com diferentes proporções de palha de arroz carbonizada aos 24 dias após a emergência, foi utilizada a metodologia de Kiehl (2002). A metodologia utilizada foi a do 1:5 (v/v de substrato e água). As amostras foram agitadas em agitador tipo “Wagner” por uma hora e realizada a leitura do pH. Estas foram filtradas em filtro faixa branca, e efetuada a leitura da condutividade elétrica.

Na obtenção do Índice de Qualidade do Desenvolvimento (IQD) foi utilizada a metodologia de Dickson et al. (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:

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

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). A fórmula pode ser entendida, como: Quanto maior o índice de IQD, melhor os resultados. A Planta deve ser baixa, com colo grosso, menos folhas e mais raiz.

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.

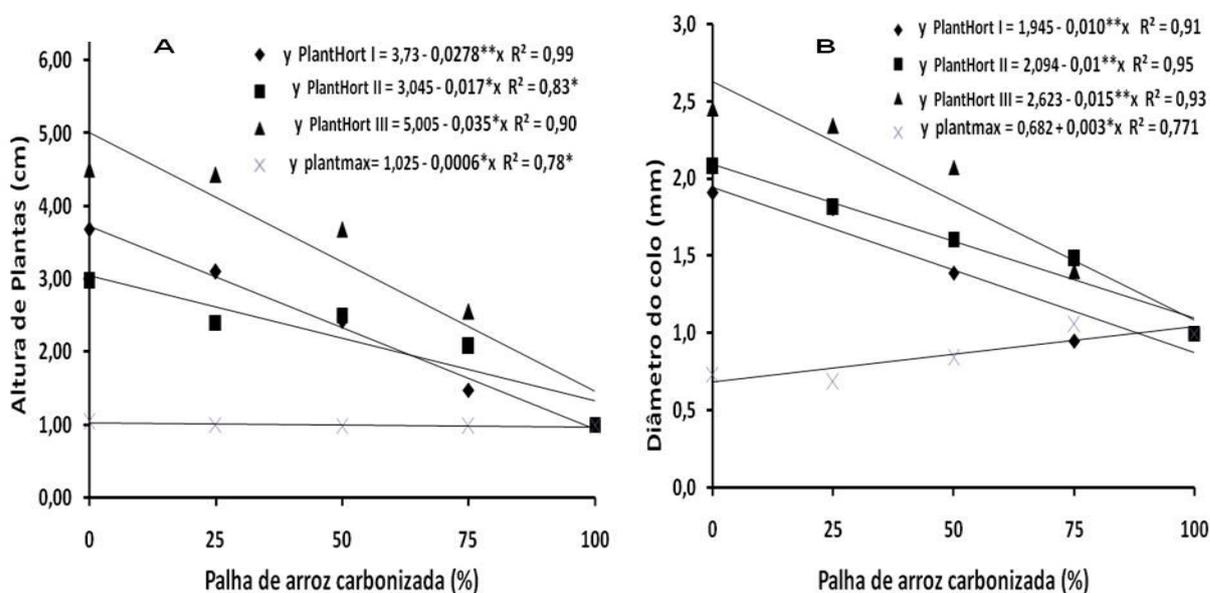
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

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

*PlantHortIII*<sup>®</sup> e *Plantmax*<sup>®</sup>. 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*<sup>®</sup> e mistura *plantmax*<sup>®</sup> + solo e areia, obtiveram resultados onde o substrato *Plantmax*<sup>®</sup> 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*<sup>®</sup>, *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*<sup>®</sup>.

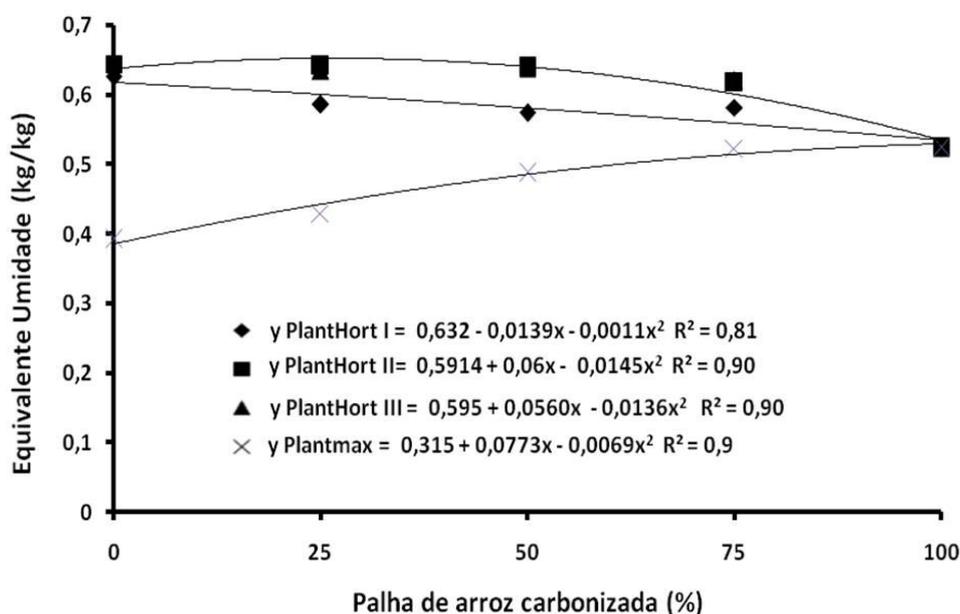
Em outros estudos, como de Medeiros et al. (2001) observou-se maior resposta de substratos alternativos como a mistura de húmus + casca de arroz carbonizada, devido maior à capacidade de retenção de água, provavelmente pela diminuição do tamanho dos poros desse substrato.



**Figura 1** - Altura de plantas e diâmetro do colo de mudas de alface conduzidas em substratos com diferentes proporções de palha de arroz carbonizada aos 24 dias após emergência, Gurupi – TO, 2010.

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), independentemente da proporção de CAC. Os substratos *PlantHort I*<sup>®</sup>, *PlantHort II*<sup>®</sup>, *PlantHort III*<sup>®</sup> considerados alternativos, condicionaram os maiores crescimentos em diâmetro do colo em relação ao substrato convencional *Plantmax*<sup>®</sup>. 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*<sup>®</sup>, *PlantHort II*<sup>®</sup>, *PlantHort III*<sup>®</sup>, *Plantmax*<sup>®</sup>. Assim é possível inferir que as plantas produzidas nos substratos alternativos, possivelmente terão maior índice de sobrevivência no momento do transplante 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*<sup>®</sup> condicionou maior diâmetro do colo nas plantas. Diferentemente, Pragana (1998) estudando o efeito de diferentes substratos na produção de mudas de tomate e rabanete observou aumento no diâmetro ao adicionar pó de coco ao substrato *Plantmax*<sup>®</sup>. Possivelmente, o menor crescimento das plantas em relação aos substratos alternativos, deve-se ao aporte reduzido de nutrientes contidos no *Plantmax*<sup>®</sup> (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

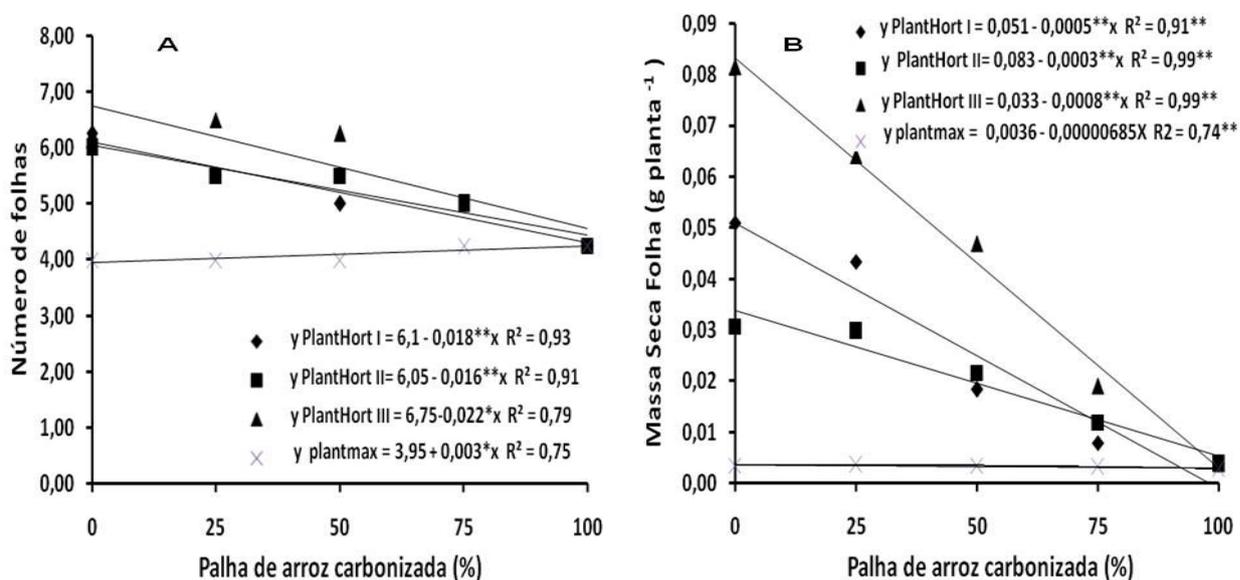
água, aeração e teores de nutrientes. Apesar de o substrato convencional *Plantmax*<sup>®</sup> ter boa retenção de umidade e características físicas favoráveis não promoveu resposta satisfatória no crescimento das mudas de alface. Contudo, os substratos alternativos, com maior retenção de umidade (Figura 3), e maior disponibilidade de nutrientes para as plantas (Tabela 1), produziram mudas de qualidade superior ao substrato *Plantmax*<sup>®</sup>.



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

As plantas submetidas aos substratos alternativos *PlantHortI*, *PlantHortII*, *PlantHortIII*, apresentaram maior número de folhas em relação ao substrato comercial *Plantmax*<sup>®</sup> (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, aos 24 dias após semeadura (DAS) já era observado o número de folhas ideal ao transplântio, mesmo nos tratamentos com até 75% de CAC.



**Figura 3** - Número de folhas e massa seca de folha de mudas de alface conduzidas em substratos com diferentes proporções de palha de arroz carbonizada aos 24 dias após emergência, Gurupi – TO, 2010.

