



ARTIGO ORIGINAL

## Crescimento e qualidade de mudas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* em diferentes substratos

### *Growth and quality of Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* seedlings under different substrates

Thiara Pereira Barbosa<sup>1\*</sup>   
José Rodrigo Mendes e Chagas<sup>1</sup>   
Bruna de Oliveira Silva<sup>2</sup>   
Elizabeth Gomes da Silva<sup>1</sup>   
Tâmara Thais Santana Lima<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), PA-256, s/n, 68625-970, Paragominas, PA, Brasil

<sup>2</sup> Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual de São Paulo (FCAV-UNESP), Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, 14884-900, Jaboticabal, SP, Brasil\*

\*Autor Correspondente:

E-mail: thiara\_barbosa@hotmail.com

#### PALAVRAS-CHAVE

Serragem  
Biomassa  
Índice de qualidade

#### KEYWORD

Sawdust  
Biomass  
Quality index

**RESUMO:** Este estudo teve como objetivo avaliar o crescimento inicial e a qualidade de mudas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* em diferentes substratos. Sementes de paricá foram semeadas nos substratos: terra preta, terra preta + serragem, terra preta + esterco bovino e solo de um latossolo amarelo em viveiro coberto com sombrite 70%. Após 30, 50 e 103 dias avaliou-se a massa fresca da parte aérea (FPA) e a massa seca da parte aérea (SPA). Para o sistema radicular foi obtida a massa do sistema radicular (SR). A massa seca da parte aérea e a massa do sistema radicular foram utilizadas para obter a relação parte aérea/radicar (R:S) e, com a soma delas, a massa seca total da muda (MT). O Índice de Qualidade de Dickson (IQD) também foi avaliado. Aos 30 dias, a altura, o diâmetro da planta e a relação altura/diâmetro da planta não apresentaram diferença significativa entre os substratos analisados. O substrato que levou menor produção de massa dos componentes da parte aérea foi terra preta + serragem. O tratamento terra preta + serragem diferiu de todos os outros, apresentando a menor massa seca total do estudo. Segundo o Índice de Qualidade de Dickson todos os substratos apresentaram mudas de qualidade, se sobressaindo a terra preta + esterco bovino. O substrato terra preta + esterco bovino foi recomendado, no presente estudo, para produção de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, pois apresentou mudas de maior qualidade ao avaliar todos os atributos estudados.

**ABSTRACT:** The aim of this study was to evaluate the initial growth and quality of *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* seedlings under different substrates. Paricá seedlings were sown in the following substrates: organic soil, organic soil + sawdust, organic soil + bovine manure, and a soil from a Yellow Latosol (Oxisol) in a seedling nursery with a shade-cloth of 70%. After 30, 50, and 103 days, the fresh leaf matter (FPA) and the dry leaf matter (SPA) were evaluated. For the root system, the root system matter (SR) was obtained. The aerial dry matter and the root dry matter were used to obtain the root:shoot ratio (R:S), and with their sum, the total dry matter (MT). Moreover, Dickson quality index (IQD) was also evaluated. After 30 days, height, diameter of the plant, and height/diameter ratio did not show a significant difference among the substrates analyzed. The substrate that had the lowest production of the aerial part matter was organic soil + sawdust substrate. This substrate showed the lowest total dry matter of the study. According to Dickson quality index, all substrates showed seedlings of quality, outstanding the organic soil + bovine manure. The substrate organic soil + bovine manure was recommended, in this study, to produce *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* since the seedlings showed higher quality when all the attributes studied were evaluated.

## 1 Introdução

*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby, popularmente conhecida como paricá, é uma espécie com alto potencial madeireiro (Noronha et al., 2018), podendo ser utilizada em programas de reflorestamento e reconstituição de áreas para a preservação florestal (Gondin et al., 2015). No ano de 2016, os plantios de paricá chegaram a mais de 90 mil hectares plantados em todo o território nacional (IBA, 2017). O interesse por essa espécie deve-se principalmente pelas suas características madeireiras, pois apresenta madeira branca, fácil adaptação a diferentes condições climáticas e rápido crescimento (Rosa, 2006). Além disso, é recomendada para a indústria de painéis (Noronha et al., 2018; Rosa, 2006). Essas características tornam o *Schizolobium parahyba* uma fonte alternativa diante do atual cenário do setor madeireiro de aumento de preços e escassez no mercado (Araújo et al., 2018).

Em comparação com espécies mais tradicionais na silvicultura, como o pinus e o eucalipto, o paricá ainda precisa ser mais bem estudado, principalmente para estabelecer padrões que possam ser usados na produção de mudas de qualidade. Entre as características desejáveis para mudas de qualidade estão resistir a condições no campo (Bernardino et al., 2005), homogeneidade do plantio e baixa mortalidade (Rosa et al., 2009), gerando bom crescimento em altura e diâmetro de acordo com o objetivo do plantio. Na fase de produção de mudas tem sido apontada a necessidade de melhorias e controle de fatores como o substrato, o recipiente para produção e o fertilizante (Vieira & Weber, 2015), sendo preciso selecionar materiais que sejam acessíveis a pequenos e médios viveiristas, empregando menor tempo e métodos que priorizem mudas de boa qualidade e baixo custo (Butzke et al., 2018).

