

## Production of annatto seedlings on substrates based on decomposed babassu stem

### *Produção de mudas de urucuzeiro em substratos a base de caule decomposto de babaçu*

Taciella Fernandes Silva<sup>1</sup>; Klayton Antonio do Lago Lopes<sup>1</sup>; Igor Alves da Silva<sup>1</sup>; Janaiane Ferreira dos Santos<sup>1</sup>; Hosana Aguiar Freitas de Andrade<sup>2</sup>; Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos<sup>3\*</sup>

**Abstract:** Annatto (*Bixa orellana* L.) is an important species for several sectors, industrial, food, landscape, among others, which uses parts of the plant or the entire plant. It is an underresearched species, although it has significant economic value for small-scale farmers. The substrate is one of the sources that directly influence the production of a perennial species that need to present good characteristics to ensure a quality seedling. Therefore, the aim was to evaluate the babassu stem decomposed in the formulation of substrates for the production of annatto seedlings. The study was carried out a shading screen with 75% permeability to light. The experiments were conducted in a completely randomized design, with four replications. The treatments consisted of substrates based on babassu stem decomposed (BSD), in the following proportions: S<sub>0</sub>: 100% soil; S<sub>20</sub>: 20% BDS + 80% soil; S<sub>40</sub>: 40% BDS + 60% soil; S<sub>60</sub>: 60% BDS + 40% soil; S<sub>80</sub>: 80% BDS + 20% soil; S<sub>100</sub>: 100% BDS. At 90 days after sowing (DAS), an evaluation of seedling growth variables was performed. A difference was found between the procedures for all the variables analyzed. There was a difference between treatments for all variables analyzed. The substrate constituted of 60% babassu stem decomposed is the most appropriate for the production of taller annatto seedlings.

**Key words:** *Attalea speciosa* Mart. *Bixa orellana* L. Alternative substrates.

**Resumo:** O urucuzeiro (*Bixa orellana* L.) é uma espécie importante para diversos setores, industrial, alimentício, paisagismo, entre outros, que utilizam partes da planta ou planta inteira. É uma espécie pouco estudada, embora tenha valor significativo, econômico, para a agricultura praticada em pequena escala. O substrato é um dos recursos que influenciam diretamente na produção de uma espécie perene que precisa ter boas características para garantir uma muda de qualidade. Assim, objetivou-se avaliar o caule decomposto de babaçu na formulação de substratos para a produção de mudas de urucuzeiro. O estudo foi desenvolvido em telado com 75% de luminosidade. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e seis tratamentos. Os tratamentos consistiram de substratos formulados com solo e caule decomposto de babaçu (CDB), nas seguintes proporções: S<sub>0</sub>: 100% solo; S<sub>20</sub>: 20% CDB + 80% solo; S<sub>40</sub>: 40% CDB + 60% solo; S<sub>60</sub>: 60% CDB + 40% solo; S<sub>80</sub>: 80% CDB + 20% solo; S<sub>100</sub>: 100% CDB. Aos 90 dias após a semeadura (DAS), foi realizada a avaliação das variáveis de crescimento das mudas. Foi constatada diferença entre os tratamentos para todas as variáveis analisadas. O substrato composto de 60% de caule decomposto de babaçu é o mais indicado na produção de mudas superiores de urucuzeiro.

**Palavras-chave:** *Attalea speciosa* Mart. *Bixa orellana* L. Substratos alternativos.

\*Corresponding author

Submitted for publication on 22/01/2020, approved on 27/04/2020 and published on 26/05/2020

<sup>1</sup>Graduandos do Curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA), Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Campus IV, Chapadinha, MA, Brasil. E-mails: taciellafernands@gmail.com; klaytonlopes2011@gmail.com; igortoprio@hotmail.com; janaianeferreira@gmail.com.

<sup>2</sup>Mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Ceará (PPGCS/UFC), Fortaleza, CE, Brasil. E-mail: hosana\_f.andrade@hotmail.com.

<sup>3</sup>Doutora em Agronomia, Professora do Curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA), Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Campus IV, Chapadinha, MA, Brasil, CEP: 65500-000. E-mail: raissasalustriano@yahoo.com.br.

## INTRODUCTION

Annatto (*Bixa orellana* L.), is a native plant from South America, more specifically of the Amazon region, belonging to the Bixaceae family. It is a shrub, whose fruit is popularly known as “urucum” originated from the Tupi language “uru-ku,” which means “red” (FERREIRA; NOVENBRE, 2015).

Due to the characteristic of producing pigments, annatto seeds are valuable, used as a natural dye in the food, pharmaceutical, cosmetic, and poultry industries; besides, it is a medicinal, ornamental plant, and useful in the reuse of the degraded area (SILVA *et al.*, 2012).

Annatto seedling is a crop developed mostly by small agricultural producers, being the activity considered to be low-cost and is generally practiced to provide an income complementation. However, it has high economic importance in markets where artificial color is prohibited; therefore, it has a potential that needs to be explored (CASTRO *et al.*, 2009).

It is worth pointing out that the annatto is a perennial crop, thus, to obtain quality and productivity, the production of seedlings becomes a significant factor, as this process directly affects the final performance of the growth (SOUZA *et al.*, 2002). Several factors would influence in the gathering of good quality seedlings, one of the most important is the composition of the substrate since seed germination and initial root development are dependent on the chemical, physical, and biological characteristics of the substrate (COSTA *et al.*, 2014).

