



SUBSTRATOS ALTERNATIVOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Harpalyce brasiliiana* BENTH.

Maria da Penha Moreira Gonçalves¹, Marília Isabelle Oliveira da Silva¹, Marília Alves Grugiki^{1*}, Ana Lícia Patriota Feliciano¹ & Lucas Benedito da Silva¹

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Ciência Florestal, Laboratório de Dendrologia, Rua Manuel de Medeiros, CEP 52171-900, Recife, PE, Brasil.

E-mails: moreiragoncalves@hotmail.com; marilia.iosilva@gmail.com; mariliagrugiki@gmail.com (*autor correspondente); ana.feliciano@ufrpe.br; lucaseng.florestal@hotmail.com

Resumo: A produção de mudas é uma etapa importante na conservação e utilização silvicultural das espécies nativas, onde a escolha do substrato adequado pode viabilizar o processo produtivo. Nesse contexto, o presente experimento teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes substratos alternativos na produção de mudas de *Harpalyce brasiliiana* Benth.. O experimento foi implantado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com três tratamentos, quatro repetições e nove mudas por repetição, conduzidas a pleno sol e irrigadas duas vezes ao dia. Os tratamentos utilizaram diferentes compostos em sua formulação (serragem, bagana de carnaúba e fibra de coco). As variáveis analisadas foram: altura (H), diâmetro do coleto (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSR), massa seca total (MST), relação entre a massa seca da parte aérea e a massa seca do sistema radicular (RMSPAR) e índice de qualidade de Dickson (IQD). As mudas produzidas no tratamento com bagana de carnaúba apresentaram maiores médias em todas as variáveis analisadas, quando comparadas aos demais tratamentos. O maior crescimento de mudas de *H. brasiliiana* é proporcionado pelo substrato composto por bagana de carnaúba, atingindo o tamanho adequado para plantio aos 120 dias após a implantação do experimento.

Palavras-chave: bagana de carnaúba; Cerrado; qualidade de mudas.

ALTERNATIVE SUBSTRATES IN THE PRODUCTION OF SEEDLINGS OF *Harpalyce brasiliiana* BENTH.

The production of seedlings is an important step in the conservation and silvicultural use of native species, where the choice of the appropriate substrate can make the productive process viable. In this context, the present experiment aimed to evaluate the effect of different alternative substrates on *Harpalyce brasiliiana* Benth. seedling production. The experiment was carried out in a completely randomized design (DIC) with three treatments, four replications and nine seedlings per repetition, in full sun and irrigated twice a day. The treatments used different compounds in their formulation (sawdust, carnauba bagana and coconut fiber). The variables analyzed were: height (H), collection diameter (DC), shoot dry mass (MSPA), dry mass of the root system (MSR), total dry mass between the dry mass of the aerial part and the dry mass of the root system (RMSPAR) and Dickson quality index (IQD). The seedlings produced in the treatment with carnauba bagana presented higher mean values analyzed variables compared to the other treatments. The highest growth of *H. brasiliiana* seedlings is provided by the substrate composed of bagana of carnauba, reaching the appropriate size for planting at 120 days after the implantation of the experiment.

Keywords: carnauba straw; Cerrado; quality of seedlings.

INTRODUÇÃO

O Cerrado, considerado como a mais rica savana tropical do mundo, nas últimas décadas, perdeu parte de sua biodiversidade, em função da expansão da fronteira agrícola do país e do uso insustentável dos recursos naturais (Barbieri 2010, Della Giustina 2013). Por isso, grandes áreas degradadas surgem nesse bioma, o que demanda urgentes ações de recuperação ambiental. Neste sentido, estudos referentes às espécies que serão utilizadas e à forma como as mudas serão produzidas, são de grande importância para garantir o sucesso do processo de recuperação, devendo-se priorizar espécies nativas e técnicas de produção de mudas que as tornem mais resistentes as mais variadas condições, como clima, solo, relevo, entre outros (Faria *et al.* 2016).

No processo de produção, enquanto as mudas permanecem no viveiro, um fator que deve ser levado em consideração é o substrato, o qual deve possuir características como: alta porosidade, alta capacidade de retenção de água, consistência e estrutura do solo (Caldeira *et al.* 2013). A utilização de substratos alternativos oriundos de resíduos agroindustriais é considerada promissora na produção de mudas no setor florestal, sendo uma alternativa ambientalmente correta na alocação desses materiais e economicamente viável com a diminuição dos custos (Simões *et al.* 2012). Deste modo, a produção de mudas de espécies nativas pode tornar-se uma opção viável para pequenos produtores rurais, expandindo a possibilidade não apenas da recuperação de áreas como também da utilização silvicultural dessas espécies e resgate da biodiversidade local.

