XXIX SEPE
Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão
Teaching, Research and Extension Symposium
Presente e futuro:
uso consciente da Inteligência Artificial
Today and tomorrow:
the conscious use of Artificial Intelligence
E-book
ISBN 978-65-5852-415-1
20 A 22 DE OUTUBRO DE 2025
OCTOBER 20th to 22nd, 2025
UFN Universidade Franciscana Franciscan University

DOI: https://doi.org/10.48195/sepe2025.29569

PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E NUTRICIONAIS DE DIFERENTES SUBSTRATOS NA PROPAGAÇÃO DE *Inga laurina* (Sw.) Willd.

Julia Savegnago Binotto[1]*, Gabriela Neves Righi Corrêa[2], Marciéli Quatrin[3], Claudiane Gonçalves Soares[4], Raquel Stefanello[5] e Silvane Vestena[6]

RESUMO

Na produção de mudas com qualidade, um aspecto importante são os substratos utilizados, pois estes precisam ter condições físicas e químicas adequadas às plantas. Dentro desse contexto, alguns materiais orgânicos vêm sendo utilizados em misturas de substratos para a produção de mudas. Desta forma, objetivou-se analisar o uso de resíduo de soja como componente do substrato na produção de mudas de *Inga laurina* (Sw.) Willd. Para isso, os substratos foram compostos por diferentes proporções de resíduo de soja: T1(50 % substrato comercial Plantmax® + 50 % cama de equino (composto orgânico)), T2 (20 % resíduo de soja + 80 % composto orgânico), T3 (40 % resíduo de soja + 60 % composto orgânico) e T4 (60 % resíduo de soja + 40 % composto orgânico). Os tratamentos foram arranjados em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições com 32 sementes cada. Antes da semeadura foram avaliadas algumas características físico-químicas do substrato. Decorridos 120 dias após a semeadura foi calculada a porcentagem de emergência e massa fresca e massa seca da parte aérea e do sistema radicular. A utilização dos substratos foi satisfatória para a emergência das mudas, sem diferenças significativas e, as diferentes proporções de resíduo de soja também se mostraram eficientes na obtenção de massa seca superior ao tratamento sem adição deste resíduo da agroindústria. Constatou-se que é viável a aplicação de resíduo da agroindústria como componente de substratos na propagação desta espécie frutífera.

Palavras-chave: Biomassa, Cama de equino, Emergência, Ingá, Resíduo de soja.

[1] Julia Savegnago Binotto, graduanda em Ciências Biológicas Bacharelado, Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Biologia, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: binottojulia5@gmail.com ORCID: https://orcid.org/0009-0001-8469-1368

[2] Gabriela Neves Righi Corrêa, graduanda em Ciências Biológicas Bacharelado, Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Biologia, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: gabrielanevesrighi@gmail.com ORCID: https://orcid.org/0009-0001-3443-4443

[3] Marciéli Quatrin, graduanda em Ciências Biológicas Licenciatura, Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Biologia, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: marcieli.quatrin@acad.ufsm.br ORCID: https://orcid.org/0009-0007-3160-5810

[4] Claudiane Gonçalves Soares, graduanda em Ciências Biológicas Licenciatura, Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Biologia, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: diane9717@gmail.com ORCID: https://orcid.org/0009-0008-4630-2756

[5] Raquel Stefanello, doutorado em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Biologia, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: raquelstefanello@yahoo.com.br ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3079-2099

[6] Silvane Vestena, doutorado em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Biologia, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: silvanevestena@gmail.com ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9797-1211

INTRODUÇÃO

É notável que desde a colonização do Brasil, a intensa exploração dos recursos naturais de nossa flora, principalmente das espécies nativas ocasionou diversos impactos ambientais e com isso houve um crescente interesse na recuperação e reflorestamento dessas áreas atingidas, havendo também uma grande demanda de informações sobre a produção de mudas, principalmente referente ao tipo de substrato, recipientes, além de características germinativas e morfológicas sobre essas espécies (Trazzi *et al*., 2013; Lemes *et al.*, 2022).

