

## **Desenvolvimento de mudas de rúcula em substratos condicionados com biochar e esterco bovino**

Stefany Lorryny Lima<sup>1</sup>, Ben Hur Marimon-Junior<sup>1</sup>, Charlismilã Amorim do Couto<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Mato Grosso, Nova Xavantina - MT, Brasil. stefany\_sll@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal de Goiás, Goiânia - GO, Brasil. charliscouto@hotmail.com

### **Resumo**

Objetivou-se nesse trabalho testar a hipótese de que o biochar interage com esterco bovino, atuando como condicionador de substrato no desenvolvimento de mudas de rúcula. O experimento foi desenvolvido na Universidade do Estado de Mato Grosso, Nova Xavantina-MT, de março a abril de 2012. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, em esquema fatorial (4x4), com dezesseis tratamentos e quatro repetições. Foram verificados parâmetros de crescimento e qualidade até os 40 dias após a semeadura. Nesse período de avaliação não houve resposta das mudas a adição de biochar e esterco bovino, exceto no parâmetro número de folhas. Os resultados observados parecem ser relacionados ao curto tempo de avaliação que não foi suficiente para ação dos produtos adicionados ao solo.

**Palavras-chave:** carvão vegetal, *Eruca sativa*, matéria orgânica, hortaliças

### **Development of seedlings of arugula on substrates conditioned with biochar and manure**

#### **Abstract**

The objective of the present study was to test the hypothesis that biochar interacts with manure, acting as substrate conditioner in development of arugula seedlings. The experiment was conducted at the University of Mato Grosso, Nova Xavantina-MT, Brazil, from March to April 2012. The experimental design was in factorial randomized block (4x4), with sixteen treatments and four replications. Growth and quality parameters were verified until 40 days after sowing. In this evaluation period there was no response of the addition of biochar and bovine manure, except in the number of leaves parameter. The observed results seem to be related to the short evaluation time that was not sufficient for the action of the products added to the soil.

**Key words:** charcoal, *Eruca sativa*, organic matter, vegetables

## Introdução

De maneira geral, as características químicas, físicas e biológicas do solo em sistemas agrícolas de cultivo são fundamentais para um bom desempenho agrônomico das culturas, sendo a matéria orgânica um dos componentes com maior importância para a manutenção de altas produtividades. Contudo, um dos entraves nas regiões tropicais é a rápida decomposição da matéria orgânica, o que requer sua constante reposição no sistema produtivo, pois a mesma pode representar até 80% da capacidade de troca catiônica dos solos dessas regiões (Pacheco e Petter 2011).

Neste contexto, o biochar, por se tratar de um material mais persistente, surge como alternativa para a manutenção dos estoques de carbono e da capacidade de troca catiônica no solo, contribuindo assim em longo prazo para a melhoria das características edáficas essenciais no desenvolvimento das culturas (Glaser et al. 2002; Lehmann 2007; Lehmann e Joseph 2009; Major et al. 2010; Gaskin et al. 2010; Petter et al. 2012).

A utilização do biochar no solo ou em substratos é alternativa também para o aproveitamento de resíduos sólidos e diminuição do custo de produção (Moreira et al. 2010). Suas características, como a estabilidade e persistência no solo, quando comparado às demais formas de matéria orgânica, capacidade de retenção de nutrientes e água são aspectos que contribuem para o efeito benéfico no solo ou associado a substratos (Glaser et al. 2002; Lehmann 2007; Petter et al. 2012). Estas características contribuem significativamente para o crescimento, desenvolvimento e produtividade das culturas agrícolas (Lehmann et al. 2003; Steiner et al. 2007).

Além da sustentabilidade nos sistemas agrícolas, outra forte preocupação atual da comunidade científica é a produção de alimentos com qualidade, principalmente os de consumo *in natura*, como frutas e hortaliças. Na produção de olerícolas exige-se o aperfeiçoamento do sistema produtivo de forma a atender as necessidades de qualidade, quantidade e regularidade no fornecimento dos produtos (Furlani e Purquerio 2010).

