

DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE BETERRABA EM SUBSTRATOS COMERCIAIS TRATADOS COM BIOCHAR

Stefany Lorryny Lima¹, Suelen Tamiozzo¹, Fabiano A. Petter², Beatriz S. Marimon¹, Ben Hur Marimon Junior¹

¹Universidade do Estado de Mato Grosso, BR 158,
Km 654, Caixa Postal 08. 78690-000, Nova Xavantina - MT. stefany_sll@hotmail.com; bhmjunior@gmail.com.

²Universidade Federal do Piauí, Rod. BR 135, Km 3, 64900-000, Bom Jesus - Piauí.

Este trabalho objetivou avaliar a influência do biochar no desenvolvimento de mudas de beterraba quando adicionado em substratos comerciais, testando a hipótese de que o produto promove o condicionamento destes substratos devido à sua capacidade de retenção de água e nutrientes, o que melhora o desempenho das plantas. O experimento foi conduzido na Universidade do Estado de Mato Grosso, Nova Xavantina, de novembro a dezembro de 2010 com o uso do delineamento experimental de blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições. Foram utilizados substratos comerciais com diferentes doses de biochar avaliando-se o desenvolvimento das mudas em altura, diâmetro, massa fresca e seca da parte aérea e radicular e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD). A maioria dos parâmetros avaliados foi significativamente maior no substrato Germinar® + 7,5% de biochar, incluindo IQD. Para a massa seca da parte aérea, o tratamento Germinar® apresentou o melhor desempenho. Estes resultados corroboraram a hipótese do presente estudo, confirmando a capacidade de condicionamento de substrato do biochar, mesmo em se tratando de substratos comerciais.

Palavras-chave: *Beta vulgaris*, carvão vegetal, hortaliças, produção de mudas

Development of sugar beet seedlings in commercial substrates treated with biochar. In this study we evaluated the influence of biochar on the development of beet seedlings in commercial substrates. The objective was to test the hypothesis that biochar promotes the conditioning substrate, improving the performance of plants due to the high water and nutrient retention capacity. The experiment was conducted in November-December 2010 at the State University of Mato Grosso, Nova Xavantina, Brazil. The experimental design was randomized block with six treatments and four replications. We used commercial substrates with different doses of biochar in order to evaluate seedling height, diameter, fresh and dry weight of root and shoot and Dickson Quality Index (IQD). Most of these parameters was significantly higher in the substrate Germinar® + 7.5% biochar, including IQD. For the dry mass of shoots, the treatment Germinar® showed the best performance. These results corroborate the hypothesis of this study, confirming the ability of biochar in conditioning substrate, even in the case of commercial substrates.

Key words: *Beta vulgaris*, black carbon, vegetables, seedling production

Introdução

O perfil atual de consumo se volta cada vez mais para uma alimentação saudável, visando práticas produtivas menos dependentes de insumos químicos. Nesse contexto, o consumo de hortaliças é crescente, exigindo um sistema de cultivo adequado para atender a essas exigências de qualidade do consumidor e ao mesmo tempo garantir quantidade e regularidade do produto (Furlani e Purquerio, 2010). Entre as espécies olerícolas, a beterraba (*Beta vulgaris* L.) apresenta grande importância comercial (Grangeiro et al., 2007), sendo utilizada para consumo *in natura* ou para fabricação de produtos industrializados.

Uma das alternativas para auxiliar o processo produtivo, melhorando a regularidade de fornecimento do produto, é a produção de mudas em bandejas, uma vez que otimiza o uso da mesma área e reduz o ciclo da cultura no campo (Bezerra, 2003). Este sistema apresenta também outras características positivas, como produção de mudas mais uniformes, maior número de plantas por área e melhor controle fitossanitário (Gomes et al., 2008). As bandejas também ajudam a diminuir as perdas em campo, uma vez que a produção de mudas, por ser uma das etapas mais importantes, influencia diretamente na qualidade do produto final (Echer et al., 2007).

A utilização de substratos comerciais é comum na produção de mudas em bandejas (Gomes et al., 2008), sendo um dos principais fatores que determinam a sua qualidade (Bezerra, 2003). Substratos inadequados podem resultar em problemas de germinação, má formação de plântulas e sintomas de deficiência ou excessos nutricionais (Medeiros et al., 2008), comprometendo o desenvolvimento das plantas e consequentemente a produtividade do cultivo. Este fator é limitante principalmente em espécies que apresentam grande exigência nutricional, como é o caso da beterraba (Marques et al., 2010).

