

ARTIGO

Adição de composto orgânico a substrato industrial na produção de mudas de berinjela e tomateiro

Organic compost addition to industrial substrate in the production of eggplant and tomato seedlings

José Ricardo Rodrigues¹ , Heider Alves Franco¹ , Shaiene Moreno Gouvêa¹ 

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, *campus* Pinheiral, Brasil.

RESUMO: Avaliou-se o composto orgânico (CO) à base de capim ‘Napier’ + “cama” de aviário (8:1 v/v, base seca) como condicionador de substrato industrial para produção de mudas de tomateiro e berinjela. O estudo foi conduzido em casa-de-vegetação, testando-se doses crescentes do composto orgânico adicionadas ao substrato industrial Plantmax[®] Hortaliças (PL). Os dois componentes foram combinados nas seguintes proporções (volume/volume): 15% CO + 85% PL, 30% CO + 70% PL, 45%CO + 55% PL, e 60% CO + 40% PL. Essas misturas e o substrato industrial puro foram usados no preenchimento de bandejas de Isopor[®] de 200 células, onde foram semeadas as duas espécies: berinjela (*Solanum melongena*, ‘F-100’) e tomateiro (*Lycopersicon esculentum*, ‘Gigante Kada’). A incorporação do composto orgânico ao substrato industrial trouxe benefícios quanto ao crescimento das mudas de ambas as espécies, pela reunião de características desejáveis dos dois componentes. Adições de até 45% e de até 60% do composto orgânico, respectivamente para tomateiro e berinjela, induziram aumentos significativos de biomassa (parte aérea e raízes), altura da planta e área foliar, evidenciando a viabilidade de seu uso como condicionador de substrato.

Palavras-chave: hortaliças, Solanaceae, condicionador de substrato.

ABSTRACT: A study was performed in the greenhouse to evaluate an organic compost (CO) made of ‘Napier’ grass plus poultry manure (8:1, v/v dry basis) as a substrate conditioner for production of eggplant and tomato transplants. Increasing levels of organic compost were added to the industrial substrate Plantmax[®] HA (PL). The two components were combined in the following proportions (v/v): 15% CO + 85% PL, 30% CO + 70% PL, 45%CO + 55% PL, and 60% CO + 40% PL. Such mixtures and pure industrial substrate were used to fill up Isopor trays of 200 plugs that were sown with either eggplant (*Solanum melongena*, ‘F-100’) or tomato (*Lycopersicon esculentum*, ‘Gigante Kada’). The organic compost brought about beneficial effects as related to the growth of both species transplants through the reunion of desirable characteristics of each component. Additions up to 45% CO and up to 60% CO for

tomato and eggplant, respectively, resulted in significant increases of biomass (above-ground and root systems), height and leaf area of transplants, thus indicating the viability of its use as a substrate conditioner.

Keywords: vegetable crops, Solanaceae, substrate conditioner.

INTRODUÇÃO

O cultivo de plantas de alto valor econômico, como flores e hortaliças, em ambiente protegido deixou de ser uma atividade restrita aos países do hemisfério norte ou de regiões onde os rigores climáticos tornam essa prática obrigatória (Bataglia & Furlani, 2004). Esses mesmos autores destacaram que no Brasil, a demanda por produtos hortícolas, durante todo o ano, exige dos agricultores a adoção de tecnologia de cultivo de plantas ao abrigo de condições adversas, o chamado cultivo protegido, hoje amplamente usado nas cadeias produtivas de flores e hortaliças e em expansão na fruticultura.

Um dos fatores de produção de hortaliças mais relevantes é a qualidade nutricional e sanitária das mudas que são transplantadas para o campo. A opção mais freqüente é pela semeadura em bandejas de poliestireno expandido (Isopor®) abastecidas com substratos comerciais, objetivando economia de serviços, eficácia no controle fitossanitário e diminuição de gastos com sementes (Minami, 2000), garantindo a obtenção de mudas uniformes e inferindo menos danos às raízes por ocasião do transplantio para o campo (Barbosa et al., 2004).