Como os modelos mais difundidos de recuperação florestal eram baseados em tecnologias de plantio com espécies exclusivamente arbóreas, conhecimentos sobre a fase de produção de mudas das espécies nativas arbustivas ainda são escassos (Bechara *et al.* 2007). A espécie *Harpalyce brasiliiana* Benth. (Fabaceae), conhecida como “raiz-de-cobra”, possui porte arbustivo e ocorre no Cerrado, sendo ainda encontrada em um enclave de Cerrado na Chapada do Araripe, entre Ceará, Pernambuco e Piauí (Costa *et al.* 2004). Esta espécie é empregada na medicina popular, com suas raízes utilizadas como antídoto oral contra envenenamento por picada de cobra, resultando assim no seu nome popular. *H. brasiliiana* é alvo de pesquisas na

obtenção de flavonoides, que são substâncias com potencial antioxidante, anticarcinogênico e com efeitos protetores do sistema renal, cardiovascular e hepático (Ximenes 2012, Pontes 2014), tendo assim interesse de cultivos para fins econômicos e ambientais. No entanto, ainda não se tem conhecimento disponível sobre essa espécie que possa viabilizar e fomentar o seu cultivo.

Considerando a importância da produção e inserção de espécies nativas arbustivas em projetos de recuperação ambiental assim como a valorização dessas espécies para fins comerciais, o objetivo do presente experimento foi avaliar o efeito de diferentes substratos alternativos na produção de mudas de *Harpalyce brasiliiana*.

MATERIAL E MÉTODOS

A produção de mudas de *H. brasiliiana*, utilizando resíduos de poda urbana misturados a resíduos de fibra de coco, serragem e resíduo de carnaúba (bagana), foi conduzida no Viveiro Florestal do Departamento de Ciência Florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco, localizado na cidade de Recife - PE, nas coordenadas geográficas 8°1'5.43"S e 34°56'43.72"O. O clima da região é do tipo As' - tropical costeiro, quente e úmido, de acordo com Köppen (Alvares *et al.* 2013) A média anual de precipitação é de aproximadamente 1.600 mm e temperaturas médias mensais de 25,5°C (Moreira & Galvêncio 2007).

O experimento foi conduzido no período de outubro de 2014 a fevereiro de 2015. As sementes foram coletadas em treze árvores matrizes de *Harpalyce brasiliiana*, localizadas no entorno do Parque Estadual Sítio Fundão, Crato, CE, totalizando 800 sementes. Após a coleta, as sementes foram submetidas à escarificação química para superação da dormência física, com embebição em ácido sulfúrico 98% por 40 minutos (Gonçalves *et al.* 2018). Inicialmente o plantio foi realizado em areia lavada e esterilizada, mantidas em bandejas plásticas e após 20 dias da semeadura as plântulas mais vigorosas foram transferidas para tubetes (280 cm³) contendo os substratos testados, sendo todos os tratamentos compostos por resíduos de poda urbana e variando entre esses a presença dos resíduos de fibra de coco, serragem e bagana de carnaúba.

O resíduo de poda urbana foi adquirido por meio de doação da Emlurb (Empresa de Manutenção e Limpeza Urbana do Recife). Este material foi proveniente da trituração de folhas, galhos e troncos de até 25 cm de diâmetro, e encaminhados ao setor de compostagem da Emlurb, passando por processos de decomposição antes da sua utilização como substratos.

O resíduo de fibra de coco foi adquirido em empresa especializada no beneficiamento da fibra de coco verde, proveniente do litoral de Pernambuco, e a serragem adquirida em serraria localizada na região de estudo, tendo como material fibroso predominante resíduo de pau amarelo (*Plathymenia reticulata* Benth.).

A bagana de carnaúba é o resíduo agroindustrial da palha da palmeira *Copernicia prunifera* (Mill.) H.E.Moore., sendo gerado após extração da cera de suas folhas, conforme descrito em Ferreira (2013). É um resíduo abundante em propriedades rurais produtoras de cera de carnaúba e geralmente é tido como um material indesejável na propriedade, onde frequentemente é queimado em entulhos visando a limpeza da área. A bagana foi obtida por doação de um produtor rural que trabalha com extração da cera de carnaúba no município de Ibaretama - CE.

Os tratamentos testados foram os seguintes: T1 = 2 partes de serragem + 0,5 parte de areia + 1,5 partes de composto orgânico de poda; T2 = 2 partes de bagana de carnaúba + 0,5 parte de areia + 1,5 partes de composto orgânico de poda; e T3 = 2 partes de fibra de coco + 0,5 parte de areia + 1,5 partes de composto orgânico de poda, com 36 mudas por tratamento, totalizando 108 mudas.

O presente experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com três tratamentos, quatro repetições por tratamento e nove mudas por repetição, conduzidas a pleno sol e irrigadas duas vezes ao dia.

Aos 120 dias após o transplante, período médio considerado ideal para o plantio definitivo das mudas no campo (Oliveira *et al.* 2016), foram determinadas as características morfológicas de todas as mudas, analisando-se as seguintes variáveis: altura (H), diâmetro do coleto (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSR), massa seca total (MST), relação entre a massa seca da parte aérea e a massa seca do sistema radicular (RMSPAR) e índice de qualidade de Dickson (IQD). As variáveis utilizadas foram

escolhidas por informarem sobre o crescimento das mudas, sendo amplamente adotadas em estudos de produção de mudas (Saidelles *et al.*, 2009; Caldeira *et al.*, 2013; Delarmelina *et al.*, 2015; Faria *et al.*, 2016; Camara *et al.*, 2017; Freitas *et al.*, 2017; Marinho *et al.*, 2017).

