

Adição de moinha de carvão e de Stimulate® na formação de mudas de *Acacia mangium*

João Henrique do Nascimento Carvalho¹, Ana Paula Leite Lima¹, Sebastião Ferreira Lima¹

¹ Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Chapadão do Sul, Chapadão do Sul, Mato Grosso do Sul, Brasil. E-mail: jh.carvalho20@gmail.com, paula.leite@ufms.br, sebastiao.lima@ufms.br

Recebido: 28/09/2017; Aceito: 02/02/2018.

RESUMO

Considerando que a *Acacia mangium* é uma importante espécie florestal e a moinha de carvão associada a bioestimulantes tem potencial para melhorar o crescimento e qualidade de mudas, o objetivo deste trabalho foi avaliar o uso da moinha de carvão e de Stimulate® na produção de mudas de *Acacia mangium*. O experimento foi instalado em esquema fatorial, combinando proporções de moinha de carvão de 0,0, 0,5, 1,0, 1,5 e 2,0 em mistura com 3 partes de solo para 2 partes de areia na composição do substrato, na presença ou não de Stimulate® (15 mL L⁻¹ de água) no tratamento da semente, com 4 repetições, constituída por 12 tubetes cada. Noventa dias após a semeadura, foram avaliados: índice de velocidade de emergência (IVE), massa seca de raiz (MSR), de parte aérea (MSPA), de nódulos (MSN) e total (MST), altura média (H), diâmetro do coleto (D), comprimento de raiz (CR), número de folhas (NF) e número de nódulos (NN). O uso da moinha de carvão, nas proporções testadas, afetou negativamente o desenvolvimento das mudas de *Acacia mangium*. A adição de Stimulate® proporcionou maior produção de massa seca de raízes. Porém, a adição de moinha de carvão interfere negativamente no efeito do Stimulate®.

Palavras-chave: substratos, bioestimulante, biocarvão.

Addition of bichar and Stimulate® in the formation of *Acacia mangium* seedlings

ABSTRACT

Considering that *Acacia mangium* is an important forest species and the ground charcoal associated with biostimulants has the potential to improve the growth and quality of seedlings, the objective of this work was to evaluate the use of biochar and Stimulate® in the production of seedlings of *Acacia mangium*. The experiment was installed in a factorial scheme, combining proportions of biochar 0.0, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 in mixture with 3 parts of soil to 2 parts of sand in the substrate composition, in the presence or absence of Stimulate® (15 mL L⁻¹ of water) in the treatment of the seed, with 4 replicates, consisting of 12 tubes each. Ninety days after sowing, the following variables were evaluated: emergence velocity index (EVI), root dry mass (RDM), aerial part (APDM), nodules (NDM) and total (TDM), mean height (H), stem diameter (D), root length (RL), number of leaves (NL) and number of nodules (NN). The use of biochar, in the proportions tested, negatively affected the development of *Acacia mangium* seedlings. The addition of Stimulate® provided higher root dry mass production. However, the addition of biochar interferes negatively with the effect of Stimulate®.

Key words: substrates, biostimulant, biochar.

1. Introdução

A crescente demanda por madeira no mercado nacional e internacional, bem como a supressão de áreas nativas para o desenvolvimento de atividades antrópicas, acarretam a necessidade de mais plantios florestais, para fins ambientais e econômicos. Embora no setor florestal brasileiro esteja consolidado o uso de madeira de eucalipto e de pinus, outras espécies como seringueira, teca, paricá e acácia tem se destacado no país (IBÁ, 2017).

Dentre as diversas espécies disponíveis para uso florestal, a *Acacia mangium* tem sido amplamente plantada em alguns países tropicais com finalidade comercial. Essa espécie pertence à família Fabaceae e se comporta como planta pioneira, apresentando rápido crescimento e possibilidade de uso para diversos fins, como na produção de madeira, carvão e na arborização urbana. Também apresenta boa capacidade de associação simbiótica com bactérias fixadoras de nitrogênio e bom desenvolvimento em solos degradados (TONINI et al., 2010).

A maioria das espécies florestais, entre elas a *Acacia mangium*, devem passar pela etapa de produção de mudas, momento no qual se buscam o melhor recipiente, eficiente manejo de irrigação, controle de pragas e doenças, uso equilibrado de nutrientes e substrato adequado. Nesse sentido, Kratz e Wendling (2013) relatam que para se obter sucesso no estabelecimento de povoamentos florestais, deve-se utilizar mudas de qualidade.

Na formação de mudas de qualidade é importante observar o substrato utilizado, buscando formulações que favoreçam a germinação e o desenvolvimento de mudas saudáveis e resistentes (BERNARDINO et al., 2005), já que o substrato influencia no desenvolvimento das mudas, com reflexos no seu crescimento posterior no campo (OLIVEIRA et al., 2014). Dessa forma, o substrato deve ser constituído por materiais de boa qualidade, fácil disponibilidade e baixo custo (CUNHA et al., 2006). Além disso, as proporções e os materiais utilizados na sua composição podem determinar a sua qualidade (DIAS et al., 2010).

Um componente que tem sido testado na composição de substratos é a moinha de carvão, também conhecido como fino de carvão (ZANETTI et al., 2003) ou biocarvão (LEHMANN; JOSEPH, 2009). De origem orgânica, oriundo da carbonização da madeira e de baixo custo, o seu uso na composição do substrato pode aumentar a porosidade, a capacidade de retenção de água (LIMA et al., 2015) e facilitar o desenvolvimento de microrganismos benéficos, cumprindo a função dos aditivos orgânicos usados convencionalmente (ZANETTI et al., 2003). Além disso, por suas características químicas, tais como a elevada capacidade de troca catiônica, pode promover

um aumento relevante na disponibilidade de nutrientes no solo (GLASER et al, 2002; LIANG et al., 2006).