O esterco bovino, a terra de subsolo e a serragem, bem como a mistura entre eles, podem gerar substratos indicados para produção de mudas florestais. O substrato utilizado possui um papel importante, pois ele pode favorecer ou não a germinação das sementes e o desenvolvimento da planta (Gondin et al., 2015). De acordo com Silva et al. (2018), o uso adequado de materiais constituintes para formação de substratos é importante para desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular das mudas, assim como outros tratamentos silviculturais e fitossanidade durante a produção. Na escolha do substrato também é importante levar em consideração o

acesso dos produtores a substratos sintéticos e dependentes de fertilizantes minerais, pois em locais mais isolados tais substratos são escassos e onerosos (Araújo et al., 2017).

Levando em consideração o potencial econômico do *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* para compor plantios florestais e a necessidade de obtenção de mudas de qualidade, este estudo teve como objetivo avaliar o crescimento inicial e a qualidade de mudas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* em quatro diferentes substratos.

## 2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido em um viveiro de produção de mudas na Universidade Federal Rural da Amazônia, *campus* Paragominas. O clima do município é considerado mesotérmico úmido, com temperatura média anual em torno de 26 °C e com regime pluviométrico anual entre 2250 e 2500 mm (Pinto et al., 2009). O viveiro foi coberto com sombrite 70% de iluminação, conforme recomendação de Lopes et al. (2015), e o experimento conduzido durante a estação seca no ano de 2013, em que a precipitação pluviométrica para o período foi de 42 mm e temperatura média de 22-32 °C (Brasil, 2013).

As sementes de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* utilizadas foram adquiridas em um viveiro comercial localizado no município de Paragominas, Pará. Elas foram escarificadas mecanicamente utilizando lixa d'água no lado oposto ao hilo e imersas em água com temperatura ambiente por 24 horas (Rosa et al., 2009). A unidade experimental foi constituída pelo semeio de única semente a um centímetro de profundidade em sacos de polietileno com dimensão de 20 cm de largura por 15 cm de comprimento, com furos laterais para drenagem de água.

Foram utilizados na produção das mudas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* os substratos: terra preta (T), 50% terra preta + 50% serragem (TS), 50% terra preta + 50% esterco bovino curtido (TE) e terra de subsolo classificado como latossolo amarelo (LA). Todos os substratos foram previamente peneirados e separados para análise química (Tabela 1). A terra preta foi composta por matéria orgânica em estágio avançado de decomposição, comercializada como substrato e doada à Universidade. O LA foi obtido em uma floresta explorada adjacente ao *campus* da Universidade e coletado sem a serapilheira na profundidade de 0-20 cm.

**Tabela 1.** Análise química de amostras dos substratos utilizados na produção de mudas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* em quatro diferentes substratos

**Table 1.** Chemical analysis of samples of the substrates utilized in the production of *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* seedlings in four different substrates

Substratos	pH		C <sub>org</sub>	MO	P	K	Ca	Mg	H + Al
	H <sub>2</sub> O	KCl	g kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>			mg dm <sup>-3</sup>		
Terra preta (T)	6,40	5,40	15,55	233,69	10,93	1,00	16,50	2,97	9,80
50% Terra preta + 50% serragem (TS)	6,03	4,76	136,27	234,93	10,03	0,73	11,03	2,04	11,57
50% Terra preta + 50% esterco bovino (TE)	6,20	5,59	38,05	65,61	86,33	1,36	10,85	4,73	7,09
Latossolo Amarelo (LA)	5,00	5,08	34,43	59,36	3,50	0,22	5,47	2,13	6,14

\* pH em água (H<sub>2</sub>O) e cloreto de potássio (KCl); MO: teor de matéria orgânica (método Walkley-Black); P: fósforo extraído do solo por meio de Mehlich; K: potássio, formas trocáveis; Ca: cálcio, formas trocáveis; Mg: magnésio, formas trocáveis; H + Al: acidez potencial.

\* pH in water (H<sub>2</sub>O) and potassium chloride (KCl); MO: organic matter content (Walkley-Black method); P: phosphorus soil extracted by Mehlich; K: potassium, exchange capacity; Ca: calcium exchangeable forms; Mg: magnesium, exchangeable forms; H + Al: acidity potential.

