



## Influência de diferentes substratos na produção de mudas de flamboyant *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf.<sup>1</sup>

### *Influence of different substrates on seedling production in the flamboyant *Delonix regia* (Bojer ex Hook) Raf.*

Paulo Henrique Aquino Marinho<sup>1\*</sup>, Rhonan Martins de Sousa<sup>1</sup>, Marcos Giongo<sup>2</sup>, Marcelo Ribeiro Viola<sup>3</sup>, Priscila Bezerra de Souza<sup>2</sup>

**Resumo:** *Delonix regia* é uma essência florestal utilizada no reflorestamento e na arborização de praças, parques e ruas de várias cidades do Brasil. Este estudo teve como objetivo avaliar diferentes composições de substratos para a produção de mudas de flamboyant *Delonix regia*. O experimento foi conduzido no Viveiro Florestal da UFT. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com dez tratamentos e oito repetições. Os tratamentos avaliados foram: T1-Testemunha (Substrato comercial), T2-Substrato comercial + Fibra de coco (70:30), T3-Substrato comercial + Casca de arroz carbonizada (70:30), T4-Substrato comercial + Fibra de coco (50:50), T5-Substrato comercial + Casca de arroz carbonizada (50:50), T6-Substrato comercial + Fibra de coco (30:70), T7-Substrato comercial + Casca de arroz carbonizada (30:70), T8-Substrato comercial + Fibra de coco + Casca de arroz carbonizada (50:25:25), T9-Substrato comercial + Fibra de coco + Casca de arroz carbonizada (25:25:50) e T10-Substrato comercial + Fibra de coco + Casca de arroz carbonizada (25:50:25). As avaliações foram realizadas aos 30, 60 e 90 dias após o plantio. Os parâmetros avaliados foram: diâmetro do coleto (DC), altura (H), relação altura diâmetro (H/DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total (MST), massa seca da parte aérea/massa seca de raiz (MSPA/MSR) e Índice de qualidade de Dickson (IQD). Aos 90 dias, T6 apresentou melhores resultados nos parâmetros: DC (4,60 mm), H (11,22 cm), MSPA (3,71 g), MSR (3,99 g), MST (7,71 g) e IQD (2,28). E T5 obteve melhor resultado para MSPA/MSR (0,974 g). Portanto, pode-se concluir que o tratamento composto por 30% de substrato comercial e 70% de fibra de coco foi considerado o melhor tratamento para a produção de mudas de *Delonix regia*.

**Palavras-chave:** Arborização. Casca de arroz carbonizada. Fibra de coco. Qualidade de mudas.

**Abstract:** *Delonix regia* is a forest element used in reforestation and in the forestation of squares, parks and streets of many Brazilian cities. The aim of this study was to evaluate different compositions of substrate for seedling production in the flamboyant, *Delonix regia*. The experiment was carried out at the Forest Nursery of the Federal University of Tocantins, Brazil. A completely randomised experimental design was used, with ten treatments and eight replications. The treatments under evaluation were: T1-Control (Commercial Substrate), T2-Commercial substrate + Coconut fibre (70:30), T3-Commercial substrate + Carbonised rice husk (70:30), T4-Commercial substrate + Coconut fibre (50:50), T5-Commercial substrate + Carbonised rice husk (50:50), T6-Commercial substrate + Coconut fibre (30:70), T7-Commercial substrate + Carbonised rice husk (30:70), T8-Commercial substrate + Coconut fibre + Carbonised rice husk (50:25:25), T9-Commercial substrate + Coconut fibre + Carbonised rice husk (25:25:50), and T10-Commercial substrate + Coconut fibre + Carbonised rice husk (25:50:25). Evaluations were made at 30, 60 and 90 days after planting. The parameters under evaluation were: root collar diameter (DC), height (H), ratio of height to diameter (H/DC), shoot dry weight (MSPA), root dry weight (MSR), shoot dry weight/root dry weight (MSPA/MSR) and Dickson Quality Index (IQD). At 90 days, T6 presented better results for the parameters: DC (4.60 mm), H (11.22 cm), MSPA (3.71 g), MSR (3.99 g), MST (7.71 g), and IQD (2.28). T5 achieved the best result for MSPA/MSR (0.974 g). The treatment consisting of 30% commercial substrate and 70% coconut fibre was therefore considered the best treatment for seedling production in *Delonix regia*.

