

Moinha de carvão e bioestimulante na formação de mudas de *galphimia brasiliensis*

Coal mil and bioestimulant in the formation of *galphimia brasiliensis* seedlings

Molino de carbón y bio-estimulador la formación de plantas de *galphimia brasiliensis*

Recebido: 14/08/2020 | Revisado: 27/08/2020 | Aceito: 01/09/2020 | Publicado: 02/09/2020

Jorgielly de Ávila

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9131-3680>

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: jorgiih.avila@gmail.com

Amanda Amorim da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5358-1337>

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: amanda27amorim@gmail.com

Emanuella dos Santos Chagas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9642-5091>

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: emanuellachagas1604@gmail.com

Victoria Romancini Toledo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1218-7728>

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: victoriaromanciani@hotmail.com

Ana Paula Leite de Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6442-2734>

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: paula.leite@ufms.br

Sebastião Ferreira de Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5693-912X>

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: sebastiao.lima@ufms.br

Izabela Cristina de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4666-801X>

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: oliveria.izabela.cristina@gmail.com

Resumo

A triális (*Galphimia brasiliensis*) é uma planta originária da América do Sul, utilizada em paisagismo. Devido seu crescimento lento, a adoção de tecnologias, como a adição de moinha de carvão ao substrato e a aplicação de estimulantes vegetais, pode auxiliar no crescimento e na qualidade das mudas formadas. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da adição de moinha de carvão e de bioestimulante na formação e qualidade de mudas. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, em esquema fatorial 5x2, testando proporções (0%; 7,5%; 15%; 22,5% e 30%) de moinha de carvão adicionadas a um substrato comercial, na presença (25 mL L⁻¹) ou ausência de bioestimulante vegetal, com quatro repetições. Foram analisados os parâmetros: altura, comprimento de raiz, área foliar, diâmetro de colo e, massa seca de raiz, parte aérea e total. Com base nesses parâmetros foi avaliada a qualidade das mudas, pelas relações: altura/diâmetro (RHD), parte aérea/raiz (RPAR), altura/parte aérea (RHPA) e o Índice de qualidade de Dickson (IQD). O uso combinado de moinha de carvão e bioestimulante influenciou apenas a produção de massa seca de raiz das plantas de *G. brasiliensis*. A adição de bioestimulante não influenciou na formação e na qualidade das mudas de *G. brasiliensis*. A moinha de carvão adicionada ao substrato em proporções variando de 12,2 a 13,4% proporcionaram incremento na altura das mudas, na massa seca de raiz e total. Proporções crescentes após 18,6% de moinha de carvão, no intervalo testado, teve um acréscimo na relação parte aérea e raiz e no índice de qualidade de Dickson.

Palavras-chave: Triális; Stimulate[®]; Condicionante de substrato; Qualidade de mudas.

Abstract

Triális (*Galphimia brasiliensis*) is a plant originally from South America, used in landscaping. Due to its slow growth, the adoption of technologies, such as the addition of a coal mill to the substrate and the application of plant stimulants, can assist in the growth and quality of the seedlings formed. Thus, the objective of this work was to evaluate the influence of the addition of coal mill and biostimulant on the formation and quality of seedlings. The experimental design used was randomized blocks, in a 5x2 factorial scheme, testing proportions (0%; 7.5%; 15%; 22.5% and 30%) of coal mill added to a commercial substrate, in the presence (25 mL L⁻¹) or absence of plant biostimulant, with four repetitions. The parameters were analyzed: height, length of root, leaf area, diameter of neck and dry mass of root, aerial part and total. Based on these parameters, the quality of the seedlings was evaluated by the relationships: height / diameter (RHD), aerial part / root (RPAR), height /

aerial part (RHPA) and the Dickson Quality Index (IQD). The combined use of coal mill and biostimulant influenced only the production of dry root mass of the plants of *G. brasiliensis*. The addition of biostimulant did not influence the formation and quality of *G. brasiliensis* seedlings. The coal mill added to the substrate in proportions varying from 12.2 to 13.4% provided an increase in the height of the seedlings, in the dry mass of root and total. Increasing proportions after 18.6% of coal grinding, in the tested interval, had an increase in the aerial part and root ratio and in Dickson's quality index.

Keywords: Triális; Stimulate®; Substrate conditioning; Seedling quality.

