

Avaliação de substratos e compostos orgânicos na produção de mudas de alface americana

Fernando Barnabé Cerqueira¹; Agostinho José de Santana²; Weder Ferreira dos Santos³; Arcendino de Oliveira Reis⁴; Rodrigo Robson Cavalcante⁵; Francisco de Carvalho Ribeiro⁶; Jefferson Santana da Silva Carneiro⁷

Resumo: A produção de mudas pode ser considerada como uma das fases mais importantes no cultivo da alface. Diante disso o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes substratos na obtenção de mudas de alface (*Lactuca sativa* L.) cv. Tainá. O experimento foi conduzido em casa de vegetação no município de Fortaleza do Tabocão na região central do Estado do Tocantins. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) com cinco repetições, sendo cinco tratamentos: húmus de minhoca, Germinar, orgânico, casca de arroz carbonizada e casca de arroz carbonizada + húmus de minhoca) distribuídos em bandejas de poliestireno expandido, com 200 células. Os resultados obtidos demonstraram que o tipo de substrato interfere no desenvolvimento da planta afetando a profundidade de raiz, volume de raiz, massa seca de raiz, massa seca da parte aérea, massa seca total e área foliar. Dentre os substratos avaliados a casca de arroz carbonizada não proporciona condições favoráveis para o desenvolvimento das mudas, inviabilizando sua utilização como substrato na forma pura.

Palavras-chave: *Lactuca sativa*; composto orgânico; mudas de qualidade.

Organic substrates in the production of lettuce seedlings

Abstract: The production of seedlings can be considered as one of the most important stages in the cultivation of lettuce. The objective of this work was to evaluate the effect of different substrates in the production of lettuce (*Lactuca sativa* L.) cv. Tainá. The experiment was conducted in a greenhouse in the municipality of Fortaleza do Tabocão in the central region of the State of Tocantins. The experimental design was completely randomized (DIC) with five replicates, five treatments being: Wormwood, Germinar, Organic, Carbonized rice husk and Carbonized rice husk + worm humus) distributed in trays of expanded polystyrene with 200 cells. The results showed that the substrate type interferes in the development of the plant, affecting root depth, root volume, root dry mass, dry shoot mass, total dry mass and leaf

¹ Engenheiro agrônomo. Doutorando em Biodiversidade e Biotecnologia (Bionorte-TO). Professor Adjunto. Faculdade Guaraí (FAG) - Av. JK, 2541, Setor Universitário, Guaraí - TO, CEP 77.700-000. fernando1.981@hotmail.com.

² Engenheiro agrônomo. Faculdade Guaraí (FAG) - Av. JK, 2541, Setor Universitário, Guaraí - TO.

³ Engenheiro Agrícola. Doutorando em Biodiversidade e Biotecnologia (Bionorte-TO). Professor DE. Universidade Federal do Tocantins (UFT) – Campus Gurupi. Rua Badejós, Chácara 69 e 72, Lote 07 Zona Rural 77402-970 – Gurupi, Tocantins, Brasil. eng.agricola.weder@gmail.com.

⁴ Graduando em Engenharia Florestal - Universidade Federal do Tocantins (UFT) Rua Badejós, LT. 07, CEP: 77402-970, Zona Rural, Gurupi-TO. arcendinoreis@hotmail.com.

⁵ Mestre em Produção Vegetal - Universidade Federal do Tocantins (UFT) - Rua Badejós, Lote 07, Chácara 69/72, Zona Rural, CEP: 77402-970, Gurupi-TO. rodrigo88agro@uft.edu.br.

⁶ Engenheiro Agrônomo. Doutorando em Produção Vegetal (UFT). Rua Badejós, LT. 07, CEP: 77402-970, Zona Rural, Gurupi-TO. franciscocr@uft.edu.br.

⁷ Mestrando em Ciência do Solo - Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Departamento de Ciência do Solo – DCS. Caixa Postal 3037. Campus Universitário. Cep: 37.200-000. Lavras – MG. carneirojss@yahoo.com.br.

area. Among the substrates evaluated CAC does not provide favorable conditions for the development of the seedlings, making it unfeasible to use as a substrate in pure form.

Key-words: *Lactuca sativa*. Organic compound. Seedling quality.

Introdução

A alface (*Lactuca sativa* L.) tem grande importância na alimentação humana destacando-se como fonte de vitaminas e sais minerais, além de ser a hortaliça folhosa mais popular consumida e cultivada no país (ZIECH *et al.*, 2014; CASTOLDI *et al.*, 2014). Isto se deve a vários fatores, tais como adaptabilidade a várias condições climáticas, possibilidade de colheitas sucessivas no mesmo ano, baixo custo de produção e menor susceptibilidade a pragas e doenças (CASTOLDI *et al.*, 2014; COSTA *et al.*, 2012), além do sabor e da qualidade nutritiva, e também pela facilidade de aquisição e baixo custo ao consumidor (ZIECH *et al.*, 2014).

Para produzir alface com boa aceitação no mercado, o plantio de mudas saudáveis e vigorosas é de suma importância. Assim, a produção de mudas pode ser considerada como uma das fases mais importantes no cultivo da alface, uma vez que, o desempenho produtivo das plantas, a qualidade do produto destinado ao mercado consumidor e os lucros do produtor dependem dessa fase de produção (CASTOLDI *et al.*, 2014; COSTA *et al.*, 2013; COSTA *et al.*, 2012; CABRAL *et al.*, 2011; LEAL *et al.*, 2011).