**Key words:** Forestation. Carbonised rice husk. Coconut fibre. Seedling quality.

\*Autor para correspondência

Enviado para publicação em 21/09/2016 e aprovado em 30/01/2017

<sup>1</sup>Mestrando do Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, PGCF/AUFT, Gurupi, TO, Brasil, depaulohenrique@gmail.com, rohsousa@hotmail.com

<sup>2</sup>Professor(a) Dr.(a) do Curso de Engenharia Florestal da UFT e do Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, PGCF/AUFT, Gurupi, TO, Brasil, giongo@mail.uft.edu.br, priscilauft@mail.uft.edu.br

<sup>3</sup>Professor Dr. do Departamento de Engenharia e dos programas de Pós Graduação em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas/UFLA e do Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, PGCF/AUFT, Lavras, MG, Brasil, marcelo.viola@deg.ufla.br

## INTRODUÇÃO

*Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf., conhecida popularmente como flamboyant, é uma espécie florestal exótica, oriunda de Madagascar e altamente adaptada às condições ambientais de clima tropical. A espécie, inserida na família Fabaceae e subfamília Caesalpinioideae, tem sido utilizada na arborização de praças e ruas brasileiras (LUCENA *et al.*, 2006). No Brasil, essa espécie ocorre principalmente na região Sudeste, podendo chegar a medir até 15 metros de altura e 10 metros de diâmetro de copa (AYRES, 2010), adaptando-se muito bem às condições do clima tropical e ao tipo do solo brasileiro (ARAÚJO *et al.*, 2009).

São vários os tipos de dormência, sendo que, para a família Leguminosae (Fabaceae), a impermeabilidade do tegumento à água é a causa principal em 85% das espécies (ROLSTON, 1978; POPINIGIS, 1985). Essa impermeabilidade é causada pela dureza do tegumento que é atribuída à resistência à entrada de água promovida pela testa, que apresenta camada de células em paliçada, com paredes espessas e recobertas externamente por lignina (CARDOSO, 2004).

Por ser uma árvore de médio porte e pelo fato de propiciar sombreamento, embelezamento devido a sua floração atrativa, além de auxiliar melhorando o microclima, o plantio da espécie é preferível na ornamentação de parques, praças e calçadas (AYRES, 2010; LORENZI *et al.*, 2003; SILVA *et al.*, 2008). Entretanto, em projetos paisagísticos e arborização urbana, ao implantar o flamboyant, alguns cuidados devem ser observados. Quando implantado próximo a edificações, fiações elétricas, tubulações e calçadas, a espécie deve ser plantada com recuo de cerca de cinco metros, quando plantada em calçadas, pelo menos três metros de largura para o seu livre e adequado desenvolvimento (SILVA FILHO, 2007).

A qualidade da muda, que está diretamente ligada à produtividade, é um dos principais fatores para a implantação de povoamentos florestais (TRAZZI *et al.*, 2013). De acordo com Gomes *et al.* (2002), os parâmetros morfológicos são os mais empregados na determinação do padrão de qualidade das mudas, entretanto ainda necessitam de definições mais acertadas que possam responder às exigências quando se diz respeito a sobrevivência e ao crescimento, determinados por fatores adversos.

Segundo Souza Júnior *et al.* (2008), a escolha de um substrato deve ser eficiente quanto a aeração, drenagem, retenção de água e a disponibilidade de nutrientes, além de ser de fácil aquisição por um longo período e com custo adequado. Em relação à casca de arroz carbonizada, o uso deste componente tem sido intensificado, pois, após ser passada no processo de carbonização, este elemento pode ser combinado com outros, como a fibra de coco, turfa e casca de pinus (KRATZ *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2012).

Diversos estudos demonstram que a utilização da fibra de coco e casca de arroz carbonizada é uma alternativa viável

para a produção de mudas (DELARMELINA *et al.*, 2014; FIGUERÊDO *et al.*, 2014; SOUZA *et al.*, 2015). Dessa maneira é de extrema importância a escolha do substrato, pois se torna necessário observar as suas características físicas e químicas, para garantir que a composição escolhida permita a semente condições para germinação e posterior formação do sistema radicular e parte aérea (OLIVEIRA *et al.*, 2011; ANDRADE *et al.*, 2013).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi determinar a influência de diferentes substratos no desenvolvimento e qualidade das mudas de flamboyant *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de maio a agosto de 2016 no Viveiro Florestal da Universidade Federal do Tocantins, *campus* Universitário de Gurupi-TO, localizado a 280 m de altitude, sob as coordenadas 11°44'8" de latitude Sul e 49°02'58" de longitude Oeste. O clima predominante da região, segundo Thornthwaite, é do tipo C2wa "a", caracterizado por um clima úmido subúmido, com moderada deficiência hídrica no inverno, e as precipitações pluviométricas entre 1.300 a 1.700 mm e temperatura média anual de 26° C (SEPLAN, 2012).