Resumen

Triális (*Galphimia brasiliensis*) es una planta originaria de América del Sur, utilizada en jardinería. Debido a su lento crecimiento, la adopción de tecnologías, como la adición de un molino de carbón al sustrato y la aplicación de estimulantes de plantas, puede ayudar en el crecimiento y la calidad de las plántulas formadas. Así, el objetivo de este trabajo fue evaluar la influencia de la adición de molino de carbón y bioestimulante en la formación y calidad de las plántulas. El diseño experimental utilizado fue bloques al azar, en un esquema factorial 5x2, probando proporciones (0%; 7.5%; 15%; 22.5% y 30%) de molino de carbón agregado a un sustrato comercial, en presencia (25 mL L⁻¹) o ausencia de bioestimulante vegetal, con cuatro repeticiones. Se analizaron los parámetros: altura, largo de raíz, área foliar, diámetro de cuello y masa seca de raíz, parte aérea y total. Con base en estos parámetros, la calidad de las plántulas se evaluó mediante las relaciones: altura / diámetro (RHD), parte aérea / raíz (RPAR), altura / parte aérea (RHPA) y el Índice de Calidad de Dickson (IQD). El uso combinado de molino de carbón y bioestimulante influyó solo en la producción de masa de raíces secas de las plantas de *G. brasiliensis*. La adición de bioestimulante no influyó en la formación y calidad de las plántulas de *G. brasiliensis*. El molino de carbón agregado al sustrato en proporciones que van del 12,2 al 13,4% proporcionó un aumento en la altura de las plántulas, en la masa seca de raíz y total. Proporciones crecientes después de 18.6% de molino de carbón, en el intervalo probado, tuvieron un aumento en la parte aérea y en la proporción de raíces y en el índice de calidad de Dickson.

Palabras clave: Triális; Stimulate®; Acondicionamiento de sustrato; Calidad de plántulas.

1. Introdução

A *Galphimia brasiliensis* (L.) A. Juss., popularmente conhecida como triális ou resedá-amarelo, pertence à família Malpighiaceae e é uma planta originária na América do Sul, ocorrendo naturalmente em países como Argentina, Brasil, Bolívia, Paraguai e Uruguai (Castro et al., 2001). A planta caracteriza-se como arbusto lenhoso, apropriada para o cultivo em regiões de clima tropical e subtropical, multiplicando-se facilmente por sementes (Lorenzi, 2013), além de ser utilizada no paisagismo, pela delicadeza de suas inflorescências, que ocorrem praticamente o ano inteiro, por ser perene, apresentar boa resistência e ser fácil manejo.

Para atender ao mercado de plantas ornamentais deve-se investir no conhecimento dessas espécies sob vários aspectos. Dentre estes, pode-se destacar a importância de se conhecer os principais fatores relacionados à produção de mudas. Para Cunha et al. (2005), o crescimento lento da maioria das espécies nativas se configura como uma das dificuldades para quem trabalha com produção de mudas. Assim, deve-se buscar estratégias que favoreçam a produção de mudas com qualidade, em menor espaço de tempo.

O substrato utilizado na produção de mudas é um dos fatores que pode interferir no seu crescimento. Estes variam quanto a sua composição final, porém, para a formação adequada de mudas, o substrato deve aliar a retenção adequada de água, juntamente com a disponibilidade de nutrientes (Marimon Júnior et al., 2012). Além disso, deve apresentar boa aeração e estrutura, apresentando difusão de oxigênio para as raízes, nutrientes essenciais, pH, textura e capacidade de troca de cátions (Silva et al., 2009).

Dentre os componentes utilizados para compor o substrato final para produção de mudas, pode-se citar a moinha de carvão, também conhecida como fino de carvão ou *biochar*. Esse produto é resultante da combustão incompleta de restos de material orgânico (Marimon Júnior et al., 2012), como a madeira. E, é considerado um condicionante de substrato rico em carbono pirogênico, com estrutura que propicia a alta troca catiônica e quimicamente estável (Madari et al., 2009).

Vários trabalhos têm demonstrado o efeito da adição de moinha de carvão ao substrato. Dentre estes, Arruda et al. (2007) encontraram resultados promissores do seu uso no enraizamento de estacas e produção de mudas de guaranazeiro (*Paullinia cupana*). Enquanto Souchie et al. (2011), observaram que a utilização de moinha influenciou a taxa de germinação de sementes de carvoeiro (*Tachigali vulgaris*), mostrando que o produto pode ser utilizado em substituição total a outros substratos, além de possuir baixo custo.

