v7.n11.2026

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

ENRAIZAMENTO E DESENVOLVIMENTO DE ESTACAS SEMILENHOSAS E LENHOSAS DE *LIPPIA ALBA* EM DIFERENTES SUBSTRATOS

ROOTING AND DEVELOPMENT OF SEMI-HARDWOOD AND HARDWOOD CUTTINGS OF LIPPIA ALBA IN DIFFERENT SUBSTRATES

ENRAIZAMIENTO Y DESARROLLO DE ESQUEJES SEMILEÑOSOS Y LEÑOSOS DE LIPPIA ALBA *EN DIFERENTES SUSTRATOS*

Elisete Aparecida Fernandes Osipi[1], Camila Ferreira Miyashiro[2], Lucas Osipi[3], Stephany Siqueira da Silva[3]

e7119261
https://doi.org/10.47820/recima21.v7i11.9261

PUBLICADO: 11/2026

RESUMO

Lippia alba é uma espécie medicinal e aromática com elevada capacidade de propagação vegetativa, cujo desenvolvimento das mudas pode ser influenciado pelas características do material propagativo e do substrato. Objetivou-se avaliar o efeito do tipo de estaca e de diferentes substratos sobre o enraizamento e o desenvolvimento de mudas de *L. alba*. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 × 3, constituído por dois tipos de estacas (lenhosas e semilenhosas) e três substratos: fibra de coco (FC), casca de arroz carbonizada (CAC) e a mistura FC + CAC, com quatro repetições. Foram avaliados mortalidade, número e comprimento médio de raízes e massas secas do sistema radicular e da parte aérea. A mortalidade foi baixa em todas as combinações de tratamentos. Não houve interação significativa entre tipo de estaca e substrato para as variáveis analisadas. As estacas lenhosas apresentaram maior massa seca da parte aérea e das raízes e maior número de raízes que as semilenhosas, sem diferença para o comprimento médio das raízes. A FC proporcionou maior número de raízes que a CAC, enquanto a FC e a mistura FC + CAC favoreceram maior massa seca da parte aérea. Dessa forma, as estacas lenhosas apresentaram melhor desenvolvimento inicial, sem interação significativa com os substratos avaliados.

PALAVRAS-CHAVE: Propagação vegetativa. Fibra de coco. Casca de arroz carbonizada.

ABSTRACT

Lippia alba is a medicinal and aromatic species with a high capacity for vegetative propagation, and seedling development may be influenced by the characteristics of the propagative material and substrate. This study aimed to evaluate the effects of cutting type and different substrates on the rooting and development of L. alba seedlings. The experiment was conducted in a greenhouse using a completely randomized design in a 2 × 3 factorial arrangement, consisting of two types of cuttings (hardwood and semi-hardwood) and three substrates: coconut fiber (CF), carbonized rice husk (CRH), and a mixture of CF + CRH, with four replicates.

[1] Docente – UENP (Universidade Estadual do Norte do Paraná), doutora em horticultura.
[2] Docente – UENP (Universidade Estadual do Norte do Paraná), doutora em fitotecnia.
[3] Acadêmico(a) – UENP (Universidade Estadual do Norte do Paraná).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Mortality, number and mean length of roots, root dry mass, and shoot dry mass were evaluated. Mortality was low across all treatment combinations. There was no significant interaction between cutting type and substrate for the variables analyzed. Hardwood cuttings showed greater shoot and root dry mass and a higher number of roots than semi-hardwood cuttings, with no difference in mean root length. CF resulted in a higher number of roots than CRH, while CF and the CF + CRH mixture promoted greater shoot dry mass. Thus, the hardwood cuttings exhibited better initial development, with no significant interaction with the evaluated substrates.