Atualmente, as mudas de alface são produzidas em bandejas de poliestireno expandido, método que, proporciona melhor rendimento operacional em quantidade de sementes, uniformização das mudas, manuseio no campo, controle fitossanitário e nutricional, condições estas que permitem colheitas precoces (CASTOLDI *et al.*, 2014; SOUZA *et al.*, 2013; CABRAL *et al.*, 2011). Apesar das vantagens deste sistema de produção de mudas, algumas dificuldades têm sido observadas em relação às características do substrato, tais como a manutenção da umidade, o arejamento e a disponibilidade de nutrientes, fatores estes que afetam diretamente a porcentagem de germinação e o desenvolvimento das mudas, determinando a qualidade das plantas produzidas (SOUZA *et al.*, 2013).

O substrato se constitui no elemento mais complexo na produção de mudas podendo ocasionar a nulidade ou irregularidade de germinação, a má formação das plantas e o aparecimento de sintomas de deficiência ou excesso de alguns nutrientes (MEDEIROS *et al.*, 2008). O substrato deve proporcionar eficiência na germinação e emergência de plântulas, garantir a manutenção mecânica do sistema radicular e permitir as trocas gasosas entre as

raízes e ao ar externo, além de fornecer suprimento adequado de água, nutrientes, oxigênio e eliminação do CO₂, sendo provido de boas características físicas, químicas, biológicas e sanitárias para obtenção de mudas de qualidade (CASTOLDI *et al.*, 2014; COSTA *et al.*, 2014; COSTA *et al.*, 2013; COSTA *et al.*, 2012; CABRAL *et al.*, 2011; MEDEIROS *et al.*, 2010; MEDEIROS *et al.*, 2008; MEDEIROS *et al.*, 2007), além de apresentar, disponibilidade de aquisição devendo ser abundante, estar disponível em longo prazo e não provocar qualquer tipo de impacto ambiental negativo relevante (COSTA *et al.*, 2012).

Na produção de mudas de hortaliças é comum o uso de materiais regionais de origem vegetal ou animal na composição dos substratos como nutrientes para as plantas, os quais podem ser adquiridos facilmente, minimizando o custo inicial de produção (LEAL *et al.*, 2011). Diversos materiais considerados resíduos podem ser alternativas para a utilização como substrato, como por exemplo, maravalha, casca de arroz carbonizada, casca de pinus, fibra de coco, cama de frango, sabugo de milho triturado, esterco bovino, palhadas vegetais, carvão, resíduos industriais, entre outros (TERRA *et al.*, 2014; COSTA *et al.*, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2013; LEAL *et al.*, 2011).

Neste sentido, o aproveitamento do Húmus de minhoca e da casca de arroz carbonizada (CAC) podem ser alternativas para utilização em substratos para produção de mudas. O Húmus de minhoca pela sua qualidade nutricional e a CAC devido a sua grande disponibilidade nas regiões orizícolas aliado sua alta persistência no solo.

Esta característica de maior durabilidade torna este resíduo bastante estudado. Este resíduo pode ser utilizado como substrato tanto na forma natural quanto carbonizada, misturada a outros materiais. Apresenta baixa capacidade de retenção de água, drenagem rápida e eficiente, proporcionando boa oxigenação para as raízes, elevado espaço de aeração ao substrato, resistência à decomposição, relativa estabilidade de estrutura, baixa densidade e pH próximo à neutralidade (STEFFEN *et al.*, 2014). A adição de casca de arroz carbonizada a outros materiais constitui um importante aliado na melhoria das propriedades físicas do substrato final.

Por outro lado, o vermicomposto ou Húmus de minhoca, composto estável obtido a partir da transformação de resíduos orgânicos com minhocas, apresenta alto valor nutricional para as plantas sendo rico em fósforo, cálcio e potássio, além de melhorar atributos físicos e biológicos e é rico em bactérias e microrganismos promotores do crescimento das plantas, além de atuar como um bioestimulador do crescimento vegetal, atuando de forma benéfica do desenvolvimento das plantas (STEFFEN *et al.*, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Diante da vasta disponibilidade de materiais que podem ser utilizados como matéria prima para a formulação de substratos, aliados à necessidade de destinação de forma correta e à falta de pesquisa voltadas ao emprego adequado desses materiais, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes substratos na produção de mudas de alface cv. Tainá do tipo americana.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Fazenda Santo Antônio, no município de Fortaleza do Tabocão na região central do Estado do Tocantins. O local possui latitude 09° 3' 27" S, longitude 48° 31' 09" O e altitude de 227 m. De acordo com a classificação climática de Köppen adaptada ao Brasil apresenta Clima Tropical Chuvoso (Aw) com verão chuvoso e inverno seco (precipitação de inverno menor que 60 mm), com temperatura média de 27 °C.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com cinco repetições. Os cinco tratamentos foram: húmus de minhoca, Germinar, orgânico, casca de arroz carbonizada (CAC) e casca de arroz carbonizada + húmus de minhoca (CAC + húmus de minhoca) na proporção de 1:1, distribuídos em bandejas de poliestireno expandido contendo 200 células. Os substratos foram alocados intercalados por três fileiras e, divididos em tratamentos, as quais corresponderam as bordaduras. Cada parcela útil foi constituída por 8 plantas. O ambiente protegido em suas laterais e cobertura foi constituído de plástico transparente de 100 micras, sendo sua temperatura média interna de 28 °C. A caracterização química do substrato está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização química de diferentes substratos e compostos orgânicos utilizados na produção de mudas de Alface.