Um fator determinante para a produção de mudas de boa qualidade é a escolha e formulação do substrato. O mercado oferece atualmente uma vasta gama de substratos, entretanto, buscar substratos que forneçam boa qualidade de mudas e seja economicamente viável é, por vezes, mais requisitado (Santos *et al*., 2020). Aspectos como as composições orgânica e química devem ser observadas com atenção, pois estes são fatores que irão ter influência sobre o bom desenvolvimento da planta. Além disso, um substrato de boa qualidade deve conter características físicas, orgânicas, minerais e biológicas, que atenda à necessidade nutricional da espécie, permitindo um bom crescimento e desenvolvimento de partes aéreas e radiculares (Klein *et al.*, 2012; Lemes *et al*., 2022).

Nos últimos anos uma ampla gama de resíduos orgânicos tem sido explorada em estudos sobre a utilização como substratos de plantas, refletindo o crescente interesse na gestão sustentável de resíduos e na produção de fertilizantes orgânicos. Resíduos agrícolas, incluindo palha, cascas de frutos ou mesmo grãos agrícolas e bagaços de cana-de-açúcar, têm sido alvo de estudos devido à sua disponibilidade sazonal e a necessidade de manejo adequado (Brito *et al.*, 2024). Parada *et al.* (2020) afirma que a incorporação de resíduos como substituto parcial ou total de substratos comerciais pode reduzir as emissões de CO_2 e contribuir para o desenvolvimento sustentável de uma área, especialmente quando é possível a recuperação de áreas degradadas ou reflorestamento.

Existem diversas espécies florestais nativas recomendadas para fins comerciais, tais como a exploração madeireiras e o paisagismo, bem como a recuperação de áreas degradadas pela ação antropológica. Dentre as espécies indicadas, está o ingá (*Inga laurina* (Sw.) Willd.) uma frutífera cultivada para reflorestamento, sombreamento e alimentação humana, o qual possui sementes recalcitrantes.

O ingá (*Inga laurina* (Sw.) Willd.) é uma espécie arbórea pertencente à família Fabaceae, encontrada em grande parte da América do Sul, que pode ser utilizado para arborização urbana, reflorestamento florestal e em sistemas de agroflorestas (Lorenzi, 2008; Sousa *et al*., 2011). É uma espécie de clima subtropical e tropical, descrita em florestas ciliares ou ripárias, formações vegetais ao longo dos cursos de água, reservatórios e nascentes (Barrozo *et al.*, 2014). A espécie é conhecida no Brasil como ingá branco, ingá de macaco e ingá chichita sendo plantada em ambientes urbanos para ser consumido pelo homem e pássaros (Cunha *et al*., 2011). Ademais, a importância do *I. laurina* para flora brasileira se deve ao valor ornamental e florestal porque seus frutos são fonte de alimento para animais silvestres (Souza; Lorenzi, 2005), sua propagação ocorre por sementes com germinação entre dez e 15 dias após a semeadura (Freire, 2015).

Assim, o objetivo do trabalho foi analisar como a eficiência nutricional do uso de substratos alternativos com uso de resíduo agroindustrial atua na produção de mudas de ingá (*Inga laurina* (Sw.) Willd.) enfatizando as propriedades físico-química e nutricionais na qualidade das mudas.

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), mantido por um período de 120 dias, com início em abril do corrente ano.

Os frutos de *I. laurina* foram coletados na área da UFSM a partir de indivíduos matrizes presentes na área. Posteriormente, os mesmos foram abertos manualmente em laboratório de modo a separar as sementes dos frutos. As sementes imaturas, deterioradas ou danificadas por insetos foram eliminadas e prontamente foram semeadas, por se tratar de sementes recalcitrantes.

Para a produção das plantas, foram utilizadas as seguintes formulações de substratos: T1: composto orgânico (50% substrato comercial Plantmax® + 50% cama de equino); T2 (20% resíduo de soja + 80% composto orgânico); T3 (40% resíduo de soja + 60% composto orgânico) e T4 (60% resíduo de soja + 40% composto orgânico), sendo realizadas análises das propriedades físico-químicas e nutricionais (macro e micronutrientes) dos diferentes tratamentos, sendo realizado no Laboratório de Solos na UFSM. As análises físico-químicas e de macro e micronutrientes dos tratamentos foram realizadas anteriormente à semeadura.

