

## DESEMPENHO DE SUBSTRATOS NA QUALIDADE DE MUDAS DE MARACUJÁ AZEDO (*Passiflora edulis* Sims)

Luis Henrique de Oliveira Ribeiro<sup>1</sup>, Bruno Emanuel Souza Coelho<sup>2</sup>, Débora Maria Ferreira Oliveira Canuto<sup>3</sup>.

### RESUMO:

O presente trabalho avaliou a influência de diferentes composições de substratos na produção de mudas de maracujá azedo (*Passiflora edulis* Sims). O experimento foi conduzido entre setembro e novembro de 2024. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com três tratamentos e três repetições, sendo os dados submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Os substratos testados foram: (1) areia lavada, terra vegetal e esterco de cama de aviário curtido (35/35/30); (2) areia lavada, terra vegetal e esterco bovino curtido (35/35/30); e (3) areia lavada e terra vegetal (50/50). As sementes de maracujá foram semeadas em tubetes preenchidos com os substratos e irrigadas manualmente duas vezes ao dia. Os parâmetros avaliados incluíram a taxa de germinação aos 15 dias e características morfológicas das mudas aos 30 e 45 dias após a germinação (altura, diâmetro do caule, número de folhas e espessura da copa). Os resultados mostraram que o substrato com esterco de cama de aviário apresentou a maior taxa de germinação (83,33%) e os melhores indicadores morfológicos, com altura média de 46,25 cm e espessura da copa de 78,13 mm aos 45 dias. O substrato com esterco bovino apresentou desempenho intermediário, enquanto o substrato composto por areia lavada e terra vegetal apresentou os piores resultados, refletindo menor retenção de nutrientes e pH inadequado. Conclui-se que substratos ricos em matéria orgânica, como o esterco de cama de aviário, são mais eficientes na produção de mudas de qualidade, favorecendo o vigor inicial e o desenvolvimento uniforme das plântulas, sendo uma alternativa viável para sistemas de produção mais sustentáveis.

**Palavras-chave:** Germinação, produção de mudas, substratos orgânicos, sustentabilidade agrícola.

## PERFORMANCE OF SUBSTRATES IN THE QUALITY OF SOUR PASSION FRUIT SEEDLINGS (*Passiflora edulis* Sims)

### ABSTRACT:

This study evaluated the influence of different substrate compositions on the growth and development of sour passion fruit seedlings (*Passiflora edulis* Sims). The experiment was conducted using a completely randomized design with three treatments and three replicates. Data were subjected to analysis of variance (ANOVA), and means were compared using Tukey's test ( $p < 0.05$ ). The tested substrate mixtures (by volume) were: (1) washed sand, topsoil, and cured poultry manure (35:35:30); (2) washed sand, topsoil, and cured cattle manure (35:35:30); and (3) washed sand and topsoil (50:50). Passion fruit seeds were sown in polyethylene tubes and irrigated twice daily. Parameters evaluated included germination rate at 15 days, alongside seedling morphological traits at 30 and 45 days after germination, including plant height, stem diameter, leaf number, and canopy diameter. The results revealed that the substrate containing poultry manure yielded the highest germination rate (83.33%) and the best morphological development, reaching an average height of 46.25 cm and a canopy diameter of 78.13 mm at 45 days. The substrate with cattle manure showed

<sup>1</sup>Técnico em Fruticultura pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Rural da Bahia (Senar - BA) Polo Senhor do Bonfim, Senhor do Bonfim-BA; henriquemxxd13@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-6130-5485>. <sup>2</sup> Mestre em Agronomia – Produção Vegetal pela Universidade Federal do Vale do São Francisco - Univasf. Petrolina-PE, souza.coelho.18@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-4526-6369>. <sup>3</sup> Doutora em Entomologia no Departamento em Entomologia pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP). Piracicaba/SP, debora.canuto@hotmail.com <https://orcid.org/0000-0001-6996-4391>

intermediate performance, whereas the sand and topsoil mixture produced the poorest growth, likely due to lower nutrient retention and suboptimal pH. In conclusion, substrates enriched with organic matter, particularly cured poultry manure, are highly effective for producing vigorous, high-quality sour passion fruit seedlings.

**Keywords:** Germination, seedling production, organic substrates, agricultural sustainability.

## INTRODUÇÃO

O maracujá (*Passiflora edulis*) é uma das frutas tropicais de maior relevância econômica e social para a agricultura brasileira. O Brasil é o maior produtor mundial, respondendo por cerca de 60% da produção global, com uma área cultivada de aproximadamente 40 mil hectares e uma produção anual superior a 600 mil toneladas (IBGE, 2021).

