



## Germinação de sementes de *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. O. Grose em substrato contendo resíduos agroindustriais

Carolina Rafaela Barroco Soares<sup>a\*</sup> , Karen Janones da Rocha<sup>a</sup> , Kenia Michele de Quadros Tronco<sup>a</sup> 

<sup>a</sup> Universidade Federal de Rondônia, Brasil

\* Autor correspondente ([carolinabarroco@gmail.com](mailto:carolinabarroco@gmail.com))

### INFO

#### Keywords

alternative use  
social impact  
environmental  
farming

### ABSTRACT

*Germination of seeds of Handroanthus serratifolius (Vahl) S. O. Grose in substrate containing agro-industrial residues.* Agriculture has a great influence on the economy of Rondônia, but the sector generates residues that can have different destinations. And a promising alternative for the final destination of these residues is their use as substrates, thus minimizing social, economic and environmental impacts. The objective of this work was to evaluate the substrates obtained from different concentrations of agro-industrial residues, in the germination of *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. O. Grose. The design used was a randomized blocks, five treatments and four replications. The treatments resulted in different combinations of sand and agroindustrial residue: T1 – 0%:100% (control); T2 - 75%:25%; T3 - 50%:50%; T4 - 25%: 75%; and T5 - 0%:100%. The germination percentage (G%) was evaluated daily and, after germination stabilization at 27 days, the germination speed index (IVG), mean germination time (TMG) and mean germination speed (VMG) were calculated of seeds and germination means were submitted to normality tests, homogeneity at 5% significance and analysis of variance to Tukey test ( $P \geq 0.95$ ). The germination percentage ranged from 9% to 71%, and 100% seed health and absence of abnormal seedlings were verified. It was found that treatment 2 showed a significant difference between the other treatments, the substrate with the best results was T2 (G% = 71%; IVG =11; TMG = 17 days; VMG = 0.0606 seeds.day<sup>-1</sup> ). The substrate with 25% residues + 75% sand stood out from the other treatments, resulting in the best ones, resulting in better germination.

### RESUMO

A agricultura tem grande influência na economia rondoniense, mas o setor gera resíduos que podem ter diferentes destinações. E uma alternativa promissora para o destino final desses resíduos é o seu uso como substratos, minimizando assim impactos social, econômico e ambiental. O objetivo do trabalho foi avaliar os substratos obtidos a partir de diferentes concentrações resíduos agroindustriais, na germinação de *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. O. Grose. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos resultaram em diferentes combinações de areia e resíduo agroindustrial: T1 – 0%:100% (testemunha); T2 – 75%:25%; T3 – 50%:50 %; T4 – 25%:75%; e T5 – 0%:100%. Diariamente, foi avaliada a porcentagem de germinação (G%) e, após a estabilização da germinação aos 27 dias, foram calculados o índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG) e velocidade média de germinação (VMG) das sementes e as médias de germinação foram submetidas aos testes normalidade, homogeneidade a 5% de significância e análise de variância ao teste de Tukey ( $P \geq 0,95$ ). A porcentagem de germinação variou de 9% a 71%, e foi verificado 100% de sanidade das sementes e ausência de plântulas anormais. Verificou-se que o tratamento 2 apresentou diferença significativa entre os demais tratamentos, o substrato com os melhores resultados foi o T2 (G% = 71%; IVG =11; TMG = 17 dias; VMG = 0,0606 sementes.dia<sup>-1</sup>). O substrato com 25% resíduos + 75% areia destacou-se dos demais tratamentos, resultando nos melhores resultando na melhor germinação.

### Palavras-chaves

uso alternativo  
impacto social  
ambiental  
agropecuária

Received 08 August 2021; Received in revised from 26 December 2021; Accepted 21 January 2022



## INTRODUÇÃO

A espécie *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. O. Grose, popularmente conhecido como Ipê-amarelo, pertence à família Bignoniaceae e ao clado aliança Tabebuia, encontra-se inserida na ordem Lamiales. Estende-se nos domínios fitogeográficos da Amazônia, Caatinga, Cerrado, Pantanal, e Mata atlântica. É uma espécie arbórea decídua, heliófila normalmente encontradas em áreas de borda ou isoladas em áreas abertas como pastagens, podendo alcançar alturas entre 5 e 30 metros, e usualmente alcançam posição de dossel superior ou emergente em floresta primárias ou secundárias (Lorenzi, 1992; APG IV, 2016).

Apresenta-se como uma das espécies com o maior valor de mercado entre as espécies legalmente comercializadas na região e apresenta potencial para fitorremediação de solos moderadamente contaminados (Paiva et al., 2003; Dutra et al., 2017). Nos últimos anos têm-se verificado uma grande falta destas espécies em áreas de sua ocorrência natural, devido a extração predatória de sua madeira, em conjunto com o desmatamento e incêndios. Tais práticas envolvem um impacto ambiental muito grande, devido à descaracterização dos fragmentos originais (Monteiro et al., 2005; Pacheco et al., 2006).

Por conseguinte, estudos a respeito de sua propagação, aspectos comportamentais e geração de protocolos para uso em trabalhos de recuperação de ecossistemas florestais e de paisagismo são vitais para a conservação da espécie. (Schulze et al., 2008; Lima et al. 2014). E visto que seu principal método de propagação é via seminal, é essencial um bom manejo silvicultural, evitando assim a ocorrência de perdas e proporcionando uma alta qualidade das mudas.

