

## Produção de mudas de jiló em substrato condicionado com Biochar

Ben Hur Marimon Júnior<sup>1</sup>, Fabiano André Petter<sup>2\*</sup>, Fabricio Ribeiro Andrade<sup>2</sup>,  
Beáta Emöke Madari<sup>3</sup>, Beatriz Schwantes Marimon<sup>1</sup>, Thiago Rodrigo Schossler<sup>2</sup>,  
Laissa Gabriele Gonçalves<sup>1</sup>, Rodrigo Belém<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado de Mato Grosso, Nova Xavantina, MT, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, PI, Brasil

<sup>3</sup>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, Santo Antonio de Goiás, GO, Brasil

\*Autor correspondente, e-mail: petter@ufpi.edu.br

### Resumo

Objetivou-se com este trabalho verificar o efeito do fino de carvão (biochar) tratado previamente com água e ácidos, associado a diferentes substratos na formação de mudas de jiló. O experimento foi conduzido no viveiro de mudas da Universidade do Estado de Mato Grosso, campus de Nova Xavantina – MT. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 4, sendo os fatores constituídos por três tratamentos de substrato (composto orgânico de resíduo de algodão, terra + pó de serra e terra + esterco bovino) associado a 0% (testemunha) e 40% de biochar com três diferentes tipos de ativação química para o biochar (água, ácido sulfúrico e ácido nítrico) com quatro repetições. Aos 55 dias após a semeadura (DAS) foram avaliadas as seguintes características de crescimento vegetativo das mudas de jiló: número de folhas verdadeiras, comprimento radicular, diâmetro e comprimento do caule, a altura de plantas e a massa verde e seca da parte aérea. Os resultados mostraram que o maior número de folhas ocorreu com a utilização do substrato composto de terra + esterco bovino na presença de biochar tratado com  $\text{HNO}_3$ . O comprimento radicular foi maior com a utilização do composto de algodão associado a 40% de biochar tratado com  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . O menor comprimento e diâmetro de caule foram verificados com a utilização do substrato terra + pó-de-serra associado ao biochar independente do tratamento químico utilizado. A utilização de terra + esterco bovino associado a 40% de biochar tratado com  $\text{HNO}_3$  apresentou os maiores valores de fitomassa verde e seca. De maneira geral não se recomenda a utilização do substrato terra + pó-de-serra associado ou não ao biochar para a produção de mudas de jiloeiro.

**Palavras-chave:** *Solanum gilo*, crescimento, carbono pirogênico, carvão ativado

### Production of eggplant seedlings in substrate conditioned with Biochar

#### Abstract

In present study we evaluated the effects of fine charcoal (biochar) previously treated with water and acids, with different substrates in the formation of eggplant seedlings. The experiment was carried at the University of Mato Grosso, in Nova Xavantina county, Mato Grosso state, Brazil. The experimental design was randomized blocks in factorial 3 x 4, with factors consisting of three treatments of the substrate (compost of cotton waste, Oxisol (land) + sawdust and Oxisol (land) + cattle manure) associated with 0% (control) and 40% of biochar with three different types of chemical activation for biochar (water, sulfuric acid and nitric acid) were used, with four replications. At 55 days after sowing (DAS) was evaluated the number of true leaves, root length, diameter and stem length, plant height and fresh and dry weight of shoot. The results showed that highest number of leaves occurred with substrate utilization of soil + cattle manure in the presence of  $\text{HNO}_3$ -treated with biochar. The highest root length was found associated with composite cotton to 40% of biochar treated with  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . The shorter length and diameter were recorded using the substrate soil + saw-dust associated with biochar independent of the chemical treatment used. The use of land associated with cattle manure + 40%  $\text{HNO}_3$ -treated with biochar showed the highest values of fresh and dry weight. Generally not recommended to use the substrate soil + saw-dust with or without biochar for the production of eggplant seedlings.

