

Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 11 (4)

August 2018

Article link

<http://www.seasinop.com.br/revista/index.php?journal=SEA&page=article&op=view&path%5B%5D=525&path%5B%5D=pdf>

Included in DOAJ, AGRIS, Latindex, Journal TOCs, CORE, Discoursio Open Science, Science Gate, GFAR, CIARDRING, Academic Journals Database and NTHRYS Technologies, Portal de Periódicos CAPES.



Biochar como condicionante de solo no cultivo do eucalipto híbrido urograndis

Biochar as soil conditioner in the cultivation of eucalyptus hybrid urograndis

V. L. Silva¹, R. S. Belém¹, B. H. Marimon Junior¹, F. R. Andrade², J. Farias¹, N. C. L. Rocha¹

Universidade do Estado de Mato Grosso
Universidade Federal de Lavras

Author for correspondence: valeria.silva21@hotmail.com

Resumo. O carbono pirogênico, recentemente denominado "Biochar", é uma forma bastante estável da matéria orgânica do solo (MOS) e auxilia na sua capacidade de troca catiônica (CTC), podendo funcionar como condicionante nutricional em cultivos florestais. Em decorrência da alta demanda por produtos florestais, o eucalipto vem ganhando destaque na região do Cerrado, que tem sido vista com uma fronteira silvicultural, especialmente em áreas de pastagem degradadas. Este trabalho objetivou avaliar as respostas produtivas de *Eucalyptus urograndis* à aplicação de Biochar na cova de plantio, visando novas recomendações técnica para uso do produto nesta cultura. O trabalho foi desenvolvido na área experimental da Universidade do Estado de Mato Grosso, *campus* de Nova Xavantina – MT, de dezembro de 2012 à abril de 2013. Adotou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com cinco tratamentos, representado pelas doses de biochar: 0 kg, 0,5 kg, 1 kg, 2 kg e 4 kg incorporados à cova com quatro repetições, totalizando 20 parcelas, cada uma contendo 12 plantas cada. Para critérios de avaliação, a parcela útil foi constituída de cinco plantas. Foram mensurados percentagem de mortalidade, comprimento de área da copa, altura e diâmetro das plantas. A aplicação de biochar à cova de plantio propiciou aumento moderado a fraco no desenvolvimento das plantas de eucalipto, provavelmente pelo fato das raízes das plantas extrapolarem rapidamente o raio da cova e assim não dependerem mais daquele ambiente para sua nutrição mineral. Estes resultados indicando que novas formas de manejo do produto devem ser testadas, como a incorporação em toda a área de cultivo, ao invés de somente nas covas.

Palavras-chave: Biochar, carbono pirogênico, *Eucalyptus urograndis*.

Abstract. The pyrogenic carbon, recently termed "Biochar" is quite a way stable of soil organic matter (SOM) and assists in their cationic exchange capacity (CEC), it can act as nutritional conditioning factor in forest crops. Due to the high demand for forest products, eucalyptus has been gaining attention in the Cerrado region, which has been seen with a frontier silvicultural, especially in areas of degraded pasture. This work aimed to evaluate the productive responses of *Eucalyptus urograndis* Biochar application in the planting hole seeking new technical recommendations for use of Biochar in this culture. The work was developed in the experimental area of the University of the State of Mato Grosso, campus of Nova Xavantina - MT, December 2012 to April 2013. The adopted experimental design in blocks at random with five treatments, represented by the doses of biochar: 0 kg, 0.5 kg, 1 kg, 2 kg and 4 kg incorporated into the hole with four replications, totaling 20 plots, each containing 12 plants each. For evaluation criteria, a useful parcel was composed of five plants. Were also measured the percentage of mortality, length of lateral branches, height and diameter of plants. The application of biochar to the planting hole time increased moderate to low development of the eucalypts plants, probably because of plant roots quickly extrapolating the radius of hole and so does not that depend more on their environment for mineral nutrition. These results indicate that new ways of handling the product must be tested, like the incorporation in the whole area of cultivation, instead only in the pits.