Para acelerar a formação de mudas, uma tecnologia que vem sendo utilizada consiste na aplicação de bioestimulantes vegetais. Estes podem ser substâncias sintéticas ou naturais, oriundas da mistura de biorreguladores vegetais ou, destes com substâncias como aminoácidos, nutrientes ou vitaminas (Klahold et al., 2006; Prado Neto et al., 2007). Estas atuam na promoção do equilíbrio hormonal e estimulam o desenvolvimento do sistema radicular (Vieira e Castro, 2001; Silva et al., 2008). Além de ser um produto de fácil uso, pode ser aplicado tanto nas folhas como nas sementes (Castro e Melotto, 1989). Promovendo, geralmente, maior crescimento das raízes e maior resistência das plantas a estresses bióticos e abióticos (Dourado Neto et al., 2014).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da adição de moinha de carvão e de bioestimulante na formação e qualidade de mudas de *G. brasiliensis*

2. Metodologia

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa experimental desenvolvida em condições controlada, em casa de vegetação, de natureza qualitativa e quantitativa e aplicou métodos estatísticos para a avaliação dos dados, seguindo os preceitos fundamentais deste tipo de pesquisa (Pereira et al., 2018).

O experimento foi conduzido em casa de vegetação com revestimento lateral de sombrite (50%) e umidade controlada por sistema de irrigação por microaspersão, em Chapadão do Sul, MS, no período de maio a outubro de 2017.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados em esquema fatorial 5 x 2, testando cinco proporções de moinha de carvão adicionadas ao substrato (0%; 7,5%; 15%; 22,5% e 30%), na presença (25 mL L⁻¹) ou ausência de bioestimulante vegetal (Stimulate[®] composto por cinetina (0,09 g L⁻¹), ácido giberélico (0,05 g L⁻¹), ácido 4-indol-3-ilbutírico (0,05 g L⁻¹) e ingredientes inertes (999,80 g L⁻¹)), com quatro repetições. Cada parcela foi constituída por 12 tubetes com duas sementes cada.

Para o preparo do substrato, o carvão vegetal, oriundo do processo de carbonização da madeira de eucalipto, foi triturado e passado por uma peneira com malha de 5 mm. Após a obtenção da moinha, esta foi misturada ao substrato comercial (Tropstrato hat[®]hortaliças), nas suas devidas proporções e, os substratos finais foram homogeneizados em uma betoneira.

Uma amostra da moinha de carvão foi enviada ao laboratório para realização de análise química, no qual se obteve os valores de pH: 6,1; Ca+Mg, Ca, Mg, Al, H+Al, K: 0,7; 0,6; 0,1; 0,03; 1,1; 1,67 cmol_c dm⁻³, respectivamente; P, S, Cu, Fe, Mn, Zn: 31,3; 1,2; 0,2; 13;

4,2; 4,3; mg dm⁻³. Apresentando saturação por bases de 68,3% e saturação por alumínio de 1,3%.

As sementes de *G. brasiliensis*, coletadas em arbustos plantados no município, foram beneficiadas e posteriormente divididas em dois grupos. No primeiro grupo, as sementes foram imersas em solução de bioestimulante por duas horas, enquanto no segundo grupo, as sementes permaneceram imersas em água destilada pelo mesmo tempo. Em seguida, procedeu-se a semeadura, dispondo duas sementes por tubete de polipropileno (120 cm³), dispostos em bandejas na casa de vegetação.

Aos 81 dias após semeadura (DAS) foi realizado o desbaste nos tubetes que apresentavam mais de uma plântula. E, aos 111 dias realizou-se a avaliação das mudas. Para isso mensurou-se o diâmetro do coleto (DC) com um paquímetro digital e a altura das mudas (H), com auxílio de uma régua graduada em centímetros. Posteriormente as mudas foram levadas ao laboratório e separadas em raiz e parte aérea. As raízes foram lavadas em água corrente sobre uma peneira e mensuradas, obtendo-se o comprimento de raízes (CR).

A parte aérea foi separada em caule e folhas, sendo estas últimas utilizadas para obtenção da área foliar (AF) por muda, utilizando o medidor de área foliar CI-203CA, da Bioscience. Após essas avaliações, os materiais obtidos foram identificados em sacos de papel e secos em estufa de circulação forçada de ar à 60 ± 5 °C, por 48 horas, para determinação da massa seca.