Segundo Muller (2000), estão sendo produzidos cerca de 45.000 t/ano de substrato comercial, correspondendo a algo em torno de 1.800.000 sacas de 25 kg, no valor aproximado de oito milhões de reais. O potencial do mercado brasileiro é estimado em 70.000 t/ano, sugerindo uma demanda ainda longe de ser atendida. Apesar do substancial número de marcas comerciais de substratos em uso no Brasil, poucos possuem a qualidade ideal (Kanashiro, 1999). Assim, encontram-se disponíveis no mercado nacional formulações indistintamente recomendadas para diferentes espécies de plantas, mas cujas propriedades continuam pouco conhecidas no meio rural e seu desempenho ainda insuficientemente aferido. Por outro lado, aponta-se para a necessidade de estudos mais aprofundados sobre matérias primas abundantes e de baixo custo disponíveis em cada região (Menezes Júnior et al., 1994).

Bataglia & Furlani (2004), afirmaram que os substratos de origem orgânica são ainda predominantes no Brasil, sendo que os compostos incluindo esterco animal são caracterizados e privilegiados pelo seu baixo custo. Pons (1983), por sua vez, ressaltou que

fontes de matéria orgânica na composição de substratos são de “suma importância”, envolvendo questões de ordem nutricional, aeração, estrutura, retenção de umidade e presença de microrganismos benéficos.

Gomes & Silva (2004) chamaram a atenção para problemas relacionados ao emprego de insumos comuns na composição de substratos industriais, fazendo menção à vermiculita, cuja extração é atualmente proibida pela legislação ambiental, e à turfa, que pode conter e veicular elementos tóxicos, como alumínio e manganês.

As normas técnicas da agricultura orgânica vigentes no País (MAPA, 2004) impõem restrições aos substratos industriais com ingredientes desse tipo, abrindo espaço, em consequência, para o desenvolvimento de formulações alternativas, a fim de atender ao crescente número de produtores certificados e hoje distribuídos por todo o território nacional.

Não foi possível encontrar na literatura pertinente dados ou considerações sobre a utilização de “cama” de aviário na compostagem com resíduos vegetais frescos, tais como o capim ‘Napier’. A “cama” de aviário é, reconhecidamente, um insumo rico em nutrientes e que, uma vez passando pelo processo tradicional de compostagem, até a bioestabilização, estaria, muito possivelmente, livre de contaminantes residuais (antibióticos, hormônios etc.) termo-degradáveis. Neste caso, tornar-se-ia passível de uso irrestrito na agricultura, inclusive a orgânica, mesmo porque quando não utilizado como insumo agrícola compostado, poderia traduzir-se em maior poluição ambiental (Gray & Biddlestone, 1981; Kiehl, 1985).

A compostagem de resíduos orgânicos é um processo dinâmico e extremamente complexo, onde pH, disponibilidade de nutrientes e temperatura sofrem constantes alterações. O processo depende da qualidade química e física dos resíduos empregados, envolvendo tamanho de partículas, relação C:N, grau de acidez e umidade, além das dimensões e formato da pilha ou leira de compostagem (Gray & Biddlestone, 1981; Kiehl, 1985).

A Baixada Fluminense apresenta condições edafoclimáticas que favorecem a formação de capineiras de ‘Napier’ (*Pennisetum purpureum*) durante o ano inteiro. Essas capineiras, usadas como forragem nos meses de escassez de pasto, podem fornecer, a baixo custo, abundante material para compostagem ao atingirem fase mais adiantada do ciclo. Por outro lado, ainda existem no interior fluminense muitos galpões de criação avícola, especialmente de frangos para abate, que disponibilizam esterco em mistura com resíduos de origem vegetal (sobretudo sub-produtos de serraria) usados como “cama”.

Em função disso, buscou-se potencializar o uso do composto citado, para enriquecimento de substrato industrial (Plantmax® Hortaliças), funcionando, sobretudo, como condicionador nutricional. Esse substrato, largamente empregado pelos produtores de mudas de olerícolas do Rio de Janeiro, apesar de reunir atributos físicos considerados favoráveis ao desenvolvimento das plantas (Calvete, 2004), com certa frequência não disponibiliza quantidades de nutrientes adequadas ao crescimento acelerado das mudas nas bandejas. Tal fato requer suplementação com adubos minerais solúveis, comumente via fertirrigação, onerando a produção.

Para o presente estudo foram selecionadas duas espécies de solanáceas, tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) e berinjela (*Solanum melongena*), ambas de reconhecida importância no cenário da olericultura fluminense.

METODOLOGIA

O trabalho foi realizado no município de Seropédica, Região Metropolitana do estado do Rio de Janeiro. O composto orgânico foi produzido em ambiente aberto e constituído da parte aérea de capim ‘Napier’ triturada e de “cama” de aviário industrial nas proporções 8,3 m³ de capim ‘Napier’ / 0,41 m³ de “cama” de aviário (8:1 v/v, base seca).