Foi adotado o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com oito repetições, sendo uma planta por repetição e dez tratamentos avaliados. Os tratamentos consistiram dos seguintes componentes: substrato comercial Bioplant® (SC), casca de arroz carbonizada (CAC) e fibra de coco (FC). As sementes foram submetidas aos seguintes tratamentos: T1- Testemunha (Substrato comercial), T2- Substrato comercial + Fibra de coco (70:30), T3- Substrato comercial + Casca de arroz carbonizada (70:30), T4- Substrato comercial + Fibra de coco (50:50), T5- Substrato comercial + Casca de arroz carbonizada (50:50), T6- Substrato comercial + Fibra de coco (30:70), T7- Substrato comercial + Casca de arroz carbonizada (30:70), T8- Substrato comercial + Fibra de coco + Casca de arroz carbonizada (50:25:25), T9- Substrato comercial + Fibra de coco + Casca de arroz carbonizada (25:25:50) e T10- Substrato comercial + Fibra de coco + Casca de arroz carbonizada (25:50:25).

As sementes de flamboyant foram submetidas ao método de imersão em água quente à 80° C por 5 minutos para superação da dormência (ZWIRTES *et al.*, 2013).

A semeadura foi realizada em tubetes com capacidade volumétrica de 120 cm<sup>3</sup>, os quais foram acondicionados em bandejas de polipropileno com capacidade para 54 tubetes, sendo semeadas três sementes por recipiente. Em seguida, as bandejas foram dispostas em canteiros suspensos a ± 1 metro do solo, em uma casa de sombra coberta com tela, permitindo a passagem de 50% da luminosidade, utilizando um sistema

de irrigação por aspersão com duração de 4 minutos nos horários de 8, 11, 16 e 18 horas. Após a emergência (em torno de 10 dias), realizou-se o desbaste, permanecendo apenas uma plântula por recipiente. O desbaste foi realizado baseado na plântula que apresentou maior vigor e desenvolvimento dentre as germinadas no mesmo tubete.

Aos 30, 60 e 90 dias, analisou-se altura das plântulas (H; cm), medindo-se com régua graduada do coleto das plântulas até a extremidade superior da última folha emitida; e o diâmetro do coleto (DC; mm), medindo-se com paquímetro digital com precisão de 0,01 mm.

Após a última avaliação de altura e diâmetro (90 dias após a semeadura), retiraram-se as plântulas dos tubetes, separando-se em parte aérea e sistema radicular, posteriormente foram lavadas em água corrente e desidratadas em estufa com circulação forçada de ar com temperatura a 70 °C por um período de 72 horas, seguindo a metodologia de Caldeira *et al.* (2013).

Além da altura (H) e diâmetro do coleto (DC) foram avaliadas as seguintes características: relação entre altura

da parte aérea e diâmetro do coleto (H/DC), massa seca da parte aérea (MSPA; g planta<sup>-1</sup>), massa seca do sistema radicular (MSR; g planta<sup>-1</sup>), massa seca total (MST= MSPA + MSR; g planta<sup>-1</sup>), relação entre a massa seca da parte aérea e a massa seca do sistema radicular (RMSP AR; g planta<sup>-1</sup>) e índice de qualidade de Dickson (IQD), definida pela expressão:  $IQD = MST / [(H/DC) + (MSPA/MSR)]$ .

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, através do Software Assistat 7.7.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de altura de plantas (H), diâmetro de coleto (DC) e relação altura/diâmetro (H/DC) aos 30, 60 e 90 dias, para os 10 tratamentos avaliados, seguidos do coeficiente de variação e média encontram-se na (Tabela 1).

Após 30 dias do plantio das sementes de flamboyant, o tratamento 3, composto por substrato comercial + casca

**Tabela 1** - Valores referentes à altura de plantas (H), diâmetro de coleto (DC) e relação altura diâmetro (H/DC) de mudas de *Delonix regia* produzidas em diferentes substratos aos 30, 60 e 90 dias após o plantio

**Table 1** - Values for plant height (H), root-collar diameter (DC) and height to diameter ratio (H/DC) in seedlings of *Delonix regia* produced in different substrates, at 30, 60 and 90 days after planting.