The substrate must be rich in nutrients, presenting adequate conditions of humidity and porosity, a balance between aeration and water retention, to favor the development of the roots and to serve as support for the plants, being free from diseases and weed seeds (COSTA *et al.*, 2013; REGES *et al.*, 2018). Nevertheless, the acquisition of commercial substrates for the production of seedlings can increase the production costs; therefore, the study of the use of alternative substrates for this activity is necessary (ANDRADE *et al.*, 2013).

Babassu (*Attalea speciosa* Mart.) stem decomposed should be used as a substrate in the seedlings production, as it promotes satisfactory germination, due to its excellent moisture retention capacity, which allows ideal conditions for the seed’s imbibition (ANDRADE *et al.*, 2017). Babassu is originally from the North and Northeast regions of Brazil, being a raw material of easy access and low-cost, as the population of this species are widely present in these regions (OLIVEIRA *et al.*, 2017).

## INTRODUÇÃO

O urucuzeiro (*Bixa orellana* L.) é uma planta pertencente à família Bixaceae, que tem origem na América do Sul, especificamente, na região Amazônica. É um arbusto, cujo fruto é denominado de urucum, originado da linguagem tupi “uruku”, que significa “a cor vermelha” (FERREIRA; NOVENBRE, 2015).

As sementes do urucuzeiro são valiosas pela característica de produzir pigmentos, utilizados como corante natural nas indústrias alimentícias, farmacêutica, cosmética e avícola, além disso, é uma planta medicinal, ornamental e útil na reutilização de áreas degradadas (SILVA *et al.*, 2012).

O urucuzeiro é uma cultura desenvolvida, na sua maioria, pelos pequenos produtores rurais. É uma atividade considerada de baixo custo, sendo geralmente praticada para complementação de renda. No entanto, ela possui grande importância econômica nos mercados onde o corante artificial é proibido, portanto, tem um potencial que precisa ser explorado (CASTRO *et al.*, 2009).

Como o urucuzeiro é uma cultura perene, para se obter qualidade e produtividade, a produção de mudas é um fator importante, pois esse processo afeta de forma direta o desempenho final da cultura (SOUZA *et al.*, 2002). Existem vários fatores que influenciam na obtenção de mudas de boa qualidade, um dos mais importantes é a composição do substrato, pois a germinação da semente e o desenvolvimento inicial radicular são dependentes das características químicas, físicas e biológicas do substrato (COSTA *et al.*, 2014).

O substrato deve ser rico em nutrientes, com condições de umidade e porosidade adequada, com equilíbrio entre aeração e retenção de água, de forma a favorecer o bom desenvolvimento das raízes e servir como suporte para as plantas, sendo isento de doenças e sementes de plantas daninhas (COSTA *et al.*, 2013; REGES *et al.*, 2018). Entretanto, a aquisição de substratos comerciais para produção de mudas pode onerar os custos de produção, por isso, o estudo da utilização de substratos alternativos para essa atividade é necessário (ANDRADE *et al.*, 2013).

O caule decomposto de babaçu (*Attalea speciosa* Mart.) pode ser utilizado como um substrato na produção de mudas, por promover adequada germinação, devido à sua excelente capacidade de retenção de umidade, o que possibilita condições ideais para a embebição das sementes (ANDRADE *et al.*, 2017). O babaçu (*Attalea speciosa* Mart.) é originário das regiões Norte e Nordeste do Brasil, sendo matéria-prima de fácil acesso e de baixo custo, por ter grandes populações nessas regiões (OLIVEIRA *et al.*, 2017).

Besides, some authors have obtained promising results in their research using other species and indicating the babassu stem decomposed (BSD) as a substrate for the production of seedlings. Oliveira Neto *et al.* (2018) recommends the use of babassu stem decomposed in the proportion of 80% for the production of 'Wonderful' pomegranate seedlings. Likewise, Santana *et al.* (2019) indicate the substrate with 60% babassu stem decomposed in the production of purple Ipê seedlings. Additionally, Andrade *et al.* (2017) report that the substrate based on decomposed babassu stem shows satisfactory results in the production of watermelon seedlings.

In this sense, obtaining information related to the use of babassu stem decomposed as a substrate in the production of seedlings will allow its use more rationally, to get better quality seedlings at a low cost (SANTANA *et al.*, 2019). Based on the above, the aim of this work was to evaluate different proportions of babassu stem decomposed in the formulation of substrates for the production of annatto seedlings.

## MATERIAL AND METHOD

The study was carried out at the Center for Agricultural and Environmental Sciences (CCAA) of the Federal University of Maranhão (UFMA), located in the municipality of Chapadinha - MA (03°44'17" S and 43°20'29" W), on a shading screen with 75% permeability to light, from October to December 2018. The mean rainfall is 1,613.2 mm, and the annual mean temperature is 27.9 °C, with dry season concentrated in the period from July to December, and the rainy season in the months from January to June (PASSOS *et al.*, 2016). According to the Köppen-Geiger classification, the climate of the region is Aw', characterized as warm and humid tropical.

The experiments were conducted in a completely randomized design, with four replications. The treatments consisted of substrates based on babassu decomposed stem (BSD), in the following proportions: S<sub>0</sub>: 100% soil; S<sub>20</sub>: 20% BDS + 80% soil; S<sub>40</sub>: 40% BDS + 60% soil; S<sub>60</sub>: 60% BDS + 40% soil; S<sub>80</sub>: 80% BDS + 20% soil; S<sub>100</sub>: 100% BDS. The experimental plot was formed by a basic unit, composed of a black polyethylene bag with 0.92 dm<sup>-3</sup> and a plant.