Dos dois insumos usados na compostagem foram retiradas amostras, as quais foram secas em estufa a 65°C, até obtenção de peso constante, passadas em moinho tipo Wiley (40 mesh), sendo então determinadas as características químicas segundo Tedesco et al. (1985) (Tabela 1).

Tabela 1. Análise laboratorial dos componentes (capim ‘Napier’ e “cama” de aviário) utilizados na compostagem.

Componente	pH	M.O.	C	RMT	N	P	K	Ca	Mg
	H ₂ O	g kg ⁻¹							
“Cama” de aviário	6,7	905	503	95	32,4	23,7	34,0	50,7	7,4
Capim ‘Napier’	6,8	920	511	80	7,2	0,2	5,5	8,0	3,5

As pilhas de compostagem foram montadas com 3,0 m de comprimento, 2,0 m de largura e 1,6 m de altura, no formato trapezoidal, sendo os componentes dispostos em camadas alternadas. Homogeneização, aeração e umedecimento das pilhas, durante o processo de compostagem, foram efetuados através de “viragens” periódicas. A temperatura

do interior das pilhas foi monitorada com auxílio de termômetro digital, graduado até 150 °C, sempre a 50 cm de profundidade e em quatro pontos distintos (topo, frente e laterais). Tais procedimentos foram mantidos até a fase de bioestabilização do composto. Nesta ocasião, foram retiradas amostras de 10 pontos das pilhas de compostagem e que, depois de homogeneizadas, foram utilizadas para determinação de características físicas e químicas (Embrapa, 1979; Tedesco et al., 1985) (Tabela 2).

Tabela 2. Análise laboratorial de amostras de composto orgânico (capim ‘Napier’ + “cama” de aviário) em comparação com o substrato industrial Plantmax® Hortaliças.

Componente	pH	N	P	K	Na	Ca	Mg	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	U	CE
	H ₂ O	g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹			%		mS cm ⁻¹
Com. orgânico*	7,3	25,7	17,6	19,5	1,3	21,4	5,3	312,7	8,9	64,96	8,94
Plantmax	5,8	5,6	1,7	2,1	1,3	11,0	2,1	5,9	5,0	50,04	3,07

* Capim ‘Napier’ triturado + “cama” de aviário (8:1 v/v, base seca).

Os tratamentos corresponderam à mistura do composto orgânico (CO) com o substrato industrial Plantmax® Hortaliças (PL) nas seguintes proporções: 15% CO + 85% PL, 30% CO + 70% PL, 45% CO + 55% PL, e 60% CO + 40% PL. Como testemunha (tratamento-controle) utilizou-se o mesmo lote do substrato industrial, sem qualquer adição de composto orgânico. As misturas foram homogeneizadas e delas retiradas amostras para análises química e física (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3. Retenção de umidade (RU) e densidade da partícula (DP) do substrato industrial Plantmax® Hortaliças (PL), do composto orgânico (CO) e de sua mistura em diferentes proporções.

Amostra	RU		DP
	0,3 atm	1,5 atm	
Comp. Orgânico*	153,0	0,55	103,2
Plantmax	91,3	0,70	42,9
15%CO+85%PL	105,9	0,63	52,9
30%CO+70%PL	110,5	0,62	54,4
45%CO+55%PL	109,7	0,68	68,0
60%CO+40%PL	122,9	0,61	66,6

* Capim ‘Napier’ triturado + “cama” de aviário (8:1 v/v, base seca)

Tabela 4. Características químicas e teor de umidade do substrato industrial Plantmax® Hortaliças (PL), do composto orgânico (CO) e de sua mistura em diferentes proporções.