Os substratos comerciais são eficientes na formação de mudas de qualidade, mas seu custo é elevado. Uma opção para minimizar essas despesas é o uso de substratos alternativos (Oliveira et al., 2008), como o biochar, que consiste de carvão vegetal moído. Este material apresenta altas concentrações de carbono pirogênico (Lehmann e Joseph, 2009) e baixo teor de nitrogênio, o que lhe confere uma elevada relação C/

N e baixa taxa de mineralização, aumentando seu período de permanência no sistema solo (Benites et al., 2009).

Os primeiros estudos sobre o uso biochar na agricultura se concentraram sobre a origem da alta fertilidade de solos antropogênicos na Amazônia, popularmente chamados de Terra Preta de Índio (Glaser et al., 2001). As pesquisas recentes mostraram que esses solos, apesar de sua origem distrófica, são férteis e produtivos sem fertilização devido às grandes quantidades de fragmentos finos de carvão resultante de adição casual ou proposital de índios pré-históricos (Lehmann et al., 2003). Estes solos são bastante atípicos (Morales, 2010), apresentando elevadas concentrações de C, N, P, K, Ca e matéria orgânica (Cunha et al., 2009).

Os primeiros estudos testando biochar em campo apresentaram aumentos significativos de produtividade em arroz de terras altas em Nova Xavantina, no leste de Mato Grosso (Petter et al., 2012). Outros estudos em Mato Grosso testando biochar em produção de mudas florestais (Souchie et al., 2011) e mudas de olerícolas (Lima et al., 2013; Marimon-Junior et al., 2012) apresentaram resultados variados.

Quando adicionado ao solo, o biochar aumenta significativamente a sua fertilidade (Glaser et al., 2002; Lehmann e Joseph, 2009), por melhorar a disponibilidade de nutrientes (Gaskin et al., 2010; Glaser et al., 2002) e aumentar a capacidade de troca catiônica (Glaser et al., 2002; Liang et al., 2006), aumentando ainda o pH e a retenção de água e nutrientes no solo, consequentemente diminuindo as perdas por lixiviação (Glaser et al., 2002; Lehmann, 2007; Lehmann e Joseph, 2009). Tais atributos tornam o biochar um potencial condicionante de solo ou substrato de mudas, podendo contribuir para a redução de adubos químicos e melhoria da qualidade das mudas.

O objetivo do presente trabalho foi testar a hipótese de que o biochar apresenta capacidade de condicionamento de substrato, suficiente até mesmo para melhorar as condições nutricionais de substratos comerciais, promovendo, consequentemente, melhor desenvolvimento de mudas de beterraba. Normalmente, substratos comerciais já são suficientes para prover as necessidades nutricionais básicas das plantas, contudo, é necessário testar alternativas para melhorar esta eficiência com baixo custo.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no viveiro da Universidade do Estado de Mato Grosso, município de Nova Xavantina (14° 41' 25" S; 52° 20' 55" W) entre novembro e dezembro de 2010. As mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido de 200 células, utilizando a cultivar Tall Top Early Wonder. O desbaste foi realizado aos 10 dias após a semeadura (DAS), quando as plantas apresentaram o primeiro par de folhas definitivas, mantendo-se a planta mais vigorosa em cada célula. As bandejas foram dispostas sobre suportes de ferro a uma altura de 1,20m com telado sombreado a 50%, modelo capela. A irrigação foi realizada pelo sistema de microaspersão, com turno de rega e taxa de aplicação de acordo com as condições climáticas.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados com seis tratamentos e quatro repetições. Foram utilizados substratos comerciais puros e com diferentes doses de biochar, resultando nos seguintes tratamentos: GR (Germinar®), GR+B7,5 (Germinar® + biochar 7,5%), GR+B15 (Germinar® + biochar 15%), QB (Qualifibra®), QB+B7,5 (Qualifibra® + biochar 7,5%) e QB+B15 (Qualifibra® + biochar 15%). Os substratos comerciais utilizados foram analisados quanto as características químicas. Para o Germinar® foram obtidos os seguintes resultados: pH 5,7 em CaCl₂; Ca 18,8 cmol_c dm⁻³; Mg 5,0 cmol_c dm⁻³; H+Al 6,6 cmol_c dm⁻³; CTC 32,3 cmol_c dm⁻³; P 592,7 mg dm⁻³; K 740,0 mg dm⁻³; V% 79,7; MO 152,9 g dm⁻³. O substrato Qualifibra® apresentou: pH 5,7 em CaCl₂; Ca 7,8 cmol_c dm⁻³; Mg 3,2 cmol_c dm⁻³; H+Al 4,7 cmol_c dm⁻³; CTC 17,1 cmol_c dm⁻³; P 616,3 mg dm⁻³; K 570,0 mg dm⁻³; V% 72,9; MO 258,8 g dm⁻³.