Miranda et al. (1998), Callegari et al. (2001), Marques et al. (2003), citam entre 26 e 33 DAS o período necessário para a obtenção de cinco folhas. Estudo realizado por Lima et al (2007) com plantas de hortelã verde (*Mentha viridis* L.) observaram que o maior número de folhas foram obtidos com o substrato a 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

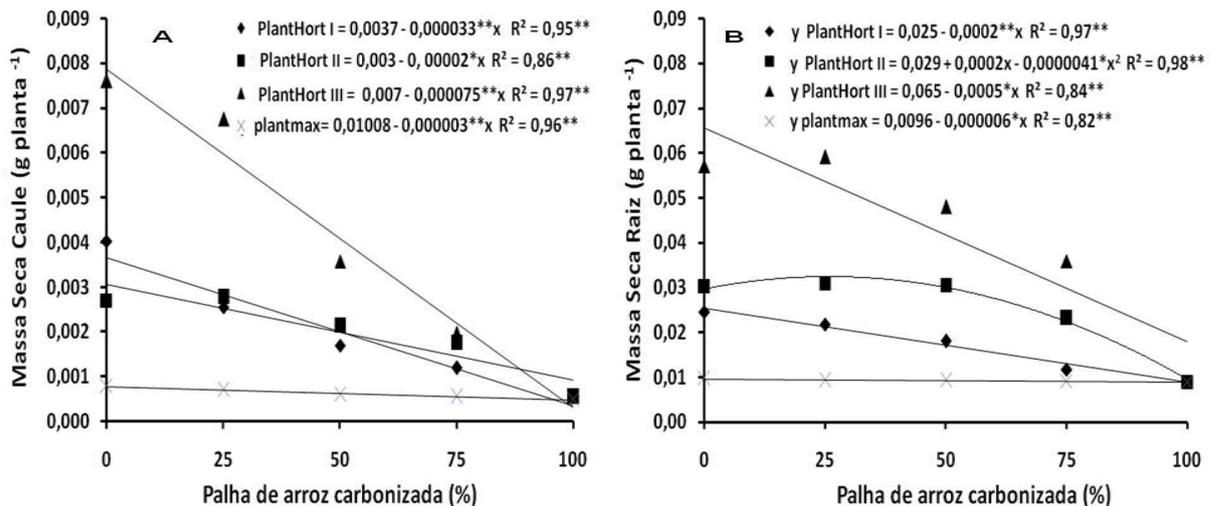
ao produtor de mudas. Para Loach (1998), esse tipo de substrato, como vermiculita, casca de arroz carbonizada e areia, possuem pouca ou nenhuma reserva de nutrientes. Concordando com esse trabalho, onde as mudas submetidas aos substratos com 100% de CAC apresentaram o menor número de folhas.

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*<sup>®</sup>.

A produção de massa seca foliar das mudas de alface, mesmo nos substratos alternativos que receberam 75% de CAC, ainda apresentou expressiva diferença (475%) em relação ao substrato *Plantmax*<sup>®</sup>. No substrato comercial *Plantmax*<sup>®</sup> o aumento das combinações de CAC, não influenciaram na produção de massa seca foliar. Diferentemente, dos resultados obtidos nesse estudo, Braz et al. (1996) comparando substratos comerciais e composição de substratos, verificou que o *Plantmax*<sup>®</sup> foi superior em relação à massa da matéria seca de mudas de tomate. Barros Júnior (2001) também observou superioridade significativa dos compostos orgânicos sobre o comercial *Plantmax*<sup>®</sup> ao avaliarem como substrato na produção de mudas de pimentão. Lima et al, (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 foi observado resultados semelhantes, onde as mudas, mesmo condicionadas no substrato com até 75% de CAC produziram mudas com qualidade superior ao substrato comercial *Plantmax*<sup>®</sup>. 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.

As plantas cultivadas nos substratos *PlantHort I*<sup>®</sup>, *PlantHort II*<sup>®</sup>, *PlantHort III*<sup>®</sup> 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 a). Dentre os substratos alternativos, o *PlantHort III*<sup>®</sup> promoveu maior diferença na MSC em relação ao substrato comercial, independentemente da proporção de CAC adicionada na mistura do substrato. Na proporção de 75% CAC, a MSC foi de 0,0010; 0,0017 e 0,0019 g respectivamente para os substratos *PlantHort I*<sup>®</sup>, *PlantHort II*<sup>®</sup>, *PlantHort III*<sup>®</sup>. A superioridade da massa seca caulinar nesses substratos pode ser justificada pela maior oferta de nutrientes na composição dos substratos alternativos.



**Figura 4** - Massa seca do caule e da raiz de mudas de alface conduzidas em substratos com diferentes proporções de palha de arroz carbonizada aos 24 dias após emergência, Gurupi – TO, 2010.

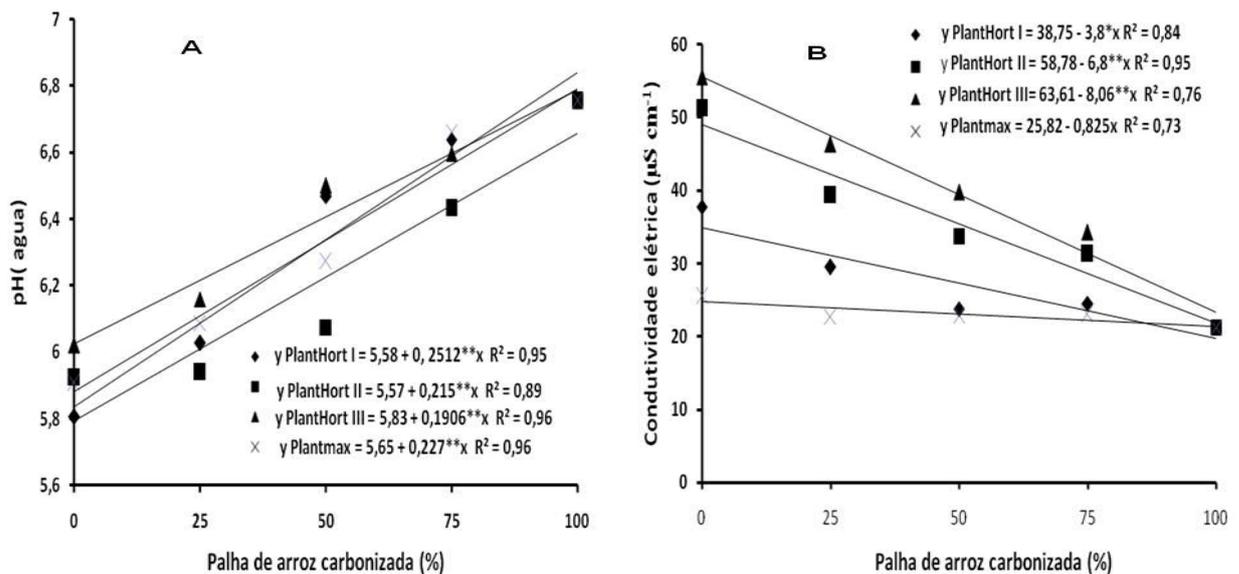
Os substratos alternativos têm adquirido importância na produção de mudas de qualidade. Câmara (2001), ao avaliar compostos orgânicos como substrato na produção de mudas de alface, observou que o composto orgânico misto pode substituir com sucesso os substratos comerciais, sendo economicamente viável. Na Amazônia, Gonçalves et al. (2006) tem recomendado, como substrato para formação e cultivo de hortaliças, o caroço de açaí triturado, um subproduto do beneficiamento do fruto do açaizeiro.

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*<sup>®</sup>, *PlantHort II*<sup>®</sup>, *PlantHort III*<sup>®</sup> (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*<sup>®</sup>, *PlantHort II*<sup>®</sup>, *PlantHort III*<sup>®</sup> deve ser adicionada uma 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 6,0 conforme requeridos pelo MAPA (2004). Cecílio Filho et al. (1999) avaliando os substratos *Plantmax*<sup>®</sup> na produção de massa seca de raiz em mudas de alface sob o efeito da adição de húmus, não encontraram diferença significativa entre os substratos com 25 e 50% de húmus. Já Diniz et al. (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.

Uma maior área foliar, no início de desenvolvimento da muda, mantendo-se uma relação raiz/parte aérea equilibrada, é importante na maior interceptação da energia luminosa e sua conversão em carboidratos, necessários ao crescimento da planta (LARCHER, 2000). Os principais efeitos dos substratos manifestam-se sobre as raízes, acarretando influências sobre o crescimento da parte aérea (HARTMANN et al., 1990). Essa afirmação pode ser entendida observando-se os resultados obtidos com a utilização do *Plantmax*<sup>®</sup>, que promoveu maior massa seca das raízes e conseqüentemente maior massa seca da parte aérea.



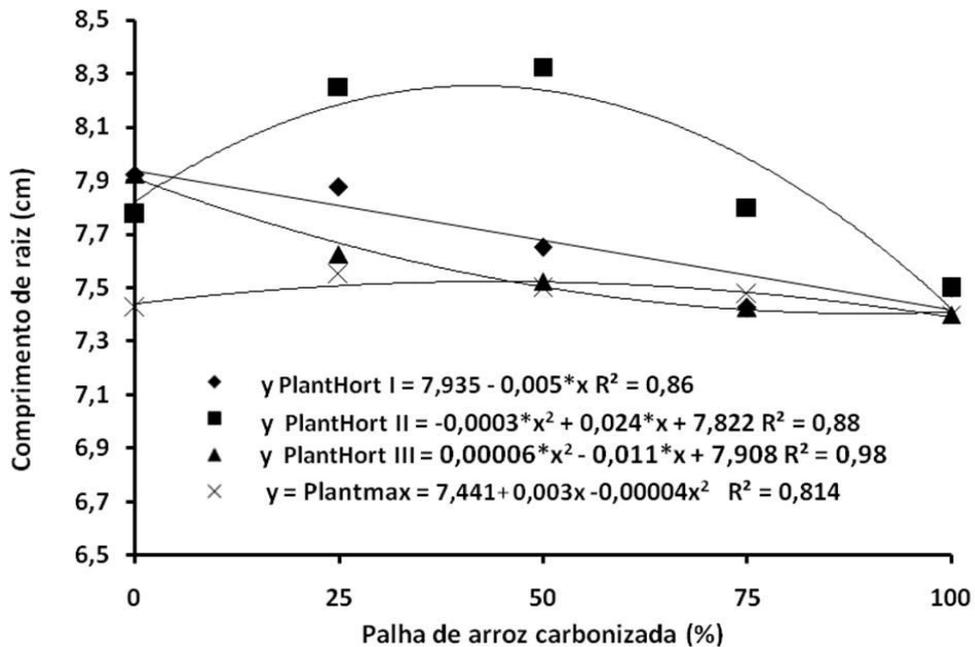
**Figura 5 –** Caracterização do potencial hidrogeniônico e condutividade elétrica dos substratos com diferentes proporções de palha de arroz carbonizada aos 24 dias após emergência, Gurupi – TO, 2010

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*<sup>®</sup>, *PlantHort III*<sup>®</sup> e o convencional *Plantmax*<sup>®</sup>, a partir da proporção de 50% de CAC, apresentaram tendências semelhantes no desenvolvimento do crescimento de raiz. Contudo, o substrato *PlantHort II*<sup>®</sup> 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.

Em trabalho realizado por Medeiros et al. (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 (FERMINO, 2002), garantido assim, ambientes estáveis ao desenvolvimento das plantas (CARLILE, 1997). Karchi et al. (1992), observaram que mudas com sistema radicular mais desenvolvido resistem mais ao transplante que aquelas onde a parte aérea é mais suculenta. De acordo com Sturion (1981) 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.