A semeadura foi realizada em bandejas de polietileno contendo 32 células com 50 cm^3 cada, sendo que as bandejas foram distribuídas aleatoriamente sobre a bancada de casa da vegetação em quatro repetições para cada tratamento (substrato) com uma semente para cada célula. Realizaram-se regas manuais periódicas visando manter a umidade do substrato adequada à germinação e à sobrevivência das plântulas.

Decorridos 120 dias após a semeadura foram realizadas análises para as variáveis percentual de emergência (%) e quantificação da biomassa: massa fresca radicular (MFSR) e massa fresca da parte aérea (MFPA); após serem coletadas, as plantas foram submetidas a secagem em estufa com circulação de ar a 60 ºC, por 72 horas e quantificado as massas secas da parte aérea (MSPA) e do sistema radicular (MSSR). As biomassas tanto para massa fresca como seca foi realizado em balança digital.

Os tratamentos foram arranjados no delineamento experimental inteiramente casualizado, onde se teve quatro tratamentos com quatro repetições por tratamento e 32 plântulas cada repetição. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando os tratamentos apresentaram diferença significativa ($p<0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o SAS® Software Acadêmico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os substratos formulados com resíduo de soja apresentaram desempenho satisfatório quanto as variáveis estudadas. A análise físico-química indicou que os tratamentos com maior adição de resíduo de soja tiveram seu pH em valores mais altos, tendendo a neutralidade, mas dentro do aceitável para o cultivo vegetal; matéria orgânica (M.O.) diminuída; H+Al e alumínio com valores consideravelmente mais altos, bem como Capacidade de Troca Catiônica (CTC) e percentual de carbono (Tabela 1).

Tabela 1- Resultados da análise físico-química dos substratos utilizados no experimento com ingá (*Inga laurina* (Sw.) Willd.)

Trat.	pH H_2O	A	T	C	M.O.	H+Al	Al	CTC
				%		$cmol_cL^{-1}$		pH 7,0
T1	5,8	6	4	21,965	15,3	2,2	0,0	21,5
T2	6,0	5	4	21,002	3,4	3,1	0,14	23,9
T3	6,9	6	4	24,037	3,7	3,5	0,53	26,2
T4	6,9	6	4	24,605	3,0	4,4	0,9	32,5

T1: composto orgânico (50% substrato comercial Plantmax® + 50% cama de equino); T2 (20% resíduo de soja + 80% composto orgânico); T3 (40% resíduo de soja + 60% composto orgânico) e T4 (60% resíduo de soja + 40% composto orgânico).

A concentração de íons hidrogênio é uma propriedade importante dos solos porque afeta o crescimento das raízes e os microrganismos nele presentes. O crescimento das raízes geralmente é favorecido em solos levemente ácidos, com valores de pH entre 5,5 e 6,5 (Kerbauy, 2019; Taiz *et al*., 2024); no entanto, nos substratos formulados com as maiores proporções de resíduo de soja, o pH se mostrou com tendência a neutralidade, possivelmente pela baixa lixiviação dos nutrientes e decomposição de matéria orgânica, como constatado na Tabela 1.

Verificou-se que a Capacidade de Troca Catiônica (CTC) do solo, grau com que um solo pode adsorver ou trocar íons, aumentou em relação ao controle (T1), sendo que no tratamento com 60% de resíduo de soja (T4) foi observado os maiores valores para esta variável (Tabela 1). Resultados semelhantes ao presente estudo podem ser vistos no trabalho de Caldeira *et al*. (2014), constatando o melhor desempenho de mudas quando foi adicionado lodo de esgoto como componente de substratos. Adicionalmente, as propriedades físico-químicas destes tratamentos se assemelham aos resultados obtidos por Marques *et al.* (2018) utilizando biossólidos das estações de tratamento de água e de esgoto na propagação de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.). Cabe ressaltar que, um solo com capacidade mais alta de troca de cátions em geral tem uma maior reserva de nutrientes minerais e interferir no pH deste solo (Taiz *et al*., 2024), sendo evidente nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 2 - Resultados da análise de macro e micronutrientes nos substratos utilizados no experimento com ingá (*Inga laurina* (Sw.) Willd.)