O diâmetro do coleto foi obtido com paquímetro digital com precisão de 0,01 mm e a altura com régua milimetrada, tomando-se como padrão a gema terminal. A massa seca da parte aérea e a massa seca do sistema radicular foram determinadas por meio da pesagem das respectivas partes vegetais, após a secagem do material até peso constante em estufa de circulação de ar forçada a 70 °C. O IQD foi obtido pela fórmula de Dickson *et al.* (1960):

$$IQD = \frac{MST_{(g)}}{\frac{H_{(cm)}}{DC_{(mm)}} + \frac{MSPA_{(g)}}{MSR_{(g)}}}$$

em que:

MST(g) = massa seca total; H(cm) = altura; DC(mm) = diâmetro do coleto; MSPA(g) = massa seca da parte aérea; e MSR(g) = massa seca da raiz.

As variáveis obtidas foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tukey, 5% de significância, sendo também elaborados gráficos box-plot, utilizando o software BioEstat 5.0.

RESULTADOS

As mudas produzidas no tratamento T2 (2 partes de bagana de carnaúba + 0,5 parte de areia + 1,5 partes de composto orgânico de poda) apresentaram médias superiores em todas as variáveis analisadas quando comparadas aos tratamentos T1 (2 partes de serragem + 0,5 parte de areia + 1,5 partes de composto orgânico de poda) e T3 (2 partes de fibra de coco + 0,5 parte de areia + 1,5 partes de composto orgânico de poda).

A altura média (H) diferiu entre os três tratamentos, verificando-se que a média em T2 foi, aproximadamente, duas vezes maior que T3, que por sua vez teve média superior (3,0 cm) a T1 (Figura 1A). A altura máxima observada nas mudas foi 27,5 cm (T2).

Em relação ao diâmetro do coleto (DC), os maiores valores foram observados no tratamento composto por bagana de carnaúba em sua composição (T2), com média de 2,44 ± 0,08 cm,

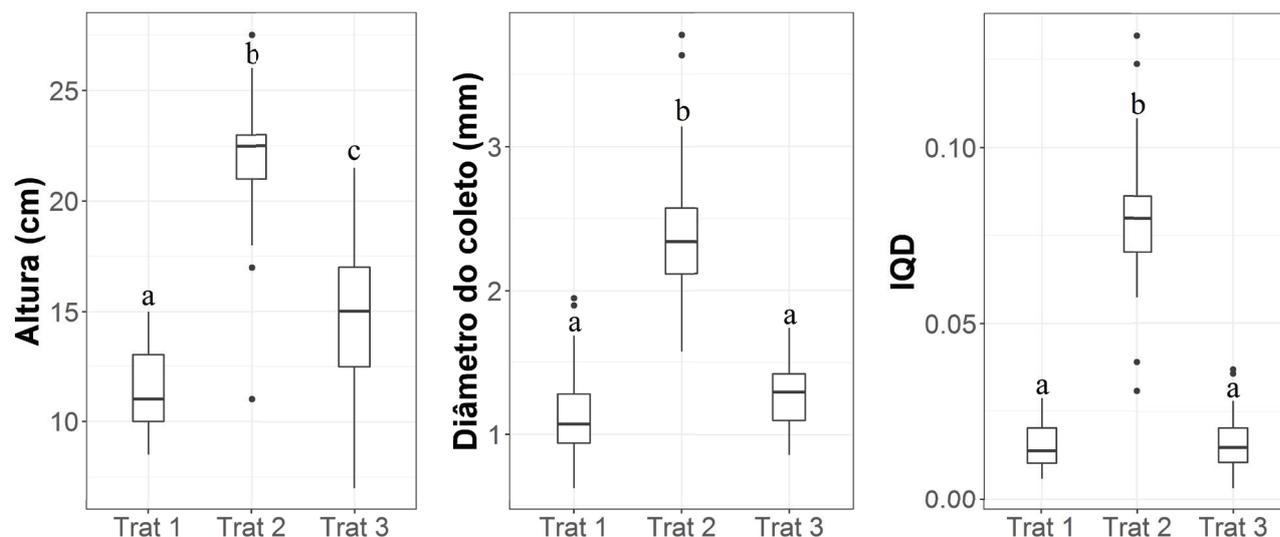


Figura 1. Médias de altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (DC) e índice de qualidade de Dickson (IQD) das mudas de *Harpalyce brasiliiana* Benth. em diferentes substratos aos 120 dias após transplântio (T1 = 2 partes de serragem + 0,5 parte de areia + 1,5 partes de composto orgânico de poda; T2 = 2 partes de bagana de carnaúba + 0,5 parte de areia + 1,5 partes de composto orgânico de poda; T3 = 2 partes de fibra de coco + 0,5 parte de areia + 1,5 partes de composto orgânico de poda). Médias com letras diferentes diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Figure 1. Mean of shoot height (H), collection diameter (DC) and Dickson quality index (IQD) of *Harpalyce brasiliiana* Benth. on different substrates at 120 days after transplanting (T1 = 2 parts of sawdust + 0.5 part of sand + 1.5 parts of organic pruning compound; T2 = 2 parts of carnauba bagana + 0.5 part of sand + 1.5 parts of organic pruning compound; T3 = 2 parts coconut fiber + 0.5 part sand + 1.5 parts organic pruning compound). Means with different letters differ from each other by the Tukey test ($P < 0.05$).