A partir dos dados coletados foram calculadas as relações que determinam a qualidade das mudas: relação altura/diâmetro (RHD), relação altura/parte aérea (RHPA), relação parte aérea/raiz (RPAR) e o índice de qualidade de Dickson (IQD), calculado pela fórmula:

$$IQD = \frac{PMST (g)}{H(cm)/DC(mm) + PMSPA(g)/PMSR(g)}$$

Em que: IQD = índice de qualidade de Dickson; PMST = peso de matéria seca total; H = altura; DC = diâmetro de colo; PMSPA = peso de matéria seca da parte aérea; PMSR = peso de matéria seca das raízes.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, sendo as médias do fator qualitativo comparadas através do teste de Tukey a 5% de probabilidade e o fator quantitativo submetido a análise de regressão, também a 5% de probabilidade.

3. Resultados e Discussão

Dentre as variáveis estudadas, somente a massa seca de raiz foi influenciada pela interação de bioestimulante e moinha de carvão. Para as variáveis altura de plantas, área foliar, massa seca total, relação parte aérea/raiz e índice de qualidade de Dickson houve influência apenas da adição de moinha de carvão ao substrato. O bioestimulante não foi significativo quando analisado isoladamente (Tabela 1).

Tabela 1. Quadrado médio dos parâmetros de avaliação da formação de mudas de triális.

FV	Bioestimulante (B)	Moinha de carvão (MC)	B x MC	Erro
GL	3	1	4	27
Quadrado médio				
H	4,73 ^{ns}	2,02*	15,57 ^{ns}	3,46
DC	0,26 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,22
NF	4,32 ^{ns}	6,48 ^{ns}	1,47 ^{ns}	2,57
AF	22,32 ^{ns}	222,95*	68,97 ^{ns}	61,47
MSF	0,00 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00
MSC	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00	0,00
MSR	0,08 ^{ns}	0,14*	0,10*	0,03
MSPA	0,01 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,01
MST	0,06 ^{ns}	0,17*	0,09 ^{ns}	0,04
CR	2,04 ^{ns}	3,22 ^{ns}	1,17 ^{ns}	1,80
VR	0,35 ^{ns}	0,93 ^{ns}	0,78 ^{ns}	1,14
RHD	1,39 ^{ns}	1,13 ^{ns}	1,31 ^{ns}	0,88
RHPA	182,31 ^{ns}	154,05 ^{ns}	39,16 ^{ns}	63,55
RPAR	0,01 ^{ns}	0,85*	0,38 ^{ns}	0,17
IQD	0,01 ^{ns}	0,80*	0,33 ^{ns}	0,16

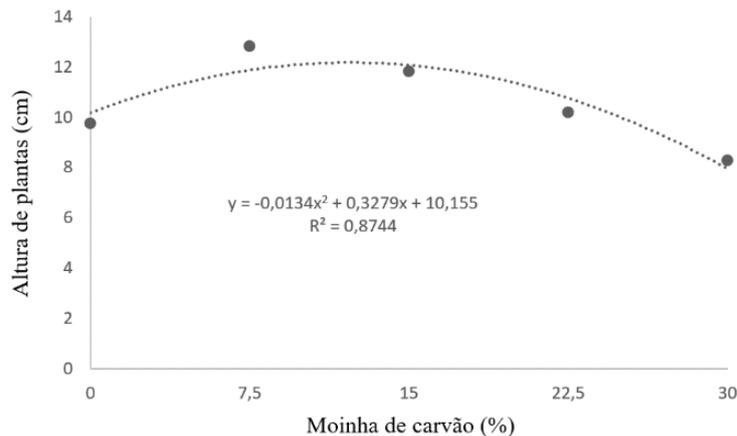
* significativo e ^{ns} não significativo pelo teste F à 5% de probabilidade. Fonte: Autores.

Pela Tabela 1 é possível observar que o uso isolado de bioestimulante em mudas de triális não interfere em seu crescimento, enquanto a moinha de carvão se destaca influenciando algumas variáveis de crescimento e qualidade de mudas.

A adição de moinha de carvão ao substrato proporcionou acréscimo na altura de plantas de triális até a proporção máxima de 12,2% (Figura 1). Nesta mesma linha, Souchie et al. (2011) encontraram aumento na altura de mudas de *Tachigali vulgaris* (carvoeiro) com a adição de moinha de carvão em proporções acima de 5%. Para os autores, dois fatores podem estar relacionados a esta resposta. A adição de nutrientes disponíveis neste material acrescido

ao substrato e o aumento na CTC do substrato, fazendo com que haja maior disponibilidade de nutrientes para as mudas.

Figura 1. Altura de plantas de triális (*G. brasiliensis*) em diferentes proporções de moinha de carvão na ausência de bioestimulante.