Substrato	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	C	M	B	M.O
	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹					%			
Germinar	5,8	5,8	1,7	6,0	1,1	4,6	2,0	6100,0	200,0	60,0	1,5	2,0	6,3	4,2
CAC	6,0	2,5	4,2	11,0	2,0	4,0	10,0	6200,0	2300,0	60,0	1,0	2,0	7,0	4,8
Húmus de minhoca	7,0	1,9	2,1	6,0	2,5	3,5	6,0	9200,0	300,0	80,0	1,5	2,5	6,0	9,0
Orgânico	7,0	1,9	1,3	5,8	1,4	1,0	3,0	22000,0	400,0	8,0	1,3	2,4	6,5	12,0

-Análise realizada pelo Laboratório Zoofértil-Palmas/Tocantins.

Para obtenção do substrato orgânico utilizou-se resíduos de vegetais (casca de frutas, verduras e resíduos de poda de jardim). Para a formulação do composto CAC + Húmus de minhoca procedeu a homogeneização manual dos substratos, sendo em seguida distribuídos nas células das bandejas correspondente ao tratamento.

A cultivar de alface utilizada foi a cv. Tainá do tipo americana, sendo realizado a semeadura distribuindo duas sementes por célula a 3 mm de profundidade. Aos 4 dias após a semeadura (DAS), quando as plantas apresentavam-se completamente germinadas, procedeu-se o desbaste, deixando apenas uma planta por célula. O manejo da irrigação consistiu em irrigações diárias, utilizando o sistema de microaspersão, duas vezes ao dia até atingir a sua capacidade de campo.

Aos 30 DAS quando as mudas apresentavam cinco folhas definidas, foram avaliadas as seguintes características: porcentagem de emergência (%), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento de raiz (CR), volume de raiz (VR), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST) e área foliar (AF).

A determinação da porcentagem de emergência (PE) foi calculada de acordo com a metodologia proposta por Labouriau (1983); o índice de velocidade de emergência (IVE) foi determinado registrando-se diariamente o número de plântulas emersas, sendo o índice calculado conforme a fórmula proposta por Maguire (1962). Consideraram-se como emersas as plântulas que apresentavam os cotilédones erguidos acima do substrato.

O comprimento de raiz foi determinado a partir da mensuração por meio de uma fita métrica. Já para determinação do volume de raiz utilizou-se uma proveta graduada de 50 ml, contendo um volume conhecido de água, sendo a resposta obtida a partir da diferença direta do volume de raízes, pela equivalência de unidades de Basso (1999).

Para determinação do peso seco dos componentes vegetativos (raízes e parte aérea), o material foi colocado para secar em estufa de circulação de ar forçado a 70 °C, até atingirem peso constante por 72 horas. Posteriormente procedeu-se à pesagem em balança analítica eletrônica (0,001 g) para determinação do valor do peso seco das plantas.

A área foliar foi dimensionada pela utilização imagens digitais. Para captura dessas imagens utilizou-se uma câmera da marca Panasonic, modelo Lumix, 8,1 mega pixels. Os processamentos dessas imagens foram realizados de acordo com a metodologia de Camara *et al.* (1996) utilizando o software SPRING 5.1.8. Em seguida, considerou-se como base de escala a resolução em que as imagens foram obtidas (300 dpi). Os dados obtidos foram usados

como dados de entrada para o software SPRING 5.1.8, para determinar a área de cada *pixel* que compõe a imagem e integrar os elementos pertencentes à mesma categoria.

Para definição da escala das fotografias no SPRING 5.1.8 procedeu da seguinte forma: as folhas foram dispostas abertas sobre uma cartolina de coloração azul, com dimensões de 25 x 25 cm. Para eliminação das ondulações e rugosidades colocou-se uma chapa de vidro transparente com as mesmas dimensões sobre a cartolina. A partir daí foi realizado o cálculo da resolução inicial, sem correção, para os valores X e Y, que foram feitos pela equação 3.

$$Res_{ini} = 2,54 (cm)/dpi \quad (3)$$

Em que res_{ini} é a resolução inicial do eixo i (cm) e dpi, a resolução em que é obtida a imagem (dpi). Em seguida procedeu-se a importação das imagens pelo software SPRING 5.1.8. Devido ao ângulo e distâncias variáveis em que foram obtidas as imagens, foi necessário a correção da escala na análise de cada foto, conforme a equação 4.

$$res_{fin} = res_{ini}(Vo_{ei}/Vm_{ei}) \quad (4)$$

Em que res_{fin} é a resolução final do eixo i (cm), res_{ini} é a resolução inicial do eixo i (cm), Vo_{ei} é o valor original do eixo i e Vm_{ei} é o valor medido do eixo i. Em seguida foram determinadas as dimensões dos *pixels* em X e Y e as imagens foram classificadas automaticamente pelo software, o que permitiu dimensionar a área de cada folha de acordo com a equação 5.