sendo, aproximadamente, duas vezes maior que os demais tratamentos (T1 = $1,14 \pm 0,05$ cm e T3 = $1,28 \pm 0,04$ cm) (Figura 1). Os tratamentos com resíduos de serragem (T1) e fibra de coco (T3) não diferiram entre si. Na presente pesquisa, o IQD apontou o substrato do T2 ($0,0795 \pm 0,0032$) como o tratamento que possibilitou obter mudas de maior qualidade, sendo cinco vezes superior aos demais tratamentos (T1 = $0,0148 \pm 0,0010$ e T3 = $0,0160 \pm 0,0013$) (Figura 1).

As médias das variáveis: massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSR), massa seca total (MST) e a relação entre a massa seca da parte aérea e a massa seca do sistema radicular (RMSPAR) (Tabela 1), foram maiores no tratamento com substrato com bagana de carnaúba ($0,6908 \pm 0,0256$ g, $0,2472 \pm 0,2321$ g, $0,9379 \pm 0,0302$ g e $2,9080 \pm 0,1542$ resultados para cada variável), sendo o único tratamento que apresentou valores dessas variáveis considerados satisfatórios para produção de mudas. Na variável RMSPAR foram observadas médias entre os tratamentos iguais a

1,1062 a 2,9090, sendo o T2 aquele que se apresentou superior aos demais.

Médias com letras diferentes na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

DISCUSSÃO

Na presente pesquisa, o tratamento utilizando a bagana de carnaúba no substrato (T2) foi o único que atingiu, aos 120 dias, o valor mínimo recomendado de altura das mudas para plantio em campo, com mais de 86% das mudas com alturas superiores a 20 cm. A altura e o diâmetro do coleto são as principais variáveis que influenciarão no crescimento das mudas em campo. Para mudas de espécies nativas do Cerrado, alturas mínimas entre 20 e 30 cm são ideais para plantio em campo (Pilon & Durigan 2013, Oliveira *et al.* 2016), uma vez que, por serem grandes e robustas, alcançam maiores taxas de sobrevivência, principalmente em ambientes onde ocorre competição com gramíneas invasoras (Durigan *et al.* 2011).

Tabela 1. Médias \pm erro padrão da massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSR), massa seca total (MST) e relação massa seca da parte aérea/raiz (RMSPAR) das mudas de *Harpalyce brasiliana* Benth. em diferentes substratos aos 120 dias após transplântio (T1 = 2 partes de serragem + 0,5 parte de areia + 1,5 partes de composto orgânico de poda; T2 = 2 partes de bagana de carnaúba + 0,5 parte de areia + 1,5 partes de composto orgânico de poda; T3 = 2 partes de fibra de coco + 0,5 parte de areia + 1,5 partes de composto orgânico de poda; n = número de amostras por tratamento)

Table 1. Mean \pm standard error dry mass of the shoot (MSPA), dry mass of the root system (MSR), total dry mass (MST) and shoot dry mass ratio (RMSPAR) of *Harpalyce brasiliana* Benth. on different substrates at 120 days after transplanting (T1 = 2 parts of sawdust + 0.5 part of sand + 1.5 parts of organic pruning compound; T2 = 2 parts of carnauba bagana + 0.5 part of sand + 1.5 parts of organic pruning compound; T3 = 2 parts coconut fiber + 0.5 part sand + 1.5 parts organic pruning compound; n = number of samples per treatment)

Tratamento	n	MSPA (g por muda)	MSR (g por muda)	MST (g por muda)	RMSPAR
T1	36	0,0849 \pm 0,0047 b	0,0760 \pm 0,1408 b	0,1608 \pm 0,0077 b	1,1062 \pm 0,0307 c
T2	36	0,6908 \pm 0,0256 a	0,2472 \pm 0,2321 a	0,9379 \pm 0,0302 a	2,9080 \pm 0,1542 a
T3	36	0,1388 \pm 0,0121 b	0,0731 \pm 0,3336 b	0,2119 \pm 0,0013 b	1,9492 \pm 0,1530 b

O lento desenvolvimento de mudas em viveiro, característica intrínseca para algumas espécies de Cerrado (Coelho *et al.* 2008, Costa *et al.* 2011) como a *H. brasiliana*, espécie pioneira, em muitos casos pode estar associado à utilização de substratos inadequados, conforme observado no presente estudo, em que as mudas de *H. brasiliana* produzidas com o T3 (fibra de coco) alcançaram altura média de 14,81 cm aos 120 dias após transplântio. Por outro lado, as mudas produzidas com o T2 (bagana de carnaúba) apresentaram altura média com aproximadamente 7 cm maior em relação ao tratamento com fibra de coco.