Sua utilização na indústria de alimentos, especialmente para a produção de sucos e polpas, e a crescente demanda pelo consumo in natura impulsionam investimentos na melhoria dos sistemas de produção, desde a formação das mudas até a colheita (Kawakami et al., 2021). Contudo, o sucesso dessa cadeia produtiva começa com a obtenção de mudas vigorosas e saudáveis, um fator crucial para assegurar o estabelecimento das plantas no campo e uma boa produtividade (Davis & Pinto, 2021).

A qualidade das mudas está diretamente relacionada às condições em que elas são produzidas, e entre os fatores mais importantes destaca-se a escolha adequada do substrato (Sánchez, Ospina; Montoya, 2017). O substrato atua como meio de suporte físico e químico para as sementes e plântulas, fornecendo os nutrientes necessários e garantindo a retenção de água e aeração adequadas (Muniz et al., 2023).

Para o maracujazeiro, o substrato ideal deve favorecer uma rápida germinação, um desenvolvimento equilibrado da parte aérea e do sistema radicular, e uma boa adaptação das mudas ao campo após o transplantio (Monroy-Velandia et al., 2021). Substratos inadequados podem resultar em mudas fracas, desuniformes e mais suscetíveis a pragas e doenças, o que compromete a longevidade e a produtividade dos pomares (Da Silva et al., 2023).

Uma estratégia amplamente utilizada para otimizar a qualidade dos substratos é a incorporação de materiais orgânicos, como esterco animal (Reyes-Torres et al., 2018). O esterco de cama de aviário, por exemplo, é rico em nitrogênio, fósforo e potássio, sendo um excelente condicionador do solo e um fertilizante de liberação gradual (Drózdź et al., 2020). Sua utilização pode acelerar o crescimento inicial das mudas e melhorar características como altura da planta, número de folhas e diâmetro do caule (Reyes-Torres et al., 2018).

Por outro lado, o esterco bovino é valorizado por sua capacidade de melhorar a estrutura física do substrato, além de fornecer nutrientes de forma

equilibrada e aumentar a atividade microbiológica do solo (Xu et al., 2018). Esse tipo de adubo contribui para a retenção de umidade e a estabilidade dos agregados, o que favorece o desenvolvimento radicular das mudas (Xu et al., 2018).

Estudos comparativos entre diferentes composições de substratos são essenciais para determinar quais misturas oferecem as melhores condições para a germinação e o crescimento inicial das plantas. Segundo Muniz et al., (2023), substratos que combinam materiais inorgânicos, como areia lavada, com componentes orgânicos, como esterco e terra vegetal, tendem a proporcionar melhores resultados em termos de vigor e uniformidade das mudas. A areia lavada é frequentemente utilizada para melhorar a aeração e a drenagem do substrato, evitando o encharcamento e promovendo o desenvolvimento saudável das raízes (Bar-Tal et al., 2019). Já a terra vegetal fornece matéria orgânica e nutrientes básicos, sendo um componente essencial em misturas para a produção de mudas (Monroy-Velandia et al., 2021).

Neste contexto, é importante avaliar a eficácia de diferentes composições de substratos para a produção de mudas de maracujá azedo, considerando parâmetros morfológicos e de crescimento que refletem a qualidade das mudas. Parâmetros como a taxa de germinação, altura da planta, número de folhas (NF), diâmetro do caule e espessura da copa são indicadores fundamentais para determinar o vigor e a capacidade de adaptação das mudas ao campo (Da Silva et al., 2023).

Apesar dos avanços, ainda há lacunas quanto à comparação entre diferentes fontes orgânicas em condições semiáridas, especialmente considerando aspectos fisiológicos do desenvolvimento inicial das mudas. Diante da importância dos substratos para a formação de mudas de qualidade e da necessidade de otimizar a produção de maracujá azedo, o presente estudo compara três composições distintas de substratos: areia lavada, terra vegetal e esterco de cama de aviário curtido; areia lavada, terra vegetal e esterco bovino curtido; e areia lavada e terra vegetal.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de setembro a novembro de 2024, no viveiro permanente de estrutura metálica para a produção de mudas Centro de Capacitação Regional de Senhor do Bonfim Serviço Nacional de Aprendizagem Rural da

Bahia (Senar – AR BA), localizado no município de Senhor do Bonfim/BA a 10° 27' 57" Latitude Sul, e 40° 10' 51" Longitude Oeste, a uma altitude de 519

metros. O clima do município segundo a classificação de Köppen (1901) é do tipo BSh, tropical semi-árido, quente, com estação seca de sete a oito meses.