Assim, a produção de mudas em cultivo protegido e com o uso de bandejas é uma alternativa para melhorar a qualidade e a padronização das plantas (Costa et al. 2011), além de reduzir o ciclo da cultura no campo, promover melhor aproveitamento da área e menor estresse em relação ao transplantio (Costa et al. 2011; Gomes et al. 2008). Nesse sistema de produção, a qualidade do substrato é um fator importante, uma vez que incide diretamente no potencial de germinação e desenvolvimento das mudas (Medeiros et al. 2008). Para ser adequado, o substrato deve apresentar boa capacidade de troca catiônica, nutrientes em teores suficientes, boa retenção de umidade e aeração abundante, além do baixo custo (Oliveira et al. 2009).

Como abordado anteriormente, as características físicas, como a estabilidade (Lehmann e Joseph 2009) e a estrutura porosa (Glaser et al. 2002; Lehmann 2007; Lehmann e Joseph 2009), fazem do biochar um produto com elevado potencial de uso como condicionador de solo (Petter et al. 2012) e substrato (Marimon-Junior et al. 2012), aumentando a retenção de água e nutrientes, favorecendo a germinação, crescimento e desenvolvimento vegetal, influenciando diretamente na produtividade das culturas (Glaser et al. 2002).

Diante disso e da escassez de estudos envolvendo condicionadores de solo para a produção de mudas olerícolas, o objetivo deste trabalho foi avaliar a interação entre o biochar e uma fonte de matéria orgânica (esterco bovino) como alternativa no desenvolvimento de

mudas de rúcula (*Eruca sativa*). Testou-se a hipótese de ocorre sinergia entre biochar e esterco bovino, resultando em condicionamento de substrato na produção de mudas de rúcula.

## Material e métodos

O experimento foi desenvolvido no viveiro de mudas da Universidade do Estado de Mato Grosso, em Nova Xavantina - MT (14° 41' 25" S; 52° 20' 55" W), entre março e abril de 2012. Foi utilizada a cultivar 'Cultivada' (lote: 0011501030078010; germinação: 94%), semeada em bandejas de poliestireno expandido com 200 células, a 1,0cm de profundidade. As bandejas foram dispostas sobre suportes de ferro a uma altura de 1,20m com telado sombreado a 50%, modelo capela. Foi realizada irrigação por microaspersão, ajustada conforme as condições climáticas. O desbaste foi realizado quando as plantas apresentaram o primeiro par de folhas definitivas, aos 07 dias após a semeadura (DAS), mantendo-se a planta mais vigorosa por célula.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, em esquema fatorial (4x4), com dezesseis tratamentos e quatro repetições. Foram realizadas interações entre quatro concentrações de biochar (BC) e esterco bovino (EB) em proporções iguais 0, 10, 20 e 40% (v/v), adicionadas a Latossolo Vermelho distrófico (LV), resultando em dezesseis tratamentos com as seguintes combinações de BC e EB: 0-0, 0-10, 0-20, 0-40, 10-0, 10-10, 10-20, 10-40, 20-0, 20-10, 20-20, 20-40, 40-0, 40-10, 40-20 e 40+40. O carvão vegetal utilizado para a formação dos substratos possuía granulometria inferior a 0,5mm e foi obtido de madeira de espécies do Cerrado, em forno de alvenaria do tipo convencional. A mistura dos substratos foi realizada através de betoneira para perfeita homogeneização. Os materiais utilizados na formação dos substratos foram analisados quanto às características químicas (Tabela 1).

**Tabela 1.** Análise química dos materiais utilizados na formação dos substratos, incluindo Latossolo Vermelho, esterco bovino e biochar.

	pH	Ca	Mg	H+Al	CTC	P	K	V	MO
	CaCl <sub>2</sub>	----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----			-----	mg dm <sup>-3</sup>		%	g dm <sup>-3</sup>
				--					
Latossolo Vermelho	5,0	2,9	1,1	5,6	10,0	24,9	15,0	43,9	49,8
Esterco bovino	7,1	6,3	1,3	0,8	11,8	883,1	13,1	93,0	117,1
Biochar	5,8	2,1	0,9	1,6	5,4	9,9	330	71,0	17,4

Aos 40 DAS foram avaliados os parâmetros número de folhas, altura, diâmetro e biomassa aérea e radicular, utilizando-se 12 plantas centrais por repetição para cada tratamento. O diâmetro foi medido com paquímetro digital, enquanto a biomassa foi verificada em balança de precisão após secagem do material em estufa de circulação forçada a 65°C.