O carvão vegetal foi produzido com madeira de diferentes espécies arbóreas em forno de alvenaria do tipo convencional, mantendo-se temperatura a ~200°C na fase inicial e ~500°C na fase final da carbonização, técnica conhecida como "rabo quente". O material foi moído em triturador de facas rotativas e peneirado em peneira de malha 1,0mm para separar a parte mais grosseira remanescente da moagem. O carvão moído foi testado quanto à granulometria em peneiras de solo padrão, apresentando mais de 62% do material com granulometria inferior a 0,5mm e aproximadamente 48% inferior a 0,1mm. A mistura do substrato com o

biochar foi realizada através de betoneira elétrica para perfeita homogeneização.

As avaliações foram realizadas aos 30 DAS, utilizando-se uma amostra de 12 plantas centrais por repetição e mantendo-se uma bordadura simples para evitar o efeito de borda. O número de folhas foi obtido por contagem manual, partindo-se das folhas basais até a última aberta. A altura das plantas foi determinada utilizando-se uma régua milimetrada posicionada do colo até o ápice da folha mais nova. O diâmetro das mudas foi tomado com paquímetro digital de precisão (0,01mm) Tesa Shop-Cal Digital Cal.

Para a avaliação da fitomassa, as mudas foram lavadas em água e seccionadas na base do colo para separação da parte aérea e do sistema radicular. As partes foram pesadas em balança analítica (precisão 0,0001g) para obtenção da massa fresca. Em seguida, foram acondicionadas em estufa de circulação forçada a 65°C até obtenção de peso constante. O material foi repesado em balança analítica para a determinação da massa seca da parte aérea e do sistema radicular. Para determinação da qualidade das mudas em cada tratamento foi utilizado o Índice de Qualidade de Dickson: IQD = massa seca total/(relação altura/diâmetro + relação biomassa seca aérea/radicular) (Dickson et al., 1960).

Para observar as diferenças entre os tratamentos efetuou-se a análise de variância (ANOVA) unifatorial, considerando os seus pressupostos, e posteriormente verificando-se a significância das variações pelo teste de Tukey a 5%.

Resultados e Discussão

Conforme a Tabela 1 observa-se que houve diferenças entre os substratos para os parâmetros altura e diâmetro das mudas de beterraba aos 30 dias após a semeadura (DAS), onde o substrato Germinar® acrescido de 7,5% de biochar apresentou melhor desempenho, com altura semelhante ao substrato Germinar® e superior 0,81 cm que o substrato Qualifibra®. Quanto ao diâmetro, apresentou 0,07 mm e 0,11 a mais que Germinar® e Qualifibra®, respectivamente.

Corroborando com os resultados encontrados, alguns estudos também demonstram ganho em altura (Mendonça et al., 2003; Souchie et al., 2011; Zanetti et al., 2003) e diâmetro (Souchie et al., 2011) de plantas com a adição de biochar em substratos, o que pode

Tabela 1. Número de folhas (NF), Altura média (AM) e Diâmetro (DM) de mudas de beterraba cv. Tall Top Early Wonder, aos 30 DAS, em função de diferentes substratos

Tratamentos	NF (n° planta ⁻¹)	AM (cm)	DM (mm)
GR	1,92 a	4,01 ac	0,08 b
GR+B7,5	2,02 a	4,35 a	0,15 a
GR+B15	1,90 a	4,08 ac	0,06 b
QB	1,92 a	3,54 b	0,04 b
QB+B7,5	1,96 a	3,80 bc	0,05 b
QB+B15	1,94 a	3,48 b	0,07 b
CV (%)	5,14	10,92	50,89

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

estar relacionado à maior capacidade deste em reter água e nutrientes, promovendo melhor desempenho nutricional das plantas. Contudo, Alves (2006) e Zanetti et al. (2003) não verificaram melhor desenvolvimento de plantas de milho e limoeiro ‘Cravo’ com o uso de biochar, devendo-se atentar para as diferenças nas características do produto provocadas pelo material de origem e o tempo em que o mesmo é analisado, uma vez que a longa persistência e lenta reatividade do biochar no sistema solo faz com que seus benefícios sejam observados em longo tempo (e.g. Arruda e Teixeira, 2009; Major et al., 2010; Steiner et al., 2007).