**Figura 1.** Viveiros de produção de mudas do Centro de Capacitação Regional de Senhor do Bonfim, do Serviço Nacional de Aprendizagem Rural da Bahia – Senar/BA.

A temperatura máxima é de 27 °C, e a mínima de 18 °C, com a média anual é de 23,1 °C. A precipitação pluviométrica média anual é 768 mm por ano. Na época em que o experimento foi realizado, conforme dados obtidos no Boletim Agroclimatológico Mensal (INMET, 2024), do mês de outubro, as temperaturas máximas chegavam a 26,8°C e as mínimas em torno de 25,1°C, com índices pluviométricos nesse período de 0 mm, enquanto no mês de novembro as temperaturas máximas chegavam a 26,23°C e as mínimas em torno de 24,81°C, com índices pluviométricos nesse período de 0 mm.

O modelo de delineamento adotado foi o delineamento inteiramente casualizado (DIC), sendo 3 tratamentos, e três repetições, com 36 plantas por repetição. Os tratamentos foram constituídos pelos seguintes substratos: areia lavada com terra vegetal com o acréscimo esterco de cama de aviário curtido na proporção de 35/35/30 (Substrato 1); areia lavada e terra vegetal com o acréscimo de esterco bovino curtido na proporção de 35/35/30 (Substrato 2); e areia lavada com terra vegetal na proporção de 50/50 (Substrato 3).

O solo (areia) utilizado na composição dos substratos foi coletado em rio seco. A terra vegetal foi adquirida em terreno de produtores parceiros. O esterco bovino curtido, foi adquirido através de produtores parceiros.

Para a formação dos substratos, foi necessário realizar o peneiramento do solo, do esterco e do composto orgânico, a fim de remover resíduos, homogeneizar e uniformizar o máximo possível o substrato (Figura 2).

Após a homogeneização dos materiais, foram retiradas amostras compostas de 300 g de cada substrato para caracterização química no Laboratório de Análise de Solos do Centro de Excelência em Fruticultura do Senar/BA, seguindo as metodologias propostas por Silva (2009).

Para a produção de mudas foram utilizados tubetes feitos de polipropileno atóxico, preto, altamente resistentes, de 190 mm de comprimento e 63 mm de diâmetro com capacidade de 280 cm<sup>3</sup>, que foram preenchidos com as diferentes composições substratos e distribuídos em bandejas do tipo “caixa” de polietileno para tubetes, em três repetições, sendo que cada bandeja representou uma repetição contendo 36 plantas.



**Figura 2.** Homogeneização de substratos.

As sementes usadas no experimento foram do Maracujá cv. Azedo, da empresa Feltrin®. A propagação foi realizada via sementes. A semeadura ocorreu com uma única semente em cada recipiente a 1 cm de profundidade. Conforme as plântulas iam germinando, eram contabilizadas e foram feitas

anotações com relação a data de germinação e quantidade de plântula germinada por dia, para realização de avaliações de porcentagem de germinação. As plantas germinaram em um período de 15 dias (Figura 3).

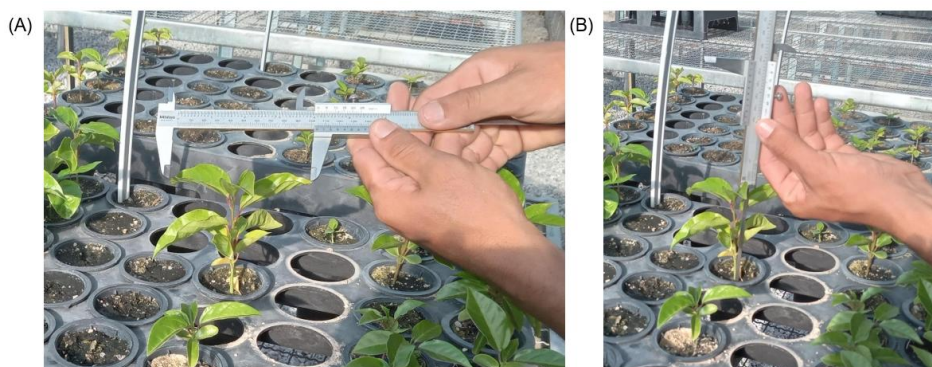


**Figura 3.** Germinação das sementes.

A irrigação foi feita de forma manual, com um regador, duas vezes ao dia, uma vez no início da manhã e outra vez no final da tarde, buscando-se a uniformidade entre as repetições.