Para comparação da qualidade das mudas entre os tratamentos foi verificado as relações entre: altura e diâmetro (H/DM); altura e massa seca da parte aérea (H/MSPA); massa seca da parte aérea e massa seca radicular (MSPA/MSR); e o índice de qualidade de Dickson – IQD = [MST/(H/D)+(MSPA/MSR)] (Dickson et al. 1960).

Os resultados dos parâmetros de crescimento e qualidade das mudas foram verificados através da análise de variância e, quando significativos a 5%, foram analisados pelo estudo de regressão polinomial (superfície de resposta). Inicialmente, verificou-se a significância das

interações entre os fatores BC e EB e, quando estas não mostraram significância, efetuou-se o estudo de regressão de primeiro e segundo graus para cada fator separadamente. As análises estatísticas foram realizadas no programa Statistica (Statsoft Inc., Tulsa, OK, EUA).

## Resultados e Discussão

Os parâmetros avaliados nas mudas de rúcula aos 40 DAS não apresentaram diferenças significativas entre as doses de biochar e esterco bovino avaliadas, bem como suas interações (Tabela 2). Exceto para o parâmetro número de folhas por muda, que foi influenciado pela adição desses produtos (Figura 1).

**Tabela 2.** Valores médios dos parâmetros de crescimento: altura (H), diâmetro (DM), massa seca da parte aérea e radicular (MSPA e MSR); e dos parâmetros de qualidade: relação H/MSPA, H/DM, MSPA/MSR e Índice de Qualidade de Dickson (IQD), de mudas de rúcula cultivar ‘Cultivada’ aos 40 dias após a semeadura, com a combinação de biochar e esterco bovino curtido.

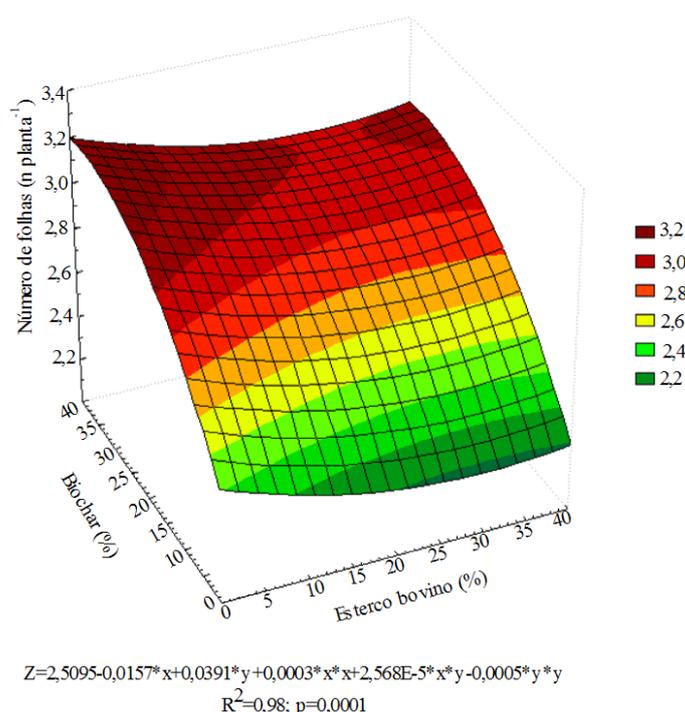
BC x EB	H (cm)	DM (mm)	MSPA (g)	MSR (g)	H/MSPA (cm g <sup>-1</sup> )	H/DM (cm mm <sup>-1</sup> )	MSPA/MSR (g g <sup>-1</sup> )	IQD
0-0	4,21	0,70	0,012	0,011	350,83	6,01	1,09	0,0032
0-10	4,04	0,67	0,016	0,011	252,50	6,03	1,45	0,0036
0-20	4,46	0,75	0,024	0,015	185,83	5,95	1,60	0,0051
0-40	4,34	0,74	0,020	0,016	217,00	5,86	1,25	0,0052
10-0	3,21	0,67	0,018	0,009	178,33	4,79	2,00	0,0039
10-10	3,73	0,74	0,014	0,011	266,43	5,04	1,27	0,0038
10-20	4,61	0,77	0,015	0,013	307,33	5,99	1,15	0,0039
10-40	4,74	0,77	0,023	0,020	206,09	6,16	1,15	0,0060
20-0	3,84	0,72	0,010	0,009	384,00	5,33	1,11	0,0029
20-10	4,22	0,72	0,014	0,011	301,43	5,86	1,27	0,0037
20-20	4,65	0,73	0,022	0,012	211,36	6,37	1,83	0,0041
20-40	4,46	0,76	0,024	0,014	185,83	5,87	1,71	0,0050
40-0	3,66	0,67	0,010	0,010	366,00	5,46	1,00	0,0030
40-10	3,95	0,68	0,013	0,008	303,85	5,81	1,63	0,0029
40-20	4,24	0,72	0,017	0,011	249,41	5,89	1,55	0,0038
40-40	4,52	0,80	0,019	0,014	237,89	5,65	1,36	0,0047
P	0,677 <sup>ns</sup>	0,174 <sup>ns</sup>	0,713 <sup>ns</sup>	0,380 <sup>ns</sup>	0,609 <sup>ns</sup>	0,805 <sup>ns</sup>	0,456 <sup>ns</sup>	0,708 <sup>ns</sup>