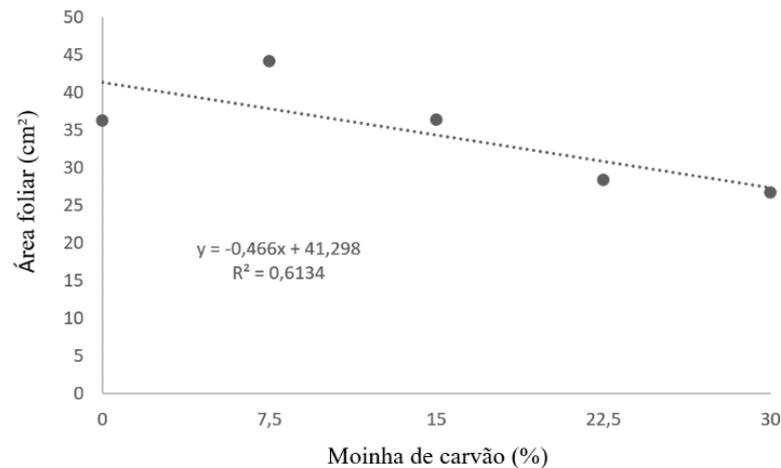


Fonte: Autores.

A Figura 1 indica que o uso de moinha de carvão favorece o crescimento de mudas de triális em altura, no entanto, em proporções mais altas, esse composto pode prejudicar as mudas. O uso de doses mais altas pode, inclusive, fazer com que as mudas não atinjam nem a altura obtida sem a aplicação do composto.

A área foliar das mudas de triális reduziu a medida em que se aumentou a proporção de moinha de carvão adicionada ao substrato (Figura 2). A redução de área foliar observada foi de 33,9% comparando-se a ausência de aplicação de moinha com a maior proporção utilizada. Este resultado pode ser explicado pelo crescimento do sistema radicular das mudas (Figura 3). Estas podem ter investido seu crescimento, primeiro, em raízes para, em seguida, voltar o uso de reservas para o desenvolvimento da parte aérea.

Figura 2. Área foliar de plantas de triális (*G. brasiliensis*) produzidas em substrato com diferentes proporções de moinha de carvão na ausência de bioestimulante.

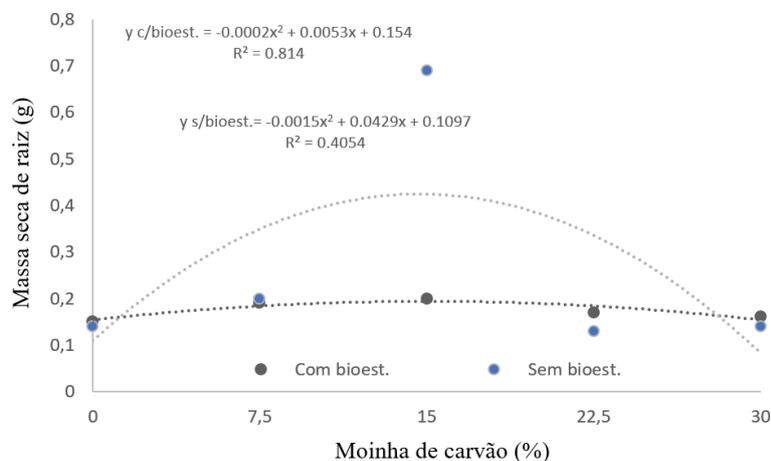


Fonte: Autores.

Para área foliar, diferentemente do que foi observado em altura de planta, a Figura 2 mostra que o uso de moinha de carvão é prejudicial para essa variável, e a obtenção de maiores valores para área foliar somente é atingida sem o uso desse composto.

A massa seca de raízes das plantas de triális, na presença de bioestimulante, proporcionou aumento na MSR até a proporção de 13,3% (Figura 3). De modo semelhante, na ausência do bioestimulante, observou-se acréscimo na massa seca de raiz até a proporção máxima de 14,3% de moinha de carvão (Figura 3). Esse resultado pode estar relacionado com a natureza orgânica da moinha de carvão que apresenta alta CTC e, assim, pode disponibilizar maiores quantidade de nutrientes para as plantas (GÓES et al., 2011).

Figura 3. Massa seca de raiz de plantas de triális (*G. brasiliensis*) produzidas em substrato com diferentes proporções de moinha de carvão na presença e na ausência de bioestimulante.