KEYWORDS: *Vegetative propagation. Coconut fiber. Carbonized rice husk.*

RESUMEN

Lippia alba es una especie medicinal y aromática con alta capacidad de propagación vegetativa, cuyo desarrollo de las plántulas puede estar influenciado por las características del material propagativo y del sustrato. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del tipo de esqueje y de diferentes sustratos sobre el enraizamiento y el desarrollo de plántulas de L. alba. El experimento se realizó en invernadero, utilizando un diseño completamente aleatorizado, en un arreglo factorial 2 × 3, constituido por dos tipos de esquejes (leñosos y semileñosos) y tres sustratos: fibra de coco (FC), cascarilla de arroz carbonizada (CAC) y la mezcla FC + CAC, con cuatro repeticiones. Se evaluaron la mortalidad, el número y la longitud media de las raíces, y la masa seca del sistema radicular y de la parte aérea. La mortalidad fue baja en todas las combinaciones de tratamientos. No hubo interacción significativa entre el tipo de esqueje y el sustrato para las variables analizadas. Los esquejes leñosos presentaron mayor masa seca de la parte aérea y de las raíces, así como un mayor número de raíces que los esquejes semileñosos, sin diferencias en la longitud media de las raíces. La FC proporcionó un mayor número de raíces que la CAC, mientras que la FC y la mezcla FC + CAC favorecieron una mayor masa seca de la parte aérea. De esta forma, los esquejes leñosos presentaron un mejor desarrollo inicial, sin interacción significativa con los sustratos evaluados.

PALABRAS CLAVE*: Propagación vegetativa. Fibra de coco. Cascarilla de arroz carbonizada.*

INTRODUÇÃO

Lippia alba (Mill.) N.E.Br. ex Britton & P.Wilson, pertencente à família Verbenaceae, é uma espécie nativa das regiões tropicais e subtropicais das Américas, apresentando ampla distribuição geográfica. No Brasil, é considerada nativa, porém não endêmica, com ocorrência registrada em diferentes regiões do território nacional, incluindo o estado do Paraná (POWO, 2026; SALIMENA; CARDOSO, 2026).

Popularmente conhecida como erva-cidreira, cidreira-brasileira e falsa-melissa, entre outras denominações, L. alba é uma espécie aromática amplamente empregada na medicina tradicional. Suas folhas são utilizadas principalmente na forma de infusão, sendo relatados usos populares relacionados a distúrbios digestivos e respiratórios, além do emprego como calmante e sedativo (OLIVEIRA et al., 2006; HENNEBELLE et al., 2008). A importância medicinal da espécie, associada

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

à necessidade de obtenção de material vegetal uniforme e de qualidade, torna relevante o desenvolvimento e o aprimoramento de métodos adequados para sua propagação.

Nesse contexto, a propagação vegetativa por estaquia constitui uma importante alternativa para a multiplicação de *L. alba*, permitindo a obtenção relativamente rápida de mudas e a manutenção das características genéticas da planta matriz. O sucesso desse processo, entretanto, depende de fatores relacionados tanto ao material propagativo quanto às condições empregadas durante o enraizamento (HARTMANN et al., 2018).

Entre os aspectos que podem interferir nesse processo estão as características das estacas e do substrato utilizado. A definição adequada desses componentes pode contribuir para o enraizamento e o desenvolvimento inicial das mudas, justificando a avaliação de diferentes combinações desses fatores na propagação da espécie (HARTMANN et al., 2018; SCHAFER; LERNER, 2022).

Embora diferentes aspectos da propagação vegetativa de *L. alba* tenham sido investigados, incluindo características das estacas e composição dos substratos, esses fatores têm sido predominantemente estudados separadamente ou associados a outros fatores experimentais. Dessa forma, permanece pouco conhecida a resposta conjunta de estacas semilenhosas e lenhosas a diferentes substratos de enraizamento.

Diante disso, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito do tipo de estaca e de diferentes substratos sobre o enraizamento e o desenvolvimento de mudas de *L. alba.*

1 – REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 Importância e características de *Lippia alba*

L. alba destaca-se entre as espécies aromáticas e medicinais pela diversidade de compostos presentes em seu óleo essencial e pelo amplo emprego de suas folhas em preparações tradicionais. O interesse científico pela espécie está relacionado às diferentes atividades biológicas atribuídas aos seus constituintes, o que tem estimulado estudos envolvendo sua composição química, propriedades farmacológicas e formas de cultivo e propagação (OLIVEIRA et al., 2006; HENNEBELLE et al., 2008).