<sup>ns</sup> Não significativo, a 5% de probabilidade, pelos testes de regressão polinomial.

A ausência do efeito das doses empregadas para a altura de planta, diâmetro e massa seca contradiz os resultados encontrados por Rodrigues et al. (2008) que avaliando a quantidade de esterco bovino no desempenho agrônomo da rúcula, verificou efeito significativo para todas as variáveis analisadas. Os parâmetros altura, diâmetro, massa seca da parte aérea e radicular mostraram valores médios de 4,18 cm, 0,73 mm, 0,017 g e 0,012 g, respectivamente (Tabela 2). Enquanto as médias dos parâmetros de qualidade foram 0,0041 para o IQD, 262,8 para H/MSPA, 5,75 para H/DM e 1,40 para MSPA/MSR. Esses resultados

são inferiores aos observados na literatura (Ensinas et al. 2011; Ensinas et al. 2013), o que demonstra que as plantas não conseguiram atingir seu potencial de crescimento, como verificado também por Leite et al. (2011).

O parâmetro número de folhas mostrou influência da interação biochar e esterco bovino, com melhores resultados conforme o aumento da adição de esterco bovino no substrato. A interação entre maiores doses de esterco, acima de 35%, e doses crescentes de biochar, acima de 10% promoveram um acréscimo médio de 34% no número médio de folhas (Figura 1). O efeito positivo, principalmente da matéria orgânica, sobre o desenvolvimento da biomassa aérea das mudas, beneficia a capacidade fotossintética, fazendo com que a planta apresente um melhor desempenho e vigor após o transplante (Medeiros et al. 2007; Rodrigues et al. 2008).



**Figura 1.** Número de folhas em mudas de rúcula cultivar ‘Cultivada’ aos 40 dias após a semeadura, com a combinação de biochar e esterco bovino curtido.

A hipótese de ocorre sinergia entre biochar e esterco bovino para promover melhor desenvolvimento de mudas de rúcula não foi corroborada com esse arranjo experimental, exceto para número de folhas. Esses resultados são distintos do que vem sendo discutido na literatura. Diferentes autores (Araújo Neto et al. 2009; Marques et al. 2010; Rodrigues et al. 2008) observam efeito positivo no desenvolvimento de mudas de olerícolas com o uso de esterco bovino nos substratos. O efeito positivo da interação entre biochar e um produto fonte de nutrientes, como o esterco bovino também é discutido por diferentes autores (Gaskin et al. 2010; Glaser et al. 2002; Steiner et al. 2007), inclusive com mudas de outras espécies de olerícolas verificaram (Lima et al. 2013 a, b).

Os benefícios da adição de esterco bovino em substratos devem-se as características favoráveis para o desenvolvimento vegetal, como a disponibilização de nutrientes e aumento da porosidade do solo, o que favorece a retenção de água e a aeração do solo, promovendo um melhor desenvolvimento radicular e melhor desenvolvimento geral da planta. A

disponibilização de nutrientes através da decomposição do esterco, principalmente nitrogênio, que é essencial para o crescimento vegetal, promove o incremento na parte aérea da planta, o que pode favorecer seu desenvolvimento, por promover maior capacidade fotossintética (Marques et al. 2010).