**Keywords:** *Solanum gilo*, growth, pyrogenic carbon, activated charcoal

Recebido: 31 Outubro 2011  
Aceito: 12 Dezembro 2011

## Introdução

Embora desconhecido em boa parte da Europa e Estado Unidos, o jiló (*Solanum gilo* RADDI, Solanaceae), é uma olerícola bastante apreciada no Brasil, principalmente na região sudeste, região na qual também se encontra o estado de Minas Gerais, o maior produtor do Brasil (Filgueira, 2003; Pinto et al., 2007). Reconhecido por suas propriedades alimentares peculiares, como o sabor amargo característico (Novo et al., 2008), o jiló é rico em carboidratos, proteínas, gorduras, fósforo, cálcio, ferro, vitaminas A, B e C (Pinto et al., 2007), apresentando formas variáveis, que vão desde arredondados até alongadas (Morgado & Dias, 1992).

De origem africana (Novo et al., 2008) e tipicamente tropical, o jiló apresenta alta resistência à seca e temperaturas elevadas (Picanço et al., 1997), o que torna o seu cultivo potencialmente viável no estado de Mato Grosso. O jiloeiro apresenta também boa adaptabilidade a diversos tipos de solo, inclusive ácidos e distróficos de boa drenagem (Filgueira, 2003). Assim como a maioria das olerícolas, o seu plantio é realizado por meio do transplante de mudas a área de cultivo, etapa crucial para o bom desenvolvimento da cultura. Portanto, é de fundamental importância a utilização de substratos que proporcionem a máxima qualidade das mudas.

Normalmente, o melhor substrato deve aliar a retenção adequada de água para que o processo germinativo ocorra da melhor maneira possível e seja capaz de suprir a necessidade hídrica e nutricional da planta durante seu crescimento e desenvolvimento. Deve apresentar, ainda, atributos de boa aeração que permitam a difusão de oxigênio para as raízes, e boa estrutura, além de teores adequados de nutrientes essenciais, pH, textura e capacidade de troca de cátions (Silva et al., 2009).

A utilização de diferentes compostos que possam ser utilizados como substratos para o desenvolvimento de mudas de qualidade, como serragem, maravalha, areia, vermiculita, solo, casca de arroz carbonizada, casca de pinus, esterco bovino e outros materiais orgânicos têm sido estudados. Mais recentemente, o carvão vegetal produzido em ambientes controlados, passou a fazer parte deste grupo, recebendo a denominação de *biochar*, quando seu uso se destina a produção agrícola (Lehmann & Joseph, 2009; Madari et al., 2009).

Pesquisas recentes têm revelado o potencial do biochar como condicionante de substrato para melhorar a qualidade das mudas (Arruda et al., 2007; Silva et al., 2009). O biochar é rico em carbono pirogênico, cuja estrutura aromática do seu arranjo molecular propicia alta capacidade de troca catiônica (CTC), com a vantagem adicional de ser quimicamente estável (Madari et al., 2009),

podendo permanecer ativo por vários anos no solo, ao contrário da matéria orgânica fresca (estercos e resíduos vegetais), que decompõe-se muito rapidamente no clima tropical.

Alguns trabalhos (Gomes et al., 2003; Zanetti et al., 2003; Arruda et al., 2007) que utilizaram o carvão vegetal como condicionante de substrato apresentaram resultados significativos, na produção de mudas, enraizamento de estacas e desenvolvimento de porta-enxerto.

Por outro lado, estudos em olericultura envolvendo a utilização de biochar ainda são escassos. Dessa forma, objetivou-se com esse trabalho avaliar o potencial do biochar como condicionante de substrato para a produção de mudas de jiloeiro, visando a melhora do vigor vegetativo das plantas.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido de julho a outubro de 2010 no viveiro de mudas da Universidade do Estado de Mato Grosso, campus de Nova Xavantina, Mato Grosso, MT (14° 41' 25" S; 52° 20' 55" W). A altitude do local é de 306 m e o clima é do tipo A w segundo a classificação de Köppen (Camargo, 1963), apresentando uma estação seca bem definida, de maio a setembro, e outra chuvosa, de outubro a abril (Nimer, 1989).