Estudos testando a eficiência do seu uso na composição do substrato para produção de mudas de várias espécies florestais (FRADE JUNIOR et al., 2011; SOUCHIE et al., 2011; LANGE et al., 2014; LIMA et al., 2015), têm mostrado efeitos variáveis com a espécie testada. Para tingui (*Magonia pubescens*), substratos formados apenas por doses de biocarvão não foram eficazes na melhoria dos parâmetros de crescimento das mudas (LIMA et al., 2015). Na formação de mudas de inga (*Inga edulis*), substratos com 60% de moinha e 20% de cama de frango na mistura, se comparado a outras proporções dos mesmos compostos, obtiveram melhores resultados para os parâmetros biométricos das mudas, porém sem a mesma eficiência de um substrato comercial para produção dessas (FRADE JUNIOR et al., 2011). Para o carvoeiro (*Tachigali paniculata*), a adição de biocarvão ao substrato, em doses variadas, promoveu a melhoria no desenvolvimento de mudas (SOUCHIE et al., 2011).

Outro produto que tem sido testado na produção de mudas de espécies florestais são os bioestimulantes vegetais. Dentre seus benefícios está a possibilidade de aumentar a velocidade de germinação, a emergência e o crescimento inicial das mudas (SEVERINO et al., 2003). Segundo Prado Neto et al. (2007), a aplicação de Stimulate[®], na pré-embebição de sementes de jenipapo (*Genipa Americana*) trouxe maior índice de velocidade de germinação e maior comprimento de raízes das plântulas, mostrando a eficiência na sua utilização.

Para as espécies florestais, ainda são poucas as informações científicas que aliam o uso da moinha de carvão com bioestimulante na produção de mudas. Esses produtos têm potencial para melhorar parâmetros de germinação e crescimento inicial de mudas de acácia. Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar o uso da moinha de carvão e de bioestimulante vegetal na produção de mudas de *Acacia mangium*.

2. Material e Métodos

Este trabalho foi conduzido na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus Chapadão do Sul, MS, no período entre novembro de 2015 e fevereiro de 2016 em viveiro com dimensões de 6 x 14 m, constituído por revestimento lateral em sombrite (50%), teto com revestimento em filme plástico transparente e umidade controlada por sistema de irrigação por microaspersão. O experimento foi instalado em delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 5x2, com 4 repetições, com uma combinação de cinco proporções de moinha de carvão na composição do substrato. Para cada combinação de substrato utilizada foi retirada uma amostra as quais foram encaminhadas para análise química (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química dos substratos (SUB), compostos por solo, areia e diferentes proporções de moinha de carvão, utilizados para formação de mudas de *A. mangium*

| SUB | Areia | Silte | Argila | M.O | pH | K | Ca | Mg | H+Al | CTC | V |
|-----|-------|-------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|
| | | | | | | | | | | | |
| 0,0 | 47 | 23 | 30 | 0,9 | 6,1 | 35 | 1,2 | 1,1 | 1,9 | 4,3 | 55,7 |
| 0,5 | 47 | 23 | 30 | 1,1 | 6,0 | 97 | 0,7 | 0,8 | 1,9 | 3,6 | 47,5 |
| 1,0 | 46 | 25 | 29 | 0,9 | 5,9 | 150 | 0,8 | 0,7 | 2,1 | 4,0 | 47,0 |
| 1,5 | 46 | 25 | 29 | 1,0 | 6,0 | 170 | 0,8 | 0,7 | 2,1 | 4,0 | 47,3 |
| 2,0 | 47 | 23 | 30 | 0,9 | 6,1 | 220 | 0,8 | 0,6 | 1,9 | 3,9 | 51,5 |

A base dos substratos foi preparada na proporção de 3 partes de solo para 2 partes de areia, acrescidos com 0,0, 0,5, 1,0, 1,5 e 2,0 partes de moinha de carvão), na presença ou não de Stimulate® no tratamento da semente. Cada parcela foi constituída por 12 tubetes contendo uma semente cada, totalizando 480 tubetes no experimento. Os componentes utilizados para a formação do substrato foram terra de subsolo peneirado, areia autoclavada e moinha de carvão vegetal, oriunda da carbonização da madeira de eucalipto, este último, em proporções variadas. Para a preparação do substrato foi realizada a trituração do carvão vegetal que, em seguida, foi passado por uma peneira com malha de 5 mm e misturado ao solo e areia.

As sementes de *A. mangium* utilizadas foram desinfestadas com hipoclorito de sódio a 3%, por dois minutos. Para a quebra da dormência, foi realizada a imersão das sementes em água quente (100°C) por um minuto. Em seguida, metade dessas sementes foi imersa em solução de Stimulate® na dosagem de 15 mL L⁻¹ de água, por 4 horas e a outra metade foi imersa em água deionizada pelo mesmo período. Posteriormente a esse processo, foi feita a semeadura das sementes em tubetes de polipropileno, com volume de 120 cm³, dispostos em bandejas.

Para manutenção e melhor desenvolvimento geral das mudas até as avaliações finais foi realizada uma adubação foliar com ureia na concentração de 1 g L⁻¹ de água, aos 48 dias após a semeadura, utilizando pulverizador manual com pressão constante. A aplicação foi feita de modo a molhar todas as folhas, sem escorrimento.