Enquanto que as características do biochar lhe conferem capacidade de incrementar a fertilidade do solo com melhorias na ciclagem de nutrientes, graças ao aumento da capacidade de troca catiônica (CTC) e diminuição das perdas por lixiviação, além de aumentar a retenção de água no solo (Glaser et al. 2002; Lehmann 2007; Lehmann e Joseph 2009). Apesar dessas características, discute-se que o biochar não possui capacidade de fornecer diretamente os nutrientes aos vegetais, o que justifica o objetivo de testá-lo em conjunto com uma fonte de matéria orgânica, nesse caso o esterco (Winsley 2007).

Considerando os efeitos comprovados desses produtos no desenvolvimento vegetal quando adicionados isoladamente ou em conjunto no solo ou substrato supõe-se que os resultados observados nesse estudo estão relacionados ao curto tempo de avaliação das plantas. O período de avaliação pode não ter sido suficiente para que os produtos, biochar e esterco bovino agissem no solo, bem como as mudas de rúcula respondessem as condições onde estavam submetidas. Essa hipótese também é discutida por Lima et al. (2016) em estudo com mudas de beterraba.

## Conclusão

1. As doses de esterco bovino e biochar não influenciaram o desenvolvimento e qualidade das mudas de rúcula no curto período de tempo avaliado.
2. Considerando que o número de folhas foi influenciado pelos substratos avaliados pode-se inferir que o tempo de avaliação pode ter sido insuficiente para verificar a influência real do biochar e do esterco no desenvolvimento das plantas.

## Referências

ALMEIDA J. P. N.; BARROS G. L.; SILVA G. B. P.; PROCÓPIO I. J. S.; MENDONÇA V. Substratos alternativos na produção de mudas de maracujazeiro amarelo em bandeja. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 1, p. 188-195, 2011.

ARAÚJO NETO S. E.; AZEVEDO J. M. A.; GALVÃO R. O.; OLIVEIRA E. B. L.; FERREIRA R. L. F. Produção de muda orgânica de pimentão com diferentes substratos. **Ciência Rural**, v. 39, n. 5, 2009.

COSTA E.; DURANTE L. G. Y.; NAGEL P. L.; FERREIRA C. R.; SANTOS A. Qualidade de mudas de berinjela submetida a diferentes métodos de produção. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 1017-1025, 2011.

DICKSON A.; LEAF A. L.; HOSNER J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forestry Chronicle**, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.

ENSINAS, S. C.; MAEKAWA JUNIOR, M. T.; ENSINAS, B. C. Desenvolvimento de mudas de rúcula em diferentes combinações de substrato. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 18, n. 1, p. 1-7, 2011.

ENSINAS, S. C.; MONACO, K. A.; BORELLI, A. B.; SCALON, S. Q.; SILVA, E. F. Fertirrigação na formação de mudas de rúcula em diferentes substratos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 12, n. 3, p. 238-246, 2013.

FURLANI P. R.; PURQUERIO L. F. V. 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, p. 45-62, 2010.

GASKIN J. W.; SPEIR R. A.; HARRIS K. C.; LEE R. D.; MORRIS L. A.; FISHER D. S. Effect of peanut hull and pine chip biochar on soil nutrients, corn nutrient status, and yield. **Agronomy Journal**, v. 102, n. 2, p. 623-633, 2010.

GLASER B.; LEHMANN J.; ZECH W. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal – a review. **Biology and fertility of soils**, v. 35, n. 4, p. 219-230, 2002.

GOMES L. A. A.; RODRIGUES A. C.; COLLIER L. S.; FEITOSA S. D. S. Produção de mudas de alface em substrato alternativo com adubação. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 3, p. 359-363, 2008.

LEHMANN, J. Bio-energy in the black. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 5, n. 7, p. 381-387, 2007.

LEHMANN J.; JOSEPH S. Biochar for Environmental Management: An Introduction. **Biochar for Environmental Management-Science and Technology, UK, Earthscan**, 2009.