Na produção de mudas em quantidade e qualidade, o êxito não está ligado unicamente à espécie utilizada, e sim de um conjunto de fatores, sendo a composição dos substratos um fator de grande importância, pois a germinação de sementes, a iniciação radicular e o enraizamento estão diretamente ligados às características químicas, físicas e biológicas do substrato (Caldeira et al., 1998; Caldeira et al., 2012). Algumas características desejáveis para um substrato ideal são disponibilidade de aquisição na região, facilidade no transporte, baixo custo, ausência de patógenos, riqueza de nutrientes e condições adequadas ao crescimento da planta (Silva e Pedroso et al., 2001).

Na produção de mudas florestais é comumente utilizado substratos constituídos de materiais orgânicos que geralmente não são encontrados abundantemente nas proximidades dos viveiros. Evidenciando a importância da reutilização de

substratos alternativos e economicamente viáveis, e o uso de materiais alternativos para a produção de substratos tais como os resíduos urbano e agroindustrial. Proporcionando indiretamente, benefícios ambientais pelo reaproveitamento e destinação de resíduos (Gonçalves et al. 2000; Baratta Junior, 2007).

O agronegócio em Rondônia tem avançado a cada ano e possui vital importância econômica no estado, representando 21% no Produto Interno Bruto (PIB) nacional em 2020, a agroindústria tem participação de aproximadamente 5,9% no PIB brasileiro, no beneficiamento, na transformação dos produtos e no processamento de matérias-primas provenientes da agropecuária, promovendo dessa forma maior integração do meio rural com a economia de mercado (CNM, 2018; SEAGRI, 2020). Nos processos de obtenção de seus produtos, as indústrias do setor normalmente geram resíduos dos quais podem ter diferentes tipos de destino, e a sua utilização na formação de substratos destinados à produção de mudas, essa tem sido frequentemente citada na literatura nacional e internacional (Galbiatti et al., 2007; Santos et al., 2013; Ribeiro et al., 2007).

O seu reaproveitamento como componente de substratos ou adubo orgânicos através da compostagem, por conseguinte minimiza impactos social, econômico e ambiental. E desta forma, diminui a utilização de recursos naturais, reduzindo seu acúmulo, agregando valores e, contribuindo com o desenvolvimento sustentável (Rosa et al., 2001; Rosa et al., 2002). Porém, notou-se escassez de estudos que contemplam misturas desses diversos resíduos na composição de substratos para produção de mudas.

Nesse contexto, estudos sobre a reutilização desses resíduos na produção de substratos para mudas de espécies florestais contribuirão para a redução dos impactos ambientais, gerando uma alternativa de renda para viveiristas e agricultores, impulsionando assim projetos de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas. Desta forma, realizou-se este trabalho com o objetivo de avaliar os substratos obtidos a partir de diferentes concentrações de compostos orgânicos, oriundo de resíduos do agroindustriais, na germinação de *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. O. Grose.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Universidade Federal de Rondônia, Campus de Rolim de Moura, realizado em casa de vegetação sob tela de sombreamento de polietileno com 50% de permeabilidade aos raios solares, anexo do Laboratório de Recuperação de Ecossistemas e

Produção Florestal – REProFlor. O clima da região, de acordo com adaptação da classificação de Köppen, é do tipo Am (monção), com temperaturas médias em torno de 26°C, precipitação anual média de 2.300 mm e umidade relativa entre 80 e 90% (Alvares et al., 2013).

Para instalação do experimento foi utilizado resíduos gerados de agroindústrias, composto principalmente de resíduo gerado em frigoríficos de bovinos (rúmen) e curtume, restos vegetais, cinzas de caldeira e serragem, palha de café, casca de arroz, restos de madeira, casca de ovo, entre outros compostos orgânicos compostados. E para compor os substratos foi utilizado areia do tipo grossa e lavada, a qual foi peneirada (em peneira de aço com malha de 3 mm) para retirada de impurezas e espalhada sobre lona para solarização por sete dias, sendo diariamente revolvida.

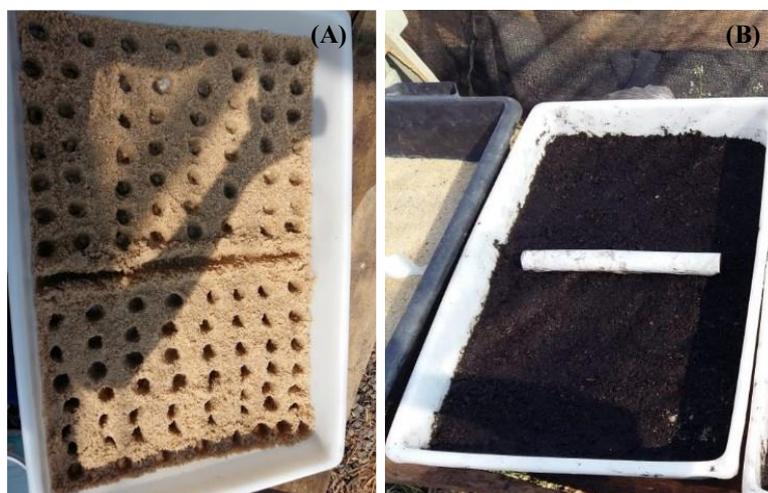
O composto de resíduos foi submetido a análise qualitativa e quantitativa dos compostos, conforme preconiza a Resolução CONAMA nº 375, de 29 de agosto de 2006 (CONAMA, 2006), para isso anterior ao experimento foram coletadas amostras do resíduo e enviados para laboratório particular em Cuiabá-MT para a realização dos testes.

Os frutos de *H. serratifolius* (Ipê amarelo) utilizados foram coletadas 8 plantas matrizes no Município de Rolim de Moura (RO), foram coletados fechados e maduros e colocados em

ambiente arejado para secagem natural e para extração das sementes, posteriormente foram armazenadas em sacos de papel devidamente identificadas e colocadas sob refrigeração de 8 °C nas dependências do REProFlor.