Uma característica marcante de *L. alba* é sua elevada variabilidade intraespecífica, particularmente quanto à composição química do óleo essencial. Diferentes quimiotipos têm sido descritos para a espécie, caracterizados pela predominância de compostos como citral, limoneno, carvona e linalol, entre outros (HENNEBELLE et al., 2008). Essa diversidade química é relevante não apenas para as propriedades e os possíveis usos da espécie, mas também para estudos relacionados ao seu cultivo e à sua propagação.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

A compreensão da variabilidade existente entre materiais vegetais está associada ao conhecimento dos princípios e das práticas de propagação, que possibilitam a multiplicação e a conservação de genótipos com características de interesse. Dessa forma, o estabelecimento de técnicas adequadas de propagação constitui etapa importante para a produção de mudas uniformes e para a manutenção das características dos materiais selecionados. Estudos realizados com os quimiotipos II (citral-limoneno) e III (carvona-limoneno), por exemplo, demonstraram respostas distintas à aplicação de ácido indolbutírico (AIB) durante a propagação por estaquia (ALBUQUERQUE et al., 2001a; ALBUQUERQUE et al., 2001b).

Dessa forma, a propagação vegetativa apresenta especial interesse, pois possibilita a multiplicação de materiais selecionados e a manutenção das características genéticas da planta matriz, aspecto particularmente relevante em uma espécie que apresenta elevada variabilidade.

1.2 Propagação vegetativa por estaquia

A propagação vegetativa por estaquia constitui uma importante alternativa para a multiplicação de *L. alba*. Além de possibilitar a obtenção relativamente rápida de mudas, a propagação clonal permite a manutenção das características genéticas da planta matriz (SILVA et al., 2002).

A formação de raízes adventícias em estacas é um processo complexo, condicionado por fatores relacionados ao material vegetal e ao ambiente de propagação, incluindo o estado fisiológico dos tecidos, a posição e a maturação do ramo, a presença de folhas e gemas, o balanço hormonal e as condições ambientais durante o enraizamento (HARTMANN et al., 2018).

Em *L. alba*, diferentes estudos demonstram elevada capacidade de propagação por estaquia, embora o enraizamento e o desenvolvimento das mudas possam variar em função das características do propágulo e das condições de propagação (EHLERT et al., 2002; SILVA et al., 2002; BIASI; COSTA, 2003; TAVARES et al., 2012; LIMA et al., 2015).

1.3 Influência do tipo de estaca

Entre as características do material propagativo, o grau de maturação dos tecidos constitui um dos fatores que podem interferir na capacidade de formação de raízes adventícias, uma vez que estacas herbáceas, semilenhosas e lenhosas diferem quanto às características anatômicas e fisiológicas dos tecidos e à disponibilidade de reservas (HARTMANN et al., 2018).

Em *L. alba*, características como posição da estaca no ramo, presença de folhas, comprimento, diâmetro e consistência do material propagativo têm sido investigadas quanto aos seus

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

efeitos sobre o enraizamento e o desenvolvimento das mudas (SILVA et al., 2002; BIASI; COSTA, 2003; MARCHESE et al., 2010; TAVARES et al., 2012; GOMES et al., 2018).

Especificamente quanto à consistência das estacas, Silva et al. (2002) avaliaram estacas semilenhosas e lenhosas de *L. alba* do quimiotipo II (citral-limoneno), associadas a diferentes números de gemas e condições ambientais, evidenciando que a resposta do material propagativo pode ser condicionada tanto pelas características da estaca quanto pelas condições em que ocorre o enraizamento. Dessa forma, a escolha do tipo de estaca constitui um aspecto relevante na definição das condições de propagação vegetativa da espécie.

1.4 Influência do substrato no enraizamento

O substrato constitui outro componente fundamental na propagação por estaquia, pois proporciona sustentação às estacas e estabelece as condições físicas e químicas do ambiente onde ocorrerão a iniciação e o desenvolvimento das raízes.

Entre suas propriedades físicas, destacam-se densidade, porosidade total, espaço de aeração e retenção de água, enquanto, entre as propriedades químicas, são particularmente relevantes o pH, a condutividade elétrica e a disponibilidade de nutrientes (SCHAFER; LERNER, 2022). Essas características estão diretamente relacionadas à dinâmica de nutrientes e à disponibilidade de água e ar no meio de cultivo. Para o enraizamento de estacas, o equilíbrio entre disponibilidade de água e aeração constitui condição importante para a formação e o desenvolvimento das raízes adventícias (HARTMANN et al., 2018; YAFUSO et al., 2019).

Em *L. alba*, diferentes materiais e misturas têm sido avaliados como substratos para enraizamento, demonstrando que, mesmo diante da elevada capacidade rizogênica da espécie, as características do meio de cultivo podem influenciar o desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea das mudas (EHLERT et al., 2002; BIASI; COSTA, 2003; TAVARES et al., 2012; LIMA et al., 2015; COSTA et al., 2017). Biasi e Costa (2003), por exemplo, verificaram que os substratos avaliados não alteraram a porcentagem de enraizamento, embora tenham ocorrido diferenças no desenvolvimento radicular.