Tratamento	30 dias			60 dias			90 dias		
	DC (mm)	H (cm)	H/DC	DC (mm)	H (cm)	H/DC	DC (mm)	H (cm)	H/DC
T1	3,55 abc	7,78 bc	2,19 bc	3,75 bc	8,15 b	2,17 b	3,95 ab	8,45 b	2,14 b
T2	3,42 abc	8,36 b	2,47 abc	3,59 bc	8,83 b	2,51 ab	3,76 b	9,33 b	2,53 ab
T3	3,75 a	8,41 ab	2,26 bc	3,96 ab	8,71 b	2,20 b	4,12 ab	9,00 b	2,18 b
T4	3,41 abc	8,02 bc	2,38 abc	3,53 bc	8,6 b	2,45 ab	3,63 b	9,11 b	2,52 ab
T5	3,62 ab	8,52 ab	2,40 abc	3,83 abc	9,07 b	2,38 ab	3,95 ab	9,43 b	2,41 ab
T6	3,63 ab	9,85 a	2,74 ab	4,48 a	10,63 a	2,40 ab	4,60 a	11,22 a	2,47 ab
T7	3,13 bc	6,80 c	2,17 c	3,62 bc	8,4 b	2,33 ab	3,79 b	8,62 b	2,28 ab
T8	3,05 bc	8,18 bc	2,68 abc	3,58 bc	8,76 b	2,47 ab	3,77 b	9,45 b	2,51 ab
T9	3,00 c	8,65 ab	2,89 a	3,23 c	9,07 b	2,81 a	3,42 b	9,38 b	2,74 a
T10	2,97 c	8,12 bc	2,74 ab	3,49 bc	9,01 b	2,64 ab	3,76 b	9,22 b	2,49 ab
CV (%)	10,91	10,98	13,85	11,97	8,61	13,24	11,14	8,01	12,4
Média	3,35	8,27	2,49	3,7	8,92	2,44	3,87	9,32	2,43

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade, onde CV(%) = coeficiente de variação, submetidas aos tratamentos: T1- Testemunha (Substrato comercial), T2- Substrato comercial + Fibra de coco (70:30), T3- Substrato comercial + Casca de arroz carbonizada (70:30), T4- Substrato comercial + Fibra de coco (50:50), T5- Substrato comercial + Casca de arroz carbonizada (50:50), T6- Substrato comercial + Fibra de coco (30:70), T7- Substrato comercial + Casca de arroz carbonizada (30:70), T8- Substrato comercial + Fibra de coco + Casca de arroz carbonizada (50:25:25), T9- Substrato comercial + Fibra de coco + Casca de arroz carbonizada (25:25:50) e T10- Substrato comercial + Fibra de coco + Casca de arroz carbonizada (25:50:25).

Means followed by the same letter in the columns do not differ by Tukey test at the 5% level of probability, where CV (%) = coefficient of variation, referred to treatment: T1-witness (commercial substrate), T2-commercial substrate + coconut fiber (70:30), T3-commercial substrate + carbonized rice husk (70:30), T4-commercial substrate + coconut fiber (50:50), T5-commercial substrate + carbonized rice husk (50:50), T6-commercial substrate + coconut fiber (30:70), T7-commercial substrate + carbonized rice husk (30:70), T8-commercial substrate + coconut fiber + carbonized rice husk (50:25:25), T9-commercial substrate + coconut fiber + carbonized rice husk (25:25:50) and T10-commercial substrate + coconut fiber + carbonized rice husk (25:50:25).

de arroz carbonizada (70:30), foi o que melhor apresentou desenvolvimento de diâmetro do coleto, 3,75 mm, e aos 60 e 90 dias o tratamento 6 (Substrato comercial + Fibra de coco (30:70) foi o que melhor se desenvolveu em diâmetro, 4,48 e 4,60 mm, respectivamente. Os tratamentos que obtiveram menores crescimentos em diâmetro aos 30 dias foram T9, Substrato comercial + Fibra de coco + Casca de arroz carbonizada (25:25:50), e T10, Substrato comercial + Fibra de coco + Casca de arroz carbonizada (25:50:25). Aos 60 dias, o menor valor foi encontrado no tratamento 9, já aos 90 dias, os menores valores de crescimento em diâmetro não diferiram significativamente (Tabela 1).

Delarmelina *et al.* (2014), utilizaram fibra de coco e casca de arroz na composição de substratos para produção de mudas de *Sesbania virgata* e encontraram resultados diferentes, os tratamentos que possuíam esses substratos na sua composição não proporcionaram crescimento satisfatórios nas características morfológicas analisadas. Nesse caso, os autores utilizaram lodo de esgoto associado à fibra de coco e casca de arroz carbonizada, enquanto no presente estudo foi utilizado substrato comercial.

O diâmetro de coleto, segundo Souza *et al.* (2006), é uma das melhores variáveis de predição de qualidade de mudas, pois plantas com baixo desenvolvimento de diâmetro apresentam dificuldades em permanecer eretas no pós-plantio em campo, podendo resultar em deformações e até morte da muda. As plantas que apresentam maiores diâmetros, dentro de uma mesma espécie, têm sua formação e crescimento de novas raízes mais desenvolvidos, apresentando maior sobrevivência.

Segundo Grossnickle (2012), os primeiros meses pós-plantio são os que apresentam condições ambientais mais adversas às mudas transplantadas, pois o novo ambiente é diferente daquele submetido em viveiro. Portanto, mudas de qualidade é de grande importância para o sucesso do plantio.