Para a produção das mudas foram utilizadas sementes da cultivar Jiló Comprido Verde (Lote 008416, germinação 90%). A semeadura foi realizada em bandejas de isopropileno com 128 células, a 1,0 cm de profundidade com três sementes por célula, realizando-se o desbaste aos 15 dias após a semeadura (DAS), mantendo-se a planta mais vigorosa em cada célula. Cada parcela experimental foi constituída por 32 células e as avaliações foram realizadas em 12 plantas por tratamento, sendo as demais descartadas como bordadura.

As bandejas foram dispostas sobre suportes de ferro a uma altura de 1,20 m com telado sombreado a 50 %, modelo capela. A irrigação foi realizada pelo sistema de microaspersão duas vezes por dia, complementando com irrigações extras sempre que se verificava déficit hídrico.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 4, sendo os fatores constituídos por três tratamentos de substrato (composto orgânico de resíduo de algodão; terra de subsolo + pó de serra 1:1 e terra de subsolo + esterco bovino 1:1) cada um acrescido de 0% (testemunha) e 40% de biochar (v/v) com três diferentes tipos de ativação química (água, ácido sulfúrico e ácido nítrico) para o biochar, perfazendo doze tratamentos com quatro repetições. Foram determinadas em laboratório as características químicas dos substratos e do biochar (Tabela 1).

**Tabela 1.** Características químicas do composto orgânico de algodão (COA), terra de subsolo (TS), pó de serra (PS), esterco bovino (EB) e do carvão vegetal (CV).

	pH (H <sub>2</sub> O)	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>	SB	CTC	P	K	Mn	Zn	Cu	S	B	V%
		-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----						-----mg dm <sup>-3</sup> -----							
<sup>1</sup> COA	7,6	26,3	6,6	0	1,8	33	34,8	841,7	42	-	-	-	-	-	94,7
<sup>1</sup> TS	5,3	2,5	1,2	0,3	8,4	3,8	12,5	18,5	24	-	-	-	-	-	30,2
<sup>1</sup> PS	5,9	5,7	1,5	0	8,2	7,4	15,6	31,7	84	-	-	-	-	-	47,6
<sup>1</sup> EB	6,5	10,6	4,6	0	6,7	16,3	23,0	495,6	410	-	-	-	-	-	70,8
		-----						-----							
		%													
<sup>2</sup> CV	----	0,30	0,0	----	----	----	----	1,82	0,04	0,00	0,01	0,01	1,83	0,03	----

<sup>1</sup>Metodologia de análise de solos Embrapa 1999; <sup>2</sup>Metodologia de análise de fertilizantes (valores em %).

O tratamento prévio de ativação química (ácido ou água) se fez com o intuito de eliminar os resíduos do processo de pirólise e desobstruir os poros do biochar, à semelhança do processo de produção do carvão ativado. Para este tratamento de ativação, o material foi imerso por 72 horas em solução (ácida a 6% e água) e, posteriormente, foi lavado em água corrente ao final do processo.

O carvão vegetal utilizado foi de madeira de diversas espécies do Cerrado produzido em forno de alvenaria do tipo convencional, com temperatura variando de 200 °C na fase inicial a 500 °C na fase final da carbonização da madeira. Depois de feita a carbonização, o material foi moído em triturador de facas rotativas até homogeneização parcial do material. Em seguida, foi peneirado em malha 1,0 mm para separar o material mais grosseiro remanescente da moagem. O carvão moído foi testado quanto à granulometria em peneiras de solo padrão, apresentando mais de 62% do material em granulometria inferior a 0,5 mm e 38% inferior a 0,1 mm. A mistura do substrato com o biochar foi realizada em betoneira elétrica para que ocorresse perfeita homogeneização.