Trat.	N	Ca	Mg	Zn	Cu	S	B	Fe	Mn	K	P	Na
	%	$cmol_cL^{-1}$		mg L^{-1}								
T1	0,701	9,775	8,036	19,83	0,44	53,0	1,00	2,103	26,77	588	349,5	22
T2	1,086	8,538	8,754	21,41	0,47	99,7	1,53	1,628	23,87	1208	261,4	4
T3	1,680	6,656	9,982	21,47	0,44	107,3	1,49	1,535	15,17	2512	256,3	2
T4	2,350	5,251	12,413	22,64	0,41	144,2	1,41	1,345	13,79	4080	246,9	2

T1: composto orgânico (50% substrato comercial Plantmax® + 50% cama de equino); T2 (20% resíduo de soja + 80% composto orgânico); T3 (40% resíduo de soja + 60% composto orgânico) e T4 (60% resíduo de soja + 40% composto orgânico).

Os resultados apresentados na Tabela 2 indicam que todos os substratos contêm teores de micro e macronutrientes que podem ser utilizados na composição dos substratos para a produção de mudas em sementeiras, para fins de arborização urbana e/ou recuperação de áreas degradadas (Faustino *et al*., 2005), especialmente os tratamentos que continham resíduo

de soja e, o tratamento com maior proporção deste resíduo agroindustrial (T4), apresentou os maiores teores de micro e macronutrientes (Tabela 2).

Verificou-se que os tratamentos que continham resíduo de soja apresentaram maiores teores de nitrogênio (N), magnésio (Mg), zinco (Zn), enxofre (S) e potássio (K) e, para os demais nutrientes avaliados como cálcio (Ca), ferro (Fe), manganês (Mn) e fósforo (P) ocorreu redução no teor; já para cobre (Cu), boro (B) e sódio (Na) não se observou diferenças nas concentrações (Tabela 2).

De acordo com Taiz *et al.* (2024), N e P são nutrientes altamente requeridos nos estádios iniciais de desenvolvimento das mudas. O N e o Mg são necessários para a síntese da clorofila e, como parte da molécula da clorofila, estão envolvidos na fotossíntese; bem como o Mn, envolvido na oxidação da molécula da água durante a fase fotoquímica da fotossíntese (Kerbauy, 2019; Taiz *et al*., 2024); o N é um dos componentes do sistema enzimático, sendo essencial para a formação de aminoácidos e proteínas das mudas (Faustino *et al*., 2005; Taiz *et al*., 2024), além da sua essencialidade na germinação de sementes (Angon *et al*., 2024). Para K, a concentração encontrada nos tratamentos T2, T3 e T4 foi significativamente maior quando comparado ao tratamento T1 (composto orgânico), sendo que com a adição crescente do resíduo de soja ocorreu aumento no teor deste micronutriente. De acordo com Faustino *et al.* (2005), concentrações baixas poderão induzir deficiência ao longo do tempo em que as mudas permanecem em viveiros; entretanto depois de 120 dias após a semeadura e emergência das plântulas, este comportamento não foi encontrado no presente estudo, quando comparado ao tratamento controle.

Quanto a análise de macronutrientes (N, Mg, S, K e P) presentes nos substratos, foi evidente o aumento no teor destes de acordo com a adição do resíduo de soja, exceto para o P sendo que ocorreu um aumento no teor desses nutrientes com o aumento das proporções do resíduo utilizado. Cabe ressaltar que, as mudas de *I. laurina* se apresentaram com um bom desenvolvimento e sem sintomas de deficiência nutricional, mesmo com teores mais baixos de alguns nutrientes, quando comparado ao tratamento controle (Tabela 2).