Para início das avaliações, sete dias após a semeadura, iniciou-se a contagem da emergência. Esse acompanhamento teve duração de 30 dias. Aos 90 dias após a semeadura, foi mensurada a altura total de todas as mudas. A partir da altura média obtida, foram selecionadas oito plantas por repetição das quais foi obtido, ainda no viveiro, o diâmetro do coleto e o número de folhas. As oito plantas selecionadas e mensuradas foram levadas ao laboratório onde foram separadas em raiz e parte aérea e, medidos o

comprimento de raízes (em cm), e o número de nódulos, sendo estes separados das raízes de cada muda. Em seguida, esses materiais foram secos em estufa de circulação forçada de ar, a 65° C, até atingir massa constante, para determinação da massa seca (em gramas), de: raiz (MSR), parte aérea (MSPA) e nódulos (MSN).

As variáveis avaliadas foram: índice de velocidade de emergência (IVE) calculado pela fórmula proposta por Maguire (1962); massa seca de raiz (MSR); massa seca de parte aérea (MSPA); massa seca total (MST); massa seca de nódulos (MSN), em gramas; altura média (H); diâmetro do coleto (D); comprimento de raiz (CR), em centímetros; número de folhas (NF) e número de nódulos (NN).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias do fator qualitativo comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e o fator quantitativo submetido a análise de regressão polinomial, também a 5% de probabilidade, utilizando o programa computacional Sisvar (FERREIRA, 2014).

3. Resultados e Discussão

Para todas as características avaliadas, com exceção do número de folhas e de nódulos, foi verificado efeito da interação entre o substrato e Stimulate®. Para o número de folhas e de nódulos, houve efeito apenas para o fator substrato (Tabela 2).

O índice de velocidade de emergência (IVE), na ausência de Stimulate®, atingiu maior valor na proporção de 1,0 de moinha de carvão, reduzindo com o acréscimo de carvão no substrato, enquanto na presença de Stimulate® não apresentou ajuste estatístico da equação de regressão (Figura 1). O resultado alcançado indica que em uma proporção intermediária (1,0), a adição da moinha acelerou a emergência das plântulas de acácia. Segundo Roweder et al. (2015), fatores como aeração, estrutura, capacidade de retenção de água e índice de fertilidade, podem variar de acordo com o material utilizado na formulação dos substratos, favorecendo ou prejudicando o processo germinativo.

Tabela 2. Quadrado médio do resíduo e significância para o índice de velocidade de emergência (IVE), altura média (H), diâmetro do coleto (D), comprimento de raiz (CR), Massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total (MST), massa seca de nódulos (MSN), número de folhas (NF) e número de nódulo (NN) de plântulas de *Acacia mangium*, em substratos com diferentes proporções de moinha de carvão, com a adição ou não de Stimulate®, Chapadão do Sul, 2016.

| FV | GL | QM resíduo | | | | |
|----------------|----|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|
| | | IVE | H | D | CR | MSPA |
| Blocos | 3 | 0,002 | 0,018 | 0,001 | 0,473 | 0,34x10 ⁻⁴ |
| Substrato (S) | 4 | 0,059** | 4,479** | 0,081** | 16,331** | 68,5x10 ^{-4**} |
| Stimulate (St) | 1 | 0,027** | 0,056 ^{ns} | 0,034** | 6,765** | 2,57x10 ^{-4*} |
| S x St | 4 | 0,045** | 0,534** | 0,019** | 16,837** | 1,78x10 ^{-4**} |
| Erro | 27 | 0,002 | 0,052 | 0,001 | 0,487 | 0,38x10 ⁻⁴ |
| | | MSR | MST | MSN | NF | NN |
| Blocos | 3 | 0,10x10 ⁻⁴ | 0,29x10 ⁻⁴ | 2,18x10 ⁻⁷ | 0,042 | 0,433 |
| Substrato (S) | 4 | 38,9x10 ^{-4**} | 209x10 ^{-4**} | 60,0x10 ^{-7**} | 2,416** | 3,900** |
| Stimulate (St) | 1 | 0,04x10 ^{-4ns} | 3,29x10 ^{-4*} | 160x10 ^{-7**} | 0,100 ^{ns} | 1,225 ^{ns} |
| S x St | 4 | 3,52x10 ^{-4**} | 6,09x10 ^{-4**} | 160x10 ^{-7**} | 0,209 ^{ns} | 0,537 ^{ns} |
| Erro | 27 | 0,27x10 ⁻⁴ | 0,77x10 ⁻⁴ | 2,09x10 ⁻⁷ | 0,509 | 0,364 |

**Significativo a 1% de probabilidade; *significativo a 5% de probabilidade e ^{ns}não significativo.

Desta forma, a moinha de carvão misturada ao solo ou substrato, aumenta a sua porosidade, aeração e capacidade de retenção de água (ZANETTI et al., 2003), o que pode favorecer a germinação das sementes. Porém, esse resultado difere do resultado encontrado por Souchie et al. (2011), que verificaram nenhuma interferência na emergência das plântulas de carvoeiro (*Tachigali vulgaris*) com o uso deste produto, como condicionante de substrato.

Observando o IVE, quando se utilizou o substrato sem adição de moinha (0,0), a aplicação do Stimulate® proporcionou um IVE, 22,8% superior àquele encontrado quando não foi utilizado o bioestimulante vegetal (Tabela 2), demonstrando o seu efeito positivo na aceleração da emergência. Prado Neto et al. (2007), também observaram para o jenipapo (*Genipa americana*), aumentos significativos no índice de velocidade de emergência quando as sementes foram embebidas em solução de Stimulate® (10 ml L⁻¹ de água).