Amostra	pH	M.O.	C	**RMT	N	P	K	Ca	Mg
	(H ₂ O)				g kg ⁻¹				
Comp. Orgânico*	6,6	485	269	515	28,22	28,03	24,5	67,0	16,1
Plantmax	5,2	545	302	455	6,67	4,08	4,5	30,1	24,4
15%CO+85%PL	5,3	600	333	400	9,41	5,58	7,0	22,8	31,1
30%CO+70%PL	5,6	710	394	290	12,46	5,65	9,7	35,9	25,8
45%CO+55%PL	5,7	600	333	400	15,53	8,75	8,7	41,2	23,6
60%CO+40%PL	5,9	540	300	460	19,17	20,96	25,0	22,6	43,2

* Capim ‘Napier’ triturado + “cama” de aviário (8:1 v/v, base seca)

**RMT- Resíduos Minerais Totais

Os bioensaios foram conduzidos em casa-de-vegetação na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Como unidades experimentais foram usadas bandejas de Isopor®, com 200 células. Em cada bandeja foram semeadas as cultivares Gigante Kada de tomateiro, pertencente ao grupo Santa Cruz, e F-100 de berinjela, separadas por duas fileiras centrais de células não preenchidas. Os tratamentos foram distribuídos em cinco repetições e, como área útil, foram considerados os 40 alvéolos centrais de cada parcela. O experimento obedeceu a delineamento inteiramente casualizado.

O desenvolvimento das mudas foi avaliado segundo as biomassas fresca e seca das raízes e da parte aérea, altura das plantas e área foliar. Esta última variável foi estimada pela passagem das folhas em medidor modelo LI-COR 3100. Os pesos das biomassas secas foram determinados após secagem das amostras em estufa a 65°C com circulação forçada de ar.

Os dados foram analisados pela variância paramétrica univariada, para cada espécie separadamente, com aplicação do teste F, após verificação da normalidade da distribuição e da homogeneidade da variância dos erros experimentais, usando-se os testes de Lilliefors e de Hartley, respectivamente. Os efeitos significativos dos tratamentos foram estudados pela análise de regressão linear simples (Steel & Torie, 1980).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento das mudas das duas espécies de solanáceas foi positivamente influenciado pela adição do composto orgânico ao substrato industrial Plantmax® Hortaliças (teste F, $p<0,01$).

No tomateiro, tanto a altura da planta quanto a área foliar mostraram máxima resposta com a mistura correspondente a 45% CO + 55% PL (Figura 1).