Kirkby e Römheld (2007) destacam que os micronutrientes desempenham papel importante ao metabolismo vegetal e dessa forma, a presença desses em quantidades adequadas são essenciais para que haja o bom desenvolvimento, sendo que no presente estudo os maiores teores de micronutrientes não foram encontrados nos tratamentos com adição de resíduo de soja, exceto para zinco (Zn) (Tabela 2).

Melo *et al*. (2021) avaliando o efeito de diferentes substratos contendo lodo de esgoto na qualidade e no teor de macro e micronutrientes em uva-do-japão (*Hovenia dulcis* Thunberg), no que se refere aos micronutrientes analisados nos diferentes tratamentos, verificou-se maiores teores nos tratamentos que continham lodo de esgoto. Os resultados permitiram inferir que a presença do lodo de esgoto promoveu maior disponibilidade de Zn, Cu, Fe e Mg na solução do solo, o que certamente contribuiu para maiores teores destes nas mudas; possivelmente este resultado decorre do alto teor de matéria orgânica em substratos formulados com lodo de esgoto, não sendo observado no presente estudo (Tabelas 1 e 2). Corroborando com esta informação, Silveira *et al.* (2003) enfatizam que a disponibilidade de micronutrientes no solo é afetada, entre outros motivos, pela interação de vários fatores como pH, matéria orgânica, textura, minerais de argila, umidade, potencial de oxi-redução, interação com outros nutrientes e temperatura. Em função da variação na quantidade de matéria orgânica adicionada ao substrato, pelo uso do resíduo de soja e, das condições de realização do experimento, é possível particularizar o efeito de alguns desses fatores sobre a disponibilidade dos micronutrientes.

Sobre o parâmetro percentual de emergência não se observou diferença entre os diferentes substratos; já na obtenção de biomassa, ocorreram diferenças significativas entre os quatro diferentes tratamentos, sendo que os tratamentos que continham 40% resíduo de soja +

60% composto orgânico (T3) e 60% resíduo de soja + 40% composto orgânico (T4) contribuíram para tal característica com diferenças estatísticas entre todos os tratamentos (T1, T2, T3 e T4) (Tabela 3).

Tabela 3 - Médias e respectivos desvios padrões para as variáveis emergência (%), massa fresca do sistema radicular (MFSR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca do sistema radicular (MSSR) e massa seca da parte aérea (MSPA) de mudas de ingá (*Inga laurina* (Sw.) Willd.) em diferentes substratos

Trat.	E(%)	MFSR (g)	MFPA (g)	MSSR (g)	MSPA (g)
T1	99± 1,55 a	5,255 ± 0,25 b	5,515 ± 1,23 c	1,207 ± 0,07 a	2,067 ± 0,23 c
T2	99 ± 1,55 a	5,515 ± 1,06 b	5,939 ± 1,07 b	1,279 ± 0,18 a	2,354 ± 0,43 b
T3	99 ± 1,55 a	5,611 ± 0,66 a	7,395 ± 0,27 a	1,206 ± 0,03 a	2,625 ± 0,04 a
T4	100 ±0,00 a	5,348 ± 1,09 ab	8,439 ± 1,12 a	1,291 ± 0,31 a	2,953 ± 0,51 a

T1: composto orgânico (50% substrato comercial Plantmax® + 50% cama de equino); T2 (20% lodo de esgoto + 80% composto orgânico); T3 (40% lodo de esgoto + 60% composto orgânico); T4 (60% lodo de esgoto + 40% composto orgânico). Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

As espécies do gênero *Inga*, apresentam sementes recalcitrantes, com baixa longevidade, o que dificulta a conservação das sementes após a colheita, mesmo por curtos períodos de tempo (Freire, 2015); sendo que, no presente estudo, não passaram por armazenamento e, assim, que foram colhidas foram postas a germinar nos diferentes substratos logo após a colheita e, muitas dessas sementes já estavam em processo germinativo, apresentando a radícula em protusão; assim, pelas características desta espécie, o substrato não interferiu na emergência e sim as próprias reservas da semente foram prioritárias para o sucesso do processo germinativo; já para o estabelecimento das mudas, os diferentes substratos foram satisfatórios, como demostrado nos resultados da biomassa das mudas (Tabela 3).