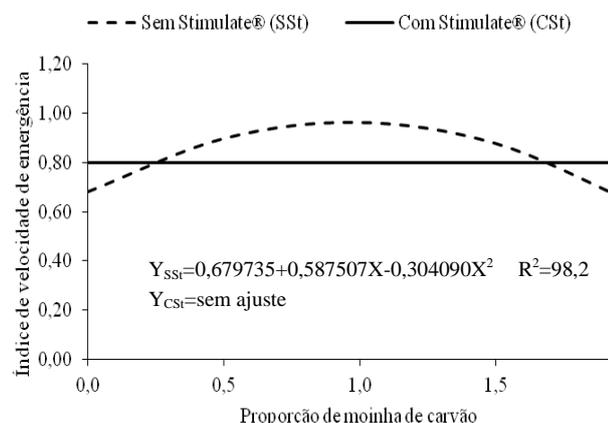


Figura 1. Efeito de substratos com diferentes proporções de moinha de carvão no índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de *Acacia mangium*, na presença e ausência de Stimulate®.

Analisando a influência da aplicação do Stimulate® no IVE, para os substratos onde foram adicionadas proporções menores de moinha (0,5 e 1,0), a utilização do bioestimulante proporcionou redução no IVE, enquanto naqueles com maior proporção de moinha (1,5 e 2,0) juntamente com o tratamento sem moinha (0,0), a aplicação do Stimulate® proporcionou aumento no IVE (Tabela 3). Isso demonstra que o bioestimulante vegetal proporcionou maior tolerância a adição de proporções mais elevadas de moinha de carvão ao substrato. Na presença ou ausência de bioestimulante, observou-se que a altura e o diâmetro médio das mudas (Figura 2A e B) apresentaram menores valores à medida em que se aumentou a proporção de moinha de carvão adicionada ao substrato. Mesmo com a retomada do crescimento na presença de Stimulate®, os valores não superaram aqueles observados sem a aplicação da moinha de carvão.

O comprimento de raiz, sem a aplicação de Stimulate®, decresceu com o uso de moinha no substrato até a proporção de 1,0 parte de moinha de carvão. Nas demais proporções ocorreram aumento no crescimento da raiz, no entanto, até no maior valor de moinha aplicada, o comprimento de raiz não superou o resultado alcançado sem a aplicação deste produto (Figura 2C). De acordo com Lima et al. (2015) a adição de moinha de carvão ao solo (substrato), sem outra fonte de nutrientes, apresenta baixa eficiência, uma vez que este produto não é considerado fonte de nutrientes. Lima observou, em seu trabalho com tingui (*Magonia pubescens*), que os substratos nos quais foram adicionados ao solo apenas a moinha de carvão, sem esterco bovino, prejudicaram o crescimento das mudas. No entanto, quando o substrato recebeu proporções de moinha e de esterco na sua composição, houve melhoria no crescimento das mudas.

Tabela 3. Índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de *Acacia mangium*, em substratos com diferentes proporções de moinha de carvão, com a adição ou não de Stimulate®, Chapadão do Sul, 2016

| Produto | Proporção de moinha de carvão | | | | |
|---------------|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | 0,0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |
| Sem Stimulate | 0,6925b | 0,8700a | 0,9688a | 0,8967b | 0,6275b |
| Com Stimulate | 0,8503a | 0,7835b | 0,8500b | 0,9799a | 0,8525a |

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

De modo semelhante, Lange et al. (2014) constataram crescimento significativo em mudas de paricá (*Schizolobium amazonicum*) quando se utilizou um substrato composto por 20% de moinha, com a adição de serragem, esterco bovino e de aves.

Ainda quanto ao comprimento de raízes, com a adição do Stimulate®, observou-se maior comprimento à medida em que se aumentou a proporção de moinha de carvão no substrato (Figura 2C). Frade Junior et al. (2011) verificaram, em mudas de ingazeiro, que a adição de 60% de moinha de carvão proporcionou maior aeração ao substrato, fato este benéfico ao crescimento das raízes.

Analisando o efeito da adição ou não do bioestimulante vegetal ao tratamento da semente, pode-se observar que para a altura média, apenas os tratamentos com proporção de 1,0 e 2,0 de moinha de carvão, apresentaram diferença significativa. As mudas produzidas no substrato com proporção de 1,0 de moinha de carvão tiveram menor altura, enquanto, o uso da proporção de 2,0 de moinha resultou em aumento na altura com a adição do Stimulate®, na dosagem de 15 mL L⁻¹ (Tabela 4).

Para o diâmetro, apenas para os substratos com proporção de 0,5 e 1,0 de moinha de carvão foi verificada diferença significativa; o diâmetro médio das mudas foi menor na presença do bioestimulante vegetal (12,1% e 16,3%, respectivamente). Este resultado indica que as plantas direcionaram seus drenos de fotoassimilados para o crescimento de outros órgãos da planta, uma vez que, na presença do Stimulate®, as mudas do tratamento com proporção de 0,5 de moinha de carvão apresentaram uma altura média e um comprimento médio de raízes 5,1% e 5,4% superiores àquelas onde não foi aplicado o produto. Para o tratamento com proporção de 1,0 de moinha de carvão, o comprimento médio de raízes foi 9,7% superior na presença do Stimulate®.