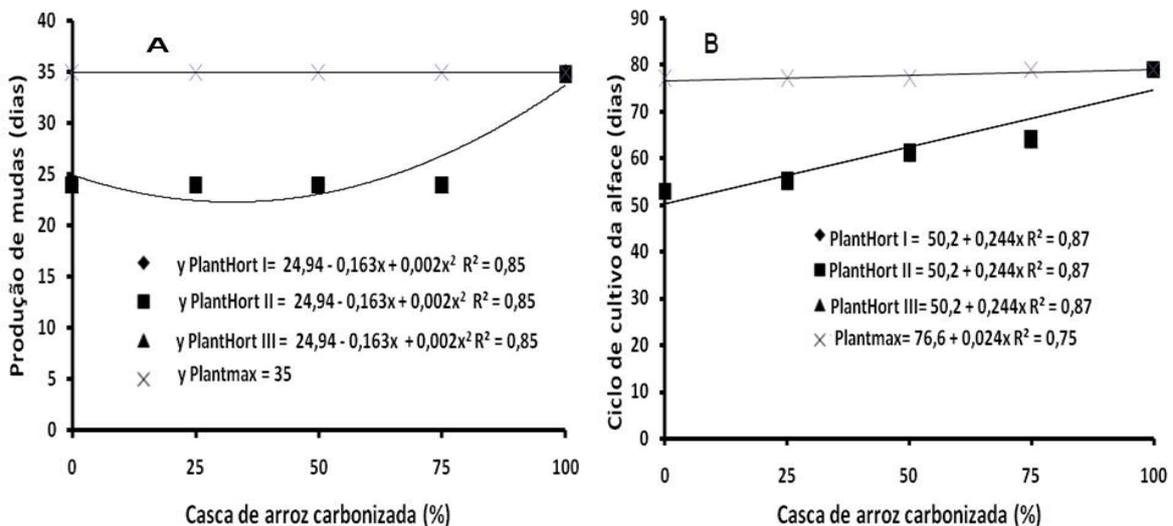


**Figura 6** - Comprimento de raiz de mudas de alface conduzidas em substratos com diferentes proporções de palha de arroz carbonizada aos 24 dias após emergência, Gurupi – TO, 2010.

O aumento na proporção de CAC nos substratos *PlantHort I*<sup>®</sup>, *PlantHort II*<sup>®</sup>, *PlantHort III*<sup>®</sup> causou a redução no período de formação das mudas de alface em relação ao substrato comercial *Plantmax*<sup>®</sup>, produzindo mudas de qualidade superior até na proporção de 75% de CAC. (Figura 7a), sendo o menor período de formação das mudas observado no substrato *PlantHort III*<sup>®</sup>. As mudas submetidas aos substratos alternativos atingiram o ponto para transplântio (cinco folhas) aos 24 dias após a semeadura, correspondendo uma diferença de 11 dias em relação ao substrato comercial *Plantmax*<sup>®</sup>. Essa diferença no período de formação das mudas pode ser explicada em função de maior qualidade nutricional nos substratos alternativos.

O encurtamento no período de formação das mudas possibilita o aumento do número de ciclos de cultivos dentro da horta, assim como o aumento da lucratividade do horticultor. Callegari et al. (2001) estudando variações do ambiente e de práticas culturais na formação de mudas e na produtividade da alface, definiram como sendo 33 DAS a melhor idade de transplântio. Miranda et al. (1998), avaliando diferentes substratos na produção de mudas de alface cv. Verônica, definiram como sendo 30 DAS a idade de transplântio das mudas e Marques et al. (2003), testando tipos de bandeja, para alface cultivar Vera, definiram como sendo 26 DAS.

Ainda sobre a nutrição das mudas, é importante ressaltar a ausência de adubações de cobertura na formação das mudas, uma vez que, buscava o atendimento de um substrato ao sistema de produção orgânico. Assim, provavelmente, será obtida redução ainda maior quando da utilização desses substratos em sistema convencionais de produção de mudas de alface.



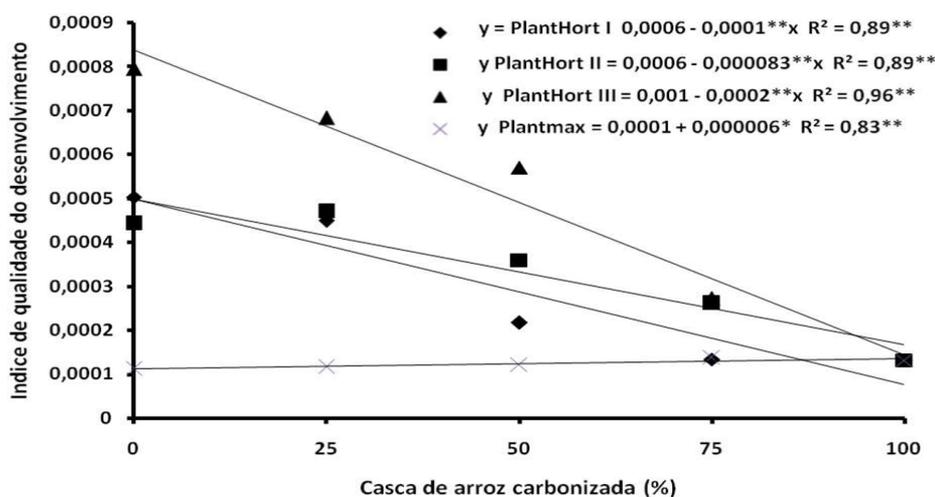
**Figura 7:** Período de formação de mudas de alface (A) em substratos com diferentes proporções de palha de arroz carbonizada e período de produção comercial (B). Gurupi – TO, 2010.

A adição de crescentes proporções de CAC nos diferentes substratos promoveu o aumento no ciclo de cultivo de alface, sendo os maiores acréscimos verificados no cultivo sobre os substratos alternativos em relação o substrato comercial *Plantmax*<sup>®</sup> (Figura 7b). Isso mostra diminuição no suprimento de nutrientes em função da adição de CAC.

Os substratos de melhor qualidade nutricional (*PlantHort I*<sup>®</sup>, *PlantHort II*<sup>®</sup>, *PlantHort III*<sup>®</sup>), nas menores doses de CAC, proporcionaram melhor desempenho vegetativo da planta, reduzindo o período de cultivo no campo de produção. Essa redução no ciclo de cultivo obtida com os substratos *PlantHort I*<sup>®</sup>, *PlantHort II*<sup>®</sup>, *PlantHort III*<sup>®</sup> ressalta a importância da composição nutricional dos substratos usados na produção de mudas com maior sensibilidade como o caso da alface. Substratos mais férteis, possuem uma reserva de nutrientes para o manutenção das mudas no campo após transplântio, uma vez que, isso proporcionará reduções de até 26 dias no ciclo de cultivo da alface (figura 7b).

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*<sup>®</sup>, *PlantHort II*<sup>®</sup>, *PlantHort III*<sup>®</sup> (Figura 8). Contudo, os substratos alternativos, independentemente, da proporção de CAC condicionaram os maiores valores do IQD em relação ao substrato comercial *Plantmax*<sup>®</sup>. 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 (Figura 8). No entanto, não foi observado 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 o todos os substratos alternativos *PlantHort I*<sup>®</sup>, *PlantHort II*<sup>®</sup>, *PlantHort III*<sup>®</sup>, mesmo com adição 75% de CAC ainda são superiores ao substrato comercial *Plantmax*<sup>®</sup>(puro).



**Figura 8:** Índice de qualidade do desenvolvimento de mudas de alface conduzidas em substratos com diferentes proporções de palha de arroz carbonizada aos 24 dias após emergência, Gurupi – TO, 2010.

#### 4. CONCLUSÕES

As mudas cultivadas nos substratos *PlantHort I*<sup>®</sup>, *PlantHort II*<sup>®</sup>, *PlantHort III*<sup>®</sup> 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*<sup>®</sup>;

O uso de substratos orgânicos *PlantHort I*<sup>®</sup>, *PlantHort II*<sup>®</sup>, *PlantHort III*<sup>®</sup> pode ser uma alternativa viável na produção de mudas de alface;

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;

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão da bolsa para desenvolvimento do trabalho.

À Cooperativa dos produtores de carne e derivados de Gurupi – TO.

À Universidade Federal do Tocantins.

À Universidade Federal de Viçosa.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIOLO, J.L. Fisiologia da produção de hortaliças em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, p.26-33, 2000. Suplemento.

BACKES, M. A.; KÄMPF, A. N.; BORDAS, J. M. C. Substratos para produção de plantas em viveiros. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 6., 1988, Nova Prata. **Anais...** Nova Prata: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, 1988. v.1, p.665-676.

BARROS JÚNIOR, A.P. **Diferentes compostos e Plantmax como substrato na produção de mudas de pimentão**. 2001. 35 f. Monografia (Graduação em Engenharia Agrônômica) – ESAM, Mossoró. 2001.

BAUMGARTEN, A. Methods of chemical and physical evaluation of substrate for plants. In: FURLANI AMC. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, p.7-15. 2002. (IAC. Documentos 70).

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=instrução normativa 20 substratos](http://www.pr.gov.br/seab/in_14_04_anexo.pdf#search=instrução%20normativa%20substratos)>. Acesso em 26 de abril de 2010.

BRAZ, L.T.; SILVA, M.R.L.; CASTELLANE, P.D. Efeito de diferentes substratos na formação de mudas de pimentão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 75, 1996.

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**, 23 (5): p. 1117-1122. 2001.

CÂMARA, M. J. T. Diferentes compostos orgânicos e plantmax como substratos na produção de mudas de alface, Mossoró – RN: **ESAM**, 2001. 32p.

CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, vol.37 n.3, mar. 2002.

CARLILE, W.R. The requirements of growing media. **Peat in Horticulture** 2: p. 17-23. 1997.

CECÍLIO FILHO, A. B.; SOUZA, A. C. de; MAY, A., BRANCO, R. B. F., MAFEI, N. C. Avaliação da participação do verme composto na produção de mudas de alface. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 39, 1999. Tubarão. Anais...Tubarão: Sociedade Brasileira de Olericultura, 1999. Resumo n. 76.

COSTA, C.A.; RAMOS, S.J.; SAMPAIO, R.A.; GUILHERME, D.O.; FERNANDES, L.A. Fibra de coco e resíduo de algodão para substrato de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, p. 387-391, 2007.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **For. Chron.**, v. 36, 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**, Uberlândia, v. 22, n. 3, p. 63-70, 2006.

FERMINO, M.H. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. In: FURLANI AMC. Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas. Campinas: **Instituto Agrônomo**, p.29-37. 2002 (Documentos IAC, 70).

FERREIRA, S.; SANTOS, D.C.; GOMES, L.A.A.; MALUF, W.R. Amplitude de variação quanto ao número de dias para florescimento em diferentes genótipos de alface. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 48. **Resumos...** Maringá: ABH, 2008. (CD-ROM).

FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2.ed. Viçosa: UFV, 2003.