Aos 30 e 45 dias após a germinação, em todas as plantas, foram realizadas as seguintes avaliações:

altura de plântula (AP) medindo-se do colo da planta até a gema apical, utilizando-se de uma régua graduada; diâmetro do caule (DC) com o auxílio de um paquímetro manual; espessura da copa (EC) também mensuradas com o auxílio do paquímetro; e contagem do número de folhas (NF).



**Figura 4.** Avaliações morfológicas, da espessura da copa (A), altura de planta (B).

Os dados observados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de significância ( $P < 0,05$ ) com auxílio do programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2019) à qual, quando apresentou resultados significativos foi aplicado teste de médias (Tukey a 5% de significância).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados das análises químicas dos três substratos utilizados no experimento. Um dos principais parâmetros avaliados foi o pH, que mostrou valores de 7,50 para o

Substrato 1 (cama de aviário), 7,80 para o Substrato 2 (esterco bovino) e 8,50 para o Substrato 3 (areia lavada e terra vegetal). Para o cultivo de maracujá (*Passiflora edulis*), o pH ideal varia entre 5,5 e 6,5 (Silva; Moreira, 2024). Valores superiores a essa faixa podem reduzir a disponibilidade de micronutrientes essenciais, como ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn), o que compromete o desenvolvimento das plantas (Rozane, Brunetto; Natale, 2017). Portanto, os substratos testados podem apresentar limitações nutricionais em função do pH alcalino.

**Tabela 1.** Análise química dos substratos utilizados para avaliação do desempenho de produção de mudas de maracujá azedo.

Parâmetro	Substrato 01	Substrato 02	Substrato 03
pH Água	7,50	7,80	8,50
P (mg dm <sup>-3</sup> )	536,93	116,32	261,82
CTCt (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	7,81	4,84	10,69
SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	7,81	4,84	10,69
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	4,00	3,20	3,10
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,35	0,65	0,75
K <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,74	0,80	0,12
Na <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,63	0,19	0,51
H + Al	0,50	0,67	0,17
Al <sup>3+</sup>	0,00	0,00	0,00
V (%)	92,14	90,63	98,46
Sat. Na (%)	7,43	3,56	4,70

Substrato 1 - areia lavada com terra vegetal com o acréscimo esterco de cama de aviário curtido na proporção de 35/35/30; Substrato 2 - areia lavada e terra vegetal com o acréscimo de esterco bovino curtido na proporção de 35/35/30; Substrato 3 - areia lavada com terra vegetal na proporção de 50/50. pH = Potencial Hidrogeniônico; H + Al = Acidez potencial; Al<sup>3+</sup> = Alumínio; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; K = Potássio; SB = Soma das bases; CTCt = Capacidade de Troca de Cátions total; P = fósforo; V = Saturação por bases (%); Sat. Na = Saturação por sódio. Soluções extratoras: KCl 1mol.L<sup>-1</sup>; Mehlich<sup>-1</sup>; Acetato de Cálcio.

No que se refere aos teores de fósforo (P), o Substrato 1 apresentou uma concentração extremamente elevada (536,93 mg dm<sup>-3</sup>), enquanto o Substrato 2 registrou 116,32 mg dm<sup>-3</sup> e o Substrato 3 obteve 261,82 mg dm<sup>-3</sup>. Para o cultivo de frutíferas, Malavolta (2006) indica que os níveis ideais de fósforo se situam entre 30 e 60 mg dm<sup>-3</sup>. O excesso de fósforo no Substrato 1, provavelmente devido à adição de esterco de cama de aviário, pode causar interferência na absorção de micronutrientes, como o zinco, levando a desequilíbrios nutricionais (Malavolta, 2006).

A Capacidade de Troca de Cátions (CTCt) e a Soma de Bases (SB) foram significativamente maiores no Substrato 3 (10,69 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) em comparação com o Substrato 1 (7,81 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) e o

Substrato 2 (4,84 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>). Uma CTC elevada é indicativa de uma maior capacidade do substrato de reter e disponibilizar nutrientes para as plantas (Bartal et al., 2019). Assim, o Substrato 3 pode proporcionar uma reserva nutricional mais estável, enquanto o Substrato 2, com uma CTC mais baixa, pode exigir fertilizações mais frequentes.