LEHMANN J.; SILVA JUNIOR J. P.; STEINER C.; NEHLS T.; ZECH W.; GLASER B. Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and Ferralsol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments. **Plant and soil**, v. 249, n. 2, p. 343-357, 2003

LEITE D. T.; FERREIRA E. F.; QUEIROGA V. D. P. P.; DANTAS E. Avaliação de diferentes épocas de cultivo e doses de esterco sobre a produção de rúcula. **Hortic. bras**, v. 29, n. 2, 2011.

LIMA S. L, MARIMON-JUNIOR B. H.; PETTER F. A.; TAMIOZZO S.; BUCK G. B.; MARIMON B. S. Biochar as substitute for organic matter in the composition of substrates for seedlings. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 35, n. 3, p. 333-341, 2013a.

LIMA S. L.; TAMIOZZO S.; PETTER F. A.; MARIMON B. S.; MARIMON-JUNIOR B. H.. Desenvolvimento de mudas de beterraba em substratos comerciais tratados com biochar. **Agrotropica**, v. 25, p. 181-186, 2013b.

LIMA S. L.; MARIMON-JUNIOR B. M.; TAMIOZZO S.; PETTER F. A.; MARIMON B. S.; ABREU M. F. Biochar adicionado em Latossolo Vermelho beneficia o desenvolvimento de mudas de beterraba? **Comunicata Scientiae**, v. 7, n. 1, p. 97, 2016.

MAJOR J.; RONDON M.; MOLINA D. RIHA S. J.; LEHMANN J. (2010) Maize yield and nutrition during 4 years after biochar application to a Colombian savanna oxisol. **Plant and soil**, v. 333, n. 1-2, p. 117-128, 2010.

MARIMON-JUNIOR B. H.; PETTER F. A.; ANDRADE F.; MADARI B. E.; MARIMON B. S.; SCHOSSLER T. R.; GONÇALVES L. G. V.; BELÉM R. S. Produção de mudas de jiló em substrato condicionado com Biochar. **Comunicata Scientiae**, v.3, n. 2, p. 108-114, 2012.

MARQUES L. F.; MEDEIROS D. C.; COUTINHO O. L.; MARQUES L. F.; MEDEIROS, C. B.; VALE L. S. Produção e qualidade da beterraba em função da adubação com esterco bovino. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 5, n. 1, p. 24-31, 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. 2008. Qualidade de mudas de alface em função de substratos com e sem biofertilizante. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 186-189, 2008.

MOREIRA M. A.; DANTAS F. M.; BIANCHINI F. G.; VIÉGAS P. R. A. Produção de mudas de berinjela com uso de pó de coco. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 12, n. 2, p. 163-170, 2010.

OLIVEIRA A. B.; HERNANDEZ F. F. F.; ASSIS JÚNIOR R. N. Pó de coco verde, uma alternativa de substrato na produção de mudas de berinjela. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 1, p. 39-44, 2008.

PACHECO L. P.; PETTER F. A. Benefits of cover crops in soybean plantation in brasilian Cerrados. In: **TZI BUN, NG Soybean: applications and technology. Rijeka: InTech**, p. 67-94, 2011.

PETTER F. A.; MADARI B. E.; SOLER M. A. S.; CARNEIRO M. A. C.; CARVALHO M. T. M.; MARIMON-JUNIOR B. H.; PACHECO L. P. Soil fertility and upland rice yield after biochar application in the Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 5, p. 699-706, 2012.

RODRIGUES, G. S. O.; TORRES, S. B.; LINHARES, P. C. F.; FREITAS, R. S.; MARACAJÁ, P. B. Quantidade de esterco bovino no desempenho agronômico da rúcula (*Eruca sativa* L.), cultivar Cultivada. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 1, p. 162-168, 2008.

STEINER C.; TEIXEIRA W. G.; LEHMANN J.; NEHLS T.; MACÊDO J. L. V.; BLUM W. E. H.; ZECH W. Long term effects of manure, charcoal and mineral fertilization on crop production and fertility on a highly weathered Central Amazonian upland soil. **Plant and soil**, v. 291, n. 1-2, p. 275-290, 2007.

WINSLEY P. Biochar and bioenergy production for climate change mitigation. **New Zealand Science Review**, v. 64, n. 1, p. 5-10, 2007.