Substratos com utilização de fibra de coco são largamente empregados na produção de mudas tanto de espécies florestais como agrícolas, tendo-se inclusive amparo legal na importação desse resíduo (Mapa 2016). No estudo de Marinho *et al.* (2017) constatou-se que o crescimento de mudas de *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf. apresentou resultados distintos de acordo com a proporção de fibra de coco utilizada no substrato, sendo o mais satisfatório o tratamento com 70% de fibra de coco e o de pior desempenho com 25% desse resíduo. Nesta pesquisa, foi utilizada 50% de fibra de coco em relação aos demais componentes do substrato em mesmo tratamento, não se atingindo valores satisfatórios para a produção de mudas de *H. brasiliana*.

Em relação ao diâmetro do coleto (DC), Fenilli *et al.* (2010) afirmam que, de modo geral, o DC ideal para o plantio da muda no campo deve ser no mínimo de 2,2 cm, valor atingido neste estudo apenas com

uso de bagana. Diâmetros maiores indicam maior acúmulo de reservas, elevada resistência a possíveis tombamentos e ataque de herbívoros (Lima *et al.* 2016) e favorecem a sobrevivência da muda após o plantio (Novaes *et al.* 2014), aumentando sua resistência às condições desfavoráveis de campo, sendo de grande importância para as espécies de Cerrado que, geralmente, apresentam fatores adicionais de estresse, como fogo, seca e períodos de estiagem prolongados após plantio.

O conhecimento de composições de substratos que confirmam maior diâmetro do coleto em mudas de espécies de Cerrado, como a bagana de carnaúba, mostra-se de grande importância na viabilização do setor de produção de mudas nativas. Negreiros *et al.* (2004) ressaltam que substratos que permitem maior aeração e umidade proporcionam superior incremento no diâmetro do coleto, corroborando com a possível melhoria dos atributos físicos proporcionados pela bagana da Carnaúba.

Uma relação equilibrada entre a altura de mudas e diâmetro do coleto é de suma importância na produção de mudas em viveiro, pois, exprime a ideia de robustez da muda, onde plantas com elevadas alturas e pequenos diâmetros, expressam altos valores para a relação altura-diâmetro, sendo então consideradas as mais frágeis (Ritchie *et al.* 2010), uma vez que, podem ser facilmente danificadas em campo.

A robustez, assim como o equilíbrio da distribuição da fitomassa, são consideradas no índice de qualidade de Dickson (IQD), ponderando-se os resultados de variáveis importantes na

avaliação da qualidade (Fonseca *et al.* 2002), de forma que, quanto maior o IQD, melhor é a qualidade da muda produzida (Caldeira *et al.* 2012). O maior valor de IQD observado neste estudo (T2) foi inferior aos valores encontrados em estudos similares (Costa *et al.* 2011, Caldeira *et al.* 2013, Faria *et al.* 2016, Marinho *et al.* 2017, Oliveira *et al.* 2017), possivelmente em razão do porte subarbutivo da espécie *H. brasiliiana*. De acordo com Gomes *et al.* (2013), o IQD pode variar em função da espécie, do manejo das mudas no viveiro, do tipo e proporção do substrato, do volume do recipiente e de acordo com a idade da muda.

A relação entre a massa seca da parte aérea e a massa seca do sistema radicular (RMSPAR), de acordo com Caldeira *et al.* (2008), deve ser de 2:1. Deste modo, analisar essa relação é fundamental quando as mudas vão para campo, pois, a parte aérea não deve ser muito superior que a raiz das mudas em função dos possíveis problemas no que se refere, principalmente, a absorção de água.

Ao observar outros estudos com produção de mudas em diferentes substratos com espécies do Cerrado, considerando o mesmo tempo de avaliação, nota-se superioridade do T2 não apenas aos tratamentos deste estudo (T1 e T3). Costa *et al.* (2011) em estudo com diferentes substratos na produção de mudas de *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne, também da família Fabaceae, obtiveram um RMSPAR de 1,11 como o maior valor encontrado nos diferentes tratamentos. Coelho *et al.* (2008) pesquisando substratos para produção de mudas de *Heteropteris aphrodisiaca*, espécie igualmente arbustiva do Cerrado, tiveram valores da RMSPAR variando entre 0,56 e 2,38 em diferentes substratos. De modo geral, o substrato composto por bagana de carnaúba mostra potencial para ser utilizado na produção comercial de mudas de *H. brasiliiana*. Por outro lado, os substratos testados com fibra de coco e serragem não apresentaram eficiência, recomendando-se estudos que testem outras proporções desses resíduos na produção de mudas desta espécie.

A bagana de carnaúba, apesar de ter sido o resíduo que mais contribuiu no desenvolvimento de mudas de *H. brasiliiana* em todas as variáveis analisadas, é um material pouco utilizado na composição de substratos, mesmo em regiões onde esse material é abundante. Além deste, estudos

que testaram esse resíduo na produção de mudas confirmaram sua eficiência e até superioridade em comparação com outros materiais (Costa *et al.* 2005, Souza 2012, Lustosa Filho *et al.* 2015, Castro *et al.* 2015), devido ao aumento da fertilidade e melhoria das propriedades físicas (retenção de umidade, maior porosidade e maior aeração), favorecendo o desenvolvimento do sistema radicular e, logo, o crescimento em altura das mudas (Araújo *et al.* 2016, Araújo *et al.* 2017).