Em relação à saturação por bases (V%), todos os substratos apresentaram valores elevados: 92,14% (Substrato 1), 90,63% (Substrato 2) e 98,46% (Substrato 3). Valores superiores a 70% são considerados adequados para a maioria das culturas (Rozane, Brunetto; Natale, 2017). No entanto, a alta saturação por bases aliada ao pH alcalino sugere que o cálcio e o magnésio estão em excesso, o que pode limitar a absorção de outros nutrientes importantes.

A Tabela 2 evidencia a influência dos substratos na porcentagem de germinação das sementes de maracujá aos 15 dias após o plantio. Observou-se que o Substrato 1 (cama de aviário) apresentou a maior taxa de germinação (83,33%), enquanto o Substrato 2 (esterco bovino) obteve

66,67% e o Substrato 3 (areia lavada e terra vegetal) resultou em 61,11%. A análise estatística pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) confirma diferenças significativas entre os tratamentos, indicando que a qualidade do substrato desempenha um papel crucial na fase inicial de germinação.

**Tabela 2.** Porcentagem de germinação em relação aos substratos utilizados, aos 15 dias após o plantio.

TRATAMENTO	GERMINAÇÃO (%)
Substrato 1	83,33 a
Substrato 2	66,67 b
Substrato 3	61,11 c
CV (%)	0,10

Substrato 1 - areia lavada com terra vegetal com o acréscimo esterco de cama de aviário curtido na proporção de 35/35/30; Substrato 2 - areia lavada e terra vegetal com o acréscimo de esterco bovino curtido na proporção de 35/35/30; Substrato 3 - areia lavada com terra vegetal na proporção de 50/50. \*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). CV (%) – Coeficiente de variação.

Esses resultados estão em consonância com os achados de Menegatti, Arruda; Nesi (2017), maiores taxas de germinação em substratos contendo cama de aviário devido à maior disponibilidade de nutrientes, especialmente nitrogênio e fósforo. O fósforo é fundamental no metabolismo energético e no desenvolvimento inicial do sistema radicular (Taiz et al., 2017). Além disso, a cama de aviário é rica em matéria orgânica, melhorando a retenção de água e proporcionando uma aeração adequada, o que favorece a germinação (Joardar, Mondal; Sikder, 2020).

Em contrapartida, o Substrato 3, composto por areia lavada e terra vegetal, apresentou a menor taxa de germinação. O pH elevado (8,50) pode ter reduzido a disponibilidade de micronutrientes essenciais, como ferro (Fe) e manganês (Mn), prejudicando o processo germinativo (Dhaliwal Sharma; Shukla, 2022). Além disso, a falta de matéria orgânica rica em nutrientes pode ter limitado o fornecimento adequado de elementos essenciais para a germinação e o crescimento inicial das plântulas (Malavolta, 2006).

O desempenho intermediário do Substrato 2 sugere que o esterco bovino contribuiu para a

germinação, mas de forma menos eficiente do que a cama de aviário. Raza et al. (2020) relatam que substratos à base de esterco bovino também são eficientes na germinação de sementes, porém apresentam uma liberação mais lenta de nutrientes devido à sua taxa de decomposição mais baixa. Isso pode explicar a taxa intermediária de germinação observada no Substrato 2.

Já a menor germinação observada no Substrato 3 pode ser explicada pela sua baixa fertilidade e pH elevado (8,50), que reduz a disponibilidade de micronutrientes essenciais como ferro e manganês. Dhaliwal Sharma et al. (2022) destacam que substratos com alta proporção de areia são inadequados para germinação, pois apresentam baixa capacidade de retenção de água e nutrientes.

A Tabela 3 apresenta as características morfológicas das mudas de maracujá aos 30 dias após a semeadura. Os parâmetros avaliados foram altura da planta (AP), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC) e espessura da copa (EC). Os resultados indicam que o Substrato 1 (cama de aviário) proporcionou os melhores valores para todos os parâmetros, com 38,62 cm de altura, 0,82 mm de diâmetro do caule e 67,13 mm de espessura da copa.

**Tabela 1.** Avaliações morfológicas das mudas de maracujá azedo, em função de diferentes tipos de substratos, aos 30 dias após a semeadura.