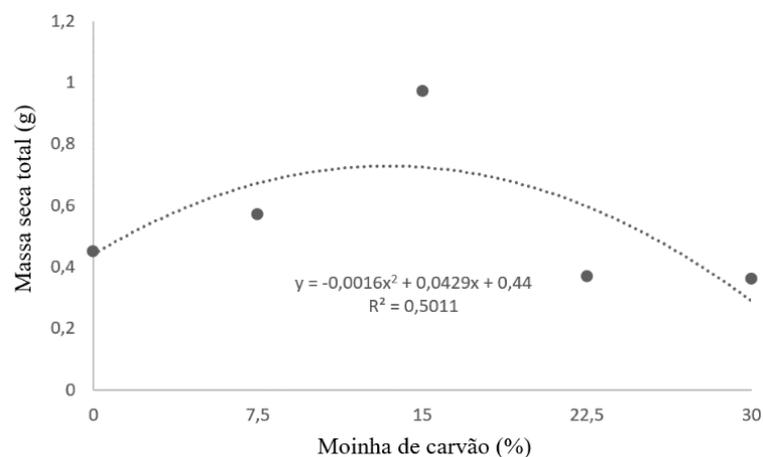


Fonte: Autores.

Na Figura 3, observa-se que o uso combinado de bioestimulante com moinha de carvão foi favorável ao aumento da massa seca de raiz, no entanto, verifica-se que sem o uso de bioestimulante, os valores atingidos de massa seca foram maiores. Da mesma forma que foi observado para altura de plantas, o uso de proporções maiores de moinha de carvão pode prejudicar o acúmulo biomassa de raiz.

A utilização de moinha de carvão proporcionou acréscimo na massa seca total das mudas até a proporção máxima de 13,4%, decrescendo a partir desta proporção (Figura 4). Segundo Cavalcante et al. (2012), mudas produzidas sob proporções de *biochar* apresentam maior retenção e disponibilização de nutrientes como nitrogênio e magnésio para as plantas, interferindo diretamente sobre a composição estrutural das células.

Figura 4. Massa seca total de plantas de triális (*G. brasiliensis*) em diferentes proporções de moinha de carvão na ausência de bioestimulante.



Fonte: Autores

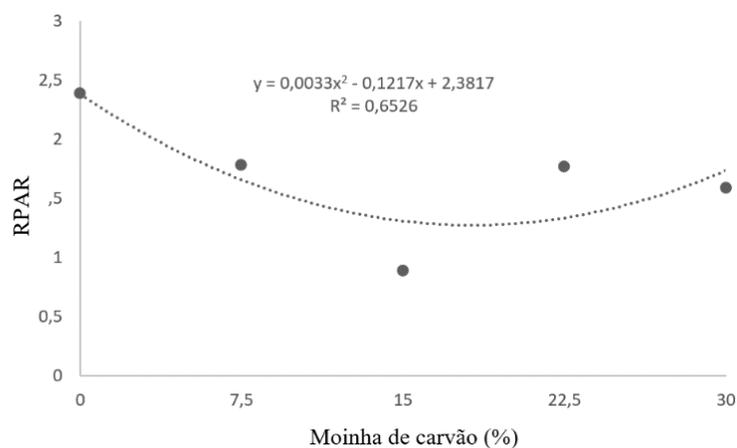
Observa-se na Figura 4 que o uso de moinha de carvão favorece o acúmulo de biomassa total, assim como foi verificado para massa seca de raiz. No entanto, nesse caso, o bioestimulante não teve influência. Da mesma forma, proporções mais altas de moinha de carvão prejudicam o acúmulo de biomassa total.

Analisando a qualidade das mudas de triális verificou-se que, a relação parte aérea/raiz (RPAR), diminuiu com o aumento da proporção de moinha de carvão adicionada ao substrato, até a proporção máxima de 18,4%, ocorrendo aumento da relação a partir dessa proporção (Figura 5). Uma RPAR com valor igual a dois indica mudas de bom padrão de qualidade (Gomes e Paiva, 2004). Valores abaixo de dois indicam mudas com desenvolvimento ruim da parte aérea em relação ao desenvolvimento das raízes. Enquanto, valores acima deste valor

demonstram que o desenvolvimento do sistema radicular foi insuficiente (Marana et al., 2008).