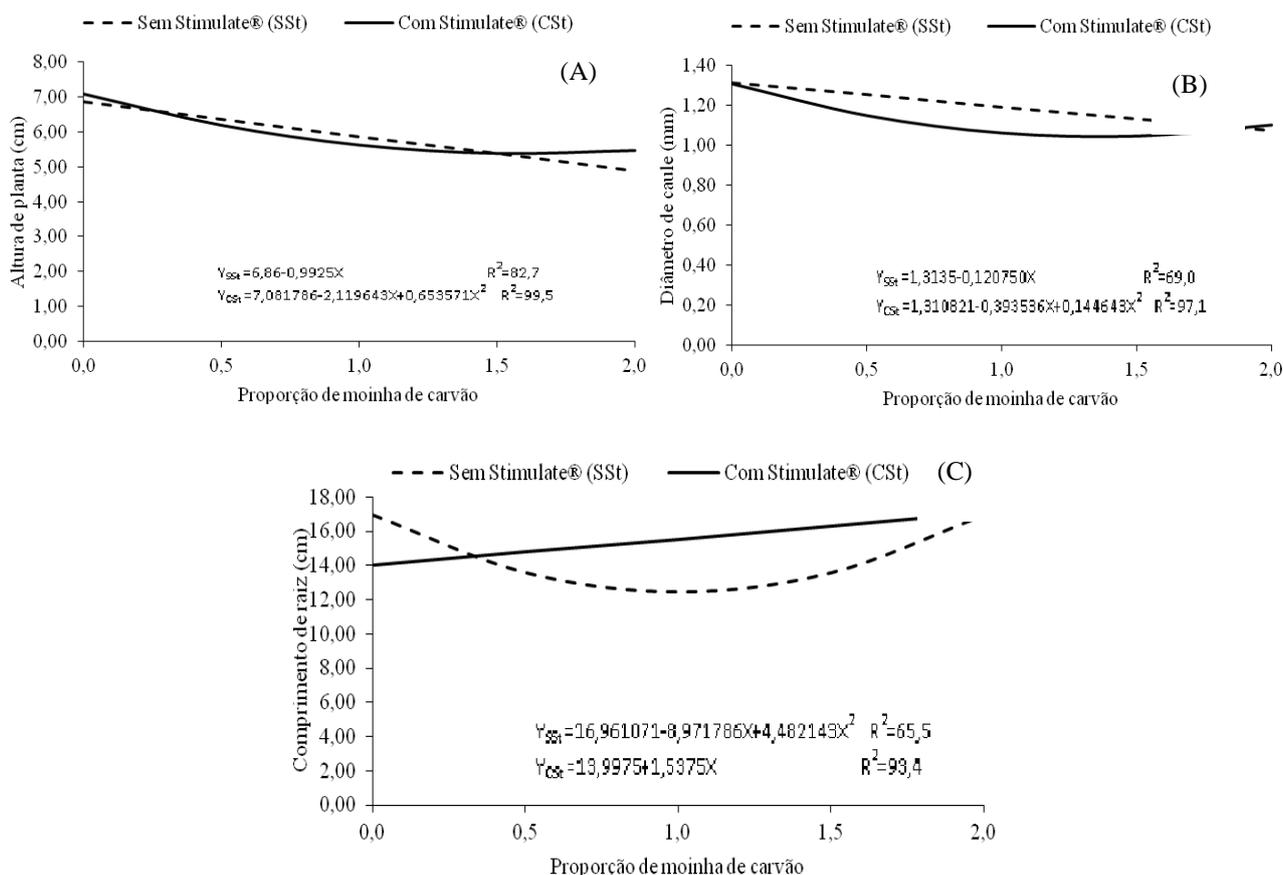


Figura 2. Valores de altura de planta (A), diâmetro do caule (B) e comprimento de raiz (C) de plântulas de *Acacia mangium*, em substratos com diferentes proporções de moinha de carvão, na presença e ausência de Stimulate®.

Quanto ao comprimento de raízes, apenas no substrato onde não houve a adição de moinha (0,0) houve redução (17%) do seu comprimento com a adição de Stimulate® (Tabela 4). Nos demais tratamentos houve aumento no comprimento das raízes quando aplicado o Stimulate®, sendo que a diferença no comprimento de raízes aumentou com a proporção de moinha no substrato, até a proporção de 1,5 deste componente, sendo estes 46,9% superior àqueles sem a aplicação de Stimulate®. Prado Neto et al. (2007) observaram que em sementes de jenipapo (*Genipa americana*) pré-embecidas com adição de Stimulate® na dose de 10 mL L⁻¹, houve maior acréscimo no comprimento de raízes.

A produção de massa seca, na presença ou ausência de bioestimulante vegetal, tanto para parte aérea (MSPA) quanto para raiz (MSR) (Figura 3A e B), reduziram à medida que se aumentou a proporção de moinha de carvão, na composição do substrato. Essa redução foi de 101,1% (MSPA sem Stimulate®), 76% (MSPA com Stimulate®), 107,1% (MSR sem Stimulate®), 144,1% (MSR com Stimulate®), quando se comparou os maiores valores de massa seca com os menores. Apesar de se observar crescimento linear do comprimento da raiz com a adição de moinha de carvão na presença do Stimulate® (Figura 2C), isto não refletiu no aumento da massa seca de raiz (Figura 3B), indicando que as mesmas não adquiriram maior espessura.