Before setting up the experiment, chemical and physical analysis of the substrates were performed (Tables 1 and 2), using the MAPA methodology (2007) and Schmitz *et al.* (2002), respectively. Granulometric analysis of soil that was mixed to substrates revealed that its compositions consist of 780 g kg<sup>-1</sup> of total sand; 90 g kg<sup>-1</sup> of silt; and 130 g kg<sup>-1</sup> of total clay.

Alguns autores vêm obtendo sucesso com outras espécies e indicando o caule decomposto de babaçu como substrato para a produção de mudas. Oliveira Neto *et al.* (2018) recomenda o uso de caule decomposto de babaçu na proporção de 80% para a produção de mudas de romãzeira 'Wonderful'; Santana *et al.* (2019) indica o substrato com 60% de caule decomposto de babaçu na produção de mudas de ipê-roxo; Andrade *et al.* (2017) relatam que o substrato a base de caule decomposto de babaçu apresenta resultados satisfatórios na produção de mudas de melancia.

Nesse sentido, obter informações relacionadas ao uso de caule decomposto de babaçu como substrato na produção de mudas permite utilizá-lo de forma mais racional, de modo a obter mudas de boa qualidade com baixo custo (SANTANA *et al.*, 2019). Nesse contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar diferentes proporções de caule decomposto de babaçu na formulação de substratos para a produção de mudas de urucuzeiro.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), localizado no município de Chapadinha - MA (03°44'17" S e 43°20'29" W), em telado com 75% de luminosidade, no período de outubro a dezembro de 2018. A precipitação pluviométrica média é de 1.613,2 mm e temperatura média anual de 27,9 °C, sendo que a estação seca se concentra no período de julho a dezembro, e a chuvosa nos meses de janeiro a junho (PASSOS *et al.*, 2016). O clima é do tipo Aw, tropical quente e úmido, segundo a classificação de Köppen-Geiger.

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram dos substratos à base de caule decomposto de babaçu (CDB), nas seguintes proporções: S<sub>0</sub>: 100% solo; S<sub>20</sub>: 20% CDB + 80% solo; S<sub>40</sub>: 40% CDB + 60% solo; S<sub>60</sub>: 60% CDB + 40% solo; S<sub>80</sub>: 80% CDB + 20% solo; S<sub>100</sub>: 100% CDB. A parcela experimental foi formada por uma unidade básica, composta de saco de polietileno preto com 0,92 dm<sup>-3</sup> e uma planta.

Previamente à montagem do experimento, realizou-se análise química e física dos substratos (Tabelas 1 e 2), empregando a metodologia de MAPA (2007) e Schmitz *et al.* (2002), respectivamente. A análise granulométrica do solo que entrou na composição dos substratos apresentou a seguinte composição: 780 g kg<sup>-1</sup> de areia total; 90 g kg<sup>-1</sup> de silte; 130 g kg<sup>-1</sup> de argila total.

**Table 1** - pH values, electrical conductivity (EC) and total contents of nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg) and sulfur (S), of the substrates composed of the babassu decomposed stem (BDS)

**Tabela 1** - Valores de pH, condutividade elétrica (CE) e teores totais de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), dos substratos compostos por caule decomposto de babaçu (CDB)

Substrates	pH	CE	N	P	K	Ca	Mg	S
		dS m <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>			
S <sub>0</sub>	5.06	0.10	0.63	13	0.07	0.80	0.30	1.5
S <sub>20</sub>	4.88	0.61	1.23	14	0.67	1.60	1.00	3.8
S <sub>40</sub>	5.11	1.36	1.46	13	1.82	3.20	1.70	7.6
S <sub>60</sub>	4.83	1.79	2.02	13	2.35	4.40	2.80	10.8
S <sub>80</sub>	5.16	3.00	3.47	27	6.17	10.90	4.60	24.6
S <sub>100</sub>	5.32	4.34	5.88	33	3.63	20.60	15.20	41.5

S<sub>0</sub>: 100% soil; S<sub>20</sub>: 20% BDS + 80% soil; S<sub>40</sub>: 40% BDS + 60% soil; S<sub>60</sub>: 60% BDS + 40% soil; S<sub>80</sub>: 80% BDS + 20% soil; S<sub>100</sub>: 100% BDS.

S<sub>0</sub>: 100% solo; S<sub>20</sub>: 20% CDB + 80% solo; S<sub>40</sub>: 40% CDB + 60% solo; S<sub>60</sub>: 60% CDB + 40% solo; S<sub>80</sub>: 80% CDB + 20% solo; S<sub>100</sub>: 100% CDB.

**Table 2** - Global density (GD), particle density (PD) and porosity (P) substrates composed of the babassu decomposed stem (BDS)

**Tabela 2** - Densidade global (DG), densidade de partícula (DP) e porosidade (P) dos substratos compostos por caule decomposto de babaçu (CDB)

Substratos	Density (g cm <sup>-3</sup> )		Porosity (%)
	Global	Particle	
S <sub>0</sub>	1.44	2.67	45.99
S <sub>20</sub>	1.28	2.64	51.53
S <sub>40</sub>	1.18	2.57	54.01
S <sub>60</sub>	0.98	2.24	56.22
S <sub>80</sub>	0.73	1.88	60.91
S <sub>100</sub>	0.33	0.97	65.95

S<sub>0</sub>: 100% soil; S<sub>20</sub>: 20% BDS + 80% soil; S<sub>40</sub>: 40% BDS + 60% soil; S<sub>60</sub>: 60% BDS + 40% soil; S<sub>80</sub>: 80% BDS + 20% soil; S<sub>100</sub>: 100% BDS.