Foi adotado o delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro tratamentos. Cada tratamento teve quatro repetições com 25 unidades experimentais por repetição, totalizando 100 unidades experimentais por tratamento, irrigadas diariamente no período de 7 h e 30 min às 8 h da manhã. Para a caracterização do desenvolvimento inicial das mudas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* em cada substrato foram avaliados a emergência (E), altura (H) e o diâmetro da planta (D) ao 30°, 50° e 103° dia após a semeadura. A altura foi medida a partir da superfície do substrato à gema apical da planta com a utilização de uma régua e o diâmetro da planta com o uso de um paquímetro digital. Posteriormente, a H e o D foram utilizados para obtenção da relação altura/diâmetro da planta (H:D).

Aos 103 dias após a semeadura foi realizado um corte ao nível da superfície do substrato seccionando a parte aérea do sistema radicular. Após a secção, as raízes foram mantidas nos substratos e congeladas e a parte aérea foi separada em caule e folha, considerando o pecíolo. A massa fresca (g/muda) da folha e caule foi obtida ao realizar a pesagem logo após cada secção; em seguida, o material pesado foi acondicionado em sacos de papel, devidamente identificados e levados para secagem em estufa a 75 °C por 48 h para obtenção da massa seca (g/muda).

Para separar as raízes do substrato foi utilizado um sistema de peneiras sobrepostas com malha final de 0,005 mm, lavadas em água corrente. O material que permanecia nas peneiras foi depositado em uma bandeja com água para a triagem manual das raízes realizada com o auxílio de uma pinça. As raízes foram classificadas em primárias e secundárias, sendo posteriormente colocadas em envelopes de papel, devidamente identificados, e levadas para secagem em estufa a 75 °C por 48 h para a obtenção da massa seca.

A massa fresca da parte aérea (FPA) foi obtida pela soma da massa fresca da folha (FF) e massa fresca do caule (FC). A massa seca da parte aérea (SPA) foi obtida somando a massa seca da folha (SF) com massa seca do caule (SC). Para o sistema radicular foi obtida a massa seca radicular (SR), a qual consiste na soma das massas secas da raiz principal (SRP) e da raiz secundária (SRS). A SPA e a SR foram utilizadas para obter a relação parte aérea/radicular (R:S) e, com a soma delas, a massa seca total da muda (MT).

A qualidade da muda em função do substrato foi determinada utilizando o Índice de Qualidade de Dickson (Dickson et al., 1960) com os parâmetros avaliados 103 dias após a semeadura:

$$IQD = \frac{MT}{H/D + SPA / SR}$$

Onde: MT = massa seca total (g/muda); H = altura (cm); D = diâmetro da planta (mm); SPA = massa seca da parte aérea (g/muda); SR = massa seca radicular (g/muda).

Os dados foram testados quanto à homogeneidade de variâncias e distribuição normal dos dados. Para as variáveis cujos dados apresentaram distribuição normal foi realizada análise de variância e a comparação entre as médias foi por meio do teste Tukey (F) a 5% de probabilidade e, para distribuição diferente de normal, foi realizado o teste de Kruskal-Wallis (K-W), seguido do teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S) a 5% de significância para verificar a influência dos substratos. Os valores de média ± o desvio padrão e coeficiente de variação das variáveis avaliadas foram apresentados e o programa utilizado para as análises estatísticas foi o Systat versão 12. Foi realizada a análise dos componentes principais (ACP) utilizando o teste de permutação de Monte Carlo a 5% para verificar a significância dos eixos da ACP utilizando o Pacote “ade4” (Dray & Dufour, 2007) no programa R 3.3.1 (R Development Core Team, 2016).

### 3 Resultados e Discussão

A emergência das mudas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* iniciaram ao sexto dia após a semeadura. O comportamento da emergência (Tabela 2) observado no início do experimento se manteve até o final, em que a ordem decrescente do percentual de emergência foi a seguinte: TS, T, LA e TE ( $p < 0,05$ ), podendo estar relacionada à retenção de água nesses substratos. A umidade é um dos fatores limitantes para a germinação da *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, assim, o excesso hídrico compromete as trocas gasosas do solo, diminuindo as reações bioquímicas que ocorrem durante a germinação da semente (Alves et al., 2015).

Após 30 dias da semeadura não houve diferença significativa nas variáveis avaliadas em função dos diferentes substratos utilizados (Tabela 2). Resultado também encontrado por Alves et al. (2018), em que não foram identificadas diferenças significativas, aos 30 dias, entre os tratamentos utilizados para germinação de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*. Somente 50 dias após a semeadura foi possível verificar a influência deles sobre a H, o D e a relação H:D (Tabela 2), em que as mudas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* em TS foram as únicas que apresentaram menor desempenho para a altura e diâmetro ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 2.** Média ± desvio padrão, coeficiente de variação e teste de média das variáveis emergência (E), altura (H), diâmetro (D) e a relação altura/diâmetro (H:D) das mudas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* em quatro substratos diferentes

**Table 2.** Mean ± standard deviation, coefficient of variation, and mean tests of the variables emergence (E), height (H), diameter (D) and height/diameter ratio (H:D) of *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* seedlings in four different substrates