Keywords: Biochar, pyrogenic carbon, *Eucalyptus urograndis*

Introdução

O gênero *Eucalyptus* é nativo da Oceania e Sudeste Asiático e apresenta mais de 600 espécies conhecidas (SOARES et al., 2009). Dentre as

espécies de eucalipto utilizadas nos cultivos florestais estão as melhoradas geneticamente e os híbridos, como o eucalipto urograndis, originado através do cruzamento entre as espécies *E.*

urophylla e *E. grandis*. Algumas espécies podem atingir alturas acima de 70 m, cabendo ao *E. grandis* o posto de uma das espécies latifoliadas mais altas do mundo, podendo atingir até 100 m de altura (ARAÚJO et al., 2010).

O eucalipto na região Centro Oeste vem sendo cultivado em áreas anteriormente ocupadas por atividades agropecuárias ou Cerrado nativo, onde é possível encontrar pequenos fragmentos de carvão vegetal na forma de carbono pirogênico (carvão vegetal), resultante de queimadas naturais ou de ação antrópica. O carbono pirogênico, recentemente denominado de "Biochar" (LEHMANN et al., 2003), é uma forma bastante estável da matéria orgânica do solo (MOS) e auxilia na sua capacidade de troca catiônica (CTC) (MADARI et al., 2009). O objetivo deste experimento foi avaliar o potencial do biochar como condicionante de solo no plantio do eucalipto urograndis em campo.

Métodos

O trabalho foi desenvolvido no campo experimental da Universidade do Estado de Mato Grosso, *campus* de Nova Xavantina - MT (UNEMAT - NX) no período de dezembro de 2010 a abril de 2013. A área de estudos está localizada a 305 m de altitude nas coordenadas 14° 41' 25" S e 52° 20' 55" W. O clima da região é do tipo Aw, de acordo com a classificação Köppen (CAMARGO, 1963), isto é, tropical com duas estações climáticas bem definidas, sendo uma seca, de maio a setembro, e uma chuvosa, de outubro a abril (NIMER, 1989). A temperatura média anual é de 24°C e a precipitação em torno de 1.500 mm (Silva et al., 2008). O solo é do tipo Latossolo Amarelo distrófico (*sensu* EMBRAPA, 2006), textura média e fertilidade natural baixa. Foi realizada análise química do solo na profundidade de 0-20 cm, após a aplicação dos tratamentos, assim como o biochar adicionado ao solo (Tabela 1). O Latossolo Amarelo apresentou teores de argila de 181 g kg⁻¹; Silte 66 g kg⁻¹ e Areia 753 g kg⁻¹.

Tabela 1. Análise química do Latossolo Amarelo distrófico (LAd) e Biochar (BH) utilizados no plantio do eucalipto híbrido urograndis (*Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*).

	pH H ₂ O	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺ Al	SB	CTC	P	K	V
		-----Cmol _c dm ⁻³ -----						---mg dm ⁻³ ---		%
LAd ¹	6,0	1,7	0,6	0,0	2,0	2,4	4,3	17,4	22	54,3
BH ¹	5,8	2,1	0,9	0,0	1,6	3,8	5,4	9,9	330	71,0
BH ²	----	0,30	----	----	----	1,83	----	1,82	0,04	----

¹Metodologia de análise de solos Embrapa 1997; ²Metodologia de análise de fertilizantes (valores em %).

A área total do experimento foi preparada com uma aração e duas gradagens, sendo a subsolagem e uma gradagem antes da aplicação de 2,5 Mg ha⁻¹ de calcário, 0,5 Mg ha⁻¹ de gesso agrícola e 0,25 Mg ha⁻¹ de superfosfato triplo seguido de outra gradagem para incorporação dos insumos aplicados. As mudas de eucalipto utilizadas no experimento foram formadas a partir de sementes do híbrido *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* fornecidos pelo IPEF (Instituto de Pesquisas Florestais), cultivar RIP01, procedente de Rio Claro-SP e produzidas no viveiro florestal da Universidade do Estado de Mato Grosso, *campus* de Nova Xavantina-MT, em tubetes de polietileno com capacidade de 50 cm³ em casa de vegetação com sombreamento a 50%, sendo levadas á campo com cerca de 110 dias após a semeadura e para efeito de padronização foram selecionadas somente as mudas sadias, bem formadas e que apresentavam entre 23 e 28 cm de altura.