FONSECA, É. de P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, É.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v.26, n.4, p. 515-523. 2002.

GODOY, W. I.; FARINACIO, D.; FUNGUETTO, R. F.; BORSATTI, F. C. Produção de mudas de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) com substratos alternativos, In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS MATERIAIS REGIONAIS COMO SUBSTRATO. 6, 2008. Fortaleza. **Anais...** ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS MATERIAIS REGIONAIS COMO SUBSTRATO, 2008. CD ROM.

GONÇALVES, A.C.S.; PAIVA, H.L.M.; OLIVEIRA, J.A.R.; MARTINS, L.H.S. Pesquisas realizadas sobre o caroço de açaí. Acesso em: 23 jun. 2010. Online. Disponível em: <http://www2.uepa.br/tecnagro/Pesqcarocoacai.htm>.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JR, F. T. **Plant propagation: principles and practices**. - 5. ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1990. 642p.

HUNT, G.E. **Waste reduction Techniques and Technologies**. New York: Mc-Graw Hill, p. 25-54, 1990.

IBGE. Censo Agropecuário: Brasil, 1996. Disponível: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?z=t&o=1> (08 Maio 2010).

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**, Holanda, v.319, p. 367-370, 1992.

KIEHL, E.J. Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto. Piracicaba: E. J. Kiehl, 2002. 171p.

KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra. Fondo de Cultura Econômica**. México. 1948, 479p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos, RIMA. 2000. 531 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, p.248-273,1998.

MARQUES, P. A. A.; BALDOTTO, P. V.; SANTOS, A. C.P.; OLIVEIRA, L. Qualidade de mudas de alface formadas em bandejas de isopor com diferentes números de células. **Horticultura Brasileira**, Brasília, 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**, Santa Maria, 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**, Mossoró-RN, v.2,n.2, p.158-161, 2007.

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 -. html>. Acesso em 26 de fevereiro de 2007.

PRAGANA, R. B. **Potencial do resíduo da extração da fibra de coco como substrato na produção agrícola**. 1998. 84 f. (Tese mestrado) – Universidade Federal Rural do Recife, Recife, 1998.

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 transplante de mudas sobre o desenvolvimento e produtividade da alface americana. **Horticultura Brasileira**, 21 (3): 558-563.

SMIDERLE, O.J.; SALIBE, A.B.; HAYASHI, A.H.; MINAMI, K. Produção de mudas de alface, pepino e pimentão em substratos combinando areia, solo e plantmax. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 253-257, nov. 2001.

SOARES, R. E.; DA RUI, T. L. R.; BRAZ, R. F.; KANASHIRO JUNIOR, W. K. Desenvolvimento de mudas de pepino em substratos produzidos com resíduos de algodão e de poda de árvores. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS MATERIAIS REGIONAIS COMO SUBSTRATO, 6, 2008, Fortaleza. **Anais... ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS MATERIAIS REGIONAIS COMO SUBSTRATO**. 2008. CD ROM.

SOUZA, F.X. de. Casca de arroz carbonizada: um substrato para a propagação de plantas. CNPAI/EMBRAPA. Revista Lavoura Arrozeira, Porto Alegre, v.46, n.406, p.11, 1993.

STURION, A. A. Produção de mudas de Mimosa scabrella Benth. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 4., Bracatinga uma alternativa para reflorestamento, Curitiba, jul. 1981. **Anais**. Curitiba, EMBRAPAURPFCS, 1981. p.39-52.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed Editora S/A. 2004. 438p.

TRANI, P. E.; NOVO, M. C. S. S.; CAVALLARO JUNIOR, M. L.; TELLES, L. M. G. Produção de mudas de alface em bandejas e substratos comerciais. **Horticultura Brasileira**, 22 (2): p. 290-294, 2004.

TÚLLIO JUNIOR, A. A.; NOGUEIRA, R. R.; MINAMI, K. Uso de diferentes substratos na germinação e formação de mudas de pimentão (*Capsicum annum* L.). **O Solo**, n. 78, p. 15-18, 1986.

**CAPÍTULO 02 – CARACTERÍSTICAS MORFOFISIOLÓGICAS DE MUDAS DE  
ALFACE SOBRE DIFERENTES SUBSTRATOS E PROPORÇÕES DE CASCA DE  
ARROZ CARBONIZADA**

## RESUMO

### **Características morfofisiológicas de mudas de alface sobre diferentes substratos e proporções de casca de arroz carbonizada.**

O sucesso na produção agrícola na cultura de alface é iniciada pela obtenção de mudas com boa qualidade, pois plantas mal formadas darão origem a plantas com produção abaixo de seu potencial genético. Assim, objetivou-se avaliar características morfofisiológicas em mudas de alface em função de diferentes substratos e proporção de casca de arroz carbonizada. O experimento foi implantado seguindo um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo cada repetição constituída por oito plantas. Os 20 tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 4x5; sendo o primeiro fator constituído por quatro substratos (*PlantHort I*<sup>®</sup>, *PlantHort II*<sup>®</sup>, *PlantHort III*<sup>®</sup> e substrato comercial *Plantmax*<sup>®</sup>) e o segundo constituído de cinco níveis palha de arroz carbonizada (0, 25, 50, 75, 100%). As sementes foram semeadas nos diferentes substratos contidos em bandejas de poliestireno expandido, com 128 células, na profundidade 0,5 cm. Foram avaliadas as características morfofisiológicas: teor de clorofila *a* e *b*, área foliar, área foliar específica, razão da área foliar, razão da massa foliar, caulinar e radicular os 24 dias após a semeadura. O aumento da porcentagem de palha de arroz carbonizada nos substratos avaliados produziu diferenças em todas as características avaliadas. Os substratos *PlantHort I*<sup>®</sup>, *PlantHort II*<sup>®</sup> e *PlantHort III*<sup>®</sup> considerados alternativos, independentemente da proporção adicionada de palha de arroz carbonizada causaram os maiores crescimentos em área foliar em relação ao substrato comercial *Plantmax*<sup>®</sup>. Os maiores teores de clorofila *a* + *b* foram observados nas proporções de 25 e 50 % de casca de arroz carbonizada. Os substratos alternativos promoveram um melhor equilíbrio das relações parte aérea e sistema radicular em comparação ao substrato comercial *Plantmax*<sup>®</sup>.

**PALAVRA- CHAVE:** *Lactuca sativa*, substratos alternativos, *PlantHort*.

## ABSTRACT

### **Morphophysiological characteristics of lettuce seedlings on different substrates and the proportions of rice hulls.**

Success in agricultural production in lettuce is initiated by the seedling with good quality, because plants will result in malformed plants with production below their genetic potential. The objective was to evaluate morphological and physiological characteristics of lettuce seedlings with different substrates and proportion of rice hulls. The experiment was established following a randomized design with four replicates, each replicate consisting of eight plants. The 20 treatments were arranged in a 4x5 factorial scheme, being the first factor consists of four substrates (PlantHort I<sup>®</sup>, PlantHort II<sup>®</sup>, III<sup>®</sup> and substrate *PlantHort Plantmax*<sup>®</sup>) and the second consisting of five levels of carbonized rice straw (0, 25, 50, 75, 100%). The seeds were sown on different substrates contained in polystyrene trays with 128 cells, 0.5 cm in depth. Morphophysiological characteristics were evaluated: chlorophyll b, leaf area, specific leaf area, leaf area ratio, ratio of leaf mass, stem and root them 24 days after sowing. Increasing the percentage of carbonized rice straw produced on the substrates evaluated differences in all traits. The substrates *PlantHort I*<sup>®</sup>, *PlantHort II*<sup>®</sup> and III<sup>®</sup> were alternatives, regardless of the proportion of added rice straw charred caused the largest increases in leaf area in relation to the substrate *Plantmax*<sup>®</sup>. The highest levels of chlorophyll a + b were observed in proportions of 25 and 50% rice hulls. The alternative substrates promoted a better balance of relations shoot and root system compared to the substrate *Plantmax*<sup>®</sup>.

**KEYWORDS:** *Lactuca sativa*, alternative substrates, PlantHort.

## 1. INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) compõe uma parcela importante dos vegetais na dieta da população, tanto pelo sabor quanto pela qualidade nutritiva e mesmo a disponibilidade no mercado (MARQUES et al., 2003). Além disso, é a hortaliça tradicionalmente cultivada por pequenos produtores, sendo de grande importância econômica e social, contribuindo na fixação do homem no campo (VILLAS BOAS et al., 2004).

Os substratos orgânicos são bastante usados na produção de mudas, sobretudo na produção de hortaliças (ABREU et al., 2002). Grande parte dos substratos são produzidos usando turfa como componente principal, mas são crescentes os esforços visando a substituição deste material, devido a questões ambientais (BAUMGARTEN, 2002).

O sucesso na produção agrícola inicia com a obtenção de mudas de boa qualidade, uma vez que, aquelas mal formadas darão origem a plantas com produção abaixo de seu potencial genético (TRANI, 2004). Souza & Ferreira (1997) relatam que a produção de mudas de hortaliças constitui-se umas das etapas mais importantes do sistema produtivo, influenciando diretamente o desempenho final das plantas. No entanto, visando melhoria das propriedades físicas e químicas, torna-se necessário a utilização de diferentes componentes na formação de substratos na produção de mudas de hortaliças.

O substrato deve garantir por meio de sua fase sólida a manutenção mecânica do sistema radicular da planta, do suprimento de água e nutrientes pela fase líquida e oxigênio e transporte de dióxido de carbono entre as raízes e o ar externo pela fase gasosa (MINAMI & PUCHALA, 2000). Um bom substrato

proporciona retenção de água suficiente para a germinação, além de permitir a emergência das plântulas, conjuntamente com atributos de boa aeração para permitir a difusão de oxigênio às raízes, baixa resistência à penetração das raízes e boa resistência à perda de estrutura (SILVA JÚNIOR & VISCONTI, 1991).

Dentre os possíveis componentes para formação de um substrato está a casca de arroz carbonizada, resíduo de difícil decomposição e por isso, são freqüentes os acúmulos nos pátios industriais causando impactos ambientais (SOUZA, 1993).

A casca de arroz carbonizada pode ser utilizada como componente de substrato alternativo em substituição à vermiculita e turfa, por apresentar boa porosidade, troca gasosa na base das raízes, boa drenagem, ser firme e densa para fixar a muda, apresentar volume constante seca ou úmida e isenção de plantas daninhas e patógenos (SOUZA, 1993). Deve-se ressaltar a importância da mistura de diferentes componentes da composição de um substrato para obtenção de mudas de boa qualidade em curto período de tempo (MENEZES JÚNIOR, 1998).

Pragana (1998) afirma que substratos alternativos podem ser usados com eficiência na produção de mudas. Assim, misturas ou substratos regionais que possam ser obtidos facilmente, tal como pó de coco e palha de arroz carbonizada devem ser aproveitados. Albuquerque Neto et al. (2008) observaram que o substrato areia com fibra de casca de coco verde, na produção de rúcula, possibilitou alta produtividade e melhor retenção de umidade. Barros Júnior (2001), quando trabalhou com diferentes tipos de substrato na cultura do pimentão, verificou que o número de folhas, comprimento da parte aérea e massa seca da parte aérea foram

superiores em composto de subprodutos de caju e composto misto em relação ao substrato comercial *Plantmax*.