Nesse sentido, a avaliação da propagação não deve se restringir apenas à ocorrência do enraizamento, sendo também relevantes características relacionadas ao desenvolvimento das raízes e da parte aérea para a avaliação da qualidade das mudas produzidas.

2 – METODOLOGIA

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

O experimento foi conduzido no Setor de Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), *Campus* Luiz Meneghel, em Bandeirantes, Paraná, em casa de vegetação com cobertura plástica, sombreamento com tela de 50% e fechamento lateral com telas, sem sistema de nebulização. O experimento foi instalado em 8 de novembro de 2025 e a avaliação realizada em 15 de dezembro de 2025, aos 38 dias após o estaqueamento.

O material vegetal utilizado para a obtenção das estacas foi coletado de uma única planta matriz de *L. alba*, no município de Bandeirantes, Paraná. Foram utilizadas estacas caulinares lenhosas e semilenhosas, classificadas de acordo com a posição de retirada no ramo e o grau de flexibilidade dos tecidos ao manuseio. As estacas lenhosas foram obtidas da porção basal dos ramos, caracterizada por maior rigidez, enquanto as semilenhosas foram retiradas da porção mediana mais próxima ao ápice, apresentando tecidos comparativamente mais flexíveis.

As estacas foram preparadas sem folhas e padronizadas com dois nós e duas gemas, independentemente do comprimento e do diâmetro. O corte basal foi realizado em bisel e o apical, reto, ambos realizados logo após o nó. No momento do estaqueamento, as estacas foram introduzidas no substrato em 2/3 do seu comprimento, mantendo um nó com sua respectiva gema abaixo do nível do substrato e o outro nó e gema acima do substrato.

Foram utilizados três substratos: fibra de coco (FC), casca de arroz carbonizada (CAC) e a mistura de fibra de coco e casca de arroz carbonizada, na proporção de 1:1 (v/v) (FC + CAC). A fibra de coco utilizada correspondeu ao substrato comercial Kokostec® (Favorita Substratos, Brasil), constituído por pó de coco estabilizado, sem adição de fertilizantes e pronto para uso, com pH 5,8 conforme especificação comercial do produto vigente à época.

A casca de arroz carbonizada utilizada correspondeu ao produto comercial Aimirim® Garden, comercializado em embalagem de 20 L. O tratamento FC + CAC foi preparado pela mistura volumétrica dos dois materiais na proporção de 1:1 (v/v). Não foram realizadas determinações físico-químicas dos substratos ou da mistura especificamente no lote utilizado no experimento.

Os substratos foram acondicionados em tubetes com volume de 50 cm^3, dispostos em bandejas. Após o preenchimento dos recipientes, foram submetidos à rega manual durante os três dias que antecederam o estaqueamento.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 × 3, constituído por dois tipos de estacas (lenhosas e semilenhosas) e três substratos: fibra de coco (FC), casca de arroz carbonizada (CAC) e a mistura de fibra de coco + casca de arroz carbonizada (FC + CAC). Foram utilizadas quatro repetições, com 10 estacas por parcela experimental, totalizando inicialmente 24 parcelas e 240 estacas.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Durante a condução do experimento, três estacas lenhosas pertencentes ao tratamento FC + CAC foram excluídas das avaliações por terem sido inseridas inadvertidamente em posição invertida.

Após a instalação do experimento, as bandejas contendo os tubetes foram dispostas sobre bancada metálica de alambrado. A irrigação foi realizada manualmente, com auxílio de mangueira, duas vezes ao dia durante os primeiros sete dias após o estaqueamento e, posteriormente, uma vez ao dia até o término do experimento. Durante o período experimental não foram realizadas adubações nem outros manejos nas estacas.

Aos 38 dias após o estaqueamento, foram contabilizadas as estacas mortas e sobreviventes não enraizadas. A mortalidade foi expressa em porcentagem em relação ao número de estacas válidas de cada combinação de tratamentos. Também foi determinada a porcentagem de estacas sobreviventes não enraizadas. Esses dados foram apresentados de forma descritiva, sem análise estatística.