A variável altura teve melhores resultados com o tratamento 6, composto por substrato comercial + fibra de coco (30:70), aos 30, 60 e 90 dias; o tratamento 7 foi o que apresentou menor crescimento em altura aos 30 dias, apresentando 6,8 cm, porém, aos 60 e 90 dias, os menores crescimentos em altura não variaram significativamente. Além de ser uma variável de fácil medição e não destrutiva, a altura fornece informações morfológicas que determinam a qualidade das mudas em viveiro e estima seu potencial inicial de estabelecimento em campo (CAIONE *et al.*, 2012).

O tratamento 9 foi o que apresentou melhores resultados para a relação altura e diâmetro do coleto (H/DC), em todos os períodos de coleta de dados. Os menores valores H/DC, aos 30 dias, foram encontrados no tratamento 7, já aos 60 e 90 dias os tratamentos 1 e 3 foram os que apresentaram menores valores na relação altura e diâmetro do coleto (Tabela 1). Segundo Viana *et al.* (2008), a relação H/DC pode ser utilizada para identificar a qualidade da muda a ser levada ao campo, pois plantas com baixo diâmetro do colo e

altura muito elevada apresentam dificuldades de se manterem eretas após o plantio. O menor valor da relação H/DC implica mudas mais resistentes no campo (AGUIAR *et al.*, 2011).

Figuerêdo *et al.* (2014), encontraram resultados semelhantes em relação à casca de arroz carbonizada, em que proporções inferiores a 51% de casca de arroz carbonizada na mistura proporcionaram melhores resultados para os parâmetros analisados, sendo observados também por Sidelles *et al.* (2009), em que mudas de *Enterolobium contortisiliquum* produzidas com mais 50% de casca de arroz carbonizada ao solo não responderam de forma positiva aos parâmetros avaliados. Santos *et al.* (2014), também utilizando casca de arroz carbonizada na constituição do substrato, proporcionou maiores médias das características de crescimento das mudas de *Parapiptadenia rigida* (angico vermelho), destacando o tratamento composto de 60% lodo de esgoto + 40% casca de arroz carbonizada.

Souza *et al.* (2015), verificaram que aos 90 dias do plantio de *Eugenia involucrata*, utilizando tratamentos à base de 50% de substrato comercial + 50% de casca de arroz carbonizada, obtiveram os melhores resultados no desenvolvimento da planta. Resultados que corroboram com o presente estudo, ou seja, os tratamentos que obtiveram melhores resultados com casca de arroz carbonizada foram os que utilizaram as proporções 30 e 50% (T3 e T5), já o tratamento que utilizou 70% (T7) não obteve resultados satisfatórios para os parâmetros avaliados.

Os valores obtidos para (MSPA)= Massa seca da parte aérea, (MSR)= massa seca de raízes, (MST)= massa seca total, (MSR/MSPA)= relação massa seca de raízes massa seca da parte aérea e (IQD)=índice de qualidade de Dickson para os 10 tratamentos avaliados, seguido do coeficiente de variação (CV %) e média, encontram-se na (Tabela 2).

O tratamento que apresentou melhor peso de massa seca da parte aérea e massa seca radicular foi o tratamento 6 composto por substrato comercial + fibra de coco (30:70), com média de 3,71 e 3,99 g planta<sup>-1</sup>, respectivamente. Este resultado também foi encontrado na análise de massa seca total, com média de 7,71 g planta<sup>-1</sup>. Na relação massa seca da parte aérea e massa seca radicular, os tratamentos não diferiram entre si, com valores superiores a 0,91 g.

Segundo Carrijo *et al.* (2004), a fibra de coco tem sido um substrato muito utilizado e de baixo custo, além desse substrato possuir longa durabilidade sem alteração de suas características físicas, pode ser esterilizado e sua matéria prima é renovável e abundante.

No presente estudo, o tratamento com 70% de fibra de coco (T6) em sua composição foi o que apresentou melhor desenvolvimento da plântula, mostrando que esse material, além de possuir boas características físicas e morfológicas, é indicado para produção de mudas de qualidade e bom desenvolvimento.