Aos 55 dias após a semeadura (DAS) foram avaliadas as seguintes características de crescimento vegetativo das mudas de jiló: diâmetro (D), altura de planta (AP), número de folhas verdadeiras (NFV), comprimento radicular e a biomassa aérea das 12 plantas centrais, em cada tratamento, mantendo-se uma bordadura simples para evitar o efeito de borda. A altura e o comprimento da raiz foram medidos com uma régua milimetrada posicionada na base do colo até o ápice da folha mais nova e da raiz, respectivamente. O diâmetro do coleto foi

tomado utilizando-se um paquímetro digital de precisão (0,01mm).

Para determinação dos parâmetros da raiz, as mudas foram lavadas em água para retirada do substrato e seccionadas na base do colo da planta para separação da parte aérea do sistema radicular. O material foi identificado, acondicionado em sacos de polietileno e pesado em balança de precisão para determinação da massa fresca da parte aérea (MFPA). Após a pesagem, o material foi acondicionado em sacos de papel devidamente identificados e secos em estufa de circulação forçada a 65°C por 72 horas até obtenção de peso constante. Em seguida, as amostras foram pesadas para determinação da massa seca da parte aérea (MSPA).

Para testar as diferenças entre os tratamentos efetuou-se uma análise de variância, sendo as médias das variáveis significativas agrupadas pelo critério de Tukey a 5% de significância, utilizando-se o programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2008).

## Resultados e Discussão

Com exceção do crescimento radicular que não sofreu interferência do biochar, todos os demais parâmetros avaliados foram significativamente influenciados ( $p < 0,01$ ) pelos substratos e biochar, observando interação entre esses fatores (Tabela 2).

O número de folhas foi significativamente influenciado ( $p < 0,01$ ) pelos diferentes substratos utilizados, com destaque para o substrato constituído de terra de subsolo + pó-de-serra que apresentou os menores números de folhas independentes da presença e do tratamento utilizado no biochar (Tabela 3).

De maneira geral, observa-se que a

**Tabela 2.** Análise de variância (valores de F) para os diferentes efeitos no desenvolvimento agrônomo de mudas de jiló.

Fontes da variação	Nº Folhas	Crescimento radicular	Crescimento caule
Susstrato	356*	36,6*	415*
Biochar	40,7*	0,04 <sup>ns</sup>	74,6*
Substrato x biochar	8,5*	4,01*	16,9*
C.V.	15,09	6,91	17,7
Fontes da variação	Diâmetro do caule	Fitomassa verde folha	Fitomassa seca folha
Susstrato	375*	470*	580*
Biochar	77,5*	46,1*	51,7*
Substrato x biochar	10,2*	19,3*	18,7*
C.V.	19,0	5,85	5,24

\* e \*\* significativo a 1 e 5% respectivamente; <sup>ns</sup> - não significativo.

**Tabela 3.** Número de folhas das mudas de jiló em função do uso de substratos associados ou não com biochar previamente ativados com água (H<sub>2</sub>O), ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) e ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), 2010.

Substratos	Número de folhas planta <sup>1</sup>			
	Tratamento com biochar			
	0% biochar	40% biochar + H <sub>2</sub> O	40% biochar + HNO <sub>3</sub>	40% biochar + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Composto algodão	4,0 Aa	4,1 Aa	4,0 Ba	3,6 Ab
Terra de subsolo + pó-de-serra	2,9 Ba	2,7 Bab	2,6 Cab	2,4 Cb
Terra de subsolo + esterco bovino	4,0 Ab	4,2 Aab	4,4 Aa	3,2 Bc

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

utilização dos diferentes substratos, na presença de biochar tratado com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, apresentaram os menores números de folhas. As maiores quantidades de folhas de jiloeiro foram verificadas com o substrato composto de terra + esterco bovino na presença de biochar tratado com HNO<sub>3</sub>.