Nas estacas sobreviventes e enraizadas foram avaliados o número de raízes primárias, o comprimento médio das raízes, a massa seca de raízes e a massa seca da parte aérea. Para a determinação do número de raízes, foram contabilizadas, em cada estaca, as raízes primárias, consideradas aquelas originadas diretamente da estaca. O comprimento das raízes foi determinado individualmente com auxílio de régua, medindo-se cada raiz da base até o ápice. Para cada estaca, foi calculado o comprimento médio das raízes e, posteriormente, a média das estacas sobreviventes de cada parcela.

Para a determinação da massa seca, as raízes e as brotações foram separadas das estacas com auxílio de estilete e acondicionadas separadamente em sacos de papel. O material foi seco em estufa com circulação forçada de ar, a 60 °C, até atingir massa constante. Posteriormente, foram determinadas a massa seca de raízes e a massa seca da parte aérea em balança analítica de precisão. Para cada variável, foi obtida a média das estacas sobreviventes de cada parcela, sendo esse valor utilizado na análise estatística.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), considerando-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 × 3. Quando constatada interação significativa entre os fatores tipo de estaca e substrato, procedeu-se ao desdobramento da interação. Na ausência de interação significativa, foram interpretados os efeitos principais dos fatores. Para o fator substrato, constituído por três níveis, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o fator tipo de estaca, constituído por apenas dois níveis, a comparação entre as médias foi expressa pelo teste t a 5% de probabilidade, equivalente ao teste F da ANOVA para esse efeito ($F = t^2$), não constituindo, portanto, um procedimento adicional de comparação múltipla.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

A mortalidade das estacas de *L. alba* variou de 0 a 7,5% em todas as combinações entre tipos de estacas e substratos (Tabela 1). Nas estacas semilenhosas, não foi observada mortalidade quando utilizados FC e FC + CAC, enquanto em CAC a mortalidade foi de 7,5%. Nas estacas lenhosas, os valores foram de 2,5, 2,7 e 5,0% para CAC, FC + CAC e FC, respectivamente. Não foram observadas estacas sobreviventes sem enraizamento, de modo que, aos 38 dias após o estaqueamento, todas as estacas que permaneceram vivas apresentavam raízes.

Tabela 1. Mortalidade (%) de estacas semilenhosas e lenhosas de *Lippia alba* em diferentes substratos, aos 38 dias após o estaqueamento.

Tipo de estaca	CAC[1]	FC[2] + CAC (1:1, v/v)	FC
Semilenhosa	7,5	0,0	0,0
Lenhosa	2,5	2,7	5,0

[1]CAC = casca de arroz carbonizada; [2]FC = fibra de coco. Dados apresentados de forma descritiva.

A elevada sobrevivência e o enraizamento das estacas de *L. alba* estão de acordo com resultados obtidos por Biasi e Costa (2003), que observaram média de 98,6% de enraizamento em estacas semilenhosas, enquanto Marchese et al. (2010) verificaram 100% de enraizamento em estacas de diferentes classes de diâmetro. Silva et al. (2002), por sua vez, obtiveram elevada sobrevivência e enraizamento de estacas de *L. alba* em casa de vegetação, porém com nebulização intermitente. De acordo com esses autores, características das estacas e condições do ambiente de propagação podem influenciar a resposta da espécie ao enraizamento.

Não houve interação significativa entre tipo de estaca e substrato para massa seca da parte aérea ($p = 0,1604$), massa seca de raízes ($p = 0,5956$), número de raízes ($p = 0,2881$) e comprimento médio das raízes ($p = 0,7050$), permitindo a interpretação separada dos efeitos principais dos fatores (Tabela 2).

Tabela 2. Massa seca da parte aérea e de raízes, número de raízes e comprimento médio das raízes de estacas de *Lippia alba* em função do tipo de estaca e do substrato.

Tratamento	Massa seca da parte aérea (g)	Massa seca de raízes (g)	Número de raízes	Comprimento médio das raízes (cm)
Semilenhosa	0,0476 b	0,0186 b	15,07 b	13,30 a
Lenhosa	0,1210 a	0,0337 a	21,58 a	12,99 a
CAC[1]	0,0688 B	0,0253 A	16,65 B	13,50 A
FC[2]	0,0929 A	0,0297 A	19,69 A	13,24 A

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

FC + CAC	0,0912 A	0,0235 A	18,64 AB	12,70 A
DMS[3] – estaca	0,0105	0,0043	1,42	0,87
DMS – substrato	0,0156	0,0064	2,12	1,34
CV[4] (%)	14,53	19,32	9,06	8,00
p-valor – estaca × substrato	0,1604	0,5956	0,2881	0,7050

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, para tipos de estaca, não diferem entre si pelo teste t; médias seguidas pela mesma letra maiúscula, para substratos, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ambos a 5% de significância. CAC[1] = casca de arroz carbonizada; FC[2] = fibra de coco; DMS[3] = diferença mínima significativa; CV[4] = coeficiente de variação.