Os tratamentos testados resultaram nas seguintes proporções volumétricas de substrato: T1 – (Testemunha), 100% areia; T2 – 75% areia + 25% resíduo agroindustrial; T3 – 50% areia + 50% resíduo agroindustrial; T4 – 25% areia + 75% resíduo agroindustrial; T5 – 100% resíduo agroindustrial. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições e 56 sementes em cada repetição, totalizando 224 sementes por tratamento e 1.120 semente no total do experimento. Cada bandeja foi dividida em dois blocos, resultando em duas bandejas por tratamento (Figura 1, A e B).

Para a realização dos testes de germinação, foi utilizado bandejas de polietileno, drenadas e de dimensões 60,8 cm x 40,7 cm x 9,4 cm, a semeadura foi realizada manualmente, e a irrigação ocorreu duas vezes ao dia com o auxílio de regador comum de jardim, sem uma quantidade pré-determinada. Também durante todo o experimento foi realizado a limpeza manual das plantas daninhas nas bandejas. Não foi utilizado nenhum tipo de adubação durante o experimento.

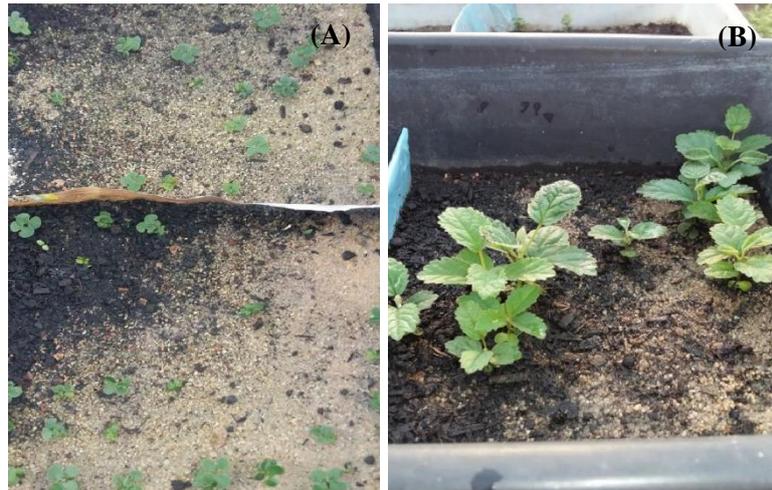


Fonte: Rolim de Moura (2018)

Figura 1 - Divisão dos tratamentos, com dois blocos por bandejas com 56 sementes de *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. O. Grose por bloco, totalizando duas bandejas por tratamentos. (A) - tratamento 1 (100% areia); (B) - tratamento 5 (100% REAGRO).

Previamente à instalação do experimento, foi determinado o teor de água das sementes através do método da estufa a 105±3 °C/24 h (Brasil, 2009), utilizando-se seis sub amostras de 2 gramas cada. A

contagem de sementes germinadas foi realizada diariamente até a estabilização das germinações. Foram consideradas como germinadas as plântulas que emitiram um dos cotilédones (Figura 2, A e B).



Fonte: Rolim de Moura (2018)

Figura 2 - Plântulas de *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. O. Grose germinadas com 12 (A) e 25 (B) dias após o plantio, tratamento 2 - 75% areia + 25% REAGRO.

Foram avaliadas a porcentagem de germinação (G%) e a presença de plântulas normais e anormais (BRASIL, 2009). Após a estabilização da germinação, foi calculado o índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG) e velocidade média de germinação (VMG) das sementes, conforme fórmulas a seguir.

$$G\% = \frac{(\sum n_i)}{100} * 100$$

$$IVG = \sum \frac{n_i}{t_i}$$

$$TMG = \frac{\sum n_i * t_i}{\sum n_i}$$

$$VMG = \frac{1}{TMG}$$

em que:

- G% - germinação em porcentagem;
- IVG - índice de velocidade de germinação, adimensional;
- TMG - tempo médio de germinação, em dia;
- VMG - velocidade média de germinação, em sementes.dia<sup>-1</sup>;
- $n_i$  - número de sementes que germinaram no tempo  $i$ ;
- $t_i$  - tempo após instalação do experimento;
- $i = 2$  em 2 dias até a estabilização da germinação das sementes.

Após a tabulação dos dados, foram construídas curvas descritivas da germinação acumulada em porcentagem. Os dados foram inicialmente submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk a 5% de significância e à modificação do teste de Levene proposta por O'Neil e Mathews (2000)

a 5% de significância. Posteriormente, foram submetidos ao modelo de análise de variância de um delineamento de blocos casualizados ( $P \geq 0,95$ ) e, no caso de constatadas diferenças significativas, ao teste de Tukey ( $P \geq 0,95$ ). Para as análises estatísticas foi utilizado o *software R* (R Core Team, 2018), através do pacote ExpDes.pt (Ferreira et al., 2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da análise química das amostras do resíduo agroindustrial gerou 22 parâmetros (Tabela 1). Desses, seis encontravam-se em níveis não quantificáveis (LQ), enquanto os demais atenderam os Requisitos Mínimos de Qualidade do Lodo de Esgoto ou Produto Derivado Destinado a Agricultura, conforme art. 11 da Resolução CONAMA n° 375, de 29 de agosto de 2006. Com intuito de facilitar a comparação das concentrações obtidas com os parâmetros da literatura, as concentrações encontradas foram convertidas para mg.L<sup>-1</sup>, considerando o volume de 1 kg da amostra de 1,640 L.