TRATAMENTO	AP (cm)	NF (un.)	DC (mm)	EC (mm)
------------	---------	----------	---------	---------

Substrato 1	38,62 a	6,9 a	0,82 a	67,13 a
Substrato 2	32,25 ab	6,6 a	0,82 a	53,50 a
Substrato 3	19,25 b	5,6 a	0,42 b	28,38 b
CV (%)	35,16	18,64	41,66	23,66

Substrato 1 - areia lavada com terra vegetal com o acréscimo esterco de cama de aviário curtido na proporção de 35/35/30; Substrato 2 - areia lavada e terra vegetal com o acréscimo de esterco bovino curtido na proporção de 35/35/30; Substrato 3 - areia lavada com terra vegetal na proporção de 50/50.\*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). AP – Altura da planta; NF – Número de folhas; DC – Diâmetro do caule; EC – espessura da copa. CV – Coeficiente de variação.

O coeficiente de variação (CV%) observado para o diâmetro do caule aos 30 dias (41,66%) foi considerado elevado, indicando alta dispersão dos dados mesmo em condições controladas. Esse comportamento pode estar relacionado à desuniformidade na germinação e no estabelecimento inicial das plântulas, resultando em estágios distintos de desenvolvimento no momento das avaliações. Além disso, pequenas variações na disponibilidade hídrica entre os recipientes ou diferenças na capacidade de retenção de água dos substratos podem ter contribuído para essa variabilidade. Segundo Reed, Bradford e Khanday (2022), valores elevados de CV podem ocorrer em experimentos com características altamente influenciadas por fatores ambientais e pelo vigor inicial das plantas.

O número de folhas (NF) não apresentou diferenças estatísticas significativas entre os substratos avaliados, tanto aos 30 quanto aos 45 dias após a germinação. Esse comportamento sugere que, embora os substratos influenciem o crescimento em altura e espessura da copa, o desenvolvimento foliar pode ser menos sensível às variações na composição do substrato nas fases iniciais. Resultados semelhantes foram observados por autores como Da Silva et al. (2023) que relatam, estabilidade no número de folhas em diferentes condições nutricionais iniciais.

A superioridade do Substrato 1 é coerente com sua composição rica em nutrientes essenciais para o desenvolvimento inicial das plantas. O maior desempenho pode ser explicado pela maior disponibilidade de nitrogênio, essencial para a síntese de aminoácidos e proteínas, além do fósforo, que atua diretamente no metabolismo energético (ATP) e no desenvolvimento do sistema radicular, favorecendo a absorção de água e nutrientes (Taiz et al., 2017).

A alta disponibilidade de fósforo nesse substrato favoreceu o crescimento radicular e, conseqüentemente, a absorção de água e nutrientes, refletindo em um crescimento mais vigoroso da parte aérea (Malavolta, 2006). Além disso, a cama de aviário fornece nitrogênio em quantidades adequadas para a síntese de proteínas e o desenvolvimento de novos tecidos vegetais (Kyakuwaire et al., 2019).

O Substrato 2 (esterco bovino) apresentou valores intermediários para altura da planta (32,25 cm) e espessura da copa (53,50 mm). O esterco bovino contribui para a melhoria das características físicas e biológicas do substrato, mas sua mineralização mais lenta pode limitar a disponibilidade imediata de nutrientes (Sánchez, Ospina; Montoya, 2017). Isso explica o desempenho ligeiramente inferior em comparação com a cama de aviário. Yang et al. (2023) apontam que o esterco bovino melhora a estrutura do substrato e fornece nutrientes gradualmente, promovendo um crescimento moderado das plantas.

Já o Substrato 3 (areia lavada e terra vegetal) apresentou os menores valores para todos os parâmetros morfológicos, com altura de apenas 19,25 cm e espessura da copa de 28,38 mm. Yang et al. (2023) relataram que substratos com elevada proporção de areia apresentam baixa capacidade de retenção de nutrientes e água, o que limita o crescimento das mudas. O pH elevado (8,50) e a baixa disponibilidade de nutrientes comprometeram o desenvolvimento das mudas (Dhaliwal Sharma; Shukla, 2022). Esse substrato possui baixa capacidade de retenção de nutrientes, o que limita o crescimento inicial das plantas (Wang et al., 2021).

A Tabela 4 apresenta as características morfológicas das mudas aos 45 dias após a semeadura.

**Tabela 4** - Avaliações morfológicas das mudas de maracujá azedo, em função de diferentes tipos de substratos, aos 45 dias após a semeadura.