O tipo de estaca influenciou a massa seca da parte aérea, a massa seca de raízes e o número de raízes, enquanto não houve diferença para o comprimento médio das raízes. As estacas lenhosas apresentaram maior massa seca da parte aérea que as semilenhosas, assim como maior massa seca de raízes. O número médio de raízes também foi superior nas estacas lenhosas em relação às semilenhosas.

O maior desenvolvimento apresentado pelas estacas lenhosas pode estar relacionado às diferenças fisiológicas e estruturais entre os materiais propagativos. O grau de maturação dos tecidos pode estar associado a diferenças anatômicas e fisiológicas, bem como à disponibilidade de reservas de carboidratos, potencialmente utilizadas na manutenção da estaca e no desenvolvimento inicial de raízes e brotações (HARTMANN et al., 2018). Entretanto, como o conteúdo de reservas não foi determinado no presente estudo, essa relação deve ser considerada uma hipótese explicativa para o desempenho observado.

A influência das características do propágulo sobre o desenvolvimento de *L. alba* foi demonstrada por Biasi e Costa (2003), que observaram aumento linear das características avaliadas com o aumento do comprimento de estacas lenhosas, relacionando o melhor desempenho das estacas maiores à maior disponibilidade de reservas. Marchese et al. (2010), ao avaliarem diferentes classes de diâmetro, verificaram 100% de enraizamento em todas elas, mas melhor desempenho de estacas de maior diâmetro para diversas características biométricas. Embora comprimento e diâmetro não tenham constituído critérios de padronização no presente estudo, esses trabalhos demonstram que características biométricas do material propagativo podem influenciar o desenvolvimento subsequente das estacas, evidenciando a importância de sua padronização em estudos de propagação.

Silva et al. (2002), ao compararem diretamente estacas semilenhosas e lenhosas de *L. alba*, também verificaram elevada capacidade de enraizamento e, em determinadas condições experimentais, desempenho favorável das estacas lenhosas, recomendando estacas lenhosas desfolhadas com três gemas para propagação em bandejas sob casa de vegetação.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Gomes et al. (2018) também verificaram elevada sobrevivência e enraizamento entre diferentes tipos de estacas, concomitantemente a diferenças na massa seca de raízes. Esses resultados, juntamente com os obtidos no presente estudo, evidenciam que a ocorrência do enraizamento, isoladamente, não caracteriza integralmente o desempenho do material propagativo, sendo importante considerar também características relacionadas ao desenvolvimento do sistema radicular.

No presente estudo, as estacas lenhosas apresentaram simultaneamente maior número e maior massa seca de raízes, sem diferença no comprimento médio em relação às semilenhosas. Portanto, o melhor desempenho das estacas lenhosas esteve associado à maior formação de raízes e ao maior acúmulo de biomassa radicular, resultando em maior desenvolvimento inicial do sistema radicular, sem aumento do comprimento médio das raízes.

Os substratos influenciaram a massa seca da parte aérea e o número de raízes, mas não a massa seca e o comprimento médio das raízes. Para massa seca da parte aérea, FC e FC + CAC não diferiram entre si, porém foram superiores à CAC. Para o número de raízes, FC apresentou a maior média, diferindo da CAC, enquanto FC + CAC não diferiu dos demais substratos. Para massa seca e comprimento médio das raízes, não foram verificadas diferenças entre os três substratos.

A resposta diferenciada entre as características avaliadas demonstra que o efeito do substrato não se manifestou de maneira uniforme sobre o desenvolvimento das estacas. Biasi e Costa (2003) também verificaram ausência de efeito dos substratos sobre a porcentagem de enraizamento de *L. alba*, mas observaram diferença na massa fresca de raízes, com maior valor em casca de arroz carbonizada em relação ao solo. Esse resultado evidencia que a capacidade de formação de raízes e o desenvolvimento posterior do sistema radicular podem responder