O ganho de folhas nas plantas de jiló cultivadas no substrato terra de subsolo+esterco bovino acrescido com 40% de carvão vegetal estão de acordo com os resultados obtidos por Mendonça et al. (2003), que utilizou carvão vegetal combinado com esterco de curral + solo e areia na proporção de 1:2:1:1 v/v na produção de mudas de mamoeiro. O melhor resultado deste tratamento pode estar relacionado à natureza orgânica do material constituinte do esterco bovino, que apresenta boa disponibilidade de nutrientes (São José et al., 1998; Pio et al., 2004;

Góes et al., 2010), associado com uma maior CTC do biochar, disponibilizando maiores quantidades de nutrientes para as plantas.

O uso do HNO<sub>3</sub> como ativador do biochar pode ter contribuído para esse aumento de CTC, em função da desobstrução dos poros contendo compostos condensáveis oriundos da pirólise da madeira. Segundo Petter (2010), sítios quimicamente reativos surgem com a degradação de compostos condensáveis (ex. alcatrão) oriundos da pirólise do material vegetal.

A utilização de terra de subsolo + pó-de-serra associado ou não ao biochar, proporcionou menor crescimento do sistema radicular, enquanto que o composto de algodão associado a 40% de biochar tratado com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> promoveu maior crescimento das mudas de jiloeiro (Tabela 4).

Observou-se que não houve efeito

**Tabela 4.** Comprimento radicular de mudas de jiló em função do uso de substratos associados ou não com biochar previamente tratado com água (H<sub>2</sub>O), ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) e ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

Substratos	Crescimento radicular (cm)			
	Tratamento com biochar			
	0% biochar	40% biochar + H <sub>2</sub> O	40% biochar + HNO <sub>3</sub>	40% biochar + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Composto algodão	6,0 Ab	6,0 Ab	6,0 Ab	6,3 Aa
Terra de subsolo + pó-de-serra	5,8 Ba	5,8 Ba	5,7 Ba	5,6 Ca
Terra de subsolo + esterco bovino	5,9 ABa	5,9 ABa	5,9 ABa	5,8 Ba

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

significativo no crescimento radicular de mudas de jiloeiro com a utilização de biochar, independente do tratamento químico utilizado, quando associado aos substratos terra de subsolo + pó-de-serra e terra de subsolo + esterco bovino.

O maior crescimento do sistema radicular foi observado no tratamento com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pode estar associado há maior rapidez no processo germinativo das sementes, em função de uma maior quebra do tegumento. Segundo Scalón et al. (2006) o ácido sulfúrico quando em contato com o tegumento promove a ruptura do tegumento, facilitando a embebição e trocas gasosas entre a semente e o meio de germinação.

Assim como para o número de folhas, o crescimento caulinar foi significativamente influenciado (P < 0,01) e de forma negativa com a utilização do substrato terra + pó-de-serra, independente da presença ou não de biochar e

do tratamento químico utilizado (Tabela 5).

Com exceção do substrato terra de subsolo + pó-de-serra, de maneira geral observa-se que o acréscimo de biochar aos substratos utilizados, não influenciaram no comprimento do caule. Esses dados diferem dos encontrados por Zanetti et al. (2003), Mendonça et al. (2003) e Souza et al. (2006), que evidenciaram ganho em altura quando tiveram o carvão vegetal acrescido na composição do substrato.

O menor crescimento caulinar observado no tratamento está associado ao menor número de folhas e menor crescimento do sistema radicular, reduzindo assim a demanda de nutrientes e compostos orgânicos nas folhas, afetando negativamente a divisão celular no meristema apical e conseqüentemente reduzindo o crescimento caulinar.