Oliveira *et al.* (2014), verificaram que o substrato à base de fibra de coco apresentou resultados superiores em

**Tabela 2** - Valores obtidos nos dez tratamentos avaliados, onde (MSPA)= Massa seca da parte aérea, (MSR)= massa seca de raízes, (MST)= massa seca total, (MSR/MSPA)= relação massa seca de raízes massa seca da parte aérea e (IQD)=índice de qualidade de Dickson de mudas de *Delonix regia* produzidas em diferentes substratos aos 90 dias após o plantio

**Table 2** - Values obtained in the ten treatments under evaluation, where (MSPA) = shoot dry weight, (MSR) = root dry weight, (MST) = total dry weight, (MSR/MSPA) = ratio of shoot dry weight to root dry weight and (IQD)= Dickson quality index, in seedlings of *Delonix regia* produced in different substrates at 90 days after planting

Tratamento	MSPA	MSR	MST	MSPA/MSR	IQD
T1	3,37 b	3,63 b	7,00 b	0,928 a	2,28 a
T2	3,53 ab	3,76 ab	7,33 ab	0,930 a	2,14 ab
T3	3,47 ab	3,65 b	7,12 b	0,950 a	2,27 a
T4	3,50 ab	3,60 b	7,11 b	0,974 a	2,04 ab
T5	3,40 ab	3,60 b	7,01 b	0,945 a	2,10 ab
T6	3,71 a	3,99 a	7,71 a	0,934 a	2,28 a
T7	3,41 ab	3,72 ab	7,14 b	0,917 a	2,24 ab
T8	3,35 b	3,63 b	6,99 b	0,924 a	2,03 ab
T9	3,46 ab	3,61 b	7,08 b	0,959 a	1,91 b
T10	3,52 ab	3,67 b	7,19 ab	0,958 a	2,11 ab
CV (%)	5,76	4,67	4,52	5,25	9,79
Média	3,47	3,69	7,17	0,94	2,14

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade, onde CV(%) = coeficiente de variação, submetidas aos tratamentos: T1- Testemunha (Substrato comercial), T2- Substrato comercial + Fibra de coco (70:30), T3- Substrato comercial + Casca de arroz carbonizada (70:30), T4- Substrato comercial + Fibra de coco (50:50), T5- Substrato comercial + Casca de arroz carbonizada (50:50), T6- Substrato comercial + Fibra de coco (30:70), T7- Substrato comercial + Casca de arroz carbonizada (30:70), T8- Substrato comercial + Fibra de coco + Casca de arroz carbonizada (50:25:25), T9- Substrato comercial + Fibra de coco + Casca de arroz carbonizada (25:25:50) e T10- Substrato comercial + Fibra de coco + Casca de arroz carbonizada (25:50:25).

Means followed by the same letter in the columns do not differ by Tukey test at the 5% level of probability, where CV (%) = coefficient of variation, referred to treatment: T1-witness (commercial substrate), T2-commercial substrate + coconut fiber (70:30), T3-commercial substrate + carbonized rice husk (70:30), T4-commercial substrate + coconut fiber (50:50) T5-commercial substrate + carbonized rice husk (50:50), T6-commercial substrate + coconut fiber (30:70), T7-commercial substrate + carbonized rice husk (30:70), T8-commercial substrate + coconut fiber + carbonized rice husk (50:25:25), T9-commercial substrate + coconut fiber + carbonized rice husk (25:25:50) and T10-commercial substrate + coconut fiber + carbonized rice husk (25:50:25).

relação à casca de arroz carbonizada para H, DC, MSPA e H/DC para as espécies *Corymbia citriodora*, *Eucalyptus tereticornis*, *E. camaldulensis* e *E. grandis*, corroborando com os resultados do presente trabalho.

Simões et al. (2012), verificaram para a produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden × *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake que os melhores substratos testados foram a mistura de vermiculita + fibra de coco (50%+50%) e vermiculita e casca de arroz carbonizada (50%+50%), confirmando que o substrato composto por 50% de casca de arroz carbonizada se mostra ideal para a produção de mudas.

O índice de qualidade de Dickson variou de 1,91 (T9-Substrato comercial + Fibra de coco + Casca de arroz carbonizada (25:25:50) a 2,28 (T1-Testemunha; T6-Substrato comercial + Fibra de coco (30:70)), no qual também apresentaram melhores resultados. Os valores de IQD de todos os tratamentos ficaram acima de 0,2, que,

segundo Gomes e Paiva (2006), avaliando o crescimento de mudas de *Picea glauca* e *Pinus monfcolae*, é o valor mínimo de IQD para definir o melhor padrão de qualidade das mudas. Porém, vários estudos mostram que o IQD é um parâmetro variável, podendo ser influenciado pela espécie, manejo, tipo de substrato, tamanho do recipiente e idade em que a muda foi avaliada (GASPARIN, 2012).

Oliveira et al. (2014), avaliando espécie de *Dipteryx alata*, observaram que as mudas mais vigorosas foram observadas em 20% de esterco bovino + 80% de fibra de coco, apresentando IQD de 0,83, sendo este valor obtido inferior a todos os tratamentos analisados no presente estudo. SOUZA et al. (2015), utilizando 50% substrato comercial Plantmax® + 50% substrato casca de arroz carbonizada e um outro tratamento com 50% substrato comercial Plantmax® + 50% substrato casca de coco, também obtiveram resultados diferentes ao presente trabalho, com Índice de Qualidade de Dickson em torno de 0,4.