Segundo Nogueira et al. (1994) a análise do crescimento das mudas é uma ferramenta utilizada para quantificar os componentes de crescimento, representando o primeiro suporte na avaliação da produção primária e por isto considerada um método eficaz para estudar a taxa fotossintética de produção. Com base em dados de crescimento das plantas pode-se fazer inferência sobre a eficiência fisiológica de forma bastante precisa entre plantas geneticamente diferentes ou entre plantas submetidas a ambientes diferentes (BENINCASA, 2003) introduzidas de forma sistemáticas no ambiente de avaliação. A eficiência fotossintética de plantas de rabanete, por exemplo, teve relação direta com a área foliar e conteúdo de clorofila na folha (JAMIL et al., 2007).

O estudo do crescimento vegetativo é essencial à obtenção de plantas com alto valor comercial. Vários indicadores fitotécnicos podem ser utilizados para esta finalidade, como o número de folhas e a área foliar da planta, assim como o conteúdo de clorofila, características fisiológicas utilizadas para estimar o potencial fotossintético das plantas (ERISMANN et al., 2006). Neste sentido, objetivou-se avaliar características morfofisiológicas em mudas de alface sobre diferentes substratos e proporção de casca de arroz carbonizada

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi realizado em parceria da 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, no período de janeiro a março de 2010. 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.

A formação das mudas foi realizada em bandejas de poliestireno expandido (Isopor<sup>®</sup>) com dimensões de 0,34 x 0,68 x 0,06 m de largura, comprimento e altura, respectivamente. Cada bandeja apresentava 128 células com volume de 40 cm<sup>3</sup>.

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*<sup>®</sup>, *PlantHort II*<sup>®</sup>, *PlantHort III*<sup>®</sup> e substrato comercial *Plantmax*<sup>®</sup>) e o segundo constituído de cinco níveis de casca de arroz carbonizada(CAC) nas proporções 0, 25, 50, 75, 100%.

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

Tabela 1: Caracterização química dos substratos alternativos e *Plantmax*<sup>®</sup>. Gurupi – TO, 2010

Nutrientes	Composição química dos substratos				
	PlantHort I <sup>®</sup>	PlantHort II <sup>®</sup>	PlantHort III <sup>®</sup>	Plantmax <sup>®</sup>	CAC
dag kg <sup>-1</sup>					
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	1,21	1,47	0,92	0,0005
Ca	0,83	1,70	3,15	0,41	0,0005
Na	0,08	0,16	0,22	0,03	0,037
Mn	0,02	0,02	0,02	0,01	-
Zn	0,36	0,07	0,13	1,35	0,002
Ni	0,01	0,01	0,01	-	-
Cu	0,01	0,01	0,01	-	0,0004

Foi utilizada a cultivar de alface Elba (*Lactuca sativa* L.) da empresa *Topseed*, que possui as características: folhas consistentes, crespas e soltas e não formando cabeça. As sementes foram semeadas nos diferentes substratos. As plântulas foram submetidas a irrigação manual com início logo após a semeadura, sendo realizadas três aplicações diárias.

A área foliar foi calculada através do “método de discos”, ou seja, coletaram-se discos do limbo foliar (folhas principais) em cada repetição. Consiste na retirada de discos foliares de área conhecida um conjunto de folhas, distribuídas simetricamente, evitando-se a amostragem da nervura central, conforme estudos de Huerta (1962) e Gomide et al. (1977). Em seguida, os discos foliares, de área conhecida, foram colocados em estufa com circulação de ar a 70 °C durante 36 horas para a obtenção da matéria seca. Utilizou-se procedimento semelhante para a secagem das folhas das quais foram retirados os discos foliares, cuja massa

resultou do somatório das folhas com a dos discos foliares, obtendo-se a matéria seca total das folhas.

Dessa maneira, calculou-se a área foliar de cada planta através da equação:

$$AF = (n^{\circ} \text{ de discos} \cdot AD \cdot FSF) / FSD$$

Onde: AF é a área foliar em cm<sup>2</sup>; AD a área dos discos em cm<sup>2</sup>; FSF a fitomassa seca das folhas (g) e FSD a fitomassa seca dos discos (g).

O teor taxa de clorofila foi obtida aos 24 dias após a semeadura. Foram realizados cortes das folhas medianas, e imediatamente acondicionadas em papel alumínio, colocadas em caixa de isopor contendo gelo, para evitar que as variações ambientais ocorridas durante o processo afetassem a análise do tecido vegetal. Após a coleta, as amostras foram levadas ao laboratório. De cada amostra foram retirados cinco discos foliares pesados em balança analítica e colocados em tubo de ensaio envolto em papel alumínio. Os discos foram imersos em 5 mL de dimetil sulfóxido (DMSO), tampados com papel alumínio e reservados numa sala sem iluminação por 24 horas, à temperatura ambiente. Em seguida as absorbâncias dos extratos foram lidos a 470; 646,2 e 663,8 nm, no espectrofotômetro com emissão de feixe de luz, utilizando como branco o DMSO. As concentrações de clorofilas a e b foram determinados com base nas equações definidas por Wellburn (1994).

As plantas foram avaliadas aos 24 dias após a semeadura (DAS). Os indicadores avaliados foram: Área foliar (AF), Área foliar específica (AFE), Razão da área foliar (RAF), Razão massa da folha (RMF), Razão massa do caule (RMC), Razão massa da raiz (RMR), Clorofila *a*, Clorofila *b* e Razão clorofila *a/b*.

A área específica foliar (AFE) foi determinada pela relação entre a área foliar (cm<sup>2</sup>) e a massa foliar(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 referente as regressões foram dispostos utilizando o programa estatístico SigmaPlot versão 10.

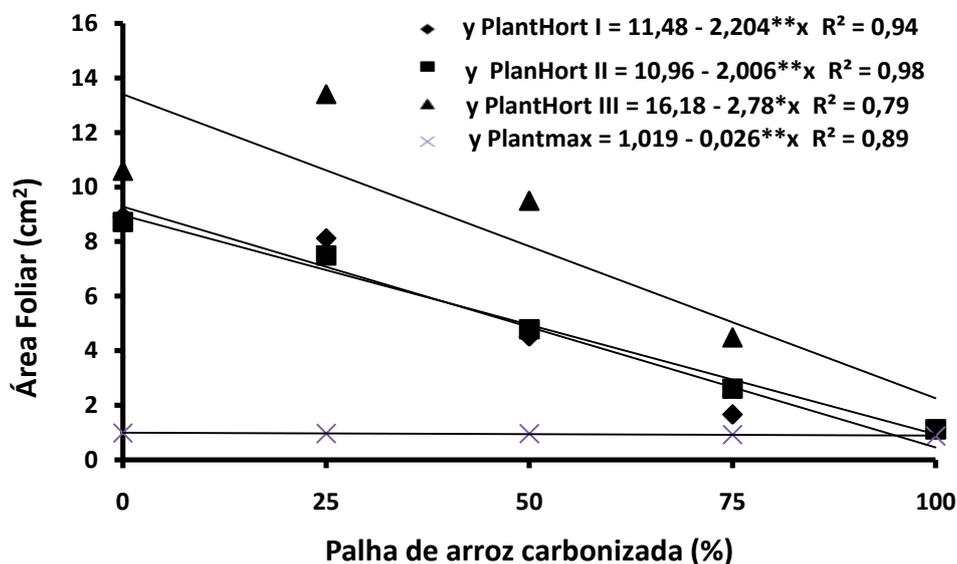
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aumento da proporção de palha de arroz carbonizada nos substratos avaliados promoveu redução linear significativa ( $p \leq 0,01$ ) no crescimento da área foliar nos substratos alternativos (Figura 1). Os substratos *PlantHort I*<sup>®</sup>, *PlantHort II*<sup>®</sup> e *PlantHort III*<sup>®</sup> considerados alternativos, independentemente da proporção de CAC adicionada condicionaram os maiores crescimentos em área foliar em relação ao substrato comercial *Plantmax*<sup>®</sup>. A folha é o principal órgão no processo transpiratório, responsável pelas trocas gasosas entre a planta e o ambiente (PEREIRA et al., 1997), razão pela qual o conhecimento da superfície foliar torna-se de grande utilidade.

As mudas submetidas à proporção de 50% de CAC, apresentaram área foliar de 4,51, 4,78, 9,49 e 0,96 cm<sup>2</sup> respectivamente aos substratos *PlantHort I*<sup>®</sup>, *PlantHort II*<sup>®</sup>, *PlantHort III*<sup>®</sup> e *Plantmax*<sup>®</sup>. Na proporção de 75% de CAC também houve nos substratos alternativos, tendência das mudas de obterem maior área foliar, superando o substrato comercial.

Os substratos que promoveram maior área foliar das plantas de alface, foram os que obtiveram maior acúmulo de massa seca foliar (Capítulo I - Figura 3b), pois a maior área foliar permite maior taxa fotossintética. Segundo Bakker (1994) a área

foliar da cultura, sobretudo em culturas folhosas, é fundamental na produção de fotoassimilados e posteriormente distribuição e acúmulo de fitomassa.



**Figura 1** – Área foliar de mudas de alface conduzidas em substratos com diferentes proporções de palha de arroz carbonizada aos 24 dias após emergência, Gurupi – TO, 2010.

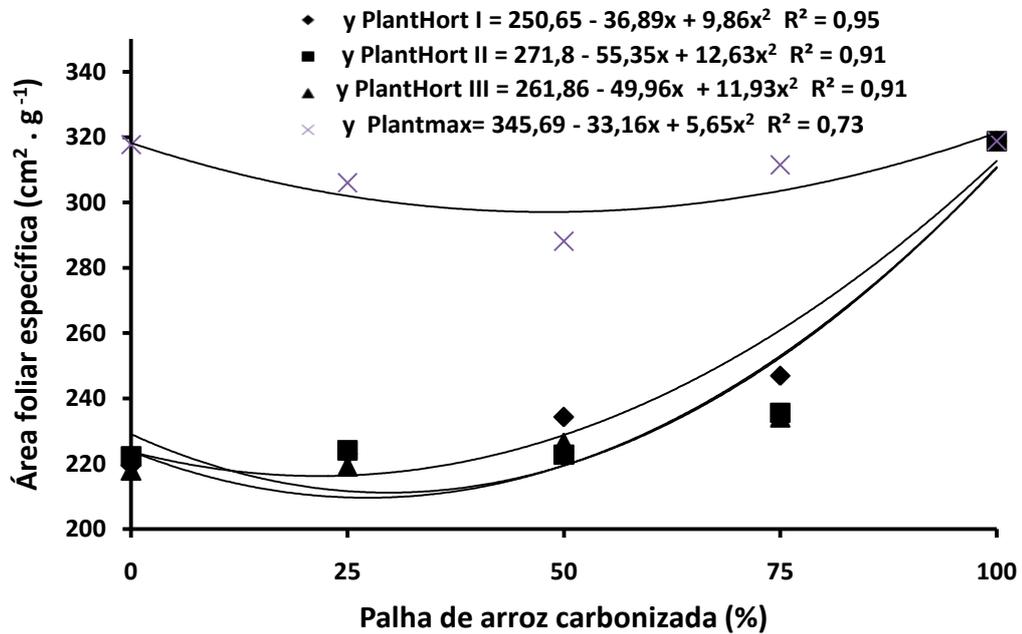
Plantas submetidas ao substrato CAC (100%) obtiveram os menores valores de área foliar. Essa resposta da planta é devido ao baixo aporte de nutrientes na CAC (Tabela 1). Além disso, o baixo investimento em área foliar, nas maiores proporções de CAC, pode estar relacionado ao baixo crescimento da planta em altura de planta (Capítulo I- Figura 1a) e massa seca foliar (Capítulo I - Figura 3b). De acordo com Medeiros (1999), a casca de arroz natural e carbonizada apresenta dificuldades na conservação de uma umidade homogênea quando utilizada como substrato único, indicando que para se obter uma maior eficiência como substrato deve-se empregá-la em mistura com outros materiais.