Quanto à presença de metais potencialmente tóxicos, não se encontram acima dos níveis aceitáveis conforme a Resolução do CONAMA n° 375/2006, não oferecendo risco ao meio ambiente. E os resultados analíticos garantem a aptidão do uso do adubo em substratos na produção florestal. Substratos oriundos do processo de compostagem dentre as características desejáveis dos substratos, pode destaca-se o custo, disponibilidade, teor de nutrientes, capacidade de troca de cátions, esterilidade biológica, aeração, retenção de umidade, boa agregação às raízes e uniformidade de estabelecimento (Nascimento, 2005).

Tabela 1 - Parâmetros físico-químicos analisados em amostras do resíduo agroindustrial utilizado para caracterizar o substrato

Parâmetro Analisado	Resultados analíticos	Concentração máxima permitida pela Resolução nº375/2006 CONAMA	Resultados analíticos Convertidos
		mg.kg <sup>-1</sup>	mg.L <sup>-1</sup>
Nitrogênio	4800	-	7,88
Fósforo <sup>1</sup>	30000	-	49,20
Potássio <sup>2</sup>	1300	-	2,13
Zinco	100	-	0,16
Cobre	0	1500	0,00
Manganês	600	-	0,98
Boro	1000	-	1,64
Cálcio	43500	-	71,34
Enxofre <sup>3</sup>	2500	-	4,10
Magnésio	3000	-	4,92
Ferro	31900	-	52,32
Silício	206300	-	338,33
Cádmio	LQ*	39	LQ
Chumbo	LQ	300	LQ
Níquel	6,5	420	10,66
Mercurio	LQ	-	LQ
Nióbio	LQ	-	LQ
Molibdênio	LQ	-	LQ
Cobalto	LQ	-	LQ
Cromo	64,4	1000	105,62
Arsênio	1,87	41	3,07
Tântalo	3,32	-	5,44

\*Elementos abaixo do limite de quantificação do método utilizado; LQ – Limite de quantificação do método analítico: 0,05 mg.kg<sup>-1</sup>; <sup>1/</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> CNA+Água - Pentóxido de difósforo solúvel em água, extrator citrato neutro de amônio e água; <sup>2/</sup> K<sub>2</sub>O - Óxido de potássio; <sup>3/</sup> S - SO<sub>4</sub> - fornecido na forma do íon sulfato

Os resultados também mostram que os substratos compostos por resíduo agroindustrial possuem grande quantidade dos macros nutrientes, que são os elementos básicos necessários em maior volume às plantas, como: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre. O nitrogênio e fósforo são nutrientes altamente requeridos nos estádios iniciais das mudas, esses elementos apresentaram concentrações de 4.800 mg.kg<sup>-1</sup> e 30000 mg.kg<sup>-1</sup>, respectivamente. O nitrogênio é requerido para a síntese de clorofila e, como parte da molécula da clorofila, está altamente envolvido no processo fotossintético; é um componente do sistema enzimático, sendo essencial para a formação de aminoácidos e proteínas das mudas (Taiz e Zeiger, 2013). Já o fósforo possui importante papel na fotossíntese, respiração, armazenamento e transferência de energia como parte do trifosfato de adenosina (ATP) (Dechen e Nachtigall, 2007).

Os micronutrientes apresentaram-se em consideráveis concentrações. Esses são requeridos em quantidades pequenas e possuem grande importância para o crescimento, desenvolvimento e reprodução das plantas (Brown et al., 1987). O

níquel possui função direta na germinação das sementes e é essencial para as plantas, mas é requerido em quantidades muito pequenas, pois em altas concentrações pode causar fitotoxidez (Neves et al., 2007). A concentração de 0,05 mg.L<sup>-1</sup> níquel é adequada nos tecidos vegetais (Epstein e Bloom, 2006). Visto que, os substratos formulados com 100% Resíduo agroindustrial (Tratamento 5) possui a concentração de níquel de 10,66 mg.L<sup>-1</sup>, e a germinação desse tratamento foi inferior quando comparando aos demais tratamentos com menores concentrações de resíduos (Figura 4), a concentrações de níquel pode ter causado toxidez nas plântulas de *H. serratifolius*.

Tanto os macros quanto os micronutrientes são essenciais para o bom crescimento e desenvolvimento das plantas, porém, estes devem apresentar-se em equilíbrio, uma vez que, em excesso ou em falta podem prejudicar o desenvolvimento ideal dos vegetais. Dois elementos foram encontrados em concentrações relativamente altas: Silício (338,33 mg.L<sup>-1</sup>) e Cromo (105,62 mg.L<sup>-1</sup>).