O plantio das mudas foi efetuado manualmente em dezembro de 2010, em covas de 0,40 m de diâmetro e 0,40 m de profundidade no espaçamento de 2 x 2 m, sem arruamento. Por ocasião de mortalidade de mudas aos 20 dias após o plantio (DAP), devido a um veranico, foi realizado

um replantio. Quando os galhos laterais atingiram ± 5 cm de diâmetro, foram realizadas podas de condução. O período de coleta de dados foi durante os dois primeiros anos e quatro meses, ainda antes da primeira operação de desbaste do povoamento.

Adotou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com cinco tratamentos representados pelas diferentes doses de biochar: 0, 0,5, 1, 2 e 4 kg incorporados à cova. Para cada tratamento, foram instaladas quatro repetições, totalizando 20 parcelas, cada uma contendo 12 plantas. Para critérios de avaliação, a parcela útil foi constituída de cinco plantas.

O biochar foi homogeneizado manualmente com auxílio de enxada ao solo e 100 g do fertilizante NPK (05-25-15). Depois da mistura perfeitamente homogeneizada, o material foi depositado na cova. No caso daquelas que não eram totalmente preenchidas com a mistura, recebiam apenas solo até completar a borda da cova. O solo remanescente foi depositado ao redor da cova em forma de anel para auxiliar na retenção de água. No ato do plantio, cada cova recebeu reforço de 50 g de uréia depositada no fundo de um orifício aberto no centro da cova com diâmetro de 15 mm de

diâmetro e 20 cm de profundidade, onde foi depositada a muda.

O carvão foi produzido com lenha de cerrado através da técnica chamada “rabo quente”, com temperatura variando de 200 °C na fase inicial a 500 °C na fase final da carbonização da madeira. Depois da perfeita carbonização, o material foi moído em triturador de facas rotativas até homogeneização parcial do material. Em seguida, foi peneirado em peneira de malha 2,0 mm para separar o material mais grosseiro remanescente da moagem. Foi realizada a análise química e disponibilidade de nutrientes do biochar (Tabela 1). Os tratamentos culturais realizados na área do plantio consistiram em roçagem simples, aplicação de herbicida para coroamento e prevenção de formigas cortadeiras com iscas formicidas.

Foram tomadas as medidas de altura de plantas e diâmetro de caule de todas as plantas do experimento aos 90, 120, 300, 450, 540, 630, 720, 780, 840 dias após o plantio (DAP). Após a coleta e tabulação dos dados, os mesmos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias das variáveis significativas comparadas pelo critério de Tukey a 5% de significância, utilizando-se o programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2008). Os valores foram também submetidos à análise de regressão linear. Com a finalidade de se obter homocedasticidade, os dados referentes à sobrevivência foram transformados pela equação $(x + 1)^{0,5}$, porém os valores apresentados são as médias originais.

Resultados e discussão

Com exceção da altura de plantas aos 90, 300 e 540 DAP, diâmetro do colo aos 120, 450, 540

e 630 DAP e a área da copa aos 90 DAP, que foram significativamente influenciados pelos tratamentos, não foram registradas diferenças significativas para os demais parâmetros analisados entre as diferentes doses de biochar utilizado na cova de plantio (Tabela 2).

Vários autores demonstraram em seus estudos efeitos positivos do biochar no desenvolvimento das plantas, como Marimon Júnior et al., (2012). Os autores observaram efeito positivo da adição do biochar no substrato para produção de mudas de jiló, da mesma forma que Petter et al. (2012ab), que verificaram efeito positivo do biochar quando adicionado ao substrato para a produção de mudas de alface e eucalipto. Petter et al., (2012c), trabalhando com a adição de biochar à lanço em campo verificou incremento na fertilidade do solo cultivado com arroz, bem como incremento de produtividade do mesmo.

De acordo com Petter (2010), o efeito positivo do biochar na produção de biomassa ou produtividade das culturas se deve ao fato do produto contribuir para uma maior absorção de nutrientes pelas plantas, uma vez que atua como um condicionador do solo, principalmente em função das superfícies reativas nas bordas das estruturas aromáticas dos poros do carbono pirogênico, que é o principal constituinte do biochar.

De maneira geral, apesar de não se detectar efeito significativo das diferentes doses de biochar utilizadas, é possível observar que a menor média de mortalidade, independente da época avaliada, foi para as plantas cultivadas na ausência do biochar (Tabela 3).