Como a fotossíntese depende da área foliar, o rendimento da cultura será maior quanto mais rápido a planta atingir o índice de área foliar máximo e quanto mais tempo a folha permanecer ativa (PEREIRA & MACHADO, 1987).

A área foliar específica (AFE) é uma medida estratégica da alocação da biomassa que reflete a área disponível para a captura de luz por unidade de fotoassimilados investidos nas folhas (MARAÑÓN & GRUBB 1993). A AFE relaciona a superfície da folha (componente morfológico) e com a massa seca da folha (componente anatômico) (BENINCASA, 2003). O aumento na proporção de CAC nos substratos condicionou resposta quadrática na área foliar específica das mudas de alface (Figura 4b). Contudo, os substratos alternativos *PlantHort I*<sup>®</sup>, *PlantHort II*<sup>®</sup>, *PlantHort III*<sup>®</sup>, independentemente da proporção de CAC, causaram os menores valores de AFE em relação ao substrato comercial *Plantmax*<sup>®</sup> (Figura 2). Marengo & Lopes (2005) na produção de mudas é desejável que apresentem maior crescimento foliar, já que as folhas realizam processos de conversão de energia luminosa em energia química, essencial para seu desenvolvimento inicial.

A área foliar específica das plantas nos substratos alternativos e comercial foi inversamente proporcional ao incremento da área foliar (Figura 1). Essa resposta das mudas de alface, nas maiores proporções de CAC, ocorreu porque os substratos pobres em nutrientes (Tabela 1) não conseguem formar estruturas dos sistemas fotossintéticos adequados, logo as folhas ficam com mesófilo menos preenchido, e com isso, precisa-se de uma área foliar maior para fazer um grama de massa. Segundo Charles-Edwards et al. (1986), a AFE de plantas de tomate e de crisântemo que cresceram em ambiente controlado foram correlacionadas com a temperatura média do ambiente. As duas culturas apresentaram aumento da AFE

com o aumento da temperatura enquanto que o aumento na disponibilidade de radiação solar resultou em decréscimos na AFE.

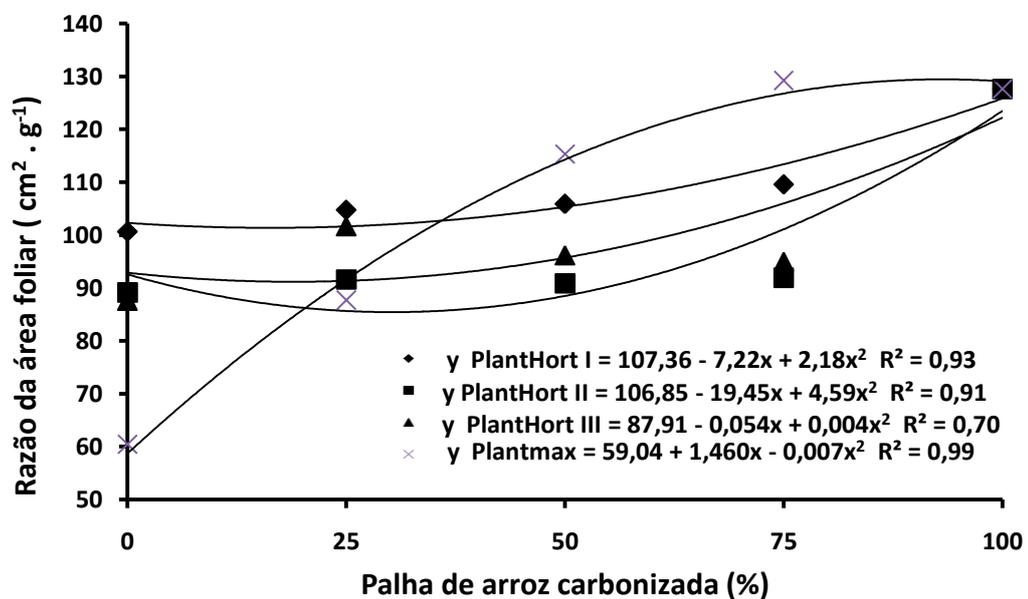


**Figura 2** – Área foliar específica de mudas de alface conduzidas em substratos com diferentes proporções de palha de arroz carbonizada aos 24 dias após emergência, Gurupi – TO, 2010.

A Razão da Área Foliar (RAF) representa a razão entre área foliar, responsável pela interceptação de energia luminosa e CO<sub>2</sub> e a massa seca total da planta (BENICASA, 2003). O aumento na proporção de CAC nos substratos condicionou resposta quadrática para a razão da área foliar das mudas de alface (Figura 3). Maior aporte nutricional nos substratos alternativos e comercial são obtidos nas menores proporções de CAC, então, à medida que aumenta a proporção de CAC (0, 25, 50, 75 e 100%) há diminuição na fertilidade dos substratos. Verifica-se que a resposta das plantas quanto a RAF nos substratos *PlantHort I*<sup>®</sup>, *PlantHort II*<sup>®</sup>, *PlantHort III*<sup>®</sup> foi similar, sendo que esta aumenta a medida que diminui a fertilidade do substrato. No *Plantmax*<sup>®</sup> foi observado

incremento maior, pois a condição nutricional deste substrato é menor do que os substratos alternativos. Apesar das plantas em todos os tratamentos com *Plantmax*<sup>®</sup> serem menores, a condição nutricional das plantas dos tratamentos 0 e 25% de CAC era melhor por isso sua RAF era menor.

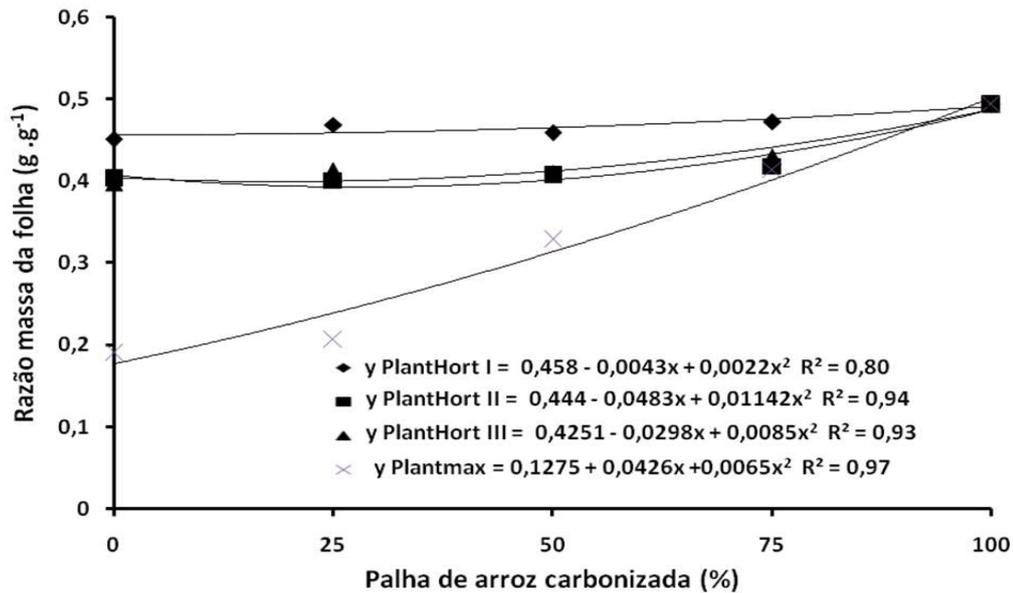
A RAF aumenta à medida que a área foliar diminui, o que é compreensível, pois com o crescimento aumenta a interferência de folhas superiores sobre as inferiores e a tendência é a área foliar útil diminuir a partir de certa fase. Lambers & Poorter (1992) afirma que a RAF varia em função da Área Foliar Específica (AFE) e da Razão de Massa Foliar (RMF), que é a proporção de massa seca total alocada nas folhas. Estas variáveis são relativamente sensíveis às mudanças ambientais, embora os incrementos na RAF sejam mais consequências do incremento da AFE do que da RMF, já que os valores da AFE são mais sensíveis às proporções de CAC adicionada ao substrato (Figura 2).



**Figura 3** – Razão da Área foliar de mudas de alface conduzidas em substratos com diferentes proporções de palha de arroz carbonizada aos 24 dias após emergência, Gurupi – TO, 2010.

Considerando-se que as folhas são os centros de produção de massa seca da planta, mediante a fotossíntese, e que o resto da planta depende da exportação de fotoassimilados da folha, a RMF expressa a fração de massa seca da folha não exportada para o resto da planta (Figura 4). O aumento da CAC nos substratos condicionou resposta quadrática para razão da massa foliar. Plantas cultivadas nos substratos *PlantHort I*<sup>®</sup>, *PlantHort II*<sup>®</sup>, *PlantHort III*<sup>®</sup> apresentaram tendência de direcionamento de fotoassimilado para RMF, diferindo do substrato comercial *Plantmax*<sup>®</sup>, que apresentou tendência de aumento da RMF com as maiores proporções de CAC. Isso ocorre devido as plantas cultivadas nos substratos menos férteis não conseguem formar um aparato fotossintético adequado (TAIZ & ZEIGER, 2004), fazendo menos fotossíntese, reduzindo a exportação a partir das suas folhas.

A contribuição da RMF na expressão da RAF (Figura 3) é quantitativamente inferior à contribuição da AFE (Figura 2). A variação de RMF mostra que, como ocorreu com a RAF e AFE, há uma relação inversa com a área foliar nas proporções crescentes de CAC. A medida que a planta cresce, a exportação de carboidratos a partir das folhas é maior. Quanto maior o valor da razão da massa da foliar, maior é o investimento da planta em produção de folhas. Caron (2002) observou que a fração de MS alocada para as folhas da alface cultivada em substratos variou entre 73,5% e 93,5% para as quatro estações do ano.