S<sub>0</sub>: 100% solo; S<sub>20</sub>: 20% CDB + 80% solo; S<sub>40</sub>: 40% CDB + 60% solo; S<sub>60</sub>: 60% CDB + 40% solo; S<sub>80</sub>: 80% CDB + 20% solo; S<sub>100</sub>: 100% CDB.

The collection of babassu stem decomposed occurred from a native area of the region. Then, this material was passed through in an 8 mm mesh sieve. After that, it was mixed to the soil according to the proportions of each treatment. Polyethylene bags with a volume of 920 mL were filled with substrates, and then two seeds were sown per container, with subsequent thinning at 20 days after emergence (DAE), leaving only the most vigorous seedling. The experiment was irrigated by hand twice a day using a 5-liter watering can.

At 90 days after sowing (DAS), the following variables were evaluated: number of leaves (NL): determined by counting the total number of leaves; leaf area (LA), in square centimeters (cm<sup>2</sup>): the leaves were scanned and later quantified using the computer program imageJ®; plant height (PH), in centimeters (cm): measuring the plant from ground level to its apex with the aid of a ruler; stem diameter (SD), in millimeters (mm): measured with the aid of a digital caliper; root volume (RV), in cubic centimeters (cm<sup>3</sup>): obtained by measuring the displacement of the water column in a graduated cylinder (BASSO, 1999) aerial part dry mass (APDM) and root system dry mass (RSDM), in grams (g): also obtained by semi-analytical balance, but, before, the annatto seedlings were dried in a forced-air circulation oven at a temperature of 65 °C for 72 h; and Dickson Quality Index (DQI) (DICKSON *et al.*, 1960):

$$DQI = TDM / (PH/SD + APDM/RSDM) \quad (\text{Equation 1})$$

In which:

TDM - total dry mass (g); PH - plant height (cm); SD - stem diameter (mm);

APDM - aerial part dry mass (g); RSDM - root system dry mass (g).

Data were submitted to analysis of variance by the F test. The means were submitted to regression analysis, adjusting to the linear and polynomial models. The analyzes were carried out using the computer program Sisvar version 5.6.

## RESULTS AND DISCUSSION

BDS doses in the substrates affected the variables studied significantly. Moreover, the regression analysis showed polynomial adjustment for the variables LA, PH, and SD, and linear adjustment for NL as a function of the BDS concentration (Figure 1).

O caule de babaçu foi coletado já decomposto em uma área nativa da região; após a coleta, foi passado em peneira com malha de 8 mm de abertura e, posteriormente, misturado ao solo de acordo com as proporções de cada tratamento. Sacos de polietileno com volume de 920 mL foram preenchidos com substratos e, em seguida, semearam-se duas sementes por recipiente. Aos 20 dias após a emergência (DAE), foi feito um desbaste deixando apenas a plântula mais vigorosa. A irrigação foi realizada duas vezes ao dia com auxílio de regador manual de cinco litros.

Aos 90 dias após a semeadura (DAS), foram realizadas as avaliações das seguintes variáveis: número de folhas (NF): determinado pela contagem do número total de folhas; área foliar (AF), em centímetros quadrados (cm<sup>2</sup>): as folhas foram escaneadas e posteriormente quantificadas por intermédio do programa computacional imageJ®; altura da planta (AP), em centímetros (cm): medindo-se a planta do nível do solo até o seu ápice com o auxílio de uma régua; diâmetro do caule (DC), em milímetros (mm): medido com o auxílio de um paquímetro digital; comprimento radicular (CR), em centímetros (cm): mensurado a partir do colo ao ápice da maior raiz com o auxílio de uma régua; volume de raízes (VR), em centímetros cúbicos (cm<sup>3</sup>): obtido por meio da medição do deslocamento da coluna de água em proveta (BASSO, 1999) massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca do sistema radicular (MSSR), em gramas (g): obtido também por balança semianalítica, mas, antes, as mudas de urucuzeiro foram secas em estufa de circulação forçada de ar em temperatura de 65 °C por 72 h; e índice de qualidade de Dickson (IQD) (DICKSON *et al.*, 1960):

Em que:

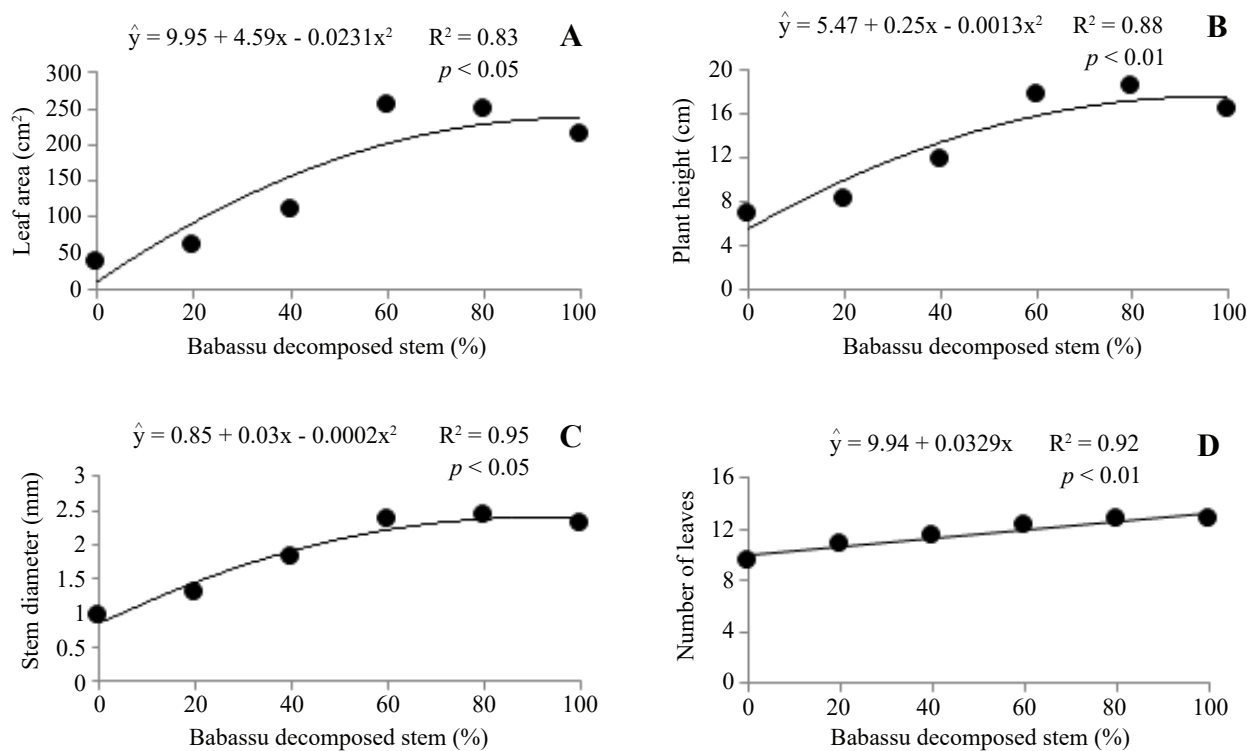
MST - massa seca total (g); AP - altura da planta (cm); DC - diâmetro do colo (mm);

MSPA - massa seca da parte aérea (g); MSSR - massa seca do sistema radicular (g).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste "F". As médias foram submetidas à análise de regressão, ajustando-se aos modelos linear e polinomial. As análises foram realizadas pelo programa computacional Sisvar versão 5.6.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As doses de CDB nos substratos afetaram as variáveis estudadas significativamente. A análise de regressão mostrou ajuste polinomial para as variáveis AF, AP e DC e ajuste linear para NF em função da concentração de CDB (Figura 1).



**Figure 1** - Leaf area (A), plant height (B), stem diameter (C), and number of leaves (D) of *Bixa orellana* seedlings depending on the substrates composed of babassu stem decomposed.

**Figura 1** - Área foliar (A), altura da planta (B), diâmetro do colo (C) e número de folhas (D) de mudas de *Bixa orellana* em função dos substratos compostos por caule decomposto de babaçu.

The highest productions of LA, PH, SD, and NL were obtained with proportions of 99.32; 95.30; 85.25, and 100% BDS, respectively. It corresponds to an increase of 16; 40; 42, and 72% of the mean of the variables LA, PH, SD, and NL, respectively, compared to the control substrate (0% BDS).

The development of a seedling depends on several factors, as the physical and chemical composition of the substrate (VASCONCELOS *et al.*, 2012). The increasing proportions of a substrate composed of BDS exhibited satisfactory results regarding the characteristics mentioned (Tables 1 and 2). The increase in the proportion of BDS in the substrates enhanced the levels of Ca, Mg, S, P, and N, in addition to physical characteristics such as porosity. The annatto seedling in the initial stage of development has a higher demand for Ca, N, K, Fe, and Mn (FERREIRA FILHO, 2018).

As maiores produções de AF, AP, DC e NF foram obtidas com proporções de 99,32; 95,30; 85,25 e 100% de CDB, respectivamente. Correspondendo a um aumento de 16; 40; 42 e 72% das médias das variáveis AF, AP, DC e NF, respectivamente, quando comparadas ao substrato testemunha (0% de CDB).

O desenvolvimento de uma muda depende de vários fatores, como a composição física e química do substrato (VASCONCELOS *et al.*, 2012). As crescentes proporções de substrato composto por CDB apresentaram resultados satisfatórios quanto às características citadas (Tabelas 1 e 2). O aumento nas proporções de CDB nos substratos elevou os teores de Ca, Mg, S, P e N, além das características físicas como porosidade. O urucuzeiro na fase inicial de desenvolvimento apresenta uma maior exigência de Ca, N, K, Fe e Mn (FERREIRA FILHO, 2018).

Nutrients such as Ca, Mg, and P are directly linked to the development of the aerial part since Ca stimulates the emission of new leaves, Mg is part of the composition of the chlorophyll molecule, and P is a component of ATP, essential for enzymatic reactions (ANDRADE *et al.*, 2013). Thus, substrates formulated from 80% of BDS may have furthered the better growth of the aerial part because it has a higher content of these nutrients (Ca, Mg, and P), compared to other substrates (Table 1). It may have favored higher initial photosynthetic activity, due to the greater number of leaves and, consequently, to the good development of the aerial part.

Cruz *et al.* (2018), when studying the production of *Bougainvillea spectabilis* seedlings, reported that the substrate containing BDS helps in the emission of leaf primordia because it holds satisfactory quantities of nitrogen. According to Bloom and Smith (2017), N is a nutrient that constitutes many vegetable components, such as amino acids, proteins, nucleic acids, coenzymes, and others, essential for plant growth.

Regarding the variables RL and RV, the regression analysis showed a linear response; the substrate containing 100% BDS being the treatment that provided the best results for these variables (Figure 2).