Avaliando o efeito do Stimulate® dentro de cada substrato, pode-se observar que, tanto para a massa seca da parte aérea quanto da raiz, somente foi observado diferença significativa no substrato que não recebeu adição de moinha (0,0) e naqueles que continham uma proporção de moinha mais baixa 0,5 e 1,0 (Tabela 5). Quanto à MSPA, a adição de bioestimulante proporcionou menor produção de massa seca, e para MSR, a adição de Stimulate® proporcionou maior produção de massa seca (25,6%) para o tratamento sem a adição de moinha de carvão (0,0) (Tabela 5). Nos tratamentos com proporção de 0,5 e 1,0 de moinha de carvão houve menor produção de massa seca de raízes

(13,7 e 36,6%, respectivamente). Esse resultado demonstra que a utilização do Stimulate® na produção de mudas, favorece o desenvolvimento de raízes em detrimento da parte aérea, o que pode levar a um melhor desenvolvimento no campo.

Tabela 4. Altura média de plantas, diâmetro do coleto e comprimento de raízes de mudas de *Acacia mangium* em substratos com diferentes proporções de moinha de carvão, com a adição ou não de Stimulate®, Chapadão do Sul, 2016

| Produto | Proporção de moinha de carvão | | | | |
|---------------|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| | Altura de planta (cm) | | | | |
| | 0,0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |
| Sem Stimulate | 7,01a | 5,86a | 6,35a | 5,30a | 4,81b |
| Com Stimulate | 7,10a | 6,16a | 5,57b | 5,45a | 5,42a |
| Produto | Diâmetro do coleto (mm) | | | | |
| | Comprimento de raiz (cm) | | | | |
| | 0,0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |
| Sem Stimulate | 1,29a | 1,30a | 1,21a | 1,03a | 1,13a |
| Com Stimulate | 1,31a | 1,16b | 1,04b | 1,07a | 1,09a |
| Sem Stimulate | 16,70a | 13,52a | 14,25b | 11,29b | 17,80a |
| Com Stimulate | 14,26b | 14,26a | 15,63a | 16,58a | 16,95a |

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

A massa seca total, na presença ou não do Stimulate®, foi menor com o aumento da proporção de moinha de carvão do substrato. Para o tratamento sem moinha de carvão (0,0), esse valor foi em torno de 100% superior àqueles observados para os substratos com maior concentração de moinha (2,0), com e sem Stimulate® (Figura 4A). Sem a aplicação do bioestimulante não houve ajuste da equação de regressão para a variável massa seca de nódulos. Com aplicação de bioestimulante esta variável atingiu o menor valor com a proporção de 1,0 de moinha de carvão, aumentando com as doses maiores de moinha, contudo não superou o tratamento sem a presença de moinha (Figura 4B).

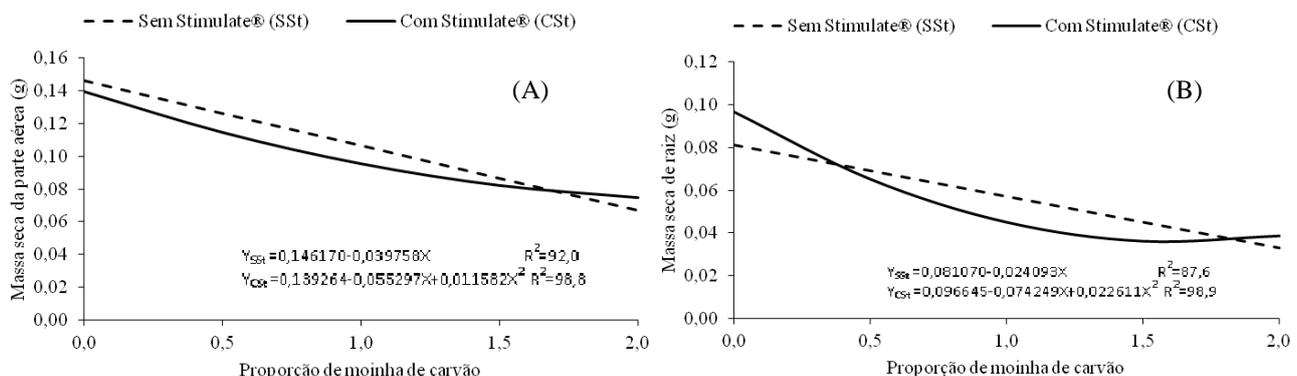
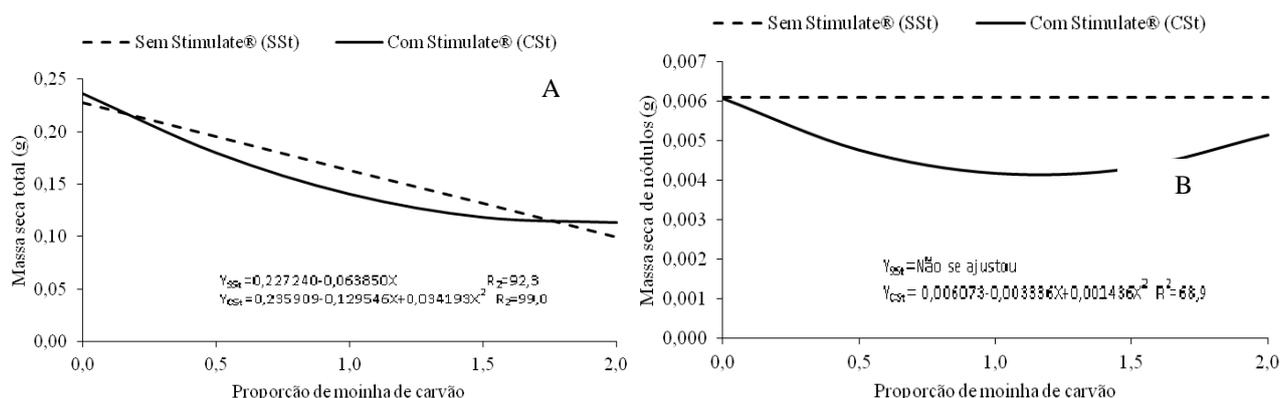


Figura 3. Valores de massa seca da parte aérea (A) e massa seca de raiz (B) de plântulas de *Acacia mangium*, em substratos com diferentes proporções de moinha de carvão, na presença e ausência de Stimulate®.