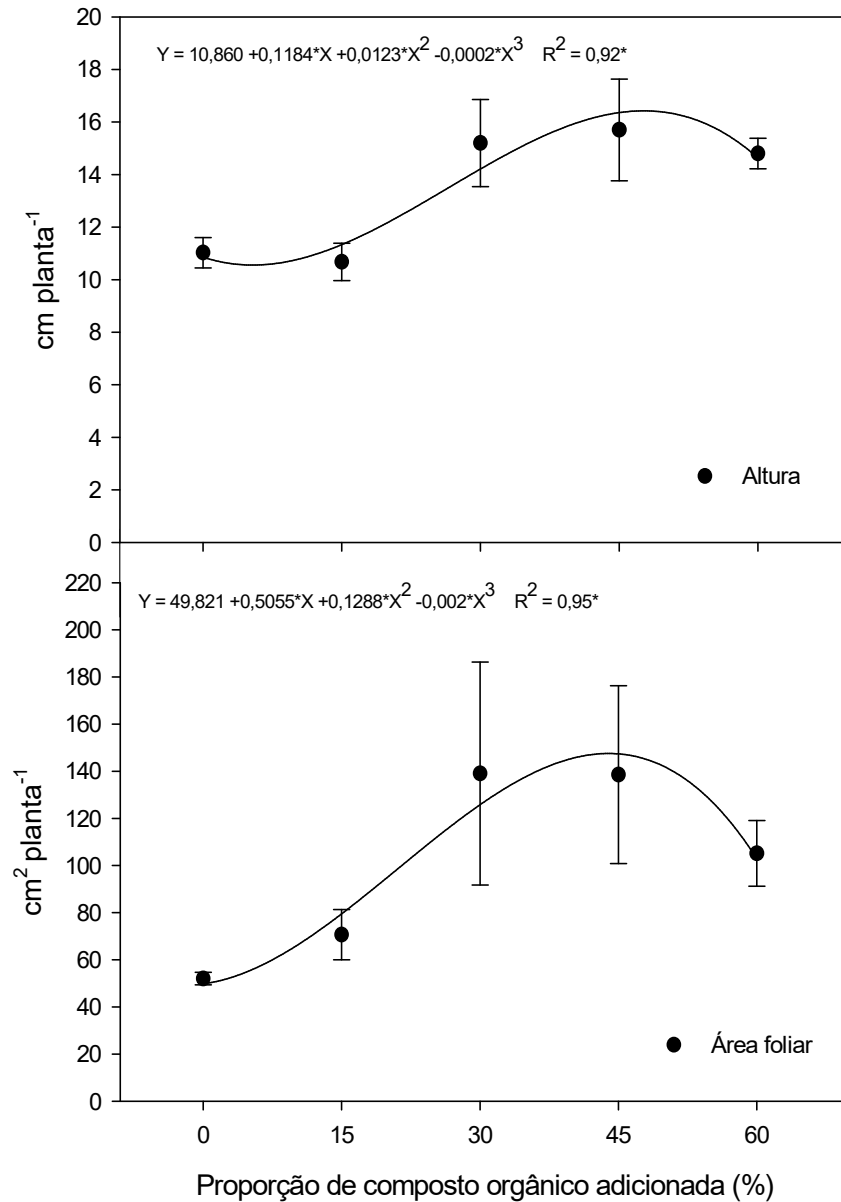


Figura 1. Altura e área foliar de mudas de tomateiro Santa Cruz (‘Gigante Kada’), 28 dias após semeadura em bandejas abastecidas com o substrato industrial Plantmax[®] Hortaliças (PL) e sua mistura com o composto orgânico (CO)** em diferentes proporções. *Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste “t-Student”. **Capim ‘Napier’ triturado + “cama” de aviário (8:1 v/v, base seca)

No tratamento em que a proporção de composto foi mais elevada (60%), houve decréscimo no desenvolvimento da planta, possivelmente em função de salinidade excessiva (Tabela 3).

Comportamento análogo foi verificado com relação às biomassas fresca e seca, tanto da planta inteira quanto dos componentes: parte aérea e sistema radicular (Figuras 2 e 3).