Desta forma, pelos resultados encontrados neste estudo, as mudas de triálias produzidas em substrato comercial, sem moinha de carvão, proporcionaram mudas com um baixo desenvolvimento de raízes (Figura 1), para a parte aérea desenvolvida por estas mudas. Enquanto, a adição de moinha de carvão nas proporções testadas também não proporcionou mudas com bom padrão, segundo essa relação. Provavelmente, por proporcionar maior desenvolvimento do sistema radicular em detrimento à parte aérea. Porém, como nas proporções mais elevadas de moinha, houve aumento nos valores desta relação, considera-se importante testar doses mais elevadas desse material, para essa espécie.

Figura 5. Relação parte aérea/raiz de plantas de triálias (*G. brasiliensis*) em diferentes proporções de moinha de carvão na ausência de bioestimulante.

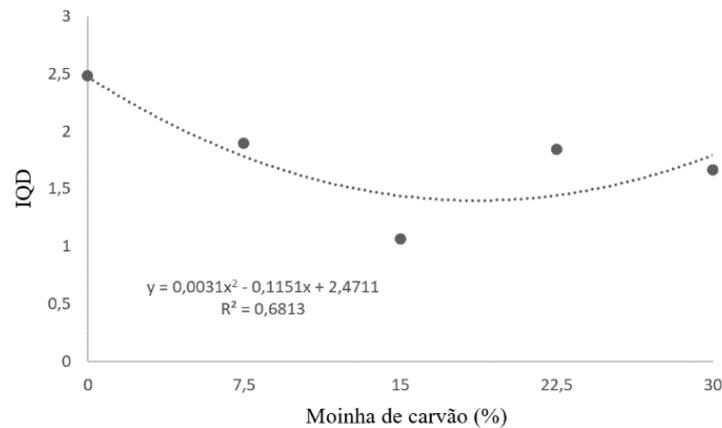


Fonte: Autores.

Verifica-se na Figura 5 uma redução na relação RPAR com aumento das proporções de moinha de carvão, até nas doses que foram mais adequadas para as variáveis de crescimento das mudas.

Para o índice de qualidade de Dickson, observou-se o mesmo comportamento encontrado para RPAR. Um decréscimo no IQD até a proporção de moinha de carvão máxima de 18,6% (Figura 6) com retomada na elevação deste índice, a partir desta proporção. Esse resultado mostra a potencialidade do substrato com a moinha de carvão em produzir mudas de qualidade, onde quanto maior o seu valor, maior é a biomassa e o diâmetro (Dickson et al., 1960).

Figura 6. Índice de qualidade de Dickson de plantas de triális (*G. brasiliensis*) em diferentes proporções de moinha de carvão na ausência de bioestimulante.



Fonte: Autores

Na Figura 6, para o índice de qualidade de Dickson, verifica-se o mesmo comportamento observado para a relação RPAR, ou seja, redução com o aumento da proporção de moinha de carvão. Dessa forma, a melhor qualidade de mudas seria atingida sem a utilização do composto. No entanto, como o uso de moinha de carvão foi favorável para algumas variáveis de crescimento, torna-se necessário mais trabalhos nesse âmbito, buscando respostas mais completas.

4. Considerações Finais

O uso combinado de moinha de carvão e bioestimulante influenciou apenas a produção de massa seca de raiz das plantas de *G. brasiliensis*.

A adição de bioestimulante não influenciou na formação e na qualidade das mudas de *G. brasiliensis*.

A moinha de carvão adicionada ao substrato em proporções variando de 12,2 a 13,4% proporcionaram incremento na altura das mudas, na massa seca de raiz e total.

Proporções crescentes após 18,6% de moinha de carvão, no intervalo testado, teve um acréscimo na relação parte aérea e raiz e no índice de qualidade de Dickson.

Sugere-se que outros trabalhos de pesquisa avaliando diferentes proporções de moinha de carvão misturado a outros substratos, inclusive solo, sejam testados. Também é possível incrementar com o uso de outros bioestimulantes para plantas.

Agradecimentos

Apoio da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Este estudo foi parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código Financeiro 001.

Referências

Arruda, M. R., Pereira, J. C. R., Moreira, A., & Teixeira, W. G. (2007). Enraizamento de estacas herbáceas de guaranazeiro em diferentes substratos. *Ciência e Agrotecnologia*, 31(1), 236-241.

Castro, M. A., Vega, A. S., & Múlgura, M. E. (2001). Structure and ultrastructure of leaf and calyx glands in *Galphimia brasiliensis* (Malpighiaceae). *American Journal of Botany*, 88(11), 1935-1944.