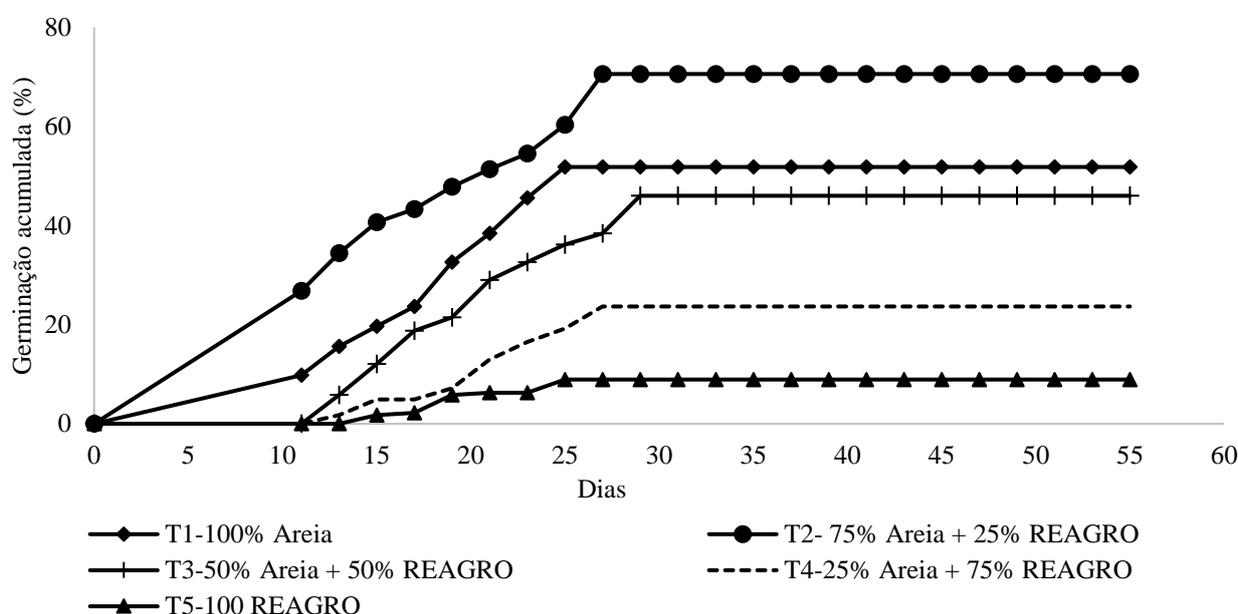
O silício possui efeito benéfico nas plantas, aumentando a tolerância delas à toxidez de

manganês e ferro, aumentando o poder oxidantes das raízes, além de contribuir no crescimento e na produtividade das plantas (Dechen e Nachtigall, 2007). Plantas crescendo em ambiente rico em silício são mais resilientes ao ataque de organismos patogênicos (Lima Filho et al., 1999; Epstein, 2001; Neves, 2013).

Altas concentrações de Cromo podem causar distúrbios à ultraestrutura dos cloroplastos e, conseqüentemente, afetar o processo fotossintético (Panda e Choudhury, 2005). Os sintomas de toxicidade por Cromo são manifestados como inibição do crescimento, clorose nas folhas jovens, folhas pequenas de coloração vermelho-amarronzada ou púrpura, lesões necróticas e injúrias nas raízes (Kabata-Pendias e Pendias, 2001). Entretanto, no presente estudo foi encontrado em concentração abaixo do limite

considerado tóxica.

O valor do teor de água das sementes de *H. serratifolius* foi de 9,44%, e o processo de germinação das sementes de *H. serratifolius* teve início a partir do décimo primeiro dia após a semeadura (Figura 3), com porcentagem de germinação mínima de 9% e máxima de 71%. O tratamento que proporcionou maior porcentagem de germinação foi o com o tratamento 2, e se manteve assim ao longo dos 63 dias de avaliação. Em todos os tratamentos ocorreram germinação e foi verificado total sanidades das sementes de *H. serratifolius*, também não houve presença de plântulas anormais. A estabilização da germinação ocorreu aos 27 dias, mesmo resultado relatado por Machado et al. (2002) em estudo com *H. serratifolius*, utilizando areia e papel como substratos.



Fonte: Rolim de Moura (2019)

Figura 3 - Germinação de sementes de *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.O.Grose, semeadas em diferentes composições de resíduo agroindustrial, em casa de vegetação

A porcentagem de germinação das sementes variou entre os tratamentos, observa-se um decréscimo nas porcentagens conforme aumenta – se as concentrações do resíduo agroindustrial tratamento 1 com 52%, tratamento 2 com 71%, tratamento 3 46%, tratamento 4 24% e tratamento 5 com 9%. As baixas porcentagem de germinação dos tratamentos com maiores concentrações de resíduo, pode estar atrelado aos altos valores de macro e micronutrientes, como já dito anteriormente que o desequilíbrio de suas concentrações pode afetar a germinação das plantas.

Os resultados do Índice de Velocidade de

Germinação (IVG), Tempo Médio de Germinação (TMG) e Velocidade Média de Germinação (VMG) (Tabela 2) foram influenciado pelo substrato utilizado, o substrato formulado com 25% de resíduo (tratamento 2) destacou-se dos demais tratamentos e obteve os maiores resultados para IVG, TMG e VMG evidenciando que esse substrato proporcionou as melhores condições para a germinação das sementes, seguido pelos substratos com 100% areia (testemunha) e com 50% de resíduo (Tratamento 3). Os tratamentos com maiores concentrações de resíduo foram os quais resultaram em IVG, TMG e VMG mais baixo, ou seja, promoveram uma germinação mais lenta.

A areia é considerada um substrato indicado para a germinação de muitas espécies florestais, como *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.O.Grose (Machado et al., 2002), *Inga ingoides* (RICH.) Willd. (Nascimento et al., 2011), *Acacia longifolia* (Andrews) Willd. (Medeiros e Zanon, 1999), *Hymenaea courbaril* L. var. *Stilbocarpa* (Pagliarini et al., 2016), *Myracrodruon urundeuva* Allemão LC (Guedes et al., 2011), *Astronium concinnum* Schott (Souza et al., 2012) e *Caesalpinia*

*pyramidalis* Tul. (LIMA et al., 2011).

Os substratos compostos com areia e resíduo agroindustrial em concentrações menores que 50% apresentarem-se promissores para a germinação do *H. serratifolius*. Os resíduos orgânicos, quando utilizados na composição de substratos, promovem o crescimento dos organismos, melhoram o nível de fertilidade e aumentam a capacidade de troca de cátions, afetando diretamente a qualidade das mudas (Knapik et al., 2005).