O menor diâmetro dos caules foi

**Tabela 5.** Comprimento do caule de mudas de jiló em função do uso de substratos associados ou não com biochar previamente tratado com água (H<sub>2</sub>O), ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) e ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

Substratos	Comprimento do caule (cm)			
	Tratamento com biochar			
	0% biochar	40% biochar + H <sub>2</sub> O	40% biochar + HNO <sub>3</sub>	40% biochar + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Composto de algodão	2,8 Ba	2,7 Ba	2,9 Ba	2,4 Ab
Terra de subsolo + pó-de-serra	1,7 Cb	2,0 Ca	1,7 Cb	1,4 Cc
Terra de subsolo + esterco bovino	3,2 Aa	3,2 Aa	3,3 Aa	2,0 Bb

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

verificado com a utilização de terra + pó-de-serra em associação ou não ao biochar independente do tratamento químico utilizado (Tabela 6).

Os substratos quando acrescidos de 40% de biochar previamente tratados com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> apresentaram os menores diâmetros de caules. Tal fato pode estar relacionado com uma maior alocação de compostos orgânicos nas células

das raízes nas fases iniciais de desenvolvimento, possivelmente ocasionado pela rápida germinação promovida pelo H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, reduzindo assim a disponibilidade para a parte aérea, que pode ser comprovado pelo menor número de folhas (Tabela 3) e menor produção de massa verde da parte aérea (Tabela 7).

De maneira geral a adição de biochar

**Tabela 6.** Diâmetro do caule de mudas de jiló em função do uso de substratos associados ou não com biochar previamente tratado com água (H<sub>2</sub>O), ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) e ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

Substratos	Diâmetro do caule (mm)			
	Tratamento com biochar			
	0% biochar	40% biochar + H <sub>2</sub> O	40% biochar + HNO <sub>3</sub>	40% biochar + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Composto algodão	1,66 Aab	1,57 Abc	1,76 Aa	1,44 Ac
Terra de subsolo + pó-de-serra	1,08 Ba	1,13 Ba	0,91 Bb	0,62 Cc
Terra de subsolo + esterco bovino	1,73 Aa	1,68 Aa	1,81 Aa	1,17 Bb

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 7.** Fitomassa verde e seca de folhas de mudas de jiló em função do uso de substratos associados ou não com biochar previamente tratado com água (H<sub>2</sub>O), ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) e ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

Substratos	Fitomassa verde de folhas (g planta <sup>-1</sup> )			
	Tratamento com biochar			
	0% biochar	40% biochar + H <sub>2</sub> O	40% biochar + HNO <sub>3</sub>	40% biochar + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Composto algodão	0,66 Aa	0,60 Bab	0,62 Bab	0,54 Ab
Terra de subsolo + pó-de-serra	0,13 Ba	0,12 Ca	0,11 Ca	0,05 Ca
Terra de subsolo + esterco bovino	0,65 Aa	0,72 Aa	0,73 Aa	0,24 Bb
Substratos	Fitomassa seca de folhas (g planta <sup>-1</sup> )			
	Tratamento com biochar			
	0% biochar	40% biochar + H <sub>2</sub> O	40% biochar + HNO <sub>3</sub>	40% biochar + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Composto algodão	0,09 Ba	0,10 Aa	0,09 Ba	0,07 Bb
Terra de subsolo + pó-de-serra	0,02 Ca	0,02 Ba	0,01 Ca	0,009 Cb
Terra de subsolo + esterco bovino	0,11 Aa	0,09 Aa	0,11 Aa	0,03 Ab

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

aos substratos não influenciou significativamente o diâmetro do caule. Esses dados corroboram com os obtidos por Zanetti et al. (2003), que não verificaram diferença no diâmetro de caule com a utilização de substratos associados com carvão vegetal.