Substratos	E (%)	H (cm)	D (mm)	Relação H:D
				30 dias
Terra preta (T)	87 b	23,06 ± 1,38 (5,99) ns	3,62 ± 0,09 (2,66) ns	6,28 ± 0,59 (9,42) ns
50% terra preta + 50% serragem (TS)	97 a	21,86 ± 3,87 (17,7)	3,67 ± 0,07 (2,14)	5,88 ± 1,17 (19,88)
50% terra preta + 50% esterco bovino (TE)	56 d	25,61 ± 0,8 (3,12)	3,74 ± 0,06 (1,73)	6,59 ± 0,35 (5,32)
Latossolo amarelo (LA)	69 c	24,87 ± 1,35 (5,46)	3,64 ± 0,36 (9,95)	6,89 ± 0,93 (13,56)

**Tabela 2.** Continuação...**Tabela 2.** Continuation...

Substratos	E (%)	H (cm)	D (mm)	Relação H:D
50 dias				
Terra preta (T)	81 b	33,66 ± 3,03 (9,0) a	3,93 ± 0,15 (3,91) ab	8,67 ± 1,03 (11,88) a
50% terra preta + 50% serragem (TS)	94 a	22,15 ± 2,47 (11,18) b	3,85 ± 0,13 (3,42) b	5,74 ± 0,86 (15,06) b
50% terra preta + 50% esterco bovino (TE)	53 d	36,43 ± 2,28 (6,28) a	4,36 ± 0,12 (2,9) a	8,04 ± 0,65 (8,09) a
Latossolo amarelo (LA)	68 c	36,07 ± 1,01 (2,8) a	4,14 ± 0,32 (7,82) ab	8,73 ± 0,82 (9,46) a
103 dias				
Terra preta (T)	82 b	47,81 ± 4,84 (10,13) b	5,14 ± 0,14 (2,72) b	9,36 ± 0,87 (9,34) a
50% terra preta + 50% serragem (TS)	94 a	25,42 ± 3,94 (15,52) c	4,15 ± 0,07 (1,68) c	6,15 ± 0,91 (14,84) b
50% terra preta + 50% esterco bovino (TE)	53 d	72,94 ± 9,98 (13,68) a	6,49 ± 0,52 (8,16) a	11,67 ± 1,32 (11,38) a
Latossolo amarelo (LA)	68 c	50,75 ± 0,91 (1,81) b	5,11 ± 0,28 (5,62) b	10,17 ± 0,55 (5,43) a

Obs.: Valores seguidos de letras minúsculas iguais na mesma coluna significam semelhança estatística a 5% de probabilidade de erro; ns: não significativo ( $p > 0,05$ );

Obs.: Values followed by the same lowercase letters in the same column mean statistical similarity at 5% probability of error; ns: not significant ( $p > 0,05$ ).

A relação entre a altura e o diâmetro da planta reflete a robustez da muda e, quando esse parâmetro supera o valor de 10, pode-se considerar que as mudas são de ótima qualidade, o que minimizará a mortalidade no campo na fase após plantio (Rossa et al., 2013). A relação H:D só alcançou esse parâmetro mínimo aos 103 dias e apenas para os substratos TE e LA. As mudas do substrato TE apresentaram-se mais altas e com maior diâmetro do coleto (Tabela 2), atingindo o padrão desejado. Esse resultado evidencia que, segundo esse índice e sobre as condições deste estudo, as mudas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* necessitariam de até 103 dias em viveiro para irem a campo se utilizado esse tipo de substrato. Contudo, sugere-se observações mais frequentes, pois as mudas podem ter alcançado desenvolvimento ideal para campo entre os 50 e 103 dias.

O melhor desenvolvimento de mudas em substrato com esterco bovino já foi observado em estudos com outras espécies, como a *Magnolia pubescens*, que apresentou aumento no crescimento em altura, diâmetro e maior massa seca da parte aérea quando ocorreu a adição do esterco (Lima et al., 2015). Também foi verificado que o substrato TE apresentou maiores valores de fósforo (Tabela 1), que tem se mostrado um macronutriente limitante para o acúmulo de massa total, o que influencia no crescimento de mudas de *Schizolobium amazonicum* (Caione et al., 2012). O baixo desempenho do substrato TS pode estar relacionado a suas características para retenção de água, que é escoada rapidamente, e aos valores baixos de fósforo e potássio.