Tabela 2. Mortalidade de plantas de eucalipto híbrido urograndis cultivado sob doses crescentes de biochar em diferentes épocas após o plantio.

Tratamentos	Mortalidade (%)				
Biochar Kg cova ⁻¹	90 DAP	120 DAP	300 DAP	450 DAP	540 DAP
0	0,00a	0,00a	22,75a	22,75a	22,75a
0,5	4,00a	4,00a	33,50a	35,50a	35,50a
1,0	2,00a	4,00a	25,00a	25,00a	25,00a
2,0	4,00a	8,25a	37,50a	39,50a	39,50a
4,0	2,00a	2,00a	29,00a	29,00a	29,00a
Biochar Kg cova ⁻¹	630 DAP	720 DAP	780 DAP	840 DAP	-
0	24,75a	24,75a	26,75a	26,75a	-
0,5	43,75a	50,25a	52,25a	52,25a	-
1,0	25,00a	29,25a	27,00a	27,00a	-
2,0	39,50a	41,50a	43,75a	43,75a	-
4,0	29,00a	39,50a	39,50a	39,50a	-

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). DAP = Dias após o plantio.

A maior mortalidade ocorrida em plantas de eucalipto cultivadas em solo sob adição de biochar pode estar relacionado à disponibilidade hídrica do solo para a planta. O carvão, devido à sua estrutura aromática possui características hidrofóbicas, podendo inicialmente reduzir a penetração de água

nos espaços porosos de agregados do solo (ver Marimon-Junior 2012; Petter et al. 2012abc

Ao avaliar a área da copa de eucalipto no presente estudo (Tabela 4), seguindo a ordem de mensuração dos galhos da base ao ápice, foi verificada diferença significativa aos 90 DAP, para a dosagem de 4 kg por cova (3,54 m²) em relação à

testemunha (2,80 m²). Assim também aos 120 DAP que houve maior interação entre os tratamentos, onde o tratamento sem biochar (4,97 m²) mesmo não diferindo estatisticamente da dosagem 0,5 Kg (5,72 m²) se mostrou muito abaixo da média em relação aos demais tratamentos.

Esta condição evidencia uma ação do Biochar mesmo limitada à cova, promoveu uma

ação condicionante inicial de intensidade moderada, provavelmente pelo fato das raízes da planta explorarem uma área maior de solo fora do raio da cova e, portanto, fora da ação condicionante do biochar. Como a cultura possui um acelerado crescimento inicial, tanto da parte aérea quanto das raízes, os limites da copa são facilmente extrapolados pelas raízes.

Tabela 3. Área da copa (AC) de plantas de eucalipto híbrido urograndis cultivado sob doses crescentes de biochar em diferentes épocas após o plantio.

Biochar Kg cova ⁻¹	AC A 90 DAP (m ²)	AC A 120 DAP (m ²)
0	2,80 b	4,97 b
0,5	3,31 ab	5,72 ab
1,0	3,08 ab	6,06 a
2,0	3,39 ab	6,25 a
4,0	3,54 a	6,69 a

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). DAP = Dias após o plantio.

A mensuração da área da copa constitui-se a uma importante variável, pois na fase inicial de crescimento dos ramos, a arquitetura foliar resultante influencia no rendimento vegetativo da planta (BH Marimon-Junior, comunicação pessoal). Portanto, o crescimento da planta na fase inicial é importante para garantir uma planta vigorosa para sobreviver ao longo período de seca que ocorre na região do Cerrado (maio a setembro).

Para a altura de planta (Tabela 5), verificou-se que aos 90 DAP a dose de 4 kg de biochar foi a que apresentou maior média em altura de plantas (2,34 m), porém não diferindo estatisticamente da

testemunha e do tratamento de 2 kg de biochar. Da mesma forma, apesar de não haver diferença estatística significativa aos 200 DAP, a dose de 4 kg de biochar à cova foi a que apresentou a maior altura de plantas (3,33 m). Aos 300 e 540 DAP, verificou-se que as plantas de eucalipto cultivadas com a dose de 1 kg de biochar na cova de plantio apresentaram a maior média de altura (4,47 e 6,20 m), porém não se diferenciando estatisticamente dos demais tratamentos, exceto para a dose de 2 e 4 kg de biochar para a mensuração realizada aos 300 e 540 DAP, respectivamente.