Segundo Fonseca *et al.* (2002), no cálculo do IQD são considerados a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa da muda, ponderando os resultados de vários atributos importantes empregados na sua avaliação da qualidade.

## CONCLUSÕES

Verificou-se que substratos à base comercial incrementados com fibra de coco e casca de arroz carbonizada, em proporções adequadas, são indicados para

a produção de mudas de *Delonix regia* (flamboyant), não sendo recomendada uma proporção superior a 50% de casca de arroz carbonizada na composição do substrato;

O tratamento 6, composto por Substrato comercial + Fibra de coco (30:70), foi o que apresentou melhores resultados para o desenvolvimento da espécie *Delonix regia*;

Já os tratamentos compostos por Substrato comercial + Casca de arroz carbonizada (30:70) (T7) e Substrato comercial + Fibra de coco + Casca de arroz carbonizada (25:25:50) (T9) não proporcionaram crescimento satisfatório da espécie *Delonix regia*.

## LITERATURA CIENTÍFICA CITADA

AGUIAR, F. F. A.; KANASHIRO, S.; TAVARES, A. R.; NASCIMENTO, T. D. R.; ROCCO, F. M. O desenvolvimento das plântulas de uma espécie de madeira do Brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) Submetidas a cinco níveis de sombreamento. *Ceres*, v. 58, n. 6, p. 729-734, 2011.

ANDRADE, A. P.; BRITO C. de C. de.; SILVA JÚNIOR, J. da; COCOZZA, F. D. M.; SILVA, M. A. V. Estabelecimento inicial de plântulas de *Myracrodruon urundeuva* Allemão em diferentes substratos. *Revista Árvore [online]*, v. 37, n. 4, p. 737-745, 2013.

ARAÚJO, E. R.; FRANÇA, P. R. C.; RODRIGUES, R. S.; OLIVEIRA, L. S. B.; ANDRADE, L. A. Desenvolvimento de mudas de *Delonix regia* Raf. em diferentes tipos de substratos e recipientes. In: VI Congresso de Meio Ambiente da AUGM, São Paulo. Anais... São Paulo: AUGM, 2009.

AYRES, M. C. R. Avaliação do sombreamento natural do flamboyant (*Delonix regia*) na temperatura de um ambiente construído. *Agrarian*, Dourados, v. 3, n. 9, p. 200-208, 2010.

CAIONE, G.; LANGE, A.; SCHONINGER, E. L. Crescimento de mudas de *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) em substrato fertilizado com nitrogênio, fósforo e potássio. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v. 40, n. 94, p. 213- 221, 2012.

CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; FARIA, J. C. T.; JUVANHOL, R. S. Substratos alternativos na produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii*. *Revista Árvore*, Viçosa, MG, v. 37, n. 1, p. 31-39, 2013.

CARDOSO, V. J. M. Dormência: estabelecimento do processo. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004.

CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. *Horticultura Brasileira*, v. 22, n. 1, p. 5-9, 2004.

DELARMELINA, W. M.; CALDEIRA, M. V. W.; FARIA, J. C. T.; GONÇALVES, E. O.; ROCHA R. L. F. Diferentes substratos para a produção de mudas de *Sesbania virgata*. *Floresta e Ambiente*, v. 21, n. 2, p. 224-233, 2014.

FIGUERÊDO, K. S.; DA SILVA, R. R.; DIAS, M. A. R.; DE FREITAS, G. A.; RIBEIRO, M. M. C.; DE MELO, A. V. Adição de casca de arroz carbonizada em diferentes substratos para produção de mudas de *Eucalyptus globulus*. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, v. 5, n. 1, p. 71-78, 2014.

FONSECA, E. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. *Revista Árvore*, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.

GASPARIN, E. Armazenamento de sementes e produção de mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth) Brenan. Santa Maria: UFSA, 2012. 146 p.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. Viveiros florestais (propagação sexuada). Editora UFV, Viçosa, Brasil. 116 p. 2006.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore*, v. 26, p. 655-664, 2002.

GROSSNICKLE, S.C. Why seedlings survive: influence of plant attributes. *New Forests*, v. 43, n. 5/6, p. 711-738, 2012.