Além do possível maior favorecimento físico e nutricional fornecido pela bagana de carnaúba, esse material apresenta ainda uma substância chamada triacontanol, presente na cera de carnaúba (Mariano Júnior & Marques 2009), da qual a bagana é resíduo. O triacontanol atua positivamente no crescimento radicular e aumento da absorção de nutrientes, consequentemente favorecendo o desenvolvimento das mudas, sendo justificado pela capacidade de aumentar a atividade enzimática das células do embrião e multiplicação de tecidos meristemáticos das raízes (Chen *et al.* 2002). Esta substância química foi testada na produção de mudas de cacão (*Theobroma cacao* L.) onde foi constatada sua efetiva capacidade em promover maior altura e diâmetro do coleto nessa espécie (Sitinjak & Pandiangan 2014).

No sistema radicular de *H. brasiliiana* foi ainda observada a formação de nódulos, nas mudas do tratamento com fibra de coco e, principalmente, no tratamento com bagana de carnaúba. A nodulação em raízes de espécies da família Fabaceae pode ser um indicativo da capacidade de fixação biológica de nitrogênio (FBN) da espécie (Moreira 2008), o que pode favorecer ainda mais o seu desenvolvimento na fase de muda, devendo a capacidade de FBN na espécie ser investigada em pesquisas posteriores.

Neste estudo, verificou-se que o maior crescimento nas mudas de *H. brasiliiana* foi proporcionado pelo substrato composto por bagana de carnaúba, atingindo o padrão adequado para plantio aos 120 dias após a implantação do experimento. Os substratos com fibra de coco e com serragem, nas proporções pesquisadas, não se mostram adequados à produção de mudas de *H. brasiliiana*, recomendando-se estudos que testem outras proporções desses resíduos na produção de mudas desta espécie.

AGRADECIMENTOS

A Fazenda Triunfo, Ibareta – CE, pelo fornecimento da bagana de Carnaúba e a Emlurb, Recife – PE, pelo fornecimento do composto orgânico de poda urbana.

REFERÊNCIAS

- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. M., & Sparovek, G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711–728.
- Araújo, E. F., Aguiar, A. S., Arauco, M. A. S., Gonçalves, E. O., & Almeida, K. N. S. 2017. Crescimento e qualidade de mudas de paricá produzidas em substratos à base de resíduos orgânicos. *Revista Nativa*, 5(1), 16–23. DOI: 10.5935/2318-7670.v05n01a03
- Araújo, E. F., Arauco, S. A. M., Lacerda, J. J. J., Ratke, F. R., & Medeiros, C. J. 2016. Crescimento e balanço nutricional de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* com aplicação de substratos orgânicos e água residuária. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 36(86), 169–177. DOI: 10.4336/2016.pfb.36.86.1135
- Barbieri, R. F. 2010. Outro lado da Fronteira Agrícola: Breve história sobre a origem e o declínio da agricultura autóctone no Cerrado. *Ambiente e Sociedade*, 13(2), 331–345.
- Bechara, F. C., Fernandes, G. D., & Silveira, R. L. 2007. Quebra de dormência de sementes de *Chamaecrista flexuosa* (L.) Greene visando a restauração ecológica do Cerrado. *Revista de Biologia Neotropical*, 4(1), 58–63. DOI: 10.5216/rbn.v4i1.4657
- Birchler, T., Rose, R. W., Royo, A., & Pardos, M. 1998. La planta ideal: revision del concepto, parametros definitorios e implementacion practica. *Investigacion Agraria, Sistemas y Recursos Forestales*, 7(1/2), 109–121.
- Caldeira, M. V. W., Rosa, G. N., Fenilli, T. A. B., & Harbs, R. M. P. 2008. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. *Scientia Agraria*, 9(1), 27–33. DOI: 10.5380/rsa.v9i1.9898
- Caldeira, M. V. W., Peroni, L., Gomes, D. R., Delarmelina, W. M., & Trazzi, P. A. 2012. Diferentes proporções de bio sólido na composição de substratos para a produção de mudas de timbó (*Ateleia glazioviana* Baill). *Scientia Forestalis*, 40(93), 15–22.
- Caldeira, M. V. W., Delarmelina, W. M., Faria, J. C. T., & Juvanhol, R. S. 2013. Substratos alternativos na produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii*. *Revista Árvore*, 37(1), 31–39.
- Camara, R., Fonseca Júnior, A. M., Sousa, A. C. O., Pereira, M. G., & Oliveira Júnior, J. Q. 2017. Influência do substrato e inoculação micorrízica na produção de mudas de *Colubrina glandulosa* Perkins. *Floresta*, 47(4), 449–458.
- Castro, V. C., Fernandes, M. M., Fernandes, M. R. M., & Nóbrega, R. S. A. 2015. Avaliação de diferentes substratos orgânicos para mudas de *Enterolobium contortisiliquum* em uma área desertificada. *Revista Agrogeoambiental*, 8(3), 101–109. DOI: 10.18406/2316-1817v8n32016884
- Chen, X., Yuan, H., Chen, R., Zhu, L., Du, B., Weng, Q., & He, G. 2002. Isolation and characterization of triacontanol-regulated genes in rice (*Oryza sativa* L.): Possible role of triacontanol as a plant growth stimulator. *Plant and Cell Physiology*, 43(8), 869–876. DOI: 10.1093/pcp/pcf100
- Coelho, M. F. B., & Dombroski, J. L. D. 2006. Cultivo, manejo e micropropagação de nó-de-cachorro (*Heteropteris aphrodisiaca* O. Mach. - Malpighiaceae): espécie de uso medicinal em Mato Grosso. Cuiabá: FAPEMAT: p.95.
- Coelho, M. F. B., Souza, R. L. C., Albuquerque, M. C. F., Weber, O. S., & Nogueira Borges, H. B. 2008. Qualidade de mudas de nó-de-cachorro (*Heteropteris aphrodisiaca* O. Mach.) em diferentes substratos. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 10(3), 82–90.
- Costa, E., Leal, P. A. M., Rego, N. H., & Benatti, J. 2011. Desenvolvimento inicial de mudas de jatobazeiro do Cerrado em Aquidauana – MS. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33(1), 215–226. DOI: 10.1590 / S0100-29452011005000035
- Costa, I. R. D. A., Araújo, F. S., & Lima-Verde, L. W. 2004. Flora e aspectos auto-ecológicos de um enclave de Cerrado na chapada do Araripe, Nordeste do Brasil. *Acta Botanica Brasílica*, 18(4), 759–770.
- Costa, M. C., Albuquerque, M. C. F., Albrecht, J. M. F., & Coelho, M. F. B. 2005. Substratos para produção de mudas de jenipapo (*Genipa americana* L.). *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 35(1), 19–24. DOI: 10.5216/pat.v35i1.2280