Os tratamentos que continham resíduo de soja na sua composição apresentaram resultados satisfatórios para biomassa, apresentado aumento quando adicionado ao substrato, exceto para massa seca de raiz, sem diferença estatística (Tabela 3). Ademais, para as massas fresca e seca de parte aérea os substratos com maior proporção de resíduo de soja, ou seja, nos tratamentos T3 e T4 apresentaram melhores resultados, onde para massa fresca valores de 7,395 e 8,439 g, respectivamente e, 2,625 e 2,953 g, respectivamente (Tabela 3). Estes resultados são decorrentes, possivelmente, das características satisfatórias das propriedades físico-química dos substratos como, presença de matéria orgânica, porosidade, aeração e baixa densidade, concedendo pouca resistência ao crescimento radicular (Delarmelina *et al.* 2013).

Vários trabalhos com espécies florestais têm reconhecido que a massa seca das estruturas vegetativas como uma das melhores características para se avaliar a sobrevivência e o crescimento inicial das mudas no campo (Caldeira *et al*., 2014). Resultados semelhantes aos encontrados no presente estudo testando substratos alternativos foram avaliados como na produção de mudas de araçá-vermelho (*Psidium cattleianum* var. *cattleianum* Sabine (Marques *et al.,* 2018), pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) (Marques *et al*., 2018), angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan.) (Santos *et al*., 2019), maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims) (Dias *et al.*, 2022) e pau preto (*Cenostigma tocantinum* Ducke) (Araújo *et al.*, 2022).

O aumento na biomassa das estruturas vegetativas quando utilizado o substrato que continha na sua formulação resíduo de soja, pode ser explicado devido aos teores dos macronutrientes, especialmente de N e K (Tabela 2) que são altamente requeridos nos estádios iniciais de crescimento das mudas, atuando principalmente no arranque inicial do crescimento

da parte aérea, sendo ressaltado que o K ajuda no crescimento do diâmetro do colo proporcionando o engrossamento do caule das mudas (Angon *et al*., 2024).

Os resultados evidenciam o potencial não só do uso do resíduo da soja, mas também o uso de compostos orgânicos oriundos de criação de animais para produção de mudas florestais, especialmente integrando substratos, com possibilidade de substituir outros substratos na produção de mudas em sacos plásticos, principalmente em locais onde não existem abundância de substratos comerciais; além da utilização de resíduos alternativos para produção de mudas consistir em melhor alternativa de destino final desses materiais em relação a atual disposição, por exemplo, em recursos hídricos.

CONCLUSÃO

A aplicação de resíduo de soja como componente de substratos favoreceu o desenvolvimento vegetativo e aquisição de biomassa das mudas de *I. laurina*.

As propriedades físico-química e nutricionais dos quatro diferentes substratos a base de resíduo de soja se mostraram satisfatórias na obtenção de mudas de *I. laurina*, sendo verificado nas características de biomassa das mudas.

REFERÊNCIAS

ANGON, P. B. *et al.* Plant development and heat stress: role of exogenous nutrients and phytohormones in thermotolerance. **Discover Plants**, v.1, n. 17, p. 1-30, 2024.

ARAÚJO, M. E. da S. *et al.* Biometria, qualidade fisiológica em diferentes temperaturas, substratos e tempos de armazenamento de sementes de pau preto (*Cenostigma tocantinum*). **Nativa**, Sinop, v. 10, n. 2, p. 219-224, 2022.

BARROZO, L. M. *et al*. Substrates and temperatures to germination and vigor test *Inga laurina* (Sw.) Willd. seeds. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 252-261, 2014.

BRITO, W. R. de O. *et al*. Utilização de substrato preparado com compostagem para produção de mudas: uma revisão sistemática de literatura. **Revista JRG de Estudos Acadêmicos**, Brasília, v. 7, n. 14, e141009, 2024.