TRATAMENTO	AP (cm)	NF (un.)	DC (mm)	EC (mm)
------------	---------	----------	---------	---------

Substrato 1	46,25 a	6,9 a	1,00 ab	78,13 a
Substrato 2	39,75 ab	6,6 a	1,13 a	60,00 b
Substrato 3	29,37 b	5,5 a	0,60 b	36,88 c
CV (%)	30,20	19,11	19,11	23,04

Substrato 1 - areia lavada com terra vegetal com o acréscimo esterco de cama de aviário curtido na proporção de 35/35/30; Substrato 2 - areia lavada e terra vegetal com o acréscimo de esterco bovino curtido na proporção de 35/35/30; Substrato 3 - areia lavada com terra vegetal na proporção de 50/50.\*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). AP – Altura da planta; NF – Número de folhas; DC – Diâmetro do caule; EC – espessura da copa. CV – Coeficiente de variação.

Observa-se que o Substrato 1 (cama de aviário) continuou a apresentar os melhores resultados, com 46,25 cm de altura e 78,13 mm de espessura da copa. Esses valores refletem a nutrição contínua proporcionada pela cama de aviário, que é rica em nitrogênio, fósforo e potássio, nutrientes essenciais para o crescimento vegetativo (Taiz et al., 2017).

O Substrato 2 apresentou altura de 39,75 cm e espessura da copa de 60,00 mm, o que está de acordo com os resultados de Wang et al. (2021), que relatam que substratos à base de esterco bovino promovem um crescimento intermediário devido à liberação gradual de nutrientes. A estrutura física do substrato também favorece o desenvolvimento das raízes, contribuindo para um crescimento equilibrado da parte aérea (Criscione et al., 2022).

Já o Substrato 3, com altura de 29,37 cm e espessura da copa de 36,88 mm, apresentou

desempenho insatisfatório. Isso corrobora os achados de Yang et al. (2023), que apontam que substratos com elevada proporção de areia e pH alcalino limitam a absorção de nutrientes essenciais, resultando em um crescimento deficiente. A baixa retenção de água nesse tipo de substrato também contribui para a menor disponibilidade de nutrientes e o estresse hídrico das mudas (Bar-Tal et al., 2019).

A comparação dos resultados aos 30 e 45 dias mostra que a diferença no desempenho entre os substratos se mantém ao longo do tempo, reforçando a importância de substratos com boa disponibilidade de nutrientes e pH adequado para a produção de mudas vigorosas. Substratos orgânicos, como os compostos por cama de aviário e esterco bovino, demonstram maior potencial para atender às necessidades nutricionais das mudas de maracujá (Figura 5).



**Figura 5.** Avaliação visual das plântulas de maracujá azedo 45 dias após a germinação cultivadas em diferentes tipos de substrato: (A) areia lavada com terra vegetal com o acréscimo esterco de cama de aviário curtido na proporção de 35/35/30; (B) areia lavada e terra vegetal com o acréscimo de esterco bovino curtido na proporção de 35/35/30; (C) areia lavada com terra vegetal na proporção de 50/50.

## CONCLUSÃO

O substrato contendo esterco de cama de aviário mostrou-se o mais eficiente para a produção de mudas de maracujá azedo, promovendo maior taxa de germinação e melhor desenvolvimento

morfológico das plântulas. O uso desse substrato constitui uma alternativa viável e sustentável para viveiristas, contribuindo para a obtenção de mudas mais vigorosas e uniformes.