$$AF_{id} = \sum_{i=1}^n res_{finxi} \times res_{finyi} \quad (5)$$

Em que AF_{id} é definido como AF medida pelo método da imagem digital (cm²), i é o índice utilizado para representar os elementos classificados como folha, $i=1,...,n$, res_{finxi} é a resolução final do *pixel* no eixo X, na posição i, e res_{finyi} é a resolução final do *pixel*, no eixo Y na posição i.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANAVA), utilizando o programa Assistat versão 7.6 e quando o valor de F apresentou significativo ao nível de 5% de probabilidade, aplicou-se o teste de Tukey. Os gráficos dos parâmetros avaliados foram plotados utilizando o programa Sigma Plot versão 10.

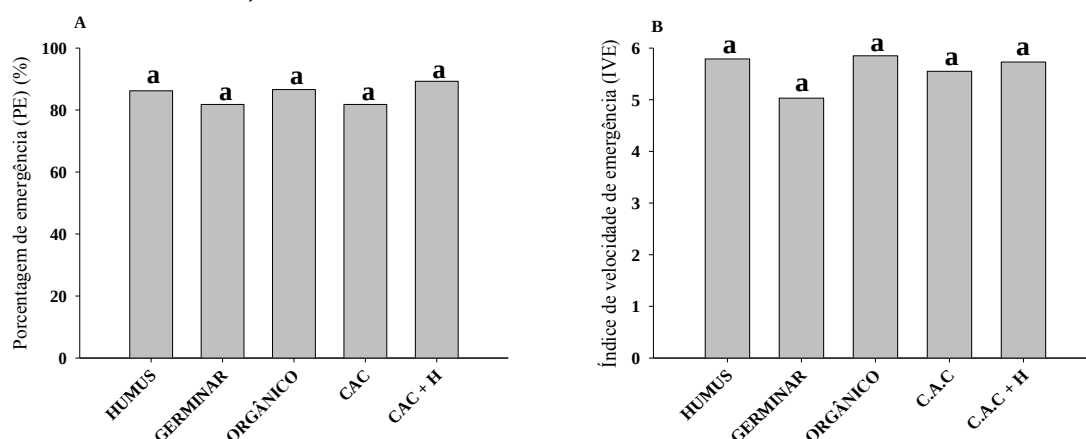
Resultados e Discussão

Os substratos avaliados apresentaram significância ao teste F ($p \leq 0,05$) para as variáveis estudadas, apresentando também significância ao teste Tukey ($p \leq 0,05$) exceto para a

porcentagem de emergência (PE) e índice de velocidade de emergência (IVE), os quais não diferiam em função dos substratos utilizados.

A porcentagem de emergência (PE) e o índice de velocidade de emergência (IVE) conforme pode ser verificado na Figura 1, não apresentaram diferenças significativas ao teste Tukey ($p \leq 0,05$) em função dos substratos utilizados, apesar da variação entre os resultados obtidos.

Figura 1 - A - Valores médios de porcentagem de emergência (PE) e B - índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de alface do tipo americana cv. Tainá em diferentes substratos em casa de vegetação. Fortaleza do Tabocão-TO. Médias seguidas pela mesma letra minúscula entre os diferentes substratos, não difere estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CAC (Casca de arroz carbonizada), CAC+H (Casca de arroz carbonizada + Húmus de minhoca).

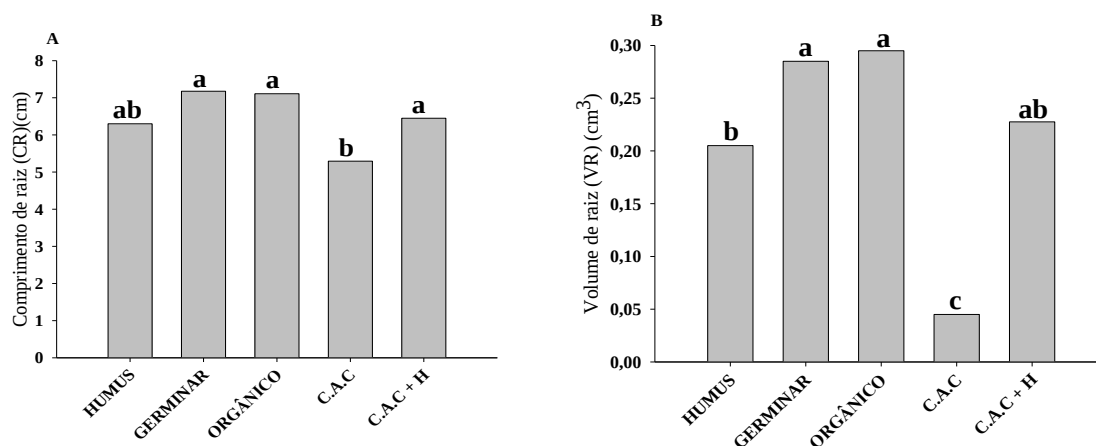


Souza *et al.* (2013) avaliando a produção de mudas de alface cv. Babá de verão em função de diferentes substratos à base de esterco ovino com diferentes proporções de areia e solo e um substrato comercial (Tropstrato HT[®]), verificaram que a porcentagem de emergência (PE) e o índice de velocidade de emergência (IVE) apresentaram diferenças em função dos substratos utilizados.