Foi observada influência significativa dos substratos em todas as variáveis analisadas no final do experimento (Tabela 3), destacando o substrato TE com maiores valores para a maior parte das variáveis. Estudo com mudas de *Schizolobium amazonicum* germinadas após 120 dias da semeadura com o objetivo de selecionar as melhores técnicas de germinação, substrato e recipiente para produção das mudas observou que o substrato formado somente por terra preta não foi suficiente para um bom desempenho das mudas, mas o acréscimo de materiais como esterco bovino, areia e vermiculita melhoram os componentes físicos necessários para obtenção de mudas de qualidade (Butzke et al., 2018). Kratka & Correia (2015), ao avaliar o crescimento de *Myracrodruon urundeuva* Allemão

produzida em substratos preparados com lodo de esgoto, composto orgânico e esterco bovino, encontraram que os tratamentos com esterco apresentaram melhores resultados de todas as variáveis analisadas, incluindo as massas secas. Isso, provavelmente, deve-se não apenas ao suprimento de nutrientes, mas também à melhoria de outros constituintes da fertilidade do solo e aeração, no fornecimento de água.

As raízes secundárias foram as que mais contribuíram para a massa radicular em todos os substratos, vale ressaltar que as mudas do substrato TE e TS foram as que apresentaram os menores valores para as variáveis radiculares. Ao comparar, por exemplo, mudas de *Schizolobium amazonicum* em terra preta e adição com serragem curtida, foi observado um baixo acúmulo de massa radicular por parte da terra preta + serragem curtida (Gondin et al., 2015). Tais autores recomendaram atenção ao uso de serragem curtida, pois ela pode afetar a parte aérea no desenvolvimento das mudas.

Os baixos valores de massa de raízes no substrato TE em relação aos substratos T e LA são possivelmente devido à melhores condições de fertilidade desse substrato e assim menor investimento das mudas para o sistema radicular. Esses resultados confirmam a importância de uma fonte de matéria orgânica no substrato, para a produção de mudas. A concentração de matéria orgânica em substratos com o esterco curtido apresenta alto teor de carbono orgânico, que pode contribuir para o aumento da fração líquida do solo, considerado uma fonte importante de cargas iônicas no substrato, e para aumentar no solo a capacidade de troca de cátions (Vieira et al., 2014), melhorando a aeração do solo e a drenagem, além de ser rico em nutrientes.

A massa seca da parte aérea (SPA) foi a porção das mudas que teve maior contribuição na massa total em todos os substratos, o que influenciou a relação R:S e o IQD, destacando mais uma vez o substrato TE com maiores valores de SPA. Em relação aos resultados encontrados para massa seca da parte aérea e raiz, é ideal que haja um equilíbrio em crescimento dessas duas porções possibilitando eficiente absorção de água e translocação para a parte aérea (Caldeira et al., 2008). Os mesmos autores afirmaram que no que se refere à relação R:S, o desempenho das mudas produzidas com 40% do composto orgânico + 60% de terra de subsolo foram superiores estatisticamente aos demais tratamentos.



**Tabela 3.** Média  $\pm$  desvio padrão e coeficiente de variação das massas frescas da folha (FF), caule (FC) e da parte aérea (FPA), massas secas da folha (SF), caule (SC), parte aérea (SPA), raiz principal (SRP), raiz secundária (SRS) e radicular (SR), massa seca total (MT), relação parte aérea/radicular (R:S) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* em quatro diferentes substratos, aos 103 dias

**Table 3.** Mean  $\pm$  standard deviation and coefficient of variation of the leaf (FF), stem (FC) and aerial fresh matters (FPA), leaf (MSF), stem (MSC), aerial dry matters (MSPA), primary root (SRP), secondary root (SRS), and root dry matters (SR), total dry matter (MT), root:shoot ratio (R:S), and Dickson Quality Index (IQD) of *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* seedlings in different four substrates, in 103 days