Os resultados do presente estudo demonstram também que existe uma redução no desenvolvimento das mudas quando os substratos comerciais são acrescidos com a maior dose de biochar (15%), o que é observado em outros trabalhos que discutem que o excesso de biochar prejudica o desenvolvimento das culturas (Glaser

et al., 2002; Zanetti et al., 2003). Em substratos esse efeito pode ser resultado da redução do volume de solo ou substrato alternativo conforme aumenta o volume de biochar, o que diminui a quantidade de nutrientes disponíveis, uma vez que o biochar atua na retenção e não na disponibilização de nutrientes.

Contrariando esses resultados, Souchie et al. (2011) discutem que a maior dose de biochar utilizada em mudas da árvore nativa carvoeiro (*Tachigali vulgaris*) foi eficiente para o desenvolvimento das mudas. Os autores observaram incrementos significativamente maiores em altura, diâmetro e biomassa aérea e radicular nos tratamentos com as maiores doses de biochar ao longo de oito meses, confirmando a eficácia do produto em médio prazo na produção de mudas.

Com isso, verifica-se a necessidade de obter informações de doses ideais para cada tipo de cultura e produção (Glaser et al., 2002; Zanetti et al., 2003), além de informações sobre os diferentes materiais dos quais o produto pode ser obtido, uma vez que causam variações nas suas funções físico-químicas no solo, afetando sobremaneira as características do produto final (Gaskin et al., 2010; Lehmann, 2007) e os resultados no desenvolvimento das culturas.

Para a biomassa, foram observadas diferenças apenas na parte aérea, onde os substratos Germinar[®] com 7,5% e Germinar[®], mostraram-se mais eficientes para a massa fresca e seca, respectivamente (Tabela 2). Outros trabalhos também discutem o benefício do biochar no incremento da biomassa em diferentes culturas (e.g. Lehmann et al., 2003; Rondon et al., 2007; Souchie et al., 2011). Como uma boa formação da parte aérea é de extrema importância em situações de limitação de

espaço ao crescimento de raízes de mudas, como em tubetes ou bandejas, devido ao pequeno volume de substrato nestes recipientes (Oliveira et al., 2008), o acréscimo do biochar nos substratos comerciais pode ser uma alternativa eficiente para o desenvolvimento vegetal em tais condições.

Foram verificadas diferenças entre os tratamentos para o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) (p=0,001), com o substrato Germinar[®] com 7,5% de biochar apresentando desempenho superior ao substrato Qualifibra[®] (Figura 1),

Tabela 2. Massa fresca e seca da parte aérea (MFPA e MSPA), massa fresca e seca da raiz (MFR e MSR) de mudas de beterraba cv. Tall Top Early Wonder, aos 30 DAS, em função de diferentes substratos

Tratamentos	MFPA (g)	MSPA (g)	MFR (g)	MSR (g)
GR	0,10980 a	0,00983 a	0,11275 a	0,01113 a
GR+B7,5	0,10985 a	0,00888 ab	0,07030 a	0,00883 a
GR+B15	0,08668 ab	0,00813 ab	0,06315 a	0,00658 a
QB	0,06763 ab	0,00715 ab	0,06425 a	0,00800 a
QB+B7,5	0,06703 ab	0,00603 b	0,06185 a	0,00785 a
QB+B15	0,05365 b	0,00613 b	0,04795 a	0,00648 a
CV (%)	28,01	19,92	54,08	34,66