CALDEIRA, M. V. W. *et al.* Lodo de esgoto como componente de substrato para produção de mudas de *Acacia mangium* Willd. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 5, n. 1, p. 34-43, 2014.

CUNHA, L. C. S. *et al.* Extratos das cascas do ingá (*Inga laurina*) como agentes antimicrobianos frente a microrganismos bucais. *In*: 51° CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 51., 2011. **Anais [..].** São Luís, 2011.

DELARMELINA, W. M. *et al.* Uso de lodo de esgoto e resíduos orgânicos no crescimento de mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Revista Agroambiente**, Boa Vista, v. 7, n. 1, p. 84-192, 2013.

DIAS, D. R. *et al.* Produção de mudas de maracujazeiro-amarelo em diferentes níveis de irrigação e formulações de substrato. **Nativa**, Sinop, v. 10, n. 1, p. 102-108, 2022.

FAUSTINO R. *et al.* Lodo de esgoto como substrato na produção de *Senna siamea* Lam. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, p. 278-282, 2005.
FREIRE, E. da S. **Germinação e vigor de sementes de *Inga laurina* (Sw.) Willd. em função da maturação e do armazenamento dos frutos**. 48 f. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2015.
48

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal.** 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2019. 403 p.

KIRKBY, E. A.; RÖMHELD, V. Micronutriente na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade. **International Plant Nutrition Institute**, Piracicaba, v. 1, n. 118, p. 1-24, 2007.

KLEIN, C. Utilização de substratos alternativos para produção de mudas. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 4, p. 43-63, 2015.

LEMES, R. de Q. *et al.* Superação de dormência e produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes substratos. **Uniciencias**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 120-123, 2022.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008.

MARQUES, A. R. F. *et al.* Produção e qualidade de mudas de *Psidium cattleianum* var. *cattleianum* Sabine (Myrtaceae) em diferentes substratos. **Acta Biológica Catarinense,** v. 5, n. 1, p. 5-13, 2018.

MARQUES, A. R. F. *et al.* Utilização de substratos orgânicos na produção de mudas de *Eugenia uniflora* L. **Caderno de Pesquisa**, Santa Cruz do Sul, v. 30, n. 1, p. 9-20, 2018.

MELO, H. S. *et al.* Uso de lodo de esgoto na produção e na qualidade de mudas e teores de nutrientes em *Hovenia dulcis* (Rhamnaceae). **Iheringia**, Série Botânica, Porto Alegre, v. 76, e2021020, 2021.

PARADA, F. *et al*. Comparison of organic substrates in urban rooftop agriculture, towards improving crop production resilience to temporary drought in Mediterranean cities. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 101, n. 14, p. 5888–5897, 2021.

SANTOS, R. P. dos *et al.* Efeito do lodo de esgoto na produção e nutrição de mudas de angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan). **Ecologia e Nutrição Florestal**, Santa Maria, v. 7, n. 8, p. 1-10, 2019.

SANTOS, E. D. O. *et al*. Use of alternative organic compounds in the initial growth and quality of *Anadenanthera colubrina* (Vell. Brenan) seedlings. **Madera y Bosques**, v. 26, n. 1, 2020.

SILVEIRA, M. L. A. *et al.* Biosolids and heavy metals in soils. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 4, p. 93-806, 2003.

SOUSA, J. D. S. D. *et al.* O gênero *Inga* (Leguminosae-Mimosoideae) na província petrolífera de Urucu, Coari, Amazonas, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 62, p. 283-297, 2011.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H**. Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APGII. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2005. 640p.

TAIZ, L. *et al.* **Fundamentos de fisiologia vegetal**. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2024. 834 p.

TRAZZI, P. A. *et al*. Substratos de origem orgânica para produção de mudas de teca (*Tectona grandis* Linn. F.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 3, p. 401-409, 2013.

Este trabalho de acesso aberto está licenciado sob Creative Commons - Atribuição (CC BY 4.0).