Tabela 4. Altura de plantas (AP) do eucalipto híbrido urograndis (*Eucalyptus urograndis* × *E. urophylla*) cultivado sob doses crescentes de biochar em diferentes épocas após o plantio.

Biochar Kg cova ⁻¹	AP 90 DAP (m)	AP 120 DAP (m)	AP 300 DAP (m)	AP 450 DAP (m)	AP 540 DAP (m)
0	1,97 ab	2,45a	4,42 ab	4,60a	5,37 ab
0,5	1,85 b	2,63a	3,31 ab	4,55a	4,51 b
1,0	1,95 b	3,23a	4,47 a	5,54a	6,20 a
2,0	2,10 ab	3,03a	3,74 b	4,45a	5,08 ab
4,0	2,34 a	3,33a	4,37 ab	5,62a	5,84 ab
Biochar Kg cova ⁻¹	AP 630 DAP	AP 720 DAP	AP 780 DAP	AP 840 DAP	-
0	4,85a	5,46a	6,99a	8,10a	-
0,5	4,26a	4,97a	5,96a	7,10a	-
1,0	5,61a	6,31a	7,56a	8,55a	-
2,0	4,96a	5,29a	6,38a	7,33a	-
4,0	5,73a	6,03a	7,47a	8,55a	-

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). DAP = Dias após o plantio.

Aos 450 e 630 DAP, apesar de não se observar diferenças estatísticas, a dose de 4 kg de biochar promoveu as maiores alturas de plantas (5,62 e 5,73 m respectivamente), efeito que não se repetiu nas mensurações seguintes. Ainda são inexistentes trabalhos na literatura que demonstram o efeito do biochar no desenvolvimento de espécies florestais em nível de campo, porém na produção de mudas o efeito do biochar sobre o crescimento das plantas já é bastante reportado, sendo muitos ainda contraditórios, a exemplo de Petter, et al. (2012b),

que verificou que a adição de biochar ao substrato comercial potencializava o mesmo e promovia maior altura de plantas em mudas de *Eucalyptus citriodora* e *E. grandis* em todas as épocas avaliadas.

Souchie, et al. (2011) verificou que quanto maior a concentração de biochar, maior o desenvolvimento de plantas *Tachigali vulgaris* em altura de plantas, corroborando com os resultados obtidos neste trabalho para altura aos 90 DAP, da mesma forma que corroboram com os dados obtidos por Zanetti et al. (2003), que verificou

melhor desenvolvimento de porta-enxertos de limoeiro 'Cravo' em experimento com biochar. Petter et al. (2012a), utilizando biochar como condicionante de substrato para a produção de mudas de alface observou o bom desempenho produtivo das mudas, onde a adição de biochar ao substrato até 15 % do volume inicial promoveu incremento na altura das plantas.

Para a variável diâmetro caulinar (Tabela 6) das plantas de eucalipto, a adição de 4 kg aos 120 DAP, 1,0 kg aos 450 DAP e 4 kg de biochar à cova aos 630 DAP apresentaram valores significativamente maiores do que a testemunha. Nas demais avaliações, contudo, nenhum valor

diferiu estatisticamente dos demais, apesar das diferenças numéricas desta variável permanecerem bastante evidentes e crescentes, com os menores diâmetros em 0 e 1 kg e os maiores em 2 e 4 kg até o final do experimento.

O teste de regressão linear aos 630 DAP apresentou valores altamente significativos de associação entre as doses de biochar e o crescimento em diâmetro (Figura 1), demonstrando perfeita ação do produto nesta variável importante do incremento em biomassa.

Tabela 5. Diâmetro caulinar (DC) de plantas de eucalipto híbrido urograndis (*Eucalyptus urograndis*) cultivado sob doses crescentes de biochar em diferentes épocas após o plantio.