Costa *et al.* (2013) avaliando a produção de mudas de pimentão em diferentes substratos a base de esterco bovino, rama de mandioca e comercial Plantmax[®], Silva Junior (2011) avaliando substratos alternativos na produção de mudas de tomateiro e Menezes *et al.* (2013) avaliando a germinação de duas variedades de mamão em função de diferentes substratos orgânicos foi verificado diferenças na porcentagem de emergência e índice de velocidade de emergência em função dos substratos avaliados. Porém, estes resultados diferem dos encontrados no presente trabalho, os quais não diferiram entre si em função dos substratos, indicando que para essas variáveis qualquer um deles pode ser utilizado como substrato.

Para o comprimento da raiz (CR) os substratos promoveram respostas significativas das mudas de alface cv. Tainá aos 30 dias após semeadura (DAS) afetando o seu crescimento. Em relação aos valores médios obtidos para a profundidade de raiz a CAC apresentou a menor de raiz, semelhante ao substrato Húmus de minhoca. Dentre os substratos, a CAC apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$) em relação a todos os substratos avaliados, exceto para Húmus de minhoca. O maior comprimento da raiz (CR) foi verificado no substrato Germinar, Orgânico e CAC + Húmus de minhoca, que variaram significativamente em relação ao CAC que obteve a menor profundidade de raiz (Figura 2).

Figura 2 - A- valores médios de comprimento de raiz (CR) e B- valores médios do volume de raiz (VR) de mudas de alface cv. Tainá aos 30 dias após semeadura em diferentes substratos em casa de vegetação. Fortaleza do Tabocão-TO. Médias seguidas pela mesma letra minúscula entre os diferentes substratos, não se difere estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CAC (Casca de arroz carbonizada), CAC+H (Casca de arroz carbonizada + Húmus de minhoca).



Conforme pode ser observado na Figura 2, o tipo de substrato afetou significativamente o volume de raiz (VR) das mudas de alface cv. Tainá aos 30 dias após semeadura (DAS). Diferenças significativas ($p \leq 0,05$) foram constatadas para volume de raiz em função dos substratos avaliados, onde na CAC apresentou os menores resultados de volume de raiz (VR) quando comparado aos demais substratos.

Dentre os substratos avaliados o maior volume de raiz (VR) das mudas de alface cv. Tainá foi observado no germinar e orgânico respectivamente, sendo superior significativamente em relação ao substrato Húmus de minhoca e CAC.

Trabalho realizado por Terra *et al.* (2014), Castoldi *et al.* (2014), Cabral *et al.* (2011), Medeiros *et al.* (2010), Medeiros *et al.* (2008), Medeiros *et al.* (2007) avaliando diferentes substratos na produção de mudas de alface, Oliveira *et al.* (2013) avaliando diferentes substratos na produção de mudas de tomate e Costa *et al.* (2014) avaliando a produção de

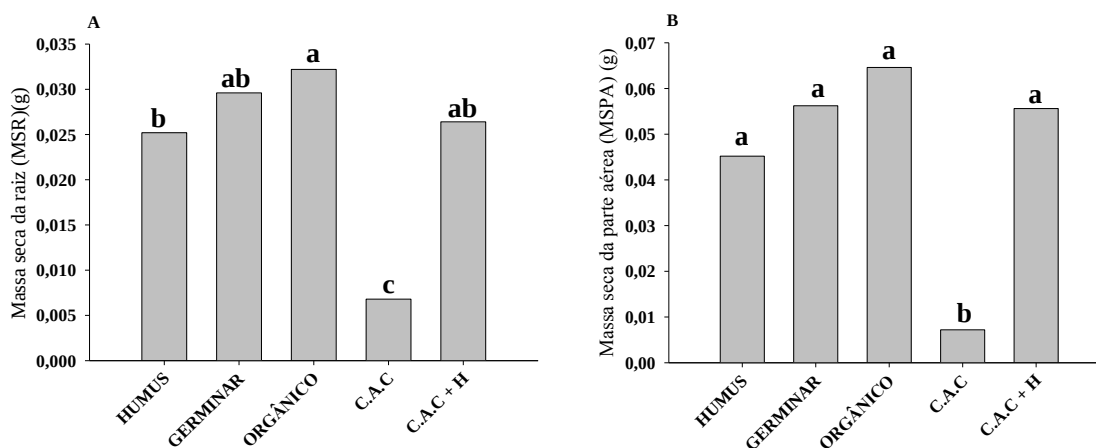
mudas de beterraba e repolho observaram que o crescimento da raiz das mudas apresentaram respostas diferentes em função dos substratos avaliados.

Já Costa *et al.* (2012) avaliando diferentes substratos à base de húmus, terra preta fibra de coco e trota de filtro em diferentes proporções e um substrato comercial (Bioplant[®]) na produção de mudas de alface, não observaram diferenças no comprimento da raiz. Segundo os autores esse fato foi observado em decorrência da boa aeração, à baixa resistência à penetração e à estrutura conveniente dos substratos, de modo a manter níveis adequados de umidade às plantas, resultando em mudas vigorosas.