Tabela 2 - Índice de Velocidade de Germinação (IVG), Tempo Médio (TMG) e Velocidade Média (VMG) de germinação de sementes *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.O.Grose semeadas em diferentes composições de resíduos agroindustriais em casa de vegetação

Tratamentos	Descrição	IVG	TMG (Dias)	VMG (Sementes dias <sup>-1</sup> )
1	100% Areia	7	18	0,0560
2	75% Areia + 25% REAGRO	11	17	0,0606
3	50% Areia + 50% REAGRO	6	17	0,0578
4	25% Areia + 75% REAGRO	3	19	0,0526
5	100% REAGRO	1	20	0,0500

Fonte: Rolim de Moura (2019)

De acordo com a modificação do teste de Levene, p-valor 0,8267466 a 5% de significância, as variâncias do número de germinação podem ser consideradas homogêneas. E de acordo com o teste de Shapiro-Wilk, p-valor 0,6240166 a 5% de significância, os resíduos podem ser considerados

normais. Na avaliação entre as diferentes composições de substratos para germinação de sementes de *H. serratifolius*, verifica-se que houve diferença significativa a 5% de probabilidade entre os tratamentos e os blocos (Tabela 3).

Tabela 3 - Análise de variância em relação média de germinação de sementes de *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.O.Grose coletadas em julho de 2018 na Zona da Mata Rondoniense e semeadas em diferentes composições de substratos em casa de vegetação

Variável	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	4	2934,5	4	50,858	0,00000000
Bloco	3	93,4	3	2,158	0,14606
Resíduo	12	173,1	2		
Total	19	3201,0			
Coefficiente de variação		16,88%			

GL é graus de liberdade; SQ é soma de quadrados; QM é quadrado médio; Fc é a estatística do teste de Fisher-Snedecor.

As médias de germinação das sementes variaram de 5,00 a 39,50, verifica-se que o tratamento 2 com 25% de resíduo apresentou a maior média não apresentaram diferença significativa entre os demais tratamentos. Além da presença de metais potencialmente tóxicos presentes nos substratos, foi observado ao longo do experimento que os substratos que continham maiores concentrações do resíduo agroindustrial apresentavam menor absorção de água, o que pode ter influenciando nas baixas taxas de germinação. Os resíduos são compostos predominantemente por resíduos de frigoríficos (rúmem), e esse resíduo apresentam elevado teor de umidade. Consequentemente, quando utilizado o em concentrações maiores que

50%, a absorção de água é relativamente lenta.

Durante os testes de germinação o substrato deve-se manter suficientemente umedecido, mas nunca envolvendo as sementes com uma película de água, que conseqüentemente pode restringir a respiração das mesmas. O excesso de água provoca decréscimo na germinação ao impedir a penetração do oxigênio e, desta forma, reduz todos os processos metabólicos resultantes. O *H. serratifolius* prefere solos secos e bem drenados para germinar (Amaral, 1986; Lorenzi, 1992), solos com características contrárias desfavorecem sua germinação e desenvolvimento o que podem resultar em elevadas taxas de mortalidade.

Tabela 4 - Germinação média de sementes *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.O.Grose semeadas em diferentes composições do adubo orgânico Vitalys® em casa de vegetação

Tratamento	Descrição	Germinação média*
1	100% Areia	39,50 <sup>a</sup>
2	75% Areia + 25% REAGRO	29,00 <sup>b</sup>
3	50% Areia + 50% REAGRO	25,75 <sup>b</sup>
4	25% Areia + 75% REAGRO	13,25 <sup>c</sup>
5	100% REAGRO	5,00 <sup>c</sup>

\*Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Rolim de Moura (2019).

A formulação de substratos para produção de mudas com misturas de componentes facilita a retenção de água pelo substrato, facilitando a embebição da semente, o que torna a combinação de componentes em geral substrato mais eficientes do que os isolados (Cogo et al., 2013). Porém, no caso dos substratos testados com concentrações superiores a 50% de resíduos agroindustrial, a combinação de componentes não promoveu ganhos nas características avaliadas.

Além dos fatores inerentes às sementes dormência, inibidores e promotores da germinação, a germinação também é influenciada pelos fatores externos como luz, temperatura, disponibilidade de água e oxigênio. A disponibilidade de oxigênio e água pelo substrato está relacionada com sua textura. Como os resíduos agroindustrial, apresenta uma textura mais grossa que pode ocasionar menor retenção de água, já o substrato formulado com as concentrações 25% resíduos agroindustrial + 75% areia apresentou melhores condições para a germinação das sementes de *H. serratifolius*, promovendo a melhor disponibilidade de oxigênio necessário para germinação.

A área de contato das sementes com o substrato umedecido é fundamental para o desenvolvimento de plântulas mais vigorosas (Carvalho e Nakagawa, 2012). E por isso, a escolha do substrato ideal é de grande importância nos resultados do teste, tornando imprescindível a utilização de um material inerte que não influencie no desenvolvimento das plântulas e favoreça a sustentabilidade da raiz e a baixa contaminação por patógenos (Sena et al., 2010). O substrato ideal deve proporcionar condições ideais para uma maior taxa de germinação, favorecendo o crescimento das raízes apresentando um equilíbrio entre os seus constituintes de forma a promover uma adequação em relação a macro e microporosidade, proporcionando uma melhor disponibilidade de água e oxigênio (Gonçalvez e Benedetti, 2000; Ferreira et al., 2008).

Analisando-se a influência das diversas proporções propostas para composição de substrato, o tratamento 2 (75% Areia + 25% REAGRO) apresentou-se promissor. O substrato

originado dessa combinação demonstrou ser rico em matéria orgânica, nutrientes e fornecedor de água e oxigênio de modo adequado para o bom desempenho das sementes e caracterizando como um promissor substrato para a germinação das sementes de *H. serratifolius*. A partir dos resultados é possível inferir a viabilidade da utilização de resíduos agroindustriais decompostos como componente principal de substratos para a produção de mudas de *H. serratifolius*, e sua utilização no setor florestal.