Nutrientes como Ca, Mg e P estão ligados de forma direta ao desenvolvimento da parte aérea, visto que o Ca estimula a emissão de novas folhas, o Mg faz parte da composição da molécula de clorofila, e o P é componente do ATP, essencial para as reações enzimáticas (ANDRADE *et al.*, 2013). Desta forma, os substratos formulados a partir de 80% de CDB podem ter favorecido o maior crescimento da parte aérea por apresentar maior teor desses nutrientes (Ca, Mg e P) quando comparados aos outros substratos (Tabela 1). O que pode ter favorecido maior atividade fotossintética inicial, devido ao maior número de folhas e, conseqüentemente, ao bom desenvolvimento da parte aérea.

Ao estudarem produção de mudas de *Bougainvillea spectabilis*, Cruz *et al.* (2018) relataram que o substrato contendo CDB auxilia na emissão dos primórdios foliares por conter quantidade satisfatórias de Nitrogênio. Segundo Bloom e Smith (2017), o N é um nutriente que constitui inúmeros componentes vegetais, como aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos, coenzimas e outros, essenciais ao crescimento vegetal.

Em relação às variáveis CR e VR, a análise de regressão apresentou resposta linear, sendo que o substrato contendo 100% de CDB é o tratamento que proporcionou os melhores resultados para essas variáveis (Figura 2).

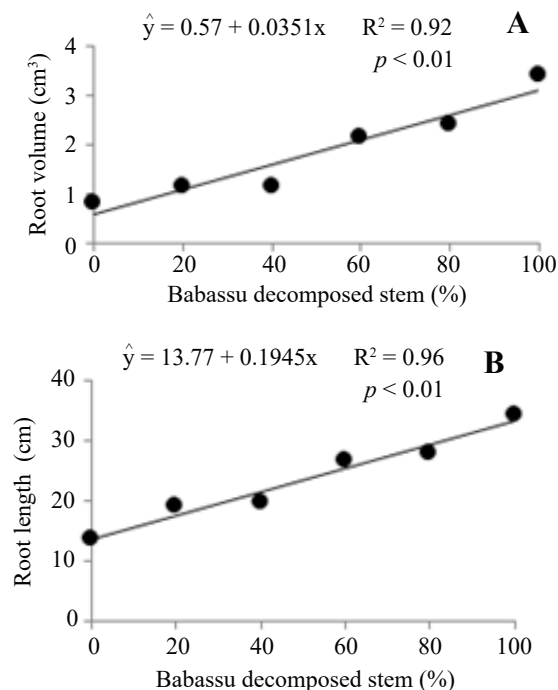


Figure 2 - Root length (RL) and root volume (RV) of *Bixa orellana* seedlings as a function of substrates based on babassu stem decomposed.

Figura 2 - Comprimento radicular (CR) e volume radicular (VR) de mudas de *Bixa orellana* em função dos substratos à base de caule decomposto de babaçu.

The treatment applying 100% BSD obtained a RV of 3.07 cm<sup>3</sup> and a RL of 33 cm, superior to the control (0% BSD) by approximately 30 and 40%, respectively. This response might be related to the characteristics of higher porosity and lower density of the substrate containing 100% BSD, compared to the 100% soil treatment (Table 2), which provided the transport and absorption of nutrients and a proper root growth (REGES *et al.*, 2018). In a study conducted by Silva *et al.* (2013), evaluating different organic substrates in the development of okra seedlings, they observed that the babassu stem decomposed presented a suitable growth of the roots of the cultivated seedlings.

APDM, RSDM, and DQI variables showed a linear response (Figure 3).

It is also possible to notice that the variables APDM, RSDM, and DQI obtained higher averages in the substrate containing 100% BSD, with values of 0.77 g, 0.44 g, and 0.13, respectively. According to Reges *et al.* (2018), the good production of dry matter from seedlings, both in the aerial part and in the root system, is related to the balance and availability of nutrients in the substrate.

O tratamento 100% CDB obteve um VR de 3,07 cm<sup>3</sup> e CR de 33 cm, superiores à testemunha (0% de CDB) em cerca de 30 e 40%, respectivamente. Essa resposta pode estar relacionada às características de maior porosidade e menor densidade do substrato contendo 100% de CDB quando comparado ao tratamento 100% solo (Tabela 2), o que proporcionou o transporte e absorção dos nutrientes e crescimento adequado das raízes (REGES *et al.*, 2018). Silva *et al.* (2013), ao estudarem diferentes substratos orgânicos no desenvolvimento de plântulas de quiabeiro, observaram que o caule decomposto de babaçu proporcionou bom crescimento das raízes das plântulas cultivadas.

As variáveis MSPA, MSSR e IQD apresentaram resposta linear (Figura 3).

As variáveis MSPA, MSSR e IQD obterão maiores médias no substrato contendo 100% de CDB, com valores de 0,77 g, 0,44 g e 0,13, respectivamente. De acordo com Reges *et al.* (2018), uma boa produção de matéria seca de mudas, tanto da parte aérea quanto do sistema radicular, está relacionada ao equilíbrio e à disponibilidade dos nutrientes no substrato.