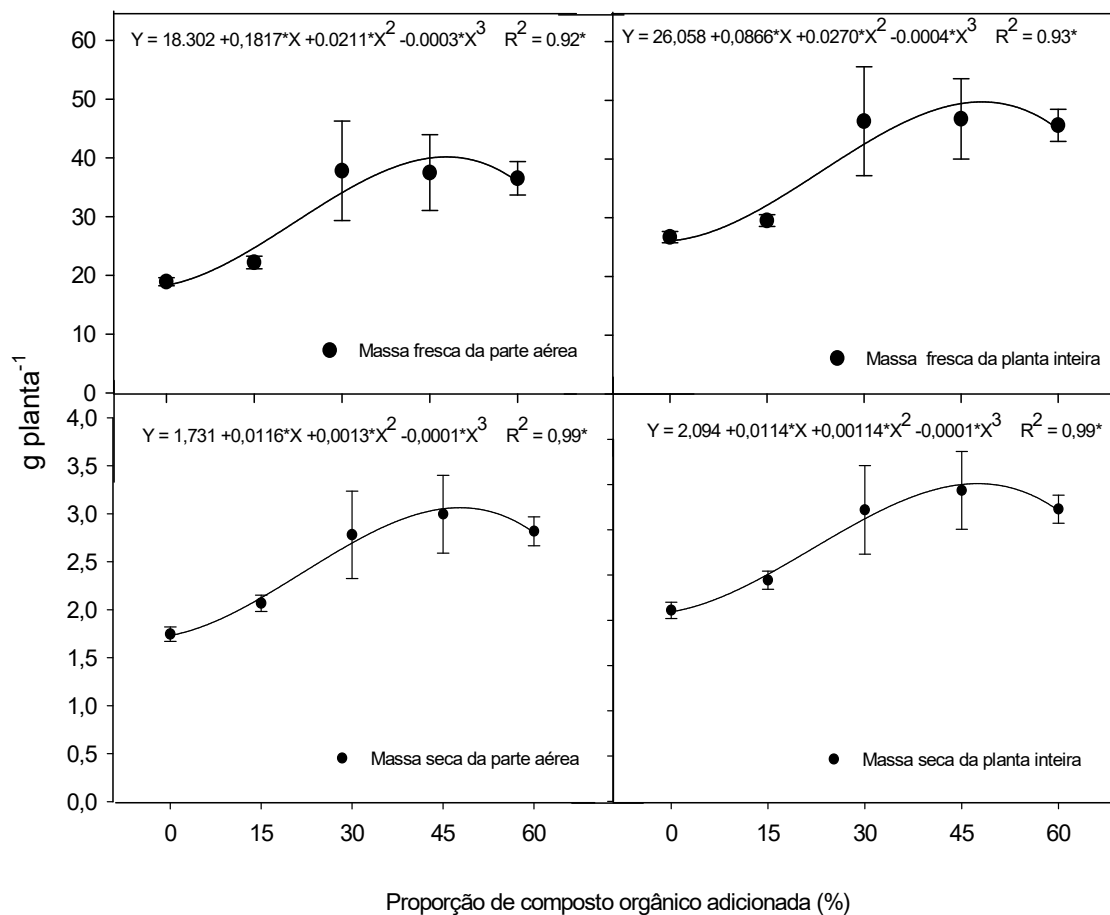


Figura 2. Biomassas fresca e seca de mudas de tomateiro Santa Cruz (‘ Gigante Kada’) parte aérea e planta inteira, 28 dias após semeadura em bandejas abastecidas com o substrato industrial Plantmax[®] Hortaliças (PL) e sua mistura com o composto orgânico (CO)** em diferentes proporções. * Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste “t-Student”; ** Capim ‘Napier’ triturado + “cama” de aviário (8:1 v/v, base seca).