Substratos	FF	FC	FPA	SF	SC	SPA	SRP	SRS	SR	MT	R:S	IQD
Terra preta (T)	7,22 $\pm$ 0,87 (12,12) b	6,41 $\pm$ 0,61 (9,56) b	13,63 $\pm$ 1,48 (10,9) b	2,16 $\pm$ 0,22 (10,59) b	2,18 $\pm$ 0,18 (8,58) b	4,34 $\pm$ 0,4 (9,43) b	0,50 $\pm$ 0,06 (11,64) a	1,21 $\pm$ 0,08 (6,58) a	1,72 $\pm$ 0,1 (5,94) a	6,06 $\pm$ 0,5 (8,36) b	2,56 $\pm$ 0,15 (5,99) ns	0,53 $\pm$ 0,04 (7,1) ab
50% terra preta + 50% serragem (TS)	1,78 $\pm$ 0,74 (41,43) c	2,79 $\pm$ 0,59 (21,19) c	4,58 $\pm$ 1,33 (29,05) c	0,53 $\pm$ 0,27 (50,98) c	1,23 $\pm$ 0,15 (12,37) c	1,77 $\pm$ 0,42 (23,77) c	0,28 $\pm$ 0,01 (6,7) b	0,49 $\pm$ 0,04 (8,18) c	0,78 $\pm$ 0,04 (6,3) c	2,55 $\pm$ 0,38 (15,03) c	2,25 $\pm$ 0,54 (24,29)	0,31 $\pm$ 0,01 (5,5) b
50% terra preta + 50% esterco bovino (TE)	23,23 $\pm$ 7,44 (32,04) a	21,34 $\pm$ 6,7 (31,34) a	43,91 $\pm$ 14,37 (32,72) a	6,35 $\pm$ 1,85 (29,22) a	5,06 $\pm$ 1,57 (31,09) a	10,96 $\pm$ 3,27 (29,87) a	0,53 $\pm$ 0,15 (27,97) a	0,84 $\pm$ 0,13 (15,91) b	1,34 $\pm$ 0,17 (13,36) b	12,56 $\pm$ 3,42 (27,24) a	8,44 $\pm$ 2,66 (31,55)	0,71 $\pm$ 0,11 (14,93) a
Latossolo amarelo (LA)	6,82 $\pm$ 1,08 (15,9) b	7,06 $\pm$ 0,91 (12,93) b	13,89 $\pm$ 1,96 (14,17) b	2,4 $\pm$ 0,49 (20,8) b	2,26 $\pm$ 0,32 (14,15) ab	4,64 $\pm$ 0,81 (17,44) b	0,44 $\pm$ 0,073 (16,4) ab	1,26 $\pm$ 0,11 (8,66) a	1,71 $\pm$ 0,17 (10,14) a	6,35 $\pm$ 0,96 (15,2) ab	2,94 $\pm$ 0,47 (16,13)	0,62 $\pm$ 0,14 (23,2) a

Obs.: Valores seguidos de letras minúsculas iguais na mesma coluna significam semelhança estatística a 5% de probabilidade de erro; ns: não significativo ( $p > 0,05$ );

Obs.: Values followed by the same lowercase letters in the same column means statistical similarity at 5% probability of error; ns: not significant ( $p > 0,05$ ).

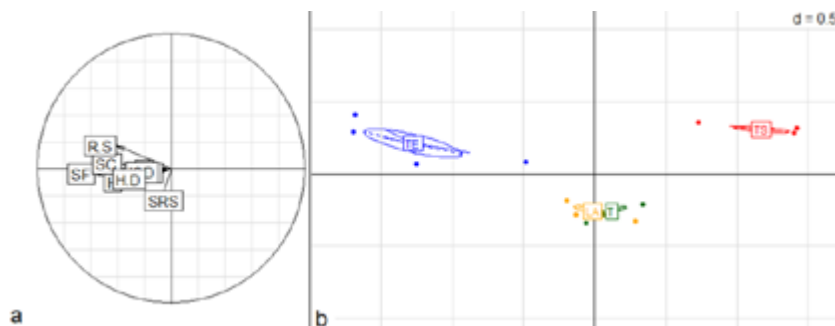
No presente estudo o IQD variou de 0,31 (substrato TS) a 0,71 (substrato TE), tendo o valor intermediário de 0,53 no substrato T (Tabela 3). Esse resultado foi melhor do que os encontrados por Rossa et al. (2013), que, ao avaliar a qualidade de mudas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* produzidas em doses crescentes de adubo de liberação lenta, constataram um IQD entre 0,29 e 0,58.

O IQD é considerado um bom indicador para qualidade de mudas, pois no seu cálculo são considerados vários parâmetros importantes empregados para a avaliação da qualidade, o ideal é que o IQD seja maior do que 0,20 (Bernardino et al., 2005). No presente estudo, os quatro substratos poderiam ser considerados ideais para a produção de mudas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*. No entanto, ao fazer uma análise mais detalhada dos parâmetros, pode-se dizer que somente o IQD não é o suficiente para indicar qual substrato produz melhores mudas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*. Por exemplo, o valor

de IQD nas mudas produzidas no substrato TS foi maior do que 0,20, porém registrou os menores valores para parâmetros como a altura, o diâmetro, a produção de SPA e a SR.

Vale ressaltar que o TS foi o substrato que apresentou a maior porcentagem de emergência, no entanto foi onde as mudas apresentaram o pior desempenho no crescimento inicial. Esse resultado fica mais evidente ao observar o gradiente formado ao longo do primeiro eixo da Análise de Componentes Principais (ACP) que opõe os substratos TE e TS (Figura 1).

A ACP mostrou que 86% da variância dos dados pode ser explicada pelos substratos (Teste de Monte Carlo,  $p = 0,001$ ), apresentando ao longo do primeiro eixo um gradiente que expressa o desempenho dos substratos no desenvolvimento da parte aérea das mudas. A massa seca das folhas (SF) e do caule (SC) e a relação R:S tiveram as maiores influências no crescimento e qualidade das mudas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Figura 1).