Castro, P. R. C., & Melotto E. (1989). Bioestimulantes e hormônios aplicados via foliar. In: Boareto A. E., & Rosolem C. A. (Ed.). *Adubação Foliar*. Campinas: Fundação Cargill.

Cavalcante, L., Herbert, I., Petter, F. A., Albano, F. G., Silva, R. R. S., & Silva Júnior, G. B. (2012). Biochar no substrato para produção de mudas de maracujazeiro amarelo. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 111(1), 41-47.

Cunha, A. O., Andrade, L. A., Bruno, R. L. A., Silva, J. A. L., & Souza, V. C. (2005). Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex D.C.) Standl. *Revista Árvore*, 29(4), 507-516.

Dickson, A., Leaf, A. L., & Hosner, J. F. (1960). Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forestry Chronicle*, 36(1), 10-13.

Dourado Neto, D., Dario, G. J. A., Barbieri, A. P. P., & Martin, T. N. (2014). Ação de bioestimulante no desempenho agrônômico de milho e feijão. *Bioscience Journal*, 30(3), 371-379.

Gomes, J. M., & Paiva, H. N. (2004). *Viveiros florestais: propagação sexuada*. (3a ed.) Viçosa: UFV.

Góes, G. B., Mendonça, V., Medeiros P. V. Q., Tosta M. S., & Medeiros L. F. (2010). Diferentes substratos na produção de mudas de mamoeiro em bandejas. *Revista Verde*, 5(1), 178-184.

Klahold, C. A, Guimarães, V. F., Echer M. M., Klahold A., Contiero, R. L., & Becker, A. (2006). Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à ação de bioestimulante. *Acta Scientiarum Agronomy*, 28(2), 179-185.

Lorenzi, H. (2013). *Plantas para jardim no Brasil: herbáceas, arbustivas e trepadeiras*. Nova Odessa: Instituto Plantarum.

Madari, B. E., Cunha, T. J. F., Novotny, E. H., Milori, D. M. B. P., Martin-Neto, L., Benites, V. M., Coelho, M. R., & Santos, G. A. (2009). Matéria orgânica dos solos antrópicos da Amazônia (terra preta de índio): suas características e papel na sustentabilidade da fertilidade do solo. In: Teixeira, W. G., Kern, D. C., Madari, B. E., Lima, E. N., & Woods, W. I. *As terras pretas de índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas*. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental.

Marana, J. P., Miglioranza, E., Fonseca, E. P., & Kainuma, R.H. (2008). Índices de qualidade e crescimento de mudas de café produzidas em tubetes. *Ciência Rural*, 38(1), 39-454.

Marimon júnior., B. H., Petter, F. A., Andrade, F. R., Madari, B. E., Marimon, C. S., Schossler, T. R., Gonçalves, L. G., & Belém, R. (2012). Produção de mudas de jiló em substrato condicionado com Biochar. *Comunicata Scientiae*, 3(2), 108-114.

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parrira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Recuperado de https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1. Acesso em: 10 junho 2020.

Prado Neto, M, Dantas, A. C. V. L., Vieira, E. L., & Almeida, V. O. (2007). Germinação de sementes de jenipapeiro submetidas à pré-embebição em regulador e estimulante vegetal. *Ciência e Agrotecnologia*, 31(3), 693-698.

Souchie, F. F., Marimon Júnior, B. H., Petter, F. A., Madari, B. E., Marimon, B. E., & Lenza, E. (2011). Carvão pirogênico como condicionante para substrato de mudas de *Tachigali vulgaris*. *Ciência Florestal*, 21(1), 245-250.

Silva, L. J. B., Cavalcante, A. S. S., & Araújo Neto, S. E. (2009). Produção de mudas de rúcula em bandejas com substratos a base de resíduos orgânicos. *Ciência e Agrotecnologia*, 33(1), 1301-1306.

Silva, T. T. A, Von Pinho, E. V. R, Cardoso, D. L, Ferreira, C. A, Alvin P. O., & Costa A. A. F. (2008). Qualidade fisiológica de sementes de milho na presença de bioestimulante. *Ciência e Agrotecnologia*, 32(3), 840-846.

Vieira, E. L., & Castro, P. R. C. (2001). Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, 23(2), 222-228.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Jorgielly de Ávila – 20%

Amanda Amorim da Silva – 15%

Emanuella dos Santos Chagas – 15%

Ana Paula Leite de Lima – 20%

Sebastião Ferreira de Lima – 10%

Victoria Romancini Toledo – 10%

Izabela Cristina de Oliveira – 10%