Tabela 5. Massa seca da parte aérea e massa seca de raiz de mudas de *Acacia mangium* em substratos com diferentes proporções de moinha de carvão, com a adição ou não de Stimulate®, Chapadão do Sul, 2016.

| Produto | Proporção de moinha de carvão | | | | |
|---------------|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | Massa seca da parte aérea (g) | | | | |
| | 0,0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |
| Sem Stimulate | 0,1483a | 0,1260a | 0,1102a | 0,0712a | 0,0763a |
| Com Stimulate | 0,1373b | 0,1187a | 0,0946b | 0,0794a | 0,0766a |
| Produto | Massa seca de raiz (g) | | | | |
| | 0,0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |
| | Sem Stimulate | 0,0758b | 0,0787a | 0,0571a | 0,0366a |
| Com Stimulate | 0,0951a | 0,0692b | 0,0417b | 0,0364a | 0,0390a |

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

**Figura 4.** Valores de massa seca total (A) e massa seca de nódulos (B) de plântulas de *Acacia mangium*, em substratos com diferentes proporções de moinha de carvão, na presença e ausência de Stimulate®.

O uso de Stimulate® pode levar a obtenção de maiores comprimentos de raízes e de plântulas (PRADO NETO et al., 2007), porém, a adição de moinha de carvão vegetal neste trabalho, interferiu negativamente no efeito do bioestimulante vegetal. Dentre as características do biocarvão, Dharmakeerthi (2010) destaca o alto conteúdo de carbono orgânico, alta resistência à decomposição, pH geralmente alcalino, elevada capacidade de troca de cátions e elevado teor de potássio, além de apresentar também cálcio e magnésio. No entanto, esse autor destaca que as propriedades do biocarvão podem ser influenciadas por fatores como o tipo de material orgânico usado para carbonização e o ambiente de carbonização. Assim, a moinha de carvão utilizada neste experimento, pode ter interferido no desenvolvimento das mudas de *A. mangium*.

Os maiores valores de massa seca total foram observados para os tratamentos com as proporções de moinha de carvão de 0,5 e 1,0, sem a aplicação de Stimulate® (Tabela 5), superando os valores obtidos com o uso do bioestimulante em 9,0% e 22,6%, respectivamente. A maior massa seca de nódulos foi observada para o tratamento com a proporção de 1,0 de moinha de

carvão, sendo o valor obtido sem a aplicação de Stimulate® 110% superior ao observado com a aplicação do produto. Também, sem o uso da moinha de carvão, obteve-se maior valor de massa seca de nódulos sem o uso do bioestimulante (Tabela 6).

Para o número de folhas e de nódulos verificou-se que a adição de moinha prejudicou o desenvolvimento tanto de folhas quanto de nódulos (Figura 5). Souchie et al. (2011) observaram na produção de mudas de carvoeiro (*Tachigali vulgaris*), que o uso de proporções crescentes de moinha de carvão no substrato aumentou o número de folhas, altura e diâmetro, além de acréscimo na massa seca da raiz e massa seca da parte aérea.

Para a maioria das características estudadas, observou-se que para o efeito de substrato sem a adição da moinha de carvão (0,0), foram obtidos os maiores valores. Isto pode estar relacionado com os maiores teores de Ca, Mg e V encontrados neste substrato. Também é possível considerar que os maiores teores de K proporcionados pela moinha de carvão (Tabela 1) não foram suficientes para elevar os valores das variáveis avaliadas.

Tabela 6. Massa seca total e massa seca de nódulos de mudas de *Acacia mangium* em substratos com diferentes proporções de moínha de carvão, com a adição ou não de Stimulate®, Chapadão do Sul, 2016.

| Produto | Proporção de moínha de carvão | | | | |
|---------------------------|-------------------------------|---------------------|---------|---------|---------|
| | Massa seca total (g) | | | | |
| | 0,0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |
| Sem Stimulate | 0,2241a | 0,2048 ^a | 0,1673a | 0,1078a | 0,1129a |
| Com Stimulate | 0,2325a | 0,1879b | 0,1364b | 0,1158a | 0,1156a |
| Massa seca de nódulos (g) | | | | | |
| Sem Stimulate | 0,0069a | 0,0058 ^a | 0,0082a | 0,0043a | 0,0055a |
| Com Stimulate | 0,0057b | 0,0055 ^a | 0,0039b | 0,0038a | 0,0054a |

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

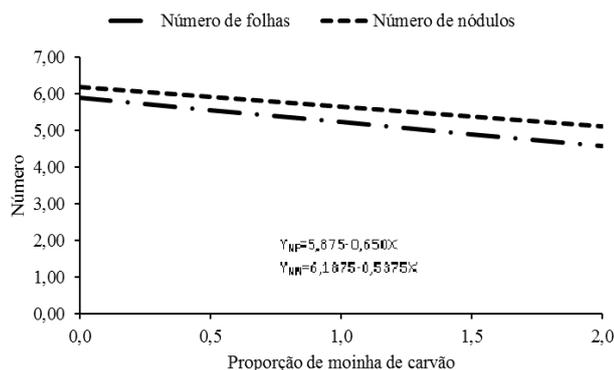


Figura 5. Efeito de substratos com diferentes proporções de moínha de carvão no número de folhas e no número de nódulos de plântulas de *Acacia mangium*

4. Conclusões

O uso da moínha de carvão, nas proporções testadas, afetou negativamente o desenvolvimento das mudas de *Acacia mangium*.