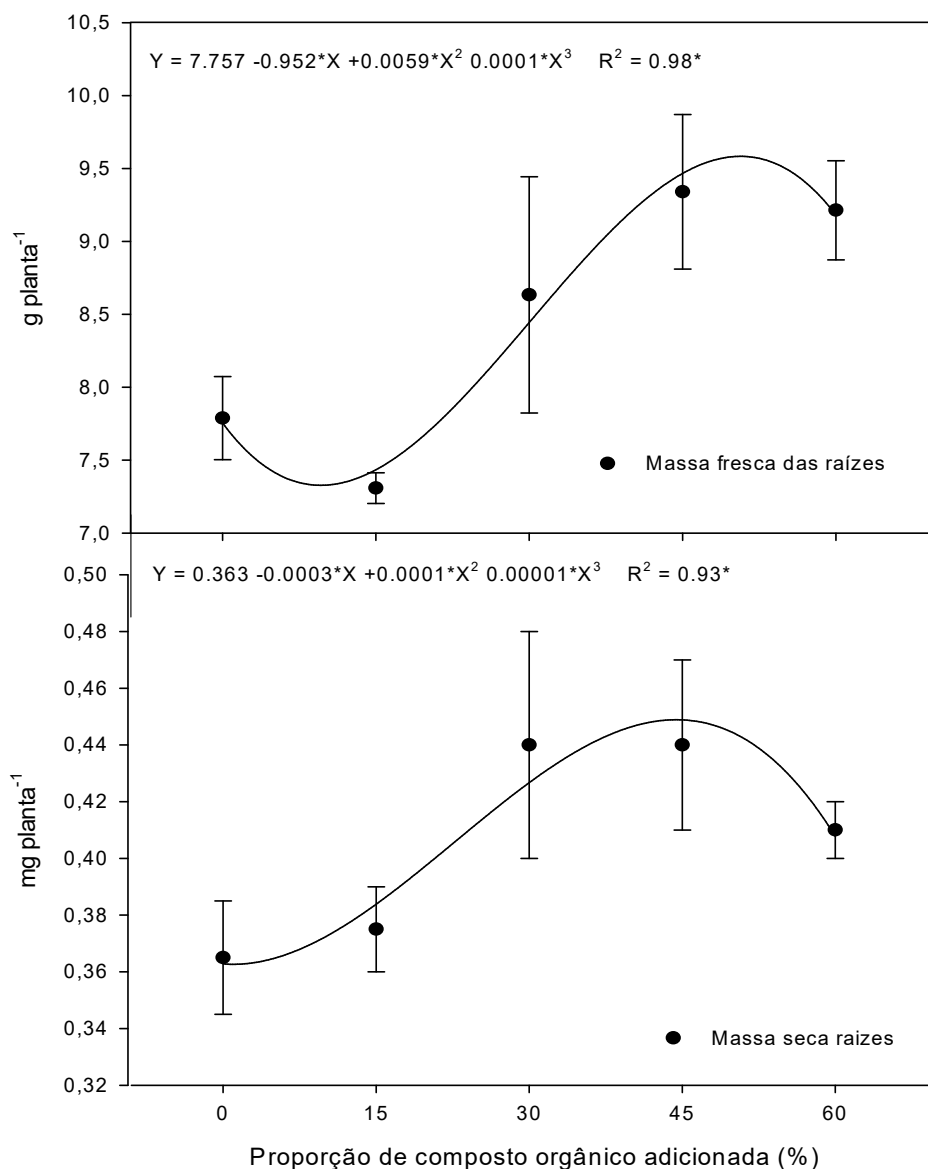


Figura 3. Biomassas fresca e seca das raízes de mudas de tomateiro Santa Cruz ('Gigante Kada'), 28 dias após semeadura em bandejas abastecidas com o substrato industrial Plantmax[®] Hortaliças (PL) e sua mistura com o composto orgânico (CO)** em diferentes proporções. * Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste "t-Student"; ** Capim 'Napier' triturado + "cama" de aviário (8:1 v/v, base seca).

Portanto, o nível de 45% de composto orgânico adicionado ao Plantmax[®], podem ser considerados crítico para maximizar o desenvolvimento de mudas desta cultivar de tomateiro.

Os efeitos positivos da adição de composto orgânico ao substrato industrial, na produção de mudas de tomateiro, ocorreram, muito possivelmente, pela melhoria das características químicas, em especial quanto a nitrogênio, fósforo e potássio nutrientes cujos

teores foram duas a três vezes maiores do que os do substrato Plantmax® no tratamento 455 CO + 55% PL (Tabela 4).

Martinez (2004) enfatizou que a questão crítica da concentração de nutrientes em substratos pode estar relacionada à condutividade elétrica (CE), ou seja, a adição de compostos orgânicos para enriquecer substratos comerciais deve ser avaliada considerando-se a tolerância das espécies vegetais ao aumento da concentração salina na mistura resultante.

Levando em conta a diferença de CE (Tabelas 2 e 3) entre o composto orgânico (CO) e o substrato industrial (PL), é de se supor que na mistura 60% CO + 40% PL a CE tenha ultrapassado o valor máximo de tolerância do tomateiro, com a consequente fitotoxicidade pelo excesso de sais presentes.

Adams (1994) considerou uma CE de $4,8 \text{ mS cm}^{-1}$ como representando o nível máximo tolerado para crescimento do tomateiro semeado em substrato. Por outro lado, Maas & Hofmam (1977) verificaram que concentrações salinas correspondendo a valores acima de $2,5 \text{ mS cm}^{-1}$ não são toleradas pelo tomateiro, mas este comportamento é dependente dos genótipos da espécie cultivada (Gorham, 1995).

No que diz respeito à berinjela, o comportamento foi diferente daquele do tomateiro (Figuras 4, 5 e 6). A curva ajustada pela análise de regressão demonstrou que não ocorreu ponto máximo dentro do espaço experimental estudado, indicando que a espécie não respondeu negativamente à maior concentração salina do substrato, sendo, portanto a adição de 60% de composto orgânico ao substrato mais adequada para a produção de mudas do cultivar de berinjela avaliada.

Outro aspecto relevante é a estabilização da resposta da planta de berinjela a adição de composto orgânico ao substrato comercial entre as proporções 25% e 45%. O que também poderia explicar esse desempenho da berinjela são as alterações nas propriedades físicas do substrato, promovidas pela incorporação do composto orgânico, evidenciando, ainda, que a berinjela pode tolerar concentrações salinas no substrato superiores às do tomateiro.

Entretanto, Marques (2003) detectou que a produtividade da berinjela decresce em função do potencial salino, em proporção inversa à CE do substrato ($1,5$; $3,5$ e $5,5 \text{ mS cm}^{-1}$), o que pode significar diferenças entre as cultivares da hortaliça utilizada nos bioensaios.

CONCLUSÃO

Os resultados do estudo sinalizam para possibilidades concretas do enriquecimento do substrato industrial Plantmax® Hortaliças pela incorporação de composto orgânico à base de capim ‘Napier’ e “cama” de aviário, no que se refere à produção de mudas de tomateiro e berinjela. Com as proporções mais altas do composto na mistura (45% para tomateiro e 60% para berinjela) as mudas atingem máximo desenvolvimento até a fase de transplântio para o campo. O efeito estimulador do composto reflete seus atributos físicos e de fornecimento de nutrientes.

A suplementação de substrato industrial com o composto orgânico, obtido a um custo relativamente baixo na própria unidade produtiva, a par das vantagens demonstradas quanto aos índices de crescimento das mudas das hortaliças testadas, pode proporcionar renda adicional aos agricultores, muito embora análise econômica não tenha sido ainda efetivada para a devida comprovação dessa hipótese.