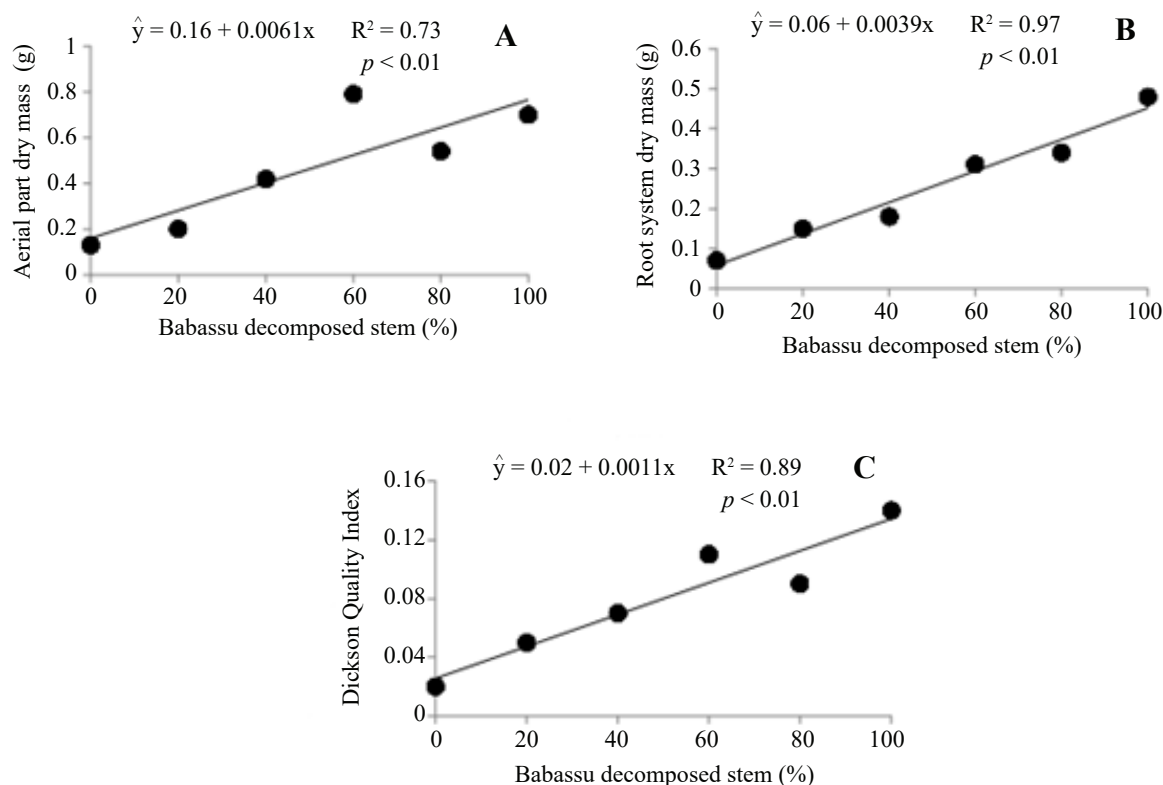


Figure 3 - Aerial part dry mass (A), root system dry mass (B), and Dickson Quality Index (C) of *Bixa orellana* seedlings as a function of substrates based on babassu stem decomposed.

Figura 3 - Massa seca da parte aérea (A), massa seca do sistema radicular (B) e índice de qualidade de Dickson (C) de mudas de *Bixa orellana* em função dos substratos a base de caule decomposto de babaçu.



According to Oliveira *et al.* (2015), DQI is considered an indicator of seedling quality because it embraces important characteristics that indicate plant balance, such as PH/SD and APDM, RSDM. Furthermore, these authors states that the highest quality seedlings are those that presented the highest DQI. Therefore, annatto seedlings, produced with 100% BSD substrate, are considered to be of higher quality seedlings because they have an index of 0.14, a value quite superior to those obtained by other substrates.

In the research developed by Andrade *et al.* (2017), the decomposed babassu stem substrate used in the production of watermelon seedlings exhibited satisfactory results compared to the commercial substrate. According to the same authors, the substrate from the babassu palm is a viable alternative for agricultural producers, as it is easy to obtain and low-cost.

## CONCLUSION

Regarding the seedling quality index, there is a direct relationship between the increase in the proportion of the volume of babassu stem decomposed and the annatto seedlings production.

Segundo Oliveira *et al.* (2015), o IQD é considerado um indicador de qualidade de mudas por abranger características importantes que indicam equilíbrio da planta, como relação AP/DC e MSPA/MSSR. Segundo os mesmos autores, as mudas de maior qualidade são aquelas que possuem maior IQD. Sendo assim, mudas de urucuzeiros, produzidas com substrato 100% de CDB, são consideradas mudas de maior qualidade por apresentarem índice de 0,14, valor bem superior aos obtidos pelos demais substratos.

No trabalho desenvolvido por Andrade *et al.* (2017), o substrato com caule decomposto de babaçu utilizado na produção de mudas de melanciaira apresentou resultados satisfatórios, quando comparado ao substrato comercial. Segundo os mesmos autores, o substrato oriundo da palmeira de babaçu é uma alternativa viável aos produtores rurais, por ser de fácil obtenção e de baixo custo.

## CONCLUSÃO

Considerando o índice de qualidade de mudas, há uma relação direta entre o aumento da proporção do volume de caule decomposto de babaçu e a produção de mudas de urucuzeiro.

## CITED SCIENTIFIC LITERATURE

ANDRADE, A. P.; BRITO, C. C.; SILVA JÚNIOR, J.; COCOZZA, F. D. M.; SILVA, M. A. V. Estabelecimento inicial de plântulas de *Myracrodruon urundeuva* Allemão em diferentes substratos. **Revista Árvore**, v. 37, n. 4, p. 737-745, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622013000400017>

ANDRADE, H. A. F.; COSTA, N. A.; CORDEIRO, K. V.; NETO, E. D. O.; ALBANO, F. G.; SILVA-MATOS, R. R. S. Caule decomposto de babaçu (*Attalea speciosa* Mart.) como substrato para produção de mudas de melanciaira. **Cultura Agrônômica**, v. 26, n. 3, p. 406-416, 2017.