A massa verde e seca da parte aérea foi

significativamente influenciada (P < 0,01) pelos substratos utilizados, com destaque para terra de subsolo + pó-de-serra, que apresentaram os menores valores para esses parâmetros (Tabela 7). De maneira geral o substrato composto por terra de subsolo + esterco bovino apresentou as maiores produções de massa verde e seca

da parte aérea. Tais dados se assemelham aos obtidos Mendonça et al. (2003), que verificaram maior produção de massa fresca e seca da parte aérea de mudas de mamão em substrato composto por esterco bovino, carvão vegetal, solo e areia. Os substratos que tiveram a adição de 40% de biochar previamente tratados com ácido sulfúrico, apresentaram os menores valores de massa verde e seca. Isso ocorreu devido ao menor número de folhas e do menor comprimento e diâmetro de caule observado no tratamento que recebeu biochar previamente tratado com  $H_2SO_4$ .

Como já reportado anteriormente, o maior acúmulo de fitomassa verde e seca com a utilização dos substratos composto de algodão e terra de subsolo + esterco bovino, pode estar associado a uma maior disponibilidade de nutrientes oriundos desses materiais, uma vez que são compostos orgânicos já transformados. De acordo com Menezes & Salcedo (2007), o esterco bovino é uma alternativa muito utilizada para o fornecimento de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo. Já o substrato composto de terra de subsolo + pó-de-serra, tem como material orgânico compostos não transformados quimicamente, ricos em lignina e celulose e que já perderam boa parte dos compostos orgânicos solúveis, após seu processamento.

O biochar parece ter mais efeito quando associado ao substrato de terra de subsolo + esterco bovino. Como a disponibilidade de nutrientes contidos no esterco bovino é significativa, o biochar pode auxiliar a absorção desses nutrientes pelas plantas. Segundo Petter (2010), respostas fisiológicas positivas com a aplicação de biochar, podem estar relacionadas a um possível efeito eletrofisiológico, o que diminuiria a energia necessária gasta pelas plantas para absorção de determinados nutrientes.

### Conclusões

A utilização dos substratos formados a partir de composto de algodão e terra de subsolo+ esterco bovino, ambos associado ao biochar proporcionaram aumento dos dados biométricos, destacando-se como boa alternativa para a produção de mudas de jiló. Entretanto, não se recomenda a produção de mudas de jiló utilizando substrato composto de terra de subsolo+ pó-de-serra associado ao biochar.

### Referências

Arruda, M.R., Pereira, J.C.R., Moreira, A., Teixeira, W.G. 2007. Enraizamento de estacas herbáceas de guaranazeiro em diferentes substratos. *Ciência e Agrotecnologia* 31: 236-241.

Camargo, A.P. 1963. Clima do cerrado. In: Ferri, M.G. (Coord.). *Simpósio sobre o Cerrado*. EDUSP, São Paulo, Brasil. p.75-95.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1997. *Manual de métodos de análise de solo*. 2ed. Embrapa, Rio de Janeiro, Brasil. 212p.

Ferreira, D.F. 2008. SISVAR: Um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium* 6: 36-41.

Filgueira, F.A.R. 2003. *Novo Manual de Olericultura e Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. 2ed. UFV, Viçosa, Brasil. 412p.

Góes, G.B., Mendonça, V., Medeiros P.V.Q., Tosta M.S., Medeiros L. F. 2010. Diferentes substratos na produção de mudas de mamoeiro em bandejas. *Revista Verde* 5: 178-184.

Gomes, J.M., Couto, L., Leite, H.G., Xavier, A., Garcia, S.L.R. 2003. Crescimento de Mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. *Revista Árvore* 27: 113-127.

Lehmann, J., Joseph, S. 2009. Biochar for Environmental Management: An Introduction. In: Lehmann, J., Joseph, S. (ed). *Biochar for Environmental Management: Science and Technology*. 1. Ed. Earthscan, Londres, United Kindom. p. 4-18.