- Delarmelina, W. M., Caldeira, M. V. W., Faria, J. C. T., & Lacerda, L. C. 2015. Uso de resíduo orgânico em substrato para produção de *Chamaecrista desvauxii* (Collad.) Killip var. *latistipula* (Benth.). *Cerne*, 21, 429–437. DOI: 10.1590/01047760201521031439
- Della Giustina, C. C. 2013. Degradação e Conservação do Cerrado: uma história ambiental do estado de Goiás. Tese de doutorado. Departamento de Ciência Florestal. Universidade de Brasília. p. 206. <http://repositorio.unb.br/handle/10482/14387>
- 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), 11–13.
- Durigan, G., Melo, A. C. G., Max, J. C. M., Vilas Bôas, O., & Contieri, W. A. 2011. Manual para recuperação da vegetação de Cerrado. 3 ed. São Paulo: SMA: p. 26.
- Faria, J. C. T., Caldeira, M. V. W., Delarmelina, W. M., & Rocha, R. L. F. 2016. Substratos alternativos na produção de mudas de *Mimosa setosa* Benth. *Ciência Florestal*, 26(4), 1075–1086.
- Fenilli, T. A. B., Schorn, L. A., & Nasato, S. K. 2010. Utilização do pó de fumo no substrato para produção de mudas de tucaneira. *Revista acadêmica – ciências agrárias e ambientais*, 8(1), 183–190. DOI: 10.7213/cienciaanimal.v8i2.10838
- Ferreira, C. S., Nunes, J. A. R., & Gomes, R. L. F. 2013. Manejo de corte das folhas de *Copernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore no Piauí. *Revista Caatinga*, 26(2), 25–30.
- Fonseca, E. P., Valeri, S. V., Miglioranza, E., Fonseca, N. A. N., & Couto, L. 2002. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. *Revista Árvore*, 26(4), 515–523.
- Freitas, E. C. S., Paiva, H. N., Leite, H. G., & Oliveira Neto, S. N. 2017. Crescimento e qualidade de mudas de *Cassia grandis* Linnaeus f. em resposta a adubação fosfatada e calagem. *Ciência Florestal*, 27(2), 509–519.
- Gonçalves, M. P. M., Feliciano, A. L. P., Silva, L. B., & Silva, A. P. 2018. Superação de dormência de sementes de *Harpalyce brasiliiana* Benth (Fabaceae). *Scientia Agraria (ONLINE)*, 19(1), 133–141.
- Gomes, D. R., Caldeira, M. V. W., Delarmelina, W. M., Gonçalves, E. O., & TRAZZI, P. A. 2013. Lodo de esgoto como substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis* L. *Cerne*, 19(1), 123–131.
- Larcher, W. 2006. *Ecofisiologia vegetal*. 3 ed. São Carlos: Editora RiMa: p. 529.
- Lima, P. A. F., Gatto, A., Albuquerque, L. B., Malaquias, J. V., & Aquino, F. G. 2016. Crescimento de mudas de espécies nativas na restauração ecológica de matas ripárias. *Neotropical Biology and Conservation*, 11(2), 72–79. DOI: 10.4013/nbc.2016.112.03
- Lustosa Filho, J. E., Nóbrega, J. C. A., Nóbrega, R. S. A., Dias, B. O., Amaral, F. H. C., & Amorim, S. P. N. 2015. Influence of organic substrates on growth and nutrient contents of jatobá (*Hymenaea stigonocarpa*). *African Journal of Agricultural Research*, 10(26), 2544–2552. DOI: 10.5897/AJAR2015.9781
- MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO . Portaria nº 05, de 18 de janeiro de 2016. (Obtido em 06 de maio de 2018, em <http://www.agricultura.gov.br/aceso-a-informacao/participacao-social/consultas-publicas/portaria-ndeg-05-de-18-de-janeiro-de-2016>).
- Mariano Júnior, J. A., & Marques, L. G. A. 2009. Cera de Carnaúba. *Cadernos de Prospecção*, 2(1), 36–38.
- Marinho, P. H. A., Sousa, R. M., Giongo, M., Viola, M. R., & Souza, P. B. 2017. Influência de diferentes substratos na produção de mudas de flamboyant *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf. *Revista Agro@ambiente On-line*, 11(1), 40–46. DOI: 10.18227/1982-8470ragro.v11i1.3870
- Moreira, E. B. M., & Galvêncio, J. D. 2007. Espacialização das temperaturas à superfície na cidade do Recife, utilizando imagens TM – LANNDSAT 7. *Revista de Geografia da UFPE*, 24(3), 101–115.
- Moreira, F. M. S. 2008. Bactérias fixadoras de nitrogênio que nodulam Leguminosae. In: F. M. S. Moreira, J. O. Siqueira & L. Brussaard (Eds.). *Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros*. pp. 621–680. Lavras: Editora UFLA.
- Negreiros, J. R. S., Álvares, V. S., Braga, L. R., & Bruckner, C. H. 2004. Diferentes substratos na formação de mudas de maracujazeiro-amarelo. *Revista Ceres*, 51(294), 243–249.