Biochar Kg cova ⁻¹	DC 90 DAP (cm)	DC 120 DAP (cm)	DC 300 DAP (cm)	DC 450 DAP (cm)	DC 540 DAP (cm)
0	2,60 a	3,56 b	5,02 a	6,65 b	7,05 ab
0,5	2,77 a	3,84 ab	4,95 a	6,78 ab	6,75 b
1,0	2,82 a	3,98 ab	5,75 a	8,14 a	8,62 a
2,0	2,96 a	4,04 ab	5,57 a	6,44 ab	7,72 ab
4,0	2,97 a	4,08 a	6,07 a	7,30 ab	8,18 ab
Biochar Kg cova ⁻¹	DC 630 DAP (cm)	DC 720 DAP (cm)	DC 780 DAP (cm)	DC 840 DAP (cm)	-
0	6,70 c	7,24 a	8,80 a	9,13 a	-
0,5	7,32 bc	7,59 a	8,24 a	8,54 a	-
1,0	7,64 bc	9,05 a	9,40 a	9,62 a	-
2,0	7,89 bc	8,06 a	9,11 a	9,60 a	-
4,0	8,93 ab	8,75 a	9,99 a	10,52 a	-

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). DAP = Dias após o plantio.

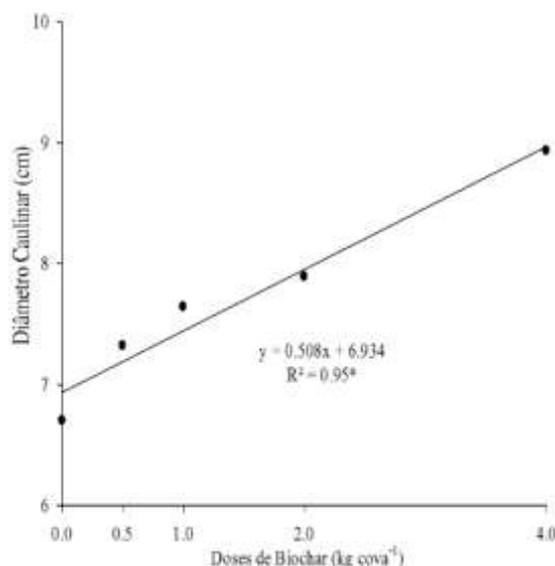


Figura 1: Diâmetro caulinar de plantas de eucalipto híbrido urograndis (*Eucalyptus urograndis*), aos 630 dias após o plantio submetido a diferentes doses de biochar à cova de plantio.

Estes valores indicam um forte condicionamento em diâmetro promovido pelo biochar adicionado à cova de plantio aos 630 DAP. Contudo, a ação do produto não se mostrou suficientemente eficaz para condicionar o crescimento em diâmetro do eucalipto urograndis nas demais avaliações, revelando condicionamento

moderado ao se considerar o tempo total do experimento.

Os resultados de incremento do diâmetro caulinar nas plantas submetidas a aplicação de biochar ainda são contraditórios na literatura. Por exemplo, Petter et al. (2012b), trabalhando com adição de biochar ao substrato para a produção de mudas de eucalipto de duas espécies e Souchie et

al., (2011) com mudas de carvoeiro (*Tachigali vulgaris* L.G. Silva & H.C. Lima), observaram incremento no diâmetro do coleto das plantas quando o substrato foi incrementado com a adição de biochar. Já Zanetti et al. (2003), trabalhando com formação de mudas do porta-enxerto de limoeiro 'cravo' em ambiente protegido, não verificou diferença no diâmetro de caule com a utilização de substratos associados com carvão vegetal, da mesma forma Marimon Junior et al. (2012) também verificaram que, de maneira geral, a adição de biochar aos substratos não influenciou significativamente o diâmetro do caule de mudas de jiló.

De acordo com Petter (2010), uma possível explicação para as respostas agrônômicas das plantas de eucalipto à aplicação do biochar, seria um possível efeito eletrofisiológico do carbono pirogênico para as plantas, o que estaria ocasionando uma redução na energia necessária gasta pelas plantas para a absorção de maiores quantidades de nutrientes, efeito similar ao observado também para as substâncias húmicas (NARDI et al., 2002), sendo este efeito variável entre espécies vegetais.