## CONCLUSÃO

Os substratos formulados à base resíduos agroindustriais são promissores na germinação *H. serratifolius*, sendo que o substrato com 25% de resíduo agroindústria destacou-se dos demais tratamentos, resultando nos maior Índice de velocidade de germinação, melhor Tempo Médio de germinação e maiores média de germinação. Dessa forma pode-se destacar o potencial do uso dos resíduos agroindustriais para produção de mudas florestais para projetos de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas, permitindo um adequado destino a esses resíduos, reduzindo impactos ambientais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JL, Sparovek G. (Dezembro de 2013). Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, v.22, p.711-728, dez. 2013. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- Amaral DMI. Padronização de testes em laboratório com sementes florestais. In: Simpósio Brasileiro Sobre Tecnologia de Sementes Florestais, v.1, 1984, Belo Horizonte. Anais... Brasília: ABRATES, 1986. p.267-283.
- Angiosperm Phylogeny Group (APG). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. Botanical Journal of the Linnean Society, v.118, n.1, p.1-20, mai, 2016. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>
- Baratta Júnior AP. Utilização do composto de resíduos da poda da arborização urbana em substratos para produção de mudas. 2007. 53f. Dissertação (Mestrado em Ciências

- Ambientais e Florestais) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Florestas, Rio de Janeiro.
- Brasil. (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. (1ª ed.). Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009.
- Brown PH, Welch RM, Cary EE. Nickel: a micronutrient essential for higher plants. *Plant Biologists*, v.85, p.801-803, 1987. <https://doi.org/10.1104/pp.85.3.801>
- Caldeira MVW, Delarmelina WM, Lube SG, Gomes DR, Gonçalves EO, Alves AF. Biossólido na composição de substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis*. *Floresta*, v.42, n.1, p.77-84, jan/mar, 2012. <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v42i1.26302>
- Caldeira MV, Schumacher MV, Barichello LR, Vogel HL, Oliveira L. Crescimento de mudas de *Eucalyptus saligna* Smith em função de diferentes doses de vermicomposto. *Floresta*, v.28, n.1/2, p.19-30, 1998. <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v28i1.2305>
- Carvalho NM, Nakagawa J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. V.5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.
- Cogo MR, Barbosa FM, Souza LB, Coelho APD, Frescura VD. Produção de mudas de *Solanum betaceum* Cav. e *Physalis angulata* L. em diferentes substratos. *Revista Enciclopédia Biosfera*. Goiânia, v.9, n.16, p.1806-1813, 2013.
- Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução n. 375, de 29 de agosto de 2006: Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. DOU, Brasília, 30 ago. 2006.
- CNM, Confederação Nacional de Municípios. Responsável por 23,5% do PIB, agropecuária puxa geração de empregos formais. Jun.2018.
- Dechen AR, Nachtigall GOR. Elementos requeridos à nutrição de plantas. Em N. R. F., A. V. H., B. N.F., F. R. F., C. R. B., & N. J. (eds), *Fertilidade do Solo* (pp. 91-132). Viçosa, MG SBCS/UFV: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo SBCS/UFV, 2007.
- Dutra TR, Massad MD, Otoni BA, Santos AR, Menezes ES, Sarmento MF. Potencial fitorremediador de *Tecoma stans* em solo contaminado com herbicida diuron + hexazinone, em Salinas-MG. *Agropecuária Científica no Semiárido - ACSA*, v.13, n.2, p.106-112, abr/jun, 2017.
- Epstein E. Silicon in plants: Facts vs. concepts L E Datnoff G H Snyder G H Korndörfer (Eds) *Silicon*. Agriculture Elsevier. Amsterdam. 15p. 2001.
- Epstein E, Bloom AJ. Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. 2. ed. Londrina: Editora Planta, 2006. 403p.
- Ferreira EB, Cavalcanti PP, Nogueira DA. ExpDes: An R Package for ANOVA and experimental designs. *Applied Mathematics*, v.5, n.19, p.2952-2958, 2014. <http://dx.doi.org/10.4236/am.2014.519280>
- Ferreira EGBS, Matos VP, Sena LHM, Sales AGFA. Germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de crista-degalo em diferentes substratos. *Scientia Agraria*, Curitiba, v.9, n.2, p.241-244, 2008.
- Galbiatti JA, Lui JJ, Sabonaro DZ, Bueno LF, Silva VL. Formação de mudas de eucalipto com utilização de lixo orgânico e níveis de irrigação calculados por dois métodos. *Engenharia Agrícola*, v.27, n.2, p.445-455, ago.2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162007000300013>
- Gonçalves JL, Benedetti V. Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba, SP: IPEF, 2000.
- Gonçalves JL, Santareli EG, Moraes Neto SP, Manara MP. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. Em JL. Gonçalves, V Benedetti, Nutrição e fertilização florestal (pp.309-350). Piracicaba: IPEF, 2000.
- Guedes RS, Alves EU, Gonçalves EP, Colares PN, Medeiros MS, Viana JS. (2011). Germinação e vigor de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Allemão em diferentes substratos e temperaturas. *Revista Árvore*, v.35, n.5, 975-982, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622011000600003>
- Kabata-Pendias A, Pendias H. Trace elements in soils and plants (3ª ed.). Boca Raton: CRC Press, 2001.
- Knapik JG et al. Crescimento inicial de *Mimosa scabrella* Benth., *Schinus terebinthifolius* Raddi e *Allophylus edulis* (St. Hil.) Radl. sob diferentes regimes de adubação. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Colombo, PR, v.51, p.33-44, 2005.
- Lima Filho OF de; Lima MTG de; Tsai SM. O silício na agricultura. *Informações Agronômicas*, n.87, p.1-7, 1999.
- Lima CR, Pacheco MV, Ferrari CD, Braga-Júnior JM, Bezerra AK. Temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. *Revista Brasileira de Sementes*, v.33, n.2, p.216-222, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222011000200003>
- Lorenzi H. Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil (Vol.2). Nova Odessa, SP: Plantarum, 1992.
- Machado CF, Oliveira JA, Davide AC, Guimarães RM. Metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de Ipê-Amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson). *Cerne*, v.8, n.2, p.17-25, 2002.
- Medeiros AC, Zanon A. Germinação de sementes de sapucaia (*Machaerium stiptatum* (DC.) Vog) e de *Acacia longifolia* (Andr.) Willdenow). *Boletim de Pesquisa Florestal*, p.31-38, jan/jun 1999.
- Monteiro JM, Lins Neto EM, Amorim EL, Strattmann RR, Araújo EL, Albuquerque UP. Teor de taninos em três espécies medicinais arbóreas simpátricas da caatinga. *Revista Árvore*, v.29, n.6, p.999-1005, 2005. <https://doi.org/doi:10.1590/S0100-67622005000600020>
- Nascimento IL, Leal CC, Nogueira NW, Medeiros AK, Câmara FM. Influência de diferentes tipos de substrato e temperatura na germinação de sementes de *Inga ingoides*, Rich., Willd. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.6, n.4, p.7-10, out/dez 2011.
- Nascimento JS. Compostagem.2005. Disponível em: <<http://eb.ufpel.edu.br/compostagem.pdf>> Acesso em: 19 jun 2011.
- Neves OS, Ferreira EV, Carvalho JG, Soares CR. Adição de níquel na solução nutritiva para o cultivo de mudas de umbuzeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.31, n.3, 485-490 jun, 2017. <https://doi.org/doi:10.1590/S0100-06832007000300008>