REFERÊNCIAS

- Adams, P. 1986. Mineral Nutrition. In: ATHERTON, J.G.; RUDICH, J. (Ed.). The tomato crop: a scientific basis for improvement. Londres / Nova York; Chapman e Hall, p. 281-334.
- Barbosa, J.G.; Martinez, H.E.P.; Pedrosa, M.W.; Sedyama, M.A.N. 2004. Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato. Viçosa, MG: UFV. 434 p.
- Bataglia, D.C.; Furlani, P.R. 2004. Nutrição mineral e adubação para cultivos em substratos com atividade química. In: Barbosa, J.G.; Martinez, H.E.P.; Pedrosa, M.W.; Sedyama, M.A.N. (Ed.). Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato. Viçosa, MG: UFV. p. 106-128.
- Calvete, E.O. 2004. Sistemas de produção de mudas de hortaliças. In: Barbosa, J.G.; Martinez, H.E.P.; Pedrosa, M.W.; Sedyama, M.A.N. (Ed.). Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato. Viçosa, MG: UFV. p.236-262.
- Gomes, J.M.; Silva, A.R. da. 2004. Os substratos e sua influência na qualidade de mudas. In: Barbosa, J.G.; Martinez, H.E.P.; Pedrosa, M.W.; Sedyama, M.A.N. (Ed.). Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato. Viçosa, MG: UFV. p. 190-225.
- Gorham, J. 1995. Sodium content of agricultural crops. In: Phillips, C.J.C.; Chiy, P.C. (Ed.) Sodium in Agriculture. Canterbury Chalcob Publications. Cap.2, p. 17-32
- Gray, K.R.; Biddlestone, A.J. 1981. The composting of agricultural wastes. In: Stonehouse, B. (Ed.). Biological Husbandry. Butterworths, Londres.
- Kanashiro, S. 1999. Efeitos de diferentes substratos na produção da espécie *Aechmea fasciata* (Lindley) Baker em vasos. 79 p. Dissertação (Mestrado)-ESALQ/USP, Piracicaba, SP.
- KIEHL, J.E. 1985. Fertilizantes Orgânicos. São Paulo: Ed. Ceres. 492 p.
- Maas, E.V., Hoffman, G.J. 1977. Crop salt tolerance- Current Assessment. Journal of Irrigation and Drainage Division, v. 103, IR 2, p. 115-134.

- MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). 2004. INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 16, 11 de JUNHO de 2004 (<https://www.agricultura.gov.br/>)
- Marques, D.C. 2003. Produção da berinjela (*Solanum melongena* L.) irrigada com diferentes lâminas e concentrações de sais na água. Dissertação (Mestrado), Lavras, 2003. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFLA, Lavras-MG. 132p.
- Martinez, H.E.P. 2004. Distúrbios nutricionais em hortaliças cultivadas em substratos com baixa atividade química. In: Barbosa, J.G.; Martinez, H.E.P.; Pedrosa, M.W.; Sedyama, M.A.N. (Ed.). Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato. Viçosa, MG:UFV. p. 129-157.
- Menezes Júnior, F.O.G.; Fernandes, H.S.; Mauch, C.R.; Amams, P. 1994. Nutrition of greenhouse vegetables in NFT and hydroponic systems. *Acta Horticulturae*, v. 361, p. 245-257.
- Minami, K. 2000. A pesquisa em substrato no Brasil. In: Kämpf, N.; Fermino, M.H. (Ed.) Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATO PARA PLANTAS (ENSUB), 2000, Porto Alegre, RS. Anais. Porto Alegre, RS. p. 167-170.
- Muller, J.J.V. 2000. Utilização de substrato na olericultura. In: Kämpf, N.; Fermino, M.H. (Ed.) Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATO PARA PLANTAS, (ENSUB), 2000, Porto Alegre, RS. Anais. Porto Alegre, RS. p. 159-162.
- Pons, A.L. 1983. Fontes e usos de matéria orgânica. IPAGRO INFORMA, Porto Alegre, RS, v. 26, p. 111-147.
- Steel, R.G.D.; Torrie, J.H. 1980. Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach. 2ed. New York: McGraw-Hill. 633p.
- Tedesco, M.J.; Gianello, C.; Bohnen, H.; Volkweiss, S.J. 1995. Análise de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre: Dep. de Solos. UFRGS, 174p.