**Figura 1.** Ordenação do primeiro e segundo eixo da análise de componente principal mostrando: (a) círculo de correlação das variáveis altura (H), diâmetro (D), massas secas da folha (SF), caule (SC), raiz principal (SRP), raiz secundária (SRS), relação parte aérea/radicular (R:S), Índice de Qualidade de Dickson (IQD) e relação altura/diâmetro da planta (H:D) de mudas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*; (b) Ordenação dos substratos usadas na produção de mudas. T = terra preta; TS = 50% terra preta + 50% serragem; TE = 50% terra preta + 50% esterco bovino; LA = latossolo amarelo

**Figure 1.** Ordination of the first and second axis of the principal component analysis showing: (a) correlation circle of the variables of the height (H), diameter (D), leaf (MSF), stem (MSC), primary root (SRP), secondary root dry matters (SRS), root:shoot ratio (R:S), Dickson Quality Index (IQD), and height/diameter ratio (H:D) of *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*; (b) ordination of the substrates used in the production of the seedlings; T = organic soil, TS = 50% organic soil + 50% sawdust, TE = 50% organic soil + 50% bovine manure, and LA = yellow latosol (oxisol)

Vale ressaltar que no conjunto de variáveis que estão positivamente ligadas ao primeiro eixo da ACP estão as variáveis que compõem o IQD, ratificando o substrato TE como aquele que promove melhor desenvolvimento inicial das mudas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*. As variáveis radiculares, SRP e SRS, não tiveram destaque na ACP, evidenciando que a parte aérea teve maior peso na diferenciação dos substratos. Resultados semelhantes foram encontrados por um estudo ao avaliar mudas de *Schizolobium amazonicum* aos 52 dias após a semeadura, em que SPA a partir da ACP teve a maior influência no crescimento e qualidade das mudas (Araújo et al., 2017).

## 4 Conclusões

Os substratos apresentaram desempenhos diferentes para a emergência e o crescimento inicial, mostrando que nem sempre o substrato que promove a emergência das plântulas é o mesmo que as levará ao melhor desenvolvimento inicial. Substrato com melhor qualidade nutricional, como foi o caso da terra preta + esterco bovino, leva a maior produção da parte aérea em detrimento da parte radicular e promove mudas de melhor qualidade.

## Referências

- ALVES, J. D. N.; MOREIRA, W. K. O.; BEZERRA, L. A.; OLIVEIRA, S. S.; FRANCO, T. M.; OKUMURA, R. S.; SILVA, R. T. L.; OLIVEIRA, I. A.; LEÃO, F. A. N. Substrates and irrigation frequencies in the development of seedlings of *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*. *Journal of Agricultural Science*, Richmond Hill, v. 10, n. 11, p. 249-258, 2018. doi: <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v10n11p249>.
- ALVES, J. D. N.; MOREIRA, W. K. O.; OLIVEIRA, S. S.; LEÃO, F. A. N.; OKUMURA, R. S. Taxa e índice de velocidade de emergência de Paricá em diferentes substratos e frequência de irrigação. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v. 11, n. 21, p. 1766-1773, 2015.
- ARAÚJO, E. F.; AGUIAR, A. S.; ARAUCO, A. M. S.; GONÇALVES, E. O.; ALMEIDA, K. N. S. Crescimento e qualidade de mudas de paricá produzidas em substratos à base de resíduos orgânicos. *Nativa*, Sinop, v. 5, n. 1, p. 16-23, 2017. doi: <http://dx.doi.org/10.5935/2318-7670.v05n01a03>.
- ARAÚJO, M. S.; CONEGLIAN, A.; HODECKER, B. E. R.; PELÁ, A.; GONÇALVES, R. N.; ROCHA, E. C. Initial growth of Brazilian firetree (*Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake) fertilized with phosphorus in Red-Yellow Latosol. *Australian Journal of Crop*