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

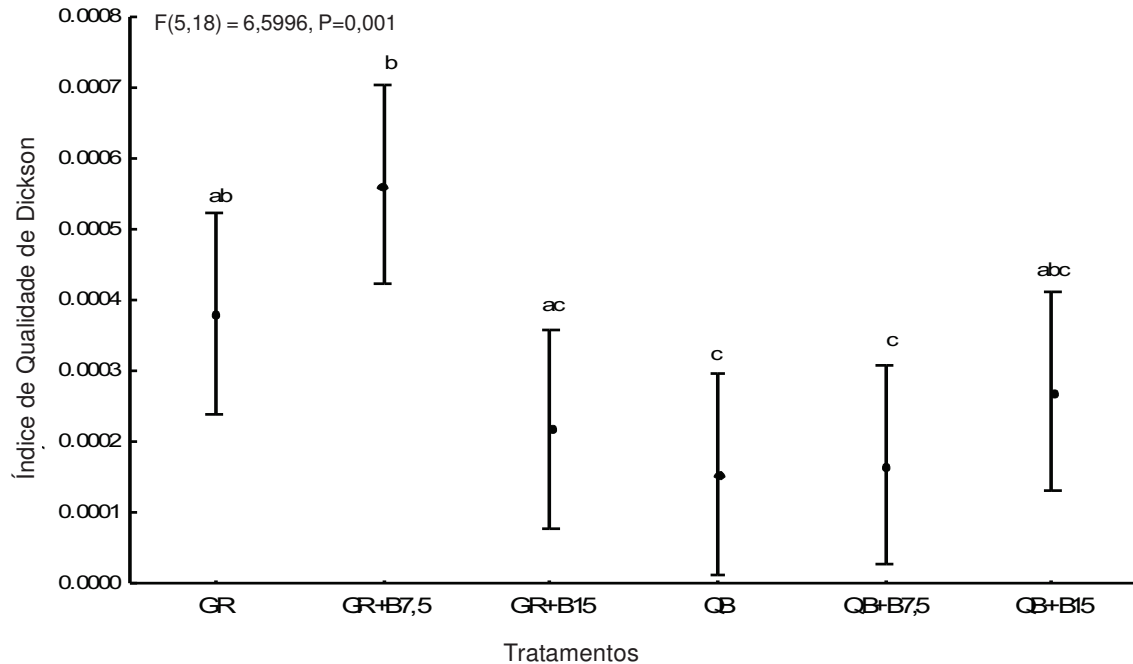


Figura 1. Resultados de Índice de Qualidade de Dickson de mudas de beterraba, cv. Tall Top Early Wonder, aos 30 DAS, em função de diferentes substratos. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

comprovando a eficácia do produto na qualidade final das mudas.

Em trabalho com mudas de berinjela, Lima et al. (2013) observaram que substratos com doses de biochar adicionadas em Latossolo mostraram resultados de IQD semelhantes aos do presente estudo para o substrato comercial Germinar®. Como este parâmetro de desempenho vegetativo é o mais importante para a avaliação da qualidade das mudas (Costa et al., 2011), a hipótese de que o biochar contribui para o desenvolvimento vegetal quando adicionado a substratos comerciais pode ser confirmada.

Verificou-se também, no presente trabalho, diferenças em relação aos dois tipos de substratos comerciais utilizados, independentemente da adição de biochar, fato que pode estar relacionado às diferentes composições de material nesses produtos, conforme foi discutido por Ferraz et al. (2005).

Conclusões

A adição de 7,5% de biochar ao substrato Germinar® mostrou-se eficiente para a produção de mudas de

beterraba. A hipótese de que biochar pode condicionar até mesmo substratos comerciais balanceados se confirmou para mudas de beterraba em bandejas plásticas, comprovando a eficácia do produto.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro ao Projeto Biochar (CT-AGRO 575019/2008), coordenado por Ben Hur Marimon Junior.

Literatura Citada

- ALVES, M. 2006. Impactos da utilização de fino de carvão e extrato pirolenhoso na agricultura. Dissertação Mestrado. Jaboticabal, SP, UNESP. 52p.
- ARRUDA, M. R. de; TEIXEIRA, W. G. 2009. Utilização de resíduos de carvão vegetal associado a fontes orgânicas de nutrientes no manejo sustentável do solo e do guaranzeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) na Amazônia Central. In: Teixeira, W. G. et al. As Terras Pretas de índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas. Manaus, AM, Embrapa Amazônia Ocidental. pp. 306-313.