Quanto ao volume de raiz (VR), Silva Júnior (2011) avaliando substratos alternativos na produção de mudas de tomateiro observou diferentes respostas aos substratos, corroborando com os resultados encontrados neste trabalho. Segundo este autor o volume de raiz está relacionado as características físicas do substrato, principalmente aeração (porosidade).

Na Figura 3 pode ser verificado que a massa seca da raiz (MSR) foi influenciada pelos diferentes substratos utilizados. O maior valor médio da MSR foi obtido no substrato Orgânico, Germinar e CAC + Húmus de minhoca ($p \leq 0,05$). Dentre os substratos testados o que apresentou a menor produção de MSR foi na CAC.

Figura 3 - A-Valores médios de massa seca da raiz (MSR) e B-Valores médios de massa seca da parte aérea (MSPA) de mudas de alface cv. Tainá aos 30 DAS em diferentes substratos em casa de vegetação. Fortaleza do Tabocão-TO. Médias seguidas pela mesma letra minúscula entre os diferentes substratos, não se difere estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CAC (Casca de arroz carbonizada), CAC+H (Casca de arroz carbonizada + Húmus de minhoca).



O maior valor médio para MSR foi verificado pode estar relacionado à maior capacidade do substrato em disponibilizar nutrientes para as plantas, não dependendo tão somente das condições físicas e químicas do mesmo, como também da disponibilidade de umidade.

Em relação à massa seca da parte aérea (MSPA) o tipo de substrato afetou significativamente esse parâmetro de qualidade das mudas de alface cv. Tainá. Dentre os substratos utilizados a CAC apresentou a menor produção de massa seca da parte aérea. Provavelmente a baixa produção de massa seca da parte aérea (MSPA) proporcionada por este substrato está relacionada com a baixa capacidade deste em reter água e disponibilizar nutrientes. Uma vez que os demais substratos apresentam na sua maioria maior fertilidade (Tabela 1)

Em trabalhos de Castoldi *et al.* (2014), Costa *et al.* (2012), Cabral *et al.* (2011) avaliando a produção de mudas de alface em diferentes substratos, Oliveira *et al.* (2013) a produção de mudas de tomate, Menezes *et al.* (2013) mudas de mamão, Costa *et al.* (2013) mudas de pimentão, Leal *et al.* (2011) mudas de alface e beterraba e Leal *et al.* (2007) beterraba, alface e tomate foi observado que a produção de massa seca da parte aérea e da raiz variou em função dos substratos utilizados, corroborando com os resultados do presente trabalho.

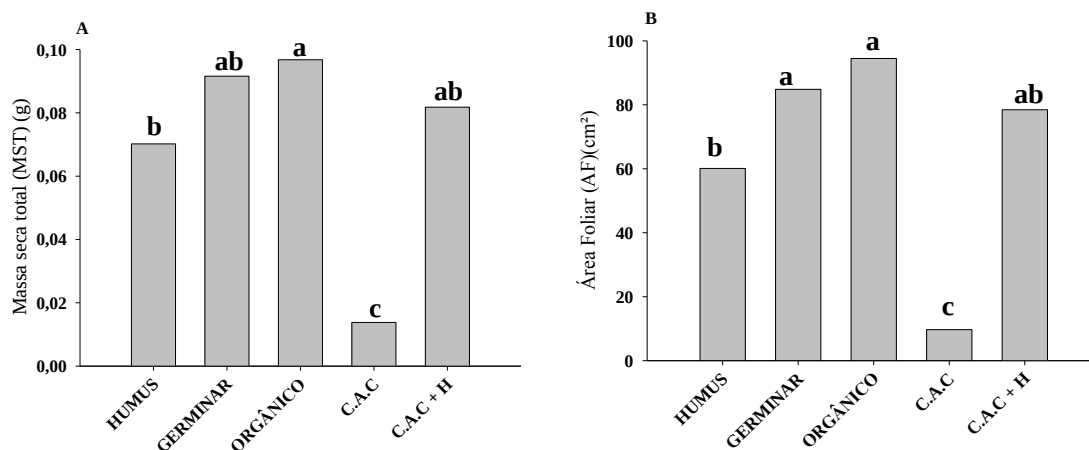
Já no trabalho de Souza *et al.* (2013) avaliando a produção de mudas de alface cv. Babá em diferentes substratos à base de esterco ovino com diferentes proporções de areia e solo e um substrato comercial (Tropstrato HT[®]), observaram respostas significativas na produção de massa seca das mudas de alface (MSPA), tendo a massa seca da raiz (MSR) não diferido em função dos substratos utilizados. Terra *et al.* (2014) também avaliando a produção de mudas de alface em diferentes substratos (cinza vegetal, esterco bovino, casca arroz crua, casca de arroz carbonizada, serragem, misturados com solo na proporção de 1:1, além de substrato comercial, solo com adubação de NPK e solo sem adubação) não verificaram efeito significativo sobre a massa seca da raiz e da massa seca das folhas, tendo apenas a massa seca do caule apresentado diferença em função dos substratos utilizados.