- Science, Lismore, v. 12, n. 7, p. 1108-1113, 2018. doi: <http://dx.doi.org/10.21475/ajcs.18.12.07.PNE1035>.
- BERNARDINO, D. C. S.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; MARQUES, V. B. Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) brenan em resposta à saturação por bases do substrato. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 863-870, 2005. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622005000600004>.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instituto Nacional de Meteorologia. *Estação meteorológica automática de Paragominas/PA*. Brasília, DF: INMET, 2013. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em: 3 maio 2019.
- BUTZKE, A. G.; MIRANDA, E. M.; ANDRADE NETO, R. C.; BIANCHINI, F.; FIUZA, S. S. Produção de mudas de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) em diferentes tipos de substratos, recipientes e níveis de sombreamento em Rio Branco, Acre. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v. 15, n. 27, p. 254-263, 2018.
- 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.; ROSA, G. N.; FENILLI, T. A. B.; HARBS, R. M. P. Composto orgânico da produção de mudas de aroeira-vermelha. *Scientia Agraria*, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 27-33, 2008. doi: <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v9i1.9898>.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *The Forest Chronicle*, Mattawa, v. 36, n. 1, p. 11-13, 1960.
- DRAY, S.; DUFOUR, A. B. The ade4 package: implementing the duality diagram for ecologists. *Journal of Statistical Software*, Los Angeles, v. 22, n. 4, p. 1-20, 2007.
- GONDIN, J. C.; SILVA, J. B.; ALVES, C. Z.; DUTRA, A. S.; ELIAS JÚNIOR, L. Emergência de plântulas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke (Caesalpinaceae) em diferentes substratos e sombreamento. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 46, n. 2, p. 329-338, 2015. doi: <http://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.20150012>.
- INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – IBA. *Relatório 2017*. [Brasília, DF: IBA], 2017. Disponível em: <https://bit.ly/2IF7Opw>. Acesso em: 6 jan. 2019.
- KRATKA, P. C.; CORREIA, C. R. M. A. Crescimento inicial de aroeira do sertão (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) em diferentes substratos. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 39, n. 3, p. 551-559, 2015. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-67622015000300016>.
- LIMA, S. L.; TAMIOZZO, S.; PALOMINO, E. C.; PETTER, F. A.; MARIMON-JÚNIOR, B. H. Interactions of biochar and organic compound for seedlings production of *Magonia pubescens* A. St.-Hil. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 39, n. 4, p. 655-661, 2015. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-67622015000400007>.
- LOPES, M. J. S.; DIAS-FILHO, M. B.; MENEZES NETO, M. A.; SANTOS, J. U. M.; CRUZ, E. D.; DIAS, H. S. S. Morphological and physiological responses to shade in seedlings of *Parkia gigantocarpa* Ducke and *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby (Leguminosae). *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v. 43, n. 107, p. 573-580, 2015.
- NORONHA, F. C. C.; FRANÇA, L. C. J.; CONCEIÇÃO, J. P. F.; PAVAN, B. E.; FARIAS, S. G. G. Germinação e crescimento inicial de plântulas de espécies de diferentes procedências do gênero *Schizolobium*. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*, Três Corações, v. 16, n. 2, p. 1-9, 2018.
- PINTO, A.; AMARAL, P.; SOUZA, R. C.; VERISSIMO, A.; SALOMÃO, R.; GOMES, G.; BALIEIRO, C. *Diagnóstico socioeconômico e florestal de Paragominas*. Belém, PA: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia, 2009.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2016. Disponível em: <https://www.r-project.org>. Acesso em: 25 ago. 2018.
- ROSA, L. S. Ecologia e silvicultura do paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) na Amazônia brasileira. *Revista de Ciências Agrárias*, n. 45, p. 135-174, 2006.
- ROSA, L. dos S.; VIEIRA, T. A.; SANTOS, D. S. SILVA, L. C. B. da. Emergência, crescimento e padrão de qualidade de mudas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke sob diferentes níveis de sombreamento e profundidades de semeadura. *Revista de Ciências Agrárias*, Belém, v. 52, n. 1, p. 87-98, 2009.
- ROSSA, U. B.; ANGELO, A. C.; NOGUEIRA, A. C.; BOGNOLA, I. A.; POMIANOSKI, D. J. W.; SOARES, P. R. C.; BARROS, L. T. S. Fertilização de liberação lenta no crescimento de mudas de paricá em viveiro. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo, v. 33, n. 75, p. 227-234, 2013. doi: <http://dx.doi.org/10.4336/2013.pfb.33.75.429>.
- SILVA, B. L. B.; COSTA, E.; SALLES, J. S.; BINOTTI, F. F. S.; BENETT, C. G. S. Protected environments and substrates for Achachairu seedlings. *Revista Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 38, n. 3, p. 309-318, 2018. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-eng.agric.v38n3p309-318/2018>.
- VIEIRA, C. R.; WEBER, O. L. S. Avaliação de substratos na produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). *Revista Uniara*, Araraquara, v. 18, n. 2, p. 153-166, 2015. doi: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2015.v18i2.333>.
- VIEIRA, C. R.; WEBER, O. L. S.; SCARAMUZZA, J. F. Estudo de resíduos orgânicos como substrato para a produção de mudas de paricá. *Revista de Ciências Ambientais*, Canoas, v. 8, n. 2, p. 47-60, 2014.

**Contribuição dos Autores:** Thiara Pereira Barbosa realizou o experimento e a análise dos dados e contribuiu com a revisão bibliográfica, com a escrita científica e apresentação dos resultados; José Rodrigo Mendes e Chagas realizou o experimento e contribuiu com a escrita científica e a apresentação dos resultados; Bruna de Oliveira Silva contribuiu com a revisão bibliográfica, a gramatical e a escrita científica; Elizabeth Gomes da Silva realizou o experimento e contribuiu com a escrita científica dos resultados; Tâmara Thais Santana Lima contribuiu com a escrita científica, a revisão bibliográfica e a análise dos dados.

**Fonte de Financiamento:** Não houve fonte de financiamento.

**Conflito de Interesse:** Os autores declaram não haver conflito de interesse.