- BENITES, V. de M. et al. 2009. Utilização de carvão e subprodutos da carbonização vegetal na agricultura: aprendendo com as Terras Pretas de Índio. In: Teixeira, W. G. et al. As Terras Pretas de Índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas. Manaus, AM, Embrapa Amazônia Ocidental pp.285-296.
- BEZERRA, F. C. 2003. Produção de mudas de hortaliças em ambiente protegido. Fortaleza, CE, Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos nº 72.
- COSTA, E. et al. 2011. Qualidade de mudas de berinjela submetida a diferentes métodos de produção. Revista Ciência Agrônômica (Brasil) 42:1017-1025.
- CUNHA, T. J. F. et al. 2009. Soil organic matter and fertility of anthropogenic dark earths (Terra Preta de Índio) in the Brazilian Amazon basin. Revista Brasileira de Ciência do Solo 33(1):85-93.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. 1960. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. Forest Chronicle 36:10-13.
- ECHER, M. de M. et al. 2007. Avaliação de mudas de beterraba em função do substrato e do tipo de bandeja. Semina: Ciências Agrárias (Brasil) 28(1):45-50.
- FERRAZ, M. V.; CENTURION, J. F.; BEUTLER, A. N. 2005. Caracterização física e química de alguns substratos comerciais. Acta Scientiarum Agronomy 27(2):209 - 214.
- FURLANI, P. R.; PURQUERIO, L. F. V. 2010. Avanços e desafios na nutrição de hortaliças. In: Prado, R. M. et al. Nutrição de plantas: diagnose foliar em hortaliças. Jaboticabal, SP, FCAV/FAPESP/CAPES/FundUnesp. pp.45-62.
- GASKIN, J. W. et al. 2010. Effect of peanut hull and pine chip biochar on soil nutrients, corn nutrient status, and yield. Agronomy Journal 102:623-633.
- GLASER, B. et al. 2001. The 'Terra Preta' phenomenon: a model for sustainable agriculture in the humid tropics. Naturwissenschaften 88(1):37-41.
- GLASER, B.; LEHMANN, J.; ZECH, W. 2002. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal - a review. Biology and Fertility of Soils 35:219-230.
- GOMES, L. A. A. et al. 2008. Produção de mudas de alface em substrato alternativo com adubação. Horticultura Brasileira 26(3):359-363.
- GRANGEIRO, L. C. et al. 2007. Acúmulo e exportação de nutrientes em beterraba. Ciência e Agrotecnologia (Brasil) 31 (2):267-273.
- LEHMANN, J. 2007. Bioenergy in the black. Frontiers in Ecology and the Environment 5(7):381-387.
- LEHMANN, J.; JOSEPH, S. 2009. Biochar for environmental management: an introduction. In: Lehmann, J.; Joseph, S. Biochar for environmental management: science and technology. London, Earthscan. pp.01-09.
- LEHMANN, J. et al. 2003. Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and Ferralsol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments. Plant and Soil 249:343-357.
- LIANG, B. et al. 2006. Black carbon increases cation exchange capacity in soils. Soil Science Society of America Journal 70:1719-1730.
- LIMA, S. L. et al. 2013. Biochar as substitute for organic matter in the composition of substrates for seedlings. Acta Scientiarum Agronomy 35:333-341.
- MAJOR, J. et al. 2010. Maize yield and nutrition during 4 years after biochar application to a Colombian savanna oxisol. Plant Soil 333:117-128.
- MARIMON-JUNIOR, B. H. et al. 2012. Produção de mudas de jiló em substrato condicionado com Biochar. Comunicata Scientiae 3(2):108-114.
- MARQUES, L. F. et al. 2010. Produção e qualidade da beterraba em função da adubação com esterco bovino. Revista Brasileira de Agroecologia (Brasil) 5(1):24-31
- MEDEIROS, D. C. et al. 2008. Qualidade de mudas de alface em função de substratos com e sem biofertilizante. Horticultura Brasileira 26(2):186-189.
- MENDONÇA, V. et al. 2003. Diferentes substratos e recipientes na formação de mudas de mamoeiro 'Sunrise Solo'. Revista Brasileira de Fruticultura) 25(1):127-130.
- MORALES, M. M. 2010. Efeito do biocarvão sobre o comportamento da matéria orgânica e do fósforo em solo degradado. Tese Doutorado. Botucatu, SP, UNESP. 75p.
- OLIVEIRA, D. A. et al. 2008. Produção de mudas de pimentão e alface em diferentes combinações de substrato. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável (Brasil) 3(1):133-137.
- PETTER, F. A. et al. 2012. Soil fertility and agronomic response of rice to biochar application in the Brazilian savannah. Pesquisa Agropecuária Brasileira 47(5):699-706.
- RONDON, M. A. et al. 2007. Biological nitrogen fixation by common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) increases with biochar additions. Biology and Fertility of Soils 43:699-708.
- SOUCHIE, F. F. et al. 2011. Carvão pirogênico como condicionante para substrato de mudas de *Tachigali vulgaris*. Ciência Florestal (Brasil) 21(4):811-821.
- STEINER, C. et al. 2007. Long term effects of manure, charcoal and mineral fertilization on crop production and fertility on a highly weathered Central Amazonian upland soil. Plant Soil 291:275-290.
- ZANETTI, M. et al. 2003. Uso de subprodutos de carvão vegetal na formação do porta-enxerto limoeiro 'Cravo' em ambiente protegido. Revista Brasileira de Fruticultura 25 (3):508-512. ●