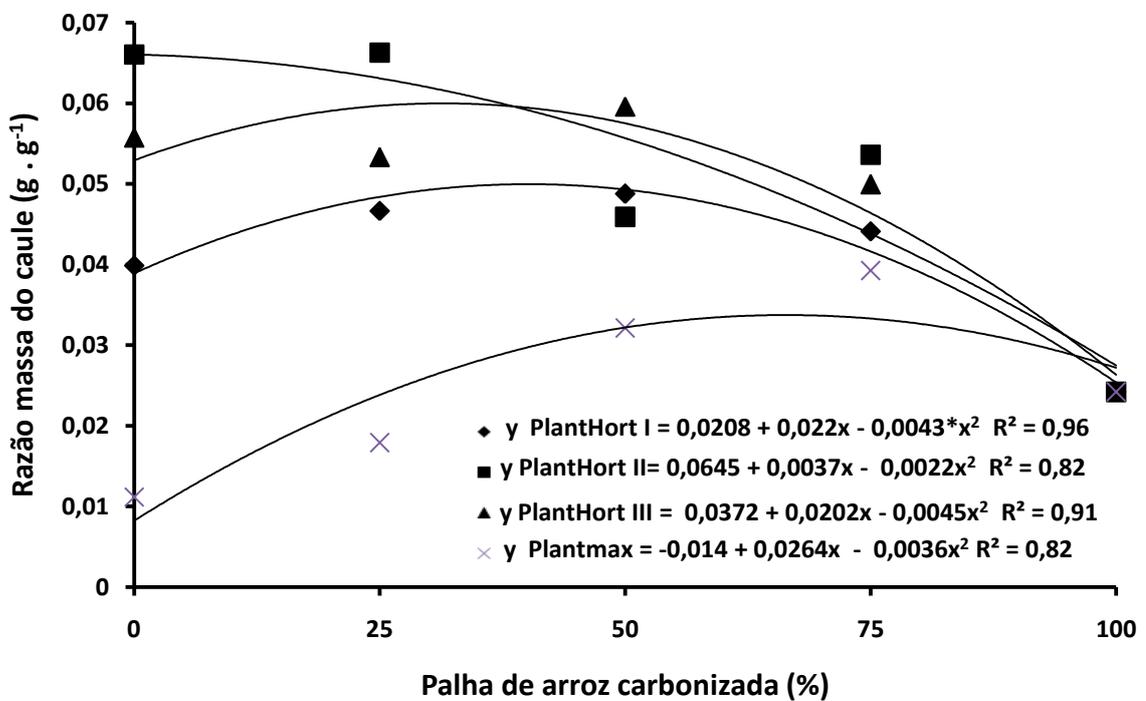


**Figura 4** – Razão massa da folha de mudas de alface conduzidas em substratos com diferentes proporções de palha de arroz carbonizada aos 24 dias após emergência, Gurupi – TO, 2010.

A Razão da Massa Caulinar (RMC) expressa a fração da massa seca que foi exportada ao caule a partir das folhas, é inversamente proporcional à razão de massa foliar (Figura 4). Aos 24 DAS, quando a planta apresenta dossel mais desenvolvido, ela passa a alocar os fotoassimilados das folhas para o caule, aumentando a RMC (Figura 3). A exportação dos fotoassimilados é uma característica genética influenciada pelo ambiente (LARCHER, 2000), mas principalmente pelas diferentes proporções nutricionais dos substratos alternativos.

O maior investimento na RMC, foi obtido nas plantas submetidas aos substratos *PlantHort I*<sup>®</sup>, *PlantHort II*<sup>®</sup> e *PlantHort III*<sup>®</sup> condicionados nas menores proporções de CAC, produzindo mudas de qualidade superior ao substrato *Plantmax*<sup>®</sup>. Nas adições de menores proporções de CAC aos substratos alternativos, foi evidenciado um aumento da translocação de fotoassimilados ao caule das

mudas. Essa resposta da RMC está relacionada ao maior crescimento das mudas em massa seca do caule (Capítulo I. Figura 5a), altura de plantas (Capítulo I. Figura 3a) e diâmetro do colo (Capítulo I. Figura 3b). Carmello (1994) afirma que formação de mudas de qualidade no processo produtivo é de vital importância para o êxito de uma exploração agrícola, pois dessa qualidade, depende do desempenho da planta, tanto nutricional quanto no tempo necessário para produção da muda e, conseqüentemente, no número de ciclos produtivos executados por ano, portanto é de fundamental importância que o substrato resulte em mudas com alto vigor.

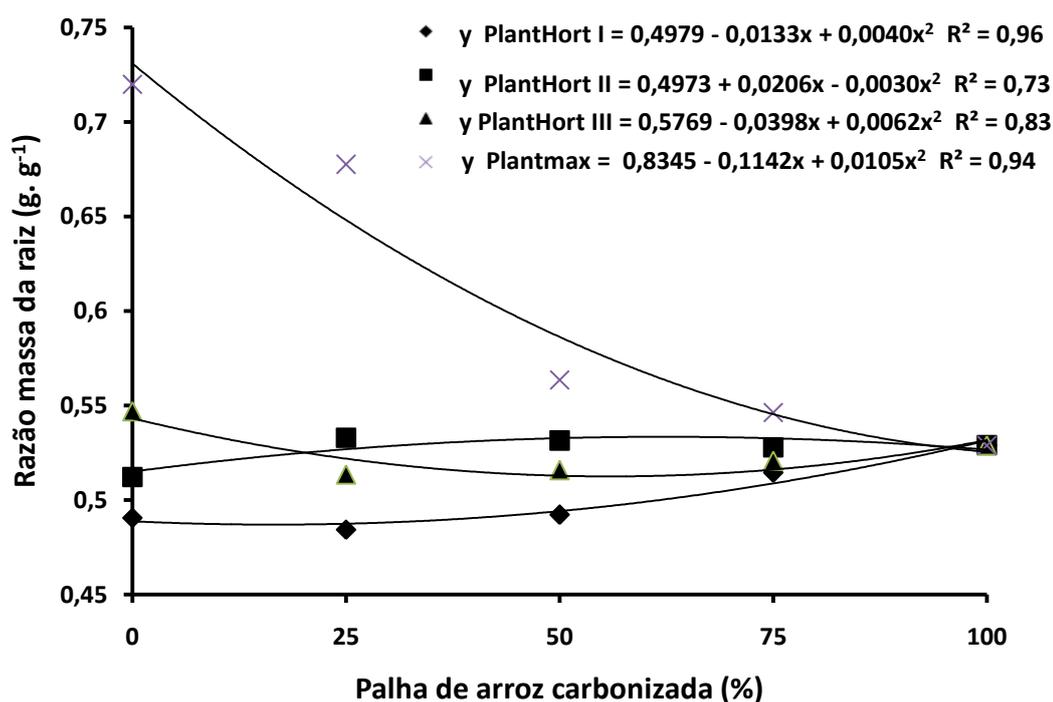


**Figura 5** – Razão massa do caule de mudas de alface conduzidas em substratos com diferentes proporções de palha de arroz carbonizada aos 24 dias após emergência, Gurupi – TO, 2010.

O aumento na proporção de CAC nos substratos favoreceu uma resposta quadrática na razão da massa radicular das mudas de alface. Os substratos

*PlantHort I*<sup>®</sup>, *PlantHort II*<sup>®</sup>, *PlantHort III*<sup>®</sup> considerados alternativos, independentemente da proporção de CAC condicionaram resposta inferior da RMR em relação ao substrato comercial *Plantmax*<sup>®</sup> (Figura 5). A razão de massa radicular (RMR) explica um comportamento fisiológico, expressando qual é a parcela de fração da matéria seca que foi exportada para as raízes a partir do resto da planta. O substrato comercial *Plantmax*<sup>®</sup>, nas menores proporções de CAC condicionou as maiores razões em relação aos substratos alternativos.

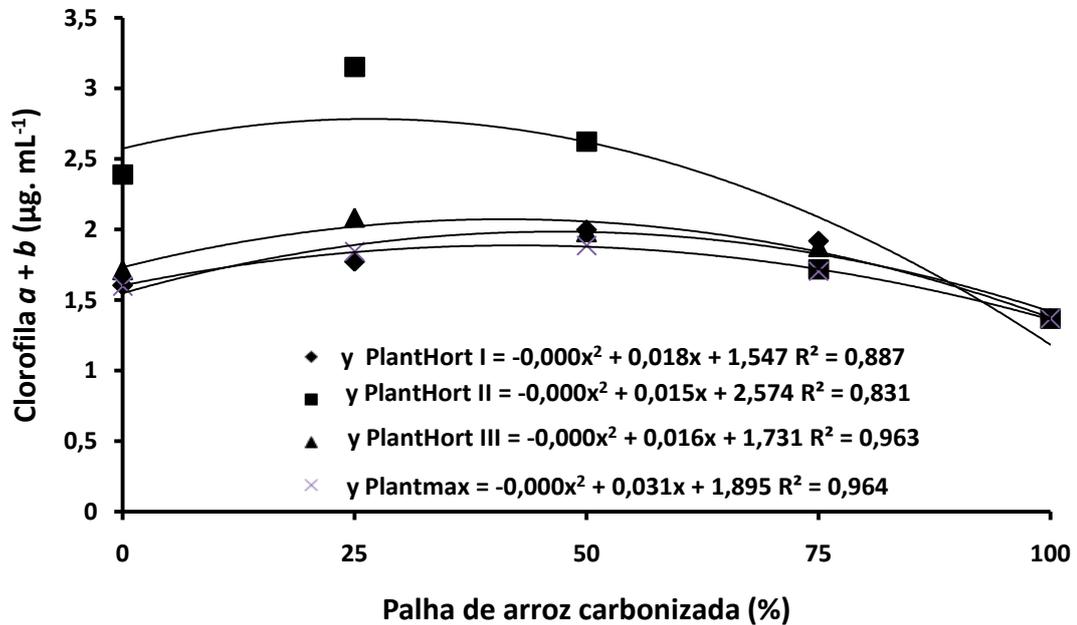
As plantas cultivadas no substrato *Plantmax*<sup>®</sup> obtiveram baixa translocação de fotoassimilados para as folhas, observado na RMF (Figura 4) e também baixo investimento de fotoassimilados na RMC (Figura 5). Mas em compensação foi observado que grande parte dos fotoassimilados da planta foram translocados para o sistema radicular (Figura 6). Isso ocorre devido à menor disponibilidade de nutrientes no substrato *Plantmax* induz a planta a gastar parte das suas energias para aumentar o sistema radicular e conseqüentemente aumentar a capacidade de absorção de nutrientes.



**Figura 6** – Razão massa radicular de alface em substratos com diferentes proporções de palha de arroz carbonizada aos 24 dias após emergência, Gurupitô, 2010.