A massa seca total (MST) das mudas de alface cv. Tainá apresentou resposta significativa aos substratos avaliados (Figura 4). Os maiores valores médios da massa seca total (MST) foram verificados nos substratos Orgânico, Germinar e CAC + Húmus de minhoca ($p \leq 0,05$). Dentre todos os substratos a CAC apresentou a menor produção de massa seca total (MST), diferindo estatisticamente dos demais substratos avaliados.

A área foliar (AF) (Figura 4B) das mudas de alface cv. Tainá apresentou significância aos substratos avaliados. Os maiores valores médios de AF foram verificados no substrato Orgânico, Germinar e CAC + Húmus de minhoca ($p \leq 0,05$). Dentre os substratos avaliados a

CAC apresentou a menor produção de AF, diferindo estatisticamente dos demais substratos avaliados.

Figura 4 - A- Valores médios de massa seca da total (MST) e B-Valores médios da área foliar (AF) de mudas de alface cv, Tainá aos 30 DAS em diferentes substratos em casa de vegetação. Fortaleza do Tabocão-TO. Médias seguidas pela mesma letra minúscula entre os diferentes substratos, não se difere estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CAC (Casca de arroz carbonizada), CAC+H (Casca de arroz carbonizada + Húmus de minhoca).



Em trabalhos de Costa *et al.* (2013) avaliando a produção de mudas de diferentes variedades de pimentão em substratos alternativos, Menezes Júnior *et al.* (2000) avaliando diferentes substratos comerciais e composições de substratos alternativos na produção de mudas alface e Oliveira *et al.* (2013) avaliando a produção de mudas de tomate em diferentes substratos verificaram que a massa seca total acumulada pelas mudas variou em função dos substratos. No entanto, Steffen *et al.* (2014) não observaram diferença na produção de massa seca total das mudas de alface, no entanto quando avaliaram os mesmos substratos na produção de mudas de tomateiro, foi observado diferentes produções de massa seca das mudas sob o efeito dos diferentes substratos a base de casca de arroz carbonizada, esterco bovino e solo.

Quanto a área foliar Castoldi *et al.* (2014) avaliando substratos alternativos e um comercial (Plantmax[®]) verificaram que os substratos alternativos foram superiores a comercial na produção de área foliar das mudas de alface. Leal *et al.* (2011) avaliando a produção de plantas de alface adultas em função de diferentes substratos e recipientes, verificaram que a área foliar variou em função dos substratos aos 38 dias após transplante.

A utilização de casca de arroz carbonizada proporcionou uma produção de mudas de menor qualidade em relação aos demais substratos, sendo inferior em todas as variáveis avaliadas nas mudas, não diferindo apenas na germinação e emergência. Vários trabalhos

mostram que a utilização de casca de arroz carbonizada de forma pura ou em grandes proporções na formulação de substratos proporcionam mudas de menor qualidade e reduz ainda mais quando utilizada na forma *in natura* (FREITAS *et al.*, 2013; MORALES *et al.*, 2013; SAIDELLES *et al.*, 2009).

Segundo Mello (2006) este tipo de substrato constitui de um material inerte à hidratação, com elevada macroporosidade, baixa capacidade de retenção de água e pouca disponibilidade de nutrientes, sendo inviável a utilização do mesmo como substrato na proporção de 100%. Porém estudos com esse ingrediente em mistura com outros materiais pode apresentar boa produção das mudas por meio da melhoria das condições físicas do substrato.

Conclusões

O substrato orgânico é uma alternativa para substituição ao substrato comercial germinar na produção de mudas de alface reduzindo assim os custos de produção, além de favorecer a reciclagem de resíduos vegetais.

O substrato orgânico apresenta-se como uma alternativa viável para a produção de mudas de alface cv. Tainá, assim como a mistura de Húmus de minhoca + CAC e o Húmus de minhoca, produzindo mudas de qualidade superiores.

Dentre os substratos avaliados a CAC não proporciona condições favoráveis para o desenvolvimento de mudas, inviabilizando sua utilização como substrato na forma pura.

Referências bibliográficas

- BASSO, S.M.S. **Caracterização morfológica e fixação biológica de nitrogênio de espécies de *Adesmia* DC e *Lotus* L.** 1999. 268p. Tese (Doutorado)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS.
- CABRAL, M.B.G.; SANTOS, G.A.; SANCHEZ, S.B.; LIMA, W.L.; RODRIGUES, W.N. Avaliação de substratos alternativos para produção de mudas de alface utilizados no sul do estado do Espírito Santo. **Revista Verde**, v.5, n.1, p.43 – 48, 2011.
- CAMARA, G.; SOUZA R.C.M.; FREITAS, U.M.; GARRIDO, J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.
- CASTOLDI, G.; FREIBERGER, M.B.; PIVETTA, L.A.; PIVETTA, L.G.; ECHER, M.M. Alternative substrates in the production of lettuce seedlings and their productivity in the field. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 2, p. 299-304, 2014.

COSTA, E.; JORGE, M.H.A.; SCHWERZ, F.; CORTELASSI, J.A.S. Emergência e fitomassa de mudas de pimentão em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, n.3, p.396-401, 2013.

COSTA, K.D.S.; CARVALHO, I.D.E.; FERREIRA, P.V.; SILVA, J.; TEIXEIRA, J.S. Avaliação de substratos alternativos para a produção de mudas de alface. **Revista Verde**, v. 7, n. 5, p. 58-62, 2012.

COSTA, L.A.M.; PEREIRA, D.C.; COSTA, M.S.S.M. Substratos alternativos para produção de repolho e beterraba em consórcio e monocultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.2, p.150–156, 2014.

FREITAS, G.A.; SILVA, R.R.; BARROS, H.B.; VAZ-DE-MELO, A.; ABRAHÃO, W.A.P. Produção de mudas de alface em função de diferentes combinações de substratos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 159-166, 2013.

LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983. 174 p. (Série de Biologia. 24).

LEAL, M.A.A.; GUERRA, J.G.M.; PEIXOTO, R.T.G.; ALMEIDA, D.L. Utilização de compostos orgânicos como substratos na produção de mudas de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v.25, n.3, p. 392-395, 2007.

LEAL, P.A.M.; COSTA, E.; SCHIAVO, J.A.; PEGORARE, A.B. Seedling formation and field production of beetroot and lettuce in Aquidauana, Mato Grosso do Sul, Brazil. **Horticultura brasileira**, v. 29, n. 4, p. 465-471, 2011.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MEDEIROS, A.S.; SILVA, E.G.; LUISON, E.A.; ANDREANI JUNIOR, R.; KOUZSNY-ANDREANI, D.I. Utilização de compostos orgânicos para uso como substratos na produção de mudas de alface. **Revista Agrarian**, v.3, n.10, p.261-266, 2010.

MEDEIROS, D.C.; FREITAS, K.C.S.; VERAS, F.S.; ANJOS, R.S.B.; BORGES, R.D.; CAVALCANTE NETO, J.G.; NUNES, G.H.S.; FERREIRA, H.A. Qualidade de mudas de alface em função de substratos com e sem biofertilizante. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, 186-189, 2008.

MEDEIROS, D.C.; LIMA, B.A.B.; BARBOSA, M.R.; ANJOS, R.S.B.; BORGES, R.D.; CAVALCANTE NETO, J.G.; MARQUES, L.F. Produção de mudas de alface com biofertilizantes e substratos. **Horticultura Brasileira**, v.25, n.3, p. 433-436, 2007.

MELLO, R.P. **Consumo de água do lírio asiático em vaso com diferentes substratos**. 2006, 74 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS.

MENEZES JÚNIOR, F.O.G.; FERNANDES, H.S.; MAUCH, C.R.; SILVA, J.B. Caracterização de diferentes substratos e seu desempenho na produção de mudas de alface em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 18, n. 3, p. 164-170, 2000.

MENEZES, A. S.; MOREIRA, F. J. C.; SOUZA, M. C. M. R.; SILVA, M.C.B.; Efeito do substrato no processo de germinação em duas variedades de mamão. **Revista Agrogeoambiental**, v. 5, n.3, p.37-44, 2013.

MORALES, D.A.; SANTANA, N.A.; ANTONIOLLI, Z.A.; JACQUES, R.J.; KIRST, G.P.; STEFFEN, R.B. Utilização dos diferentes vermicompostos produzidos a partir de resíduos da estação de tratamento de efluentes como substrato para produção de mudas de alface. **Ciência e Natura**, v. 35 n. 1, p. 055-063, 2013.

OLIVEIRA, J.R.; XAVIER, F.B.; DUARTE, N.F. Húmus de minhoca associado a composto orgânico para a produção de mudas de tomate. **Revista Agrogeoambiental**, v. 5, n. 2, p.79-86, 2013.

SAIDELLES, F.L.F.; CALDEIRA, M.V.W.; SCHIRMER, W.N.; SPERANDIO, H.V. Casca de arroz carbonizada como substrato para produção de mudas de tamboril-da-mata e garapeira. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, suplemento 1, p. 1173-1186, 2009.

SILVA JÚNIOR, J.V. **Substratos alternativos e adubação foliar na produção de mudas de tomateiro** (*Lycopersicon esculentum* Mill.). 2011, 68 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus-PI. Bom Jesus: 2011.

SOUZA, E.G.F.; BARROS JÚNIOR, A.P.; SILVEIRA, L.M.; CALADO, T.B.; SOBREIRA, A.M. Produção de mudas de alface babá de verão com substratos à base de esterco ovino. **Revista Caatinga**, v. 26, n. 4, p. 63 – 68, 2013.

STEFFEN, G.P.K.; ANTONIOLLI, Z.I.; STEFFEN, R.B.; MACHADO, R.G. Casca de arroz e esterco bovino como substratos para a multiplicação de minhocas e produção de mudas de tomate e alface. **Acta Zoológica Mexicana**, v. 2, p. 333-343, 2010.

TERRA, M.A.; LEONEL, F.F.; SILVA, C.G.; FONSECA, A.M. Cinza vegetal na germinação e no desenvolvimento da alface. **Revista Agrogeoambiental**, v. 6, n. 1, P. 11-17, 2014.

ZIECH, A.R.D.; CONCEIÇÃO, P.C.; LUCHESE, A.V.; PAULUS, D.; ZIECH, M.F. Cultivo de alface em diferentes manejos de cobertura do solo e fontes de adubação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.9, p.948–954, 2014.