Madari, B.E., Cunha, T.J.F., Novotny, E.H., Milori, D.M.B.P., Martin-Neto, L., Benites, V.M., Coelho, M.R., Santos, G.A. 2009. Matéria Orgânica dos Solos Antrópicos da Amazônia (Terra Preta de Índio): suas características e papel na sustentabilidade da Fertilidade do Solo. In: Teixeira, W. G., Kern, D.C., Madari, B.E.; Lima, E.N., Woods, W.I. *As terras Pretas de Índio da Amazônia: Sua Caracterização e Uso deste Conhecimento na Criação de Novas áreas*. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, Brasil. 172-188p.

Mendonça, V., Araújo Neto, S.E., Ramos, J.D., Pio, R., Gontijo, T.C.A. 2003. Diferentes substratos e recipientes na formação de mudas de mamoeiro 'Sunrise Solo'. *Revista Brasileira de Fruticultura* 25: 127-130.

Menezes, R.S.C., Salcedo, I.H. 2007. Mineralização de N após incorporação de adubos orgânicos em um Neossolo Regolítico cultivado com milho. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 11: 361-367.

Morgado, H.S., Dias, M.J.V. 1992. Caracterização da coleção de germoplasma de jiló no CNPH/ Embrapa. *Horticultura Brasileira* 10: 86-88.

Nimer, E. 1989. *Climatologia do Brasil*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, Brasil. 421p.

Novo, M.C.S.S., Trani, P.E., Rolim, G.S., Bernacci, L.C. 2008. Desempenho de cultivares de jiló em

casa de vegetação. *Bragantia* 67: 693-700.

Petter, F.A. 2010. *Biomassa carbonizada como condicionador de solo: aspectos agronômicos e ambientais do seu uso em solos de cerrado*. 130p (Tese Doutorado) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil.

Picanço, M., Casali, V.W.D., Oliveira, I.V.R., Leite, G.L.D. 1997. Homópteros associados ao jiloeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 32: 451-456.

Pinto, C.M.F., Paula Júnior, T.J., Picanço, M.C. In Paula Júnior, T.J., Venzon, M. 2007 101 *Culturas: Manual de tecnologias agrícolas*. Belo Horizonte-MG, EPAMIG Belo Horizonte, Brasil.

Pio, R., Gontijo, T.C.A., Ramos, J.D., Carrijo, E.P., Toledo, M., Visioli, E.L., Tomasetto, F. 2004. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo em diferentes substratos. *Revista Brasileira Agrociência* 10: 523-525.

São José, A.R., Souza, I.V.B., Duarte Filho, J., Leite, M.J.N. 1998. Formação de mudas de maracujazeiros. In: Rizzi, L.C., Rabello, L.R., Morozini Filho, W., Savazaki, E.T., Kavati, R. *Cultura do maracujá-azedo* (Boletim Técnico, 235). CATI, Campinas, Brasil. p. 41-48.

Scalon, S.P.Q., Mussury, R.M., Gomes, A.A., Silva, K.A., Wathier, F., Scalon Filho, H. 2006. Germinação e crescimento inicial da muda de Orelha-De-Macaco (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong): efeito de tratamentos químicos e luminosidade. *Revista Árvore* 30: 529-536.

Silva, L.J.B., Cavalcante, A.S.S., Araújo Neto, S.E. 2009. Produção de mudas de rúcula em bandejas com substratos a base de resíduos orgânicos. *Ciência e Agrotecnologia* 33: 1301-1306.

Souza, G.K.A., Teixeira, W.G., Reis, R.A., Chaves, F.C.M., Xavier, J.J.B.N. 2006. Growth of cajuru (*Arrabidaea chica* Verlot.) on different growing media. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais* 8: 62-65.

Zanetti, M., Cazetta, J.O., Mattos Júnior, D., Carvalho S.A. 2003. Uso de subprodutos de carvão vegetal na formação do porta-enxerto limoeiro 'cravo' em ambiente protegido. *Revista Brasileira Fruticultura* 25: 508-512.