CONCLUSÕES

A aplicação de biochar na cova de plantio proporcionou condicionamento moderado a fraco para diâmetro, altura e área da copa das plantas de eucalipto. Os efeitos do biochar inicialmente são maiores, com tendência a se estabilizar com o passar dos meses, quando a cultura provavelmente passa a não mais depender diretamente da cova para sua nutrição mineral. O biochar aplicado à cova de plantio se mostra como uma alternativa moderada para o sequestro e imobilização de carbono, apesar dos seus efeitos serem reduzidos. Há necessidade de ensaios com aplicação de biochar em toda a área de cultivo, ao invés de incorporação restrita à cova de plantio, a fim de verificar se novas formas de manejo do condicionante possam se reverter em aumento significativo da produtividade do eucalipto e fixação de carbono.

Referências

ARAUJO F. O, L.; RIETZLER A. C.; DUARTE L. P. Constituintes químicos e efeito ecotoxicológico do óleo volátil de folhas de eucalyptus urograndis. Química Nova, São Paulo, v.33, n7, p.1510-1513, 2010.

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

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. 2006. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solo. 306pp.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. Revista Symposium, Lavras, v.6, p.36-41, 2008.

GLASER B.; LEHMANN, J.; ZECH, W. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal – a review. Biol Fertil Soils 35:219–230, (2002)

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

MADARI, B. E.; CUNHA, T. J. F.; NOVOTNY, E. H.; MILORI, D. M. B. P.; MARTIN NETO, L.; BENITES, V. de M.; COELHO, M. R.; SANTOS, G. A. 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, H. N.; WOODS, W. (Eds.). As terras pretas de Índio da Amazônia: Sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2009. p. 172-188.

MARIMON JUNIOR, B. H. ; PETTER, F. A. ; ANDRADE, F. R. ; MADARI, B. E. ; MARIMON, B. S.; SOUZA, T. R. S. ; GONCALVES, L. G. V. ; BELEM, R. . Produção de mudas de jiló em substrato condicionado com Biochar. Comunicata Scientiae (Online), v. 3, p. 108-114, 2012.

MARTINS, F. B.; STRECK, N. A.; SILVA, J. C.; MORAIS, W. W.; SUSIN, F.; NAVROSKI, M. C.; VIVIAN, M. Deficiência hídrica no solo e seu efeito sobre transpiração, crescimento deficiência hídrica no solo e seu efeito sobre transpiração, crescimento e desenvolvimento de mudas de duas espécies de eucalipto. Revista Brasileira de Solo, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 1297-1306, 2008.

NARDI, S. et al. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biology and Biochemistry, Oxford, v.34, n. 10, p. 1527-1536, 2002.

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

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

PETTER, F. A. ; MARIMON JUNIOR, B. H. ; ANDRADE, F. R. ; MARIMON, B. S. ; GONCALVES, L. G. V. ; SOUZA, T. R. S. . Biochar como

condicionador de substrato para a produção de mudas de alface. Agrarian (Dourados. Impresso), v. 5, p. 243-250, 2012a.

PETTER, F. A. ; ANDRADE, F. R. ; MARIMON JUNIOR, B. H. ; GONCALVES, L. G. V. ; SOUZA, T. R. S. . Biochar como condicionador de substrato para a produção de mudas de eucalipto. Revista Caatinga (UFERSA. Impresso), v. 25, p. 44-51, 2012b.

PETTER, F. A. ; MADARI, B. E. ; SILVA, 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 (1977. Impressa), v. 47, p. 699-706, 2012c.

SILVA, F.A.M.; ASSAD, E.D.; EVANGELISTA, B.A. Caracterização climática do bioma Cerrado. In: Cerrado: ecologia e flora. Brasília: Embrapa, 2008. p.71-88.

SOARES, N.S; SILVA, M.L.; LIMA, J.E.; CARVALHO, K.H. A. Integração espacial no mercado da madeira de eucalipto em São Paulo, Brasil. Scientia Forestalis, Piracicaba, v. 37, n. 82, p. 105-117, jun. 2009.

SOUCHIE, F. F.; MARIMON JÚNIOR, B. H.; PETTER, F. A.; MADARI, B. E.; MARIMON, B. S.; LENZA, E. CARVÃO PIROGÊNICO COMO CONDICIONANTE PARA SUBSTRATO DE MUDAS DE *Tachigali vulgaris* L.G. Silva & H.C. Lima. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 21, n. 4, p. 811-821, 2011.

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.