A adição de bioestimulante vegetal proporcionou maior produção de massa seca de raízes. Porém, a adição de moínha de carvão vegetal interferiu negativamente no efeito do bioestimulante vegetal.

Referências Bibliográficas

BERNARDINO, D. C. S.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; MARQUES, V. B. Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* em resposta à saturação por bases do substrato. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 29, n. 6, p. 863-870, 2005.

CUNHA, A. M.; CUNHA, G. M.; SARMENTO, R. A.; CUNHA, G. M.; AMARAL, J. F. T. Efeito de diferentes substratos sobre o crescimento de mudas de *Acacia* spp. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 2, p. 207-214, 2006.

DHARMAKEERTHI, R. S. Biochar and its potential uses in rubber plantations. **Bulletin of the Rubber Research Institute of Sri Lanka**. Agalawatta, v. 51, s. n., p. 61-69. 2010.

DIAS, T. J.; FERREIRA, C. S.; SOUZA, V. A. B.; FREIRE, J. L. O.; PEREIRA, W. E. Diferentes composições de substratos no crescimento de mudas de genótipos de

mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes). **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, Espírito Santo do Pinhal-SP, v. 7, n. 3, p. 92-107, 2010.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras-MG, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FRADE JUNIOR, E. F.; ARAUJO, J. A.; SILVA, S. B.; MOREIRA, J. G. V.; SOUZA, L. P. Substratos de resíduos orgânicos para a produção de mudas de *Inga edulis* no vale do Juruá- Acre, **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia-GO, v. 7, n. 13, p. 959-969, 2011.

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**, Berlin, v. 35, p. 219–230, 2002.

IBÁ. INDUSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório 2017**: ano base 2016. Brasília-DF: IBÁ, 2017. 80 p.

KRATZ, D; WENDLING, I. Produção de mudas de *Eucalyptus dunnii* em substratos renováveis. **Floresta**, Curitiba-PR, v.43, n.1, p.125-136, 2013.

LANGE, A.; SILVA JUNIOR, J. G.; CAIONE, G. Substratos para produção de mudas de *Schizolobium amazonicum*, **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa-PB, v. 8, n. 1, p. 49-54, 2014.

LEHMANN, J.; JOSEPH, S. Biochar for environmental management: an introduction. In: LEHMANN, J.; JOSEPH, S. (Ed.). **Biochar for environmental management: science and technology**. London: Earthscan, 2009. p. 01-09.

LIANG, B.; LEHMANN, J.; SOLOMON, D.; KINYANGI, J.; GROSMAN, J.; O'NEILL, B.; SKJEMSTAD, J. O.; THIES, J.; LUIZÃO, F. J.; PETERSEN, J.; NEVES, E. G. Black carbon increases cation exchange capacity in soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 70, n. 5, p. 719-730, 2006.

LIMA, S. L.; TAMIOZZO, S.; PALOMINO, E. C.; PETTER, F. A.; MARIMON JUNIOR, B. H. Interactions of biochar and organic compound for seedlings production of *Magonia pubescens* A. St.-Hil. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 39, n. 4, p. 655-661, 2015.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for speedling emergence and vigor, **Crop science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

OLIVEIRA, L.; R.; LIMA, S. F.; LIMA, A. P. L. Crescimento de mudas de cedro-rosa em diferentes substratos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo-PR, v. 34, n. 79, p. 187-195, 2014.

PRADO NETO, M.; DANTAS, A. C. V. L.; VIEIRA, E. L.; ALMEIDA, V. O. Germinação de sementes de jenipapo submetidas à pré-embebição em regulador e estimulante vegetal **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras-MG, v. 31, n. 3, p. 693-698, 2007.

ROWEDER, C.; NASCIMENTO, M. S.; SILVA, J. B. Produção de mudas de mogno sob diferentes substratos e níveis de luminosidade. **Journal of Bioenergy and Food Science**, Macapá-AP, v. 2, n. 3, p. 91-97, 2015.

SEVERINO, L. S.; LIMA, C. L. D.; FARIAS, V. A.; BELTRÃO, N. E. M.; CARDOSO, J. D. **Aplicação de regulador de crescimento em sementes de algodão, amendoim, gergelim e mamona**. Campina Grande-PB: Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Algodão, 2003. p.

1-17. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 53). Disponível em: <http://www.cnpa.embrapa.br>. 2003. Acesso em: 12 fev. 2016.

SOUCHIE, F. F.; MARIMON JUNIOR, 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-RS, v. 21, n. 4, p. 811-821, 2011.

TONINI, H.; VIEIRA, B. A. H.; SILVA, S. J. R. **Acacia mangium**: características e seu cultivo em Roraima, Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica; Boa Vista-RO: Embrapa Roraima, 2010. 145 p.

ZANETTI, M.; CAZETTA, J. O.; MATOS JUNIOR, D.; CARVALHO, S. A. Uso de subprodutos de carvão vegetal na formação de porta-enxerto limoeiro 'cravo' em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 25, n. 3, p. 508-512, 2003.