BASSO, C. J. **Épocas de aplicação de nitrogênio para o milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura de solo, no sistema plantio direto**. 1999. 91 f. Tese (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

BLOOM, A. J.; SMITH S. Nutrição Mineral. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. Cap. 5, p. 120-142.

CASTRO, C. B.; MARTINS, C. S.; FALESI, I. C.; NAZARÉ, R. F. R.; KATO, O. R. BENCHIMOL, R. L.; MAUÉS, M. M. **A cultura do urucum**. Embrapa Amazônia Oriental. 2ª ed. Brasília: Revista e ampliada, 2009. 59 p.

COSTA, L. A. D. M.; PEREIRA, D. C.; COSTA, M. S. D. M. Substrato alternativos para produção de repolho e beterraba em consórcio e monocultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 2, p. 150-156, 2014.

- COSTA, L. A. M.; COSTA, M. S. S. M.; PEREIRA, D. C.; BERNARDI, F. H.; MACCARIS, S. Avaliação de substratos para a produção de mudas de tomate e pepino. **Revista Ceres**, v. 60, n. 5, p. 675-682, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2013000500011>
- CRUZ, A. C.; LIMA, J. S.; ANDRADE, H. A. F.; OLIVEIRA, A. R. F.; LEITE, M. R. L.; SILVA, L. R.; SILVA, T. F.; GONDIM, M. M. S.; MACHADO, N. A. F.; SILVA-MATOS, R. R. S. Stalk decomposed babassu for production of seedlings of *Bougainvillea spectabilis* willd in different levels of Indolebutyric acid. **Asian Academic Research Journal of Multidisciplinary**, v. 5, n. 1, p. 98-109, 2018.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forestry Chronicle**, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.
- FERREIRA FILHO, G. S. **Cultivo de urucum: sistema de produção**. EMATER-RO. 2018. 30 P.
- FERREIRA, R. L.; NOVEMBRE, A. D. L. C. Teste de germinação de sementes de urucum (*Bixa Orellana* L.). **Multi-Science Journal**, v. 1, n. 3, p. 46-52, 2015. DOI: <https://doi.org/10.33837/msj.v1i3.107>
- MAPA. **Instituição normativa**. DAS nº 17, de 21 de maio de 2007. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 24 de maio de 2007, seção 1, p.8.
- OLIVEIRA NETO, E. D.; ANDRADE, H. A. F.; OLIVEIRA, A. R. F.; MORAES, L. F.; SANTOS, L. R.; PONTES, S. F.; COSTA, N. A.; LOPES, P. R. C.; OLIVEIRA, I. V. M.; SILVA-MATOS, R. R. S. Vegetative propagation of pomegranate „Wonderful“ in substrates of decomposed babassu stem. **Asian academic research journal of multidisciplinary**, v. 5, p. 167-179, 2018.
- OLIVEIRA, A. M. D.; COSTA, E.; REGO, N. H.; LIMA LUQUI, L.; KUSANO, D. M.; OLIVEIRA, E. P. Produção de mudas de melancia em diferentes ambientes e de frutos a campo. **Revista Ceres**, v. 62, n. 1, p. 87-92, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-737X201562010011>
- OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, J. M.; SOUZA NETA, M. L.; OLIVEIRA, M. K. T.; ALVES, R. C. Substrato e bioestimulante na produção de mudas de maxixeiro. **Horticultura Brasileira**, v. 35, n. 1, p. 141-146, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0102-053620170122>
- PASSOS, M. L. V.; ZAMBRZYCKI, G. C.; PEREIRA, R. S. Balanço hídrico e classificação climática para uma determinada região de Chapadinha-MA. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 10, n. 4, p. 758-766, 2016.
- REGES, A. J. T.; MAIA, A. C. D. A. C.; DA SILVA, C. J.; TAVARES, W. R. V.; DE JESUS SANTOS, I. Adubação orgânica e mineral na formação de mudas de *Jatropha curcas* L. **Magistra**, v. 29, n. 3/4, p. 273-281, 2018.
- SANTANA, S. M.; ALMEIDA, A. P. S.; PONTES, S. F.; COSTA, C. A. A.; OLIVEIRA, A. R. F.; DA SILVA-MATOS, R. R. S. Produção de mudas de ipê roxo em substratos a base de caule decomposto de babaçu. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 15, n. 4, p. 275-280, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v15i4.1097>
- SCHMITZ, J. A. K.; SOUZA, P. V. D.; KÄMPF, A. N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**, v. 32, n. 6, p. 937-944, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782002000600005>
- SILVA, M. C.; LEANDRO, W. M.; SANTANA, E. S.; SOUZA, R. R. L.; VESCOVI, L. B. 12271-Crescimento e produção de urucum (*Bixa orellana* L.) em função de diferentes doses de kefir no sistema de produção orgânico. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, 2012.
- SILVA, L. R. A.; SILVA, W. B.; SILVA, G. M. C.; BARROS, F. R.; GOMES, E. R.; SILVA, M. R. T.; SETÚBAL, J. W. Avaliação de crescimento de plântulas de quiabeiro em diferentes substratos. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 24, n. 2, p. 63-68, 2013.
- SOUZA, A.; DA SILVA, S. E. L.; DE SOUZA, M. G. Produção de mudas frutíferas. **Embrapa Amazônia Ocidental-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2002.
- VASCONCELOS, A. A.; INNECCO, R.; MATTOS, S. H.; Influência de diferentes composições de substratos na propagação vegetativa de *Gypsophila* no litoral cearense. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 43, n. 4, p. 706-712, 2012.