O aumento na proporção de CAC nos substratos condicionou resposta quadrática para o teor clorofila  $a + b$  nas mudas de alface. Os maiores teores de clorofila foram observados nas proporções de 25 e 50% de CAC. O incremento da produção de clorofila pode estar relacionado com a produção de biomassa que depende da capacidade fotossintética das plantas, no entanto, as plantas desenvolvida no substrato *PlantHort II*<sup>®</sup> apresentaram maior concentração de clorofila, nas proporções de 25 e 50% de CAC, contudo, estas plantas não apresentaram uma maior produção de massa seca foliar (Capítulo I, Figura 3b). Plantas que apresentam concentração elevada de clorofila potencialmente são

capazes de atingir taxas fotossintéticas mais altas, pelo seu valor de captação de energia luminosa por unidade de tempo (TAIZ & ZEIGER, 2004).

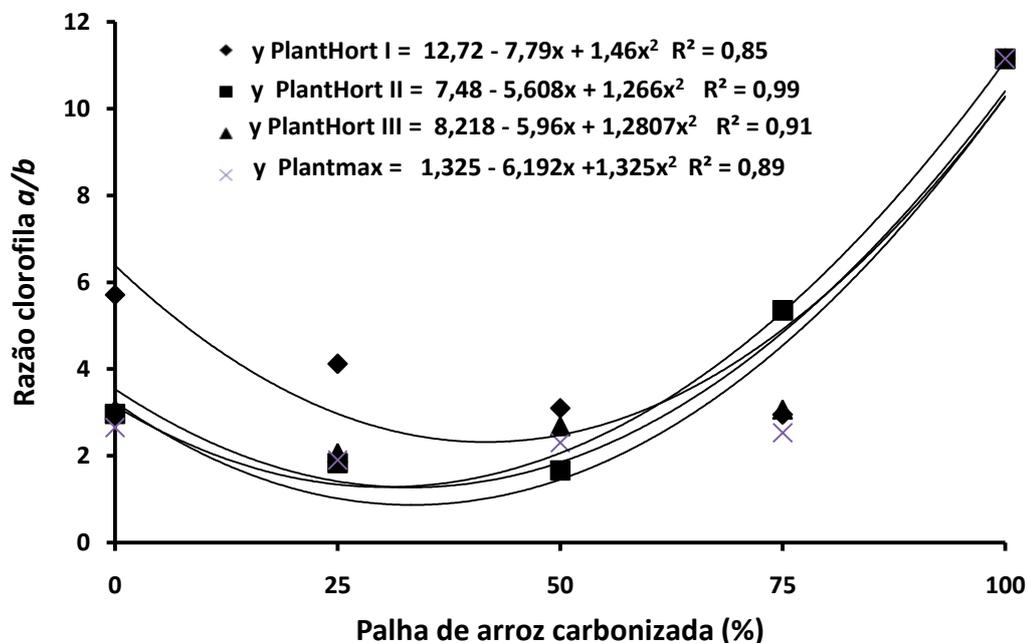


**Figura 7** – Clorofila a + b de mudas de alface conduzidas em substratos com diferentes proporções de palha de arroz carbonizada aos 24 dias após emergência, Gurupi – TO, 2010.

O aumento da porcentagem de CAC nos substratos avaliados apresentou comportamento quadrático para relação clorofila a/b (Figura 8). As determinações da relação clorofila a/b, revelaram que as proporções de CAC (25% e 50%) promoveram diminuição dessa relação nas plantas de alface. Nessas proporções de CAC verificou-se que a concentração de clorofila b nas folhas de alface foi superior às encontradas nas demais proporções (0, 75 e 100%).

A partir de 50% de CAC a concentração de clorofila a aumentou substancialmente em todos os substratos, pois, devido à redução dos nutrientes

disponíveis às mudas, o teor de clorofila a aumenta nesta condição e a proporção de clorofila a:b fica semelhante entre os substratos.



**Figura 8** – Razão clorofila a/b de alface em substratos com diferentes proporções de palha de arroz carbonizada aos 24 dias após semeadura, Gurupi – TO, 2010.

#### 4. CONCLUSÕES

As plantas cultivadas no substrato *Plantmax*<sup>®</sup> obtiveram baixa translocação de fotoassimilados para as folha (RMF) e caule (RMC). Mas em compensação parte dos fotossimilados são translocados para o sistema radicular (RMC).

Os substratos *PlantHort I*<sup>®</sup>, *PlantHort II*<sup>®</sup> e *PlantHort III*<sup>®</sup> considerados alternativos, independentemente da proporção de CAC condicionam maiores crescimentos em área foliar em relação ao substrato comercial *Plantmax*<sup>®</sup>.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão da bolsa para desenvolvimento do trabalho.

À Cooperativa dos produtores de carne e derivados de Gurupi – TO.

À Universidade Federal do Tocantins.

À Universidade Federal de Viçosa.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU M.F.; ABREU C.A.; BATAGLIA, O.C. Uso da análise química na avaliação da qualidade de substratos e componentes. In:FURLANI AMC. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, p.17-28. 2002 (IAC. Documentos 70).

ALBUQUERQUE NETO, A.A.R.; ALBUQUERQUE, T.C.S.; GÓIS, B.C.F.; SILANI, I.S.V. Produção e quantidade acumulada de nutrientes em rúcula cultivada em diferentes substratos. In: Congresso brasileiro de olericultura, 48, 2008, Maringá. **Anais...** 2008.

BAKKER, A.P. **Efeito do húmus de minhoca e da inoculação do fungo micorrízico arbuscular *Glomus macrocarpum* Tul. & Tul. sobre o desenvolvimento de mudas de cajueiro anão-precoce (*Anacardium occidentale* L.)**. 1994. 60p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

BARROS JÚNIOR, A.P. **Diferentes compostos e Plantmax como substrato na produção de mudas de pimentão**. 2001. 35 f. Monografia (Graduação em Engenharia Agrônoma) – ESAM, Mossoró. 2001.

BAUMGARTEN, A. Methods of chemical and physical evaluation of substrates for plants. In: FURLANI, A.M.C. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2002. 122p. (Documentos IAC, 70).

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 42 p.

CARMELLO, Q.A.C. Nutrição e adubação de mudas hortícolas. In: MINAMI, K.; TESSARIOLI NETO, J.; PENTEADO, S.R.; SCARPARI, F.J. **A produção de mudas hortícolas de alta qualidade**. Piracicaba: Gráfica Universitária de Piracicaba, 1994. p.75 a 93.

CARON, B.O. **Crescimento da alface a campo e em estufa plástica**. Santa Maria: UFSM – Centro de Ciências Rurais, 2002, 51 p. (Tese de Doutorado).

CHARLES-EDWARDS, D.A.; DOLEY, D.; RIMMINGTON, G.M. **Modelling plant growth and development**. North Ryde: Academic Press, 1986. 235 p.

ERISMANN, N.M.; MACHADO, E.C.; GODOY, I.J. Capacidade fotossintética de genótipos de amendoim em ambiente natural e controlado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 7, p. 1099-1108, 2006.

GOMIDE, M.B.; LEMOS, O.V.; TOURINO, D.; CARVALHO, M.M.; CARVALHO, J.G.; DUARTE, C.S. Comparação entre métodos de determinação de área foliar em cafeeiros Mundo Novo e Catuaí. **Ciência Prática**, Lavras, v.1, n.2, p.118-123, 1977.

HUERTA, S.A.; ALVIM, P.T. Índice de área foliar y su influencia en la capacidad fotosintética del café. **Cenicafé**, Chinchina, v.13, n.2, p.75-84, 1962.

JAMIL, M. et al. Salinity reduced growth PS2 photochemistry and chlorophyll content in radish. **Scientia Agricola**, v. 64, n. 2, p. 111-118, 2007.

KÖPPEN, W. 1948. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. Fondo de Cultura Económica. México. 479p.

LAMBERS, H.; PORTER, H. Inherent variation in growth rate between higher plants: a search for physiological causes and ecological consequences. **Advances in Ecological Research** 23: p. 187-261, 1992.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos, RIMA. 2000. 531 p.

MARAÑÓN, T.; GRUBB, J. Physiological basis and ecological significance of the seed size and relative growth rate relationship in Mediterranean annuals. **Functional Ecology** 7: p. 591-599, 1993.

MARENCO, R.A.; LOPES, N.F. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa: UFV, 2005. 451p.

MARQUES, P. A. A.; BALDOTTO, P. V.; SANTOS, A. C.P.; OLIVEIRA, L. Qualidade de mudas de alface formadas em bandejas de isopor com diferentes números de células. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 649-651, 2003.

MEDEIROS, L.A.M. **Influência da fertirrigação em substratos no crescimento e desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa* L.) conduzida em estufa plástica**. Santa Maria: UFSM – Centro de Ciências Rurais, 1999, 59 p. (Dissertação de Mestrado).

MENEZES JÚNIOR, F.O.G.; FERNANDES, H.S. Substratos formulados com vermicomposto e comerciais na produção de mudas de couve-flor. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.4, no 3, 191-196, 1998.

MINAMI, K; PUCHALA, B. Produção de mudas de hortaliças de alta qualidade. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, suplemento, p. 162-163, 2000.

NOGUEIRA, S.S.S. Growth analysis of chickpea (*Cicer arietinum* L.) **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.51, n.3, p.430-435, 1994.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapotranspiração**. Piracicaba: Fealq, 1997. 183 p.

PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C. Análise quantitativa do crescimento de comunidade vegetal. Campinas: Instituto Agrônomo, 1987. 33p. (Boletim Técnico, 114).

PRAGANA, R.B. **Potencial do resíduo da extração da fibra de coco como substrato na produção agrícola**. 1998. 84 f. (Tese mestrado) – Universidade Federal Rural do Recife, Recife, 1998.

SILVA JÚNIOR, A.A.; VISCONTI, A. Recipientes e substratos para a produção de mudas de tomate. **Agropecuária Catarinense**. Florianópolis, v. 4, n. 4, p. 20-23, 1991.

SOUZA, F.X. de. Casca de arroz carbonizada: um substrato para a propagação de plantas. CNPAI/EMBRAPA. **Revista Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.46, n.406, p.11, 1993.

SOUZA, R.J.; FERREIRA, A.A. Produção de mudas de hortaliças em bandejas: economia de sementes e defensivos. **A Lavoura**, Rio de Janeiro, n.623, p.19-21, 1997.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed Editora S/A. 2004. 438p.

TRANI, P.E.; NOVO, M.C.S.S.; CAVALLARO, J.R., M. L.; TELLES, L.M.G. Produção de mudas de alface em bandejas e substratos comerciais. **Horticultura Brasileira**, 22 (2): p. 290-294, 2004.

VILLAS BOAS, R.L.; PASSOS, J.C.; FERNANDES, D.M.; BULL, L.T.; CEZAR, V.R.S.; GOTO, R. Efeito de doses e tipos de compostos orgânicos na produção de alface em dois solos sob ambiente protegido. **Horticultura brasileira**, v. 22, p. 28-34, 2004.

WELLBURN, A.R. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. **Journal of Plant Physiology**. p. 307–313, 1994.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)