Observou-se que o número de folhas não foi significativamente influenciado pelos substratos avaliados, indicando menor sensibilidade desse parâmetro às condições iniciais de cultivo. Estudos futuros podem explorar ajustes nas proporções dos componentes dos substratos, visando otimizar o pH e o equilíbrio nutricional, especialmente em condições semiáridas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bar-Tal, A.; Saha, U. K.; Raviv, M.; Tuller, M. Inorganic and synthetic organic components of soilless culture and potting mixtures. In: **Soilless Culture**. Elsevier, 2019. p. 259-301.
- Criscione, K. S. et al. Evaluating stratified substrates effect on containerized crop growth under varied irrigation strategies. **HortScience**, v. 57, n. 3, p. 400-413, 2022. DOI: 10.21273/HORTSCI16288-21.
- Da Silva, L. N. et al. Biometrics and physiological parameters of sour passion fruit seedlings produced on organic substrates. **Australian Journal of Crop Science**, v. 17, n. 2, p. 118-S1, 2023. DOI: 10.21475/ajcs.23.17.02.p3549.
- Davis, A. S.; Pinto, J. R. The scientific basis of the target plant concept: an overview. **Forests**, v. 12, n. 9, p. 1293, 2021. DOI: 10.3390/f12091293.
- Dhaliwal, S. S.; Sharma, V.; Shukla, A. K. Impact of micronutrients in mitigation of abiotic stresses in soils and plants: a progressive step toward crop security and nutritional quality. **Advances in Agronomy**, v. 173, p. 1-78, 2022.
- Drózdź, D. et al. Management of poultry manure in Poland: current state and future perspectives. **Journal of Environmental Management**, v. 264, 2020. DOI: 10.1016/j.jenvman.2020.110327.
- Ferreira, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2019. DOI: 10.1590/S1413-70542011000600001.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal -Culturas temporárias e permanentes**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html>>. Acesso em: 10 nov. 2024.
- Joadar, J. C.; Mondal, B.; Sikder, S. Comparative study of poultry litter and poultry litter biochar application in the soil for plant growth. **SN Applied Sciences**, v. 2, p. 1-9, 2020. DOI: 10.1007/s42452-020-03596-z.
- Kawakami, S. et al. Constituent characteristics and functional properties of passion fruit seed extract. **Life**, v. 12, n. 1, p. 38, 2021. DOI: 10.3390/life12010038.
- Kyakuwaire, M. et al. How safe is chicken litter for land application as an organic fertilizer?: a review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 19, p. 3521, 2019. DOI: 10.3390/ijerph16193521.
- Malavolta, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Agronômica Ceres, 2006.
- Menegatti, A.; de Arruda, G. O. S. F.; Nesi, C. N. O adubo de cama de aviário na produção e na qualidade de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Scientia Agraria**, v. 18, n. 1, p. 43-49, 2017. DOI: 10.5380/rsa.v18i1.50741.
- Monroy-Velandia, D.; Coy-Barrera, E. Effect of salt stress on growth and metabolite profiles of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) along three growth stages. **Molecules**, v. 26, n. 9, p. 2756, 2021. DOI: 10.3390/molecules26092756.
- Muniz, B. C. et al. Cultivation protocol using a coir-based substrate modulates the concentration of bioactive compounds and the antioxidant activity of *Passiflora alata* Curtis seedlings. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 47, p. e014922, 2023. DOI: 10.1590/1413-7054202347014922.
- Raza, S. T. et al. Nutrients recovery during vermicomposting of cow dung, pig manure, and biochar for agricultural sustainability with gases

emissions. **Applied Sciences**, v. 10, n. 24, p. 8956, 2020. DOI: 10.3390/app10248956.

Reed, Reagan C.; Bradford, Kent J.; KHANDAY, Imtiyaz. Seed germination and vigor: ensuring crop sustainability in a changing climate. **Heredity**, v. 128, n. 6, p. 450-459, 2022. <https://doi.org/10.1038/s41437-022-00497-2>

Reyes-Torres, M. et al. A systematic review on the composting of green waste: feedstock quality and optimization strategies. **Waste Management**, v. 77, p. 486-499, 2018. DOI: 10.1016/j.wasman.2018.04.037.

Rozane, D. E.; Brunetto, G.; Natale, W. Manejo da fertilidade do solo em pomares de frutíferas. **Informações Agronômicas**, v. 160, p. 16-29, 2017. Disponível em: <https://www2.unesp.br/Modulos/Noticias/31423/ia-160---p.-16-29.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2024.

Sánchez, Ó. J.; Ospina, D. A.; Montoya, S. Compost supplementation with nutrients and microorganisms in composting process. **Waste Management**, v. 69, p. 136-153, 2017. DOI: 10.1016/j.wasman.2017.08.012.

Silva, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2009.

Silva, I. E. B.; Moreira, J. C. Resíduos agroindustriais do Vale do Ivaí-PR: potencial biotecnológico para a produção de cogumelos comestíveis e enzimas industriais. **Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa**, v. 40, n. 77, p. e3119-e3119, 2024. Disponível em: <http://publicacoes.unifil.br/index.php/Revistateste/article/view/3119/2985>.

Taiz, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Artmed Editora, 2017.

Wang, Y. et al. Alternative management systems of beef cattle manure for reducing nitrogen loadings: a case-study approach. **Animals**, v. 11, n. 2, p. 574, 2021. DOI: 10.3390/ani11020574.

Xu, R. et al. A critical review on the interaction of substrate nutrient balance and microbial community structure and function in anaerobic co-digestion. **Bioresource Technology**, v. 247, p. 1119-1127, 2018. DOI: 10.1016/j.biortech.2017.09.095.

Yang, Q. et al. Effects of microbial inoculant and additives on pile composting of cow manure. **Frontiers in Microbiology**, v. 13, p. 1084171, 2023. DOI: 10.3389/fmicb.2022.1084171.