- KRATZ, D.; WENDLING, I.; PIRES, P. P. Miniestaquia de *Eucalyptus benthamii* x *E. dunnii* em substratos à base de casca de arroz carbonizada. **Scientia Forestalis**, v. 40, p. 547-556, 2012.
- LORENZI, H.; SOUZA, H. M. de; TORRES, M. A. V.; BACHER, L. B. Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2003. 368 p.
- LUCENA, A. M. A.; ALMEIDA, F. A. C.; COSTA, F. X. GUERRA, H. O. C. Emprego de substratos irrigados com água de abastecimento e residuária na propagação do flamboyant. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n. 1, p. 115-121, 2006.
- OLIVEIRA, L. C.; COSTA, E.; OLIVEIRA SOBRINHO, M. F.; BINOTTI, F. F. S.; MARUYAMA, W. I.; ALVES, A. C. Esterco bovino e fibra de coco na formação de mudas de baruzeiro. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 1, n. 2, p. 42-51, 2014.
- OLIVEIRA, J. S.; NUNES, H. B.; SOUSA, A. X. Avaliação da taxa de germinação e do desenvolvimento de Barriguda (*Cavanillesia arborea*) com uso de substratos alternativos. **Revista de biologia e ciências da terra**, v. 11, n. 1, 2011.
- OLIVEIRA, K. F.; SOUZA, A. M.; SOUSA, G. T. O.; COSTA, A. L. M.; FREITAS, M. L. M. Estabelecimento de mudas de *Eucalyptus* spp. e *Corymbia citriodora* em diferentes substratos. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 1, p. 30-36, 2014.
- POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. 2.ed. Brasília: ABRATES, 1985. 298 p.
- ROLSTON, M. P. Water impermeable seed dormancy. **The Botanical Review**, v. 44, n. 3, p. 365-396, 1978.
- SAIDELLES, F. L. F.; CALDEIRA, M. V. W.; SCHIMER, W. N.; SPERANDIO, H. V. Casca de arroz carbonizada como substrato para produção de mudas de tamboril-damata e garapeira. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, p. 173-1186, 2009.
- SANTOS, F. E. V.; CALDEIRA, M. V. W.; & KUNZ, S. H. Qualidade de mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan produzidas em diferentes substratos com lodo de esgoto e casca de arroz. **Revista Ecologia e Nutrição Florestal-ENFLO**, v. 1. n. 2, p. 55-62, 2014.
- SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E DA MODERNIZAÇÃO DA GESTÃO PÚBLICA (SEPLAN). Superintendência de Pesquisa e Zoneamento Ecológico Econômico. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico. Atlas do Tocantins: subsídios ao Planejamento da Gestão Territorial. 6. ed. rev. atua. BORGES, R. S. T.; DIAS, R. R.; SOUSA, P. A. B. (orgs.) Palmas: Seplan, 2012. 80 p.
- SILVA D. S. da; SPIER, M.; SOUZA, P. V. D. de; SCHÄFER, G. Características químicas do bagaço de cana-de-açúcar para uso como substrato para plantas. In: XX Congresso Brasileiro de Fruticultura 54th Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture, Vitória-ES. Anais... Vitória, 2008.
- SILVA FILHO, D. F. Manual de normas técnicas de arborização urbana. Piracicaba: CATI/FAPESP/ESALQ, 2007. 48 p.
- SILVA, R. B. G.; SIMÕES, D.; SILVA, M. Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em função do substrato. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, p. 297-302, 2012.
- SIMÕES, D.; SILVA, R. B. G.; SILVA, M. R. 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**, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 91-100, 2012.
- SOUZA JUNIOR, J. O. de; CARMELLO, Q. A. C.; FARIA, J. C. Características químicas do lixiviado na fase de enraizamento de estacas de cacau em Substratos adubados com fósforo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo [online]**. v. 32, n. 4, p. 1573-1581, 2008.
- SOUZA, P. L. T.; VIEIRA, L. R.; BOLIGON, A. A.; VESTENA, S. Produção e qualidade de mudas de *Eugenia involucrata* DC, em diferentes substratos. **Revista Biociências**, v. 21, n. 1, p. 100-108, 2015.
- SOUZA, C. A. M.; OLIVEIRA, R. B.; MARTINS FILHO, S.; LIMA, J. S. Desenvolvimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubação. **Ciência Florestal**, 16, 243-249, 2006.
- TRAZZI, P. A.; CALDEIRA, M. V. W.; PASSOS, R. R.; GONÇALVES, E. O. Substratos de origem orgânica para produção de mudas de teca (*Tectona grandis* Linn. F.). **Ciência Florestal**, v. 23, n. 3, p. 401-409, 2013.
- VIANA, J. S.; GONÇALVES, E. P.; ANDRADE, L. A.; OLIVEIRA, L. S. B.; SILVA, E. O. Crescimento de mudas de *Bauhinia forficata* Link em diferentes tamanhos de recipientes. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 4, p. 663-671, 2008.
- ZWIRTES, A. L.; BARONIO, C. A.; CANTARELLI, E. B.; RIGON, J. P. G.; CAPUANI, S. Métodos de superação de dormência em sementes de flamboyant. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, n. 76, p. 467-471, 2013.