- Pacheco MV, Matos V, Ferreira RL, Lícia A, Feliciano P, Silva KM. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). Revista Árvore, v.30, n.3, p.359-367, jun,2006. <https://doi.org/doi:10.1590/S0100-67622006000300006>
- Pagliarini MK, Castilho RM, Nasser FA, Alves MC. Tratamentos pré-germinativos e substratos na germinação de sementes e biometria de plântulas de *Hymenaea courbaril* L. var. Stilbocarpa. Cultura Agronômica, v.25, n.1, p.39-54, 2016. <https://doi.org/doi:10.32929/2446-8355.2016v25n1p39-54>
- Paiva HN, Carvalho JG, Siqueira JO, Fernandes AR, Miranda JR. Efeito da aplicação de doses crescentes de níquel sobre o teor e o conteúdo de nutrientes em mudas de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standley). Scientia Forestalis, n.63, p.158-166, jun, 2003.
- Panda SK, Choudhury S. Chromium stress in plants. Brazilian Journal of Plant Physiology, v.17, p.95-102, 2005. <https://doi.org/doi:10.1590/S1677-04202005000100008>
- Rosa MF, Abreu FAP, Furtado AAL, Brígido AKL, Norões ERV. Processo agroindustrial: obtenção de pó de casca de coco verde. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 4p. (Comunicado técnico 61), 2001.
- Rosa MF, Santos FJS, Montenegro AAT, Abreu FAP, Correia C, Araújo FBS, Norões ERV. Caracterização do pó de casca de coco verde usado como substrato agrícola. Comunicado técnico. Embrapa Agroindústria Tropical. n.54, maio/2002, p.1-6.
- Ribeiro HM, Romero AM, Pereira H, Borges P, Cabral F, Vasconcelos E. Evaluation of a compost obtained from forestry wastes and solid phase of pig slurry as a substrate for seedlings production. Bioresource Technology. Bioresource Technology, v.98, n.17, p.3294-3297, dez, 2007. <https://doi.org/doi:10.1016/j.biortech.2006.07.002>
- Santos FE, Araújo JM, Andrade WC, Costa CC, Silva AG. Formação de mudas de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake com utilização de resíduo sólido orgânico urbano. Enciclopédia Biosfera, v.9, n.16, p.1203-1214, 2013.
- SEAGRI, Secretaria de Estado da Agricultura. Agronegócio de Rondônia avança e bate recordes de exportação e produção agrícola em 2020. Mar. 2021.
- Sena LHM et al. Qualidade fisiológica de sementes de pitangueira submetidas a diferentes procedimentos de secagem e substratos. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande-PB, v.14, n.4, p.412-417, 2010.
- Schulze M, Grogan J, Uhl C, Lentinia M, Vidal E. Evaluating ipê (*Tabebuia*, Bignoniaceae) logging in Amazonia: Sustainable management or catalyst for forest degradation? Biological Conservation, v.141, n.8, p.2071-2085, ago, 2008. <https://doi.org/doi:10.1016/j.biocon.2008.06.003>
- Silva CS, Pedrosa MF. Ecotoxicologia do cromo e seus compostos. Caderno de Referência Ambiental, v.5, 2001.
- Souza FB, Mengarda LH, Spadeto C, Lopes JC. Substratos e temperaturas na germinação de sementes de gonçalo-alves (*Astronium concinnum* Schott). Revista Tropic: ciências agrárias e biológicas Maranhão, v.6, n.3, p.76- 86, 2012. <https://doi.org/doi:10.0000/rtcab.v6i3.905>
- Taiz L, Zeiger E. Fisiologia vegetal (Vol. 5 ed.). Porto Alegre: Artmed, 2013.