- Novaes, A. B., Silva, H. F., Sousa, G. T. O., & Azevedo, G. B. 2014. Qualidade de mudas de Nim Indiano produzidas em diferentes recipientes e seu desempenho no campo. *Revista Floresta*, 44(1), 101–110. DOI: 10.5380/rf.v44i1.30207
- Oliveira, M. C., Ogata, R. S., Andrade, G. A., Santos, D. S., Souza, R. M., Guimarães, T. G., Silva Júnior, M. C., Pereira, D. J. S., & Ribeiro, J. F. 2016. Manual de viveiro e produção de mudas: espécies arbóreas nativas do Cerrado. Brasília: Editora Rede de Sementes do Cerrado: p. 124.
- Oliveira, H. F. E., Souza, C. L., Felix, D. V., Fernandes, L. S., Xavier, O. S., & Alves, L. M. 2017. Desenvolvimento inicial de mudas de Baruzeiro (*Dipteryx alata* Vog) em função de substratos e lâminas de irrigação. *Irriga*, 22(2), 288–300.
- Oliveira, M. C., Ogata, R. S., Andrade, G. A., Santos, D. S., Souza, R. M., Guimarães, T. G., Silva Júnior, M. C., Pereira, D. J. S., & Ribeiro, J. F. 2016. Manual de viveiro e produção de mudas: espécies arbóreas nativas do Cerrado. Brasília: Editora Rede de Sementes do Cerrado: p. 124.
- Pilon, N. L., & Durigan, G. 2013. Critérios para indicação de espécies prioritárias para restauração da vegetação de Cerrado. *Scientia Forestalis*, 41(99), 389–399.
- Pontes, M. C. N. D. 2014. Contribuição ao conhecimento químico da espécie *Harpalyce brasiliana* Benth.. Dissertação de mestrado. Departamento de Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. p. 202. <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/23088>
- Ritchie, G. A., Landis, T. D., Dumroese, R. K., & Haase, D. L. 2010. Assessing plant quality. In: T. D. Landis, R. K. Dumroese & D. L. Haase (Eds.), *Seedling processing, storage and outplanting*. pp. 19–81. Washington: U.S. Department of Agriculture, Forest Service.
- Saidelles, F. L. F., Caldeira, M. V. W., Schirmer, W. N., & Sperandio, H. V. 2009. Casca de arroz carbonizada como substrato para produção de mudas de tamboril-da-mata e garapeira. *Semina: Ciências Agrárias*, 30 (1), 1173–1186.
- Simões, D., Silva, R. B. G., & Silva, M. R. 2012. Composição do substrato sobre o desenvolvimento, qualidade e custo de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden × *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. *Ciência Florestal*, 22(1), 91–100. DOI: 10.5902/198050985082
- Sitinjak, R. R., & Pandiangan, D. 2014. The effect of plant growth regulator triacontanol to the growth of cação seedlings (*Theobroma cacao* L.). *Agrivita*, 36(3), 260–267, 2014. DOI: 10.17503
- Souza, L. B. 2012. Produção de mudas de espécies florestais em substratos regionais. Dissertação de Mestrado. Departamento de Agronomia. Universidade Federal do Piauí. p. 75. https://sigaa.ufpi.br/sigaa/public/programa/defesas.jsf?lc=pt_br&id=612
- Ximenes, R. M. 2012. Atividade antifosfolipásica A2 da Harpalicina 2, uma isoflavona isolada de *Harpalyce brasiliana* Benth. Tese de doutorado. Departamento de Fisiologia e Farmacologia. Universidade Federal do Ceará. p. 134. <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/4038>

Submetido em: 18/06/2018

Aceito em: 28/02/2019

Publicado online: 14/03/2019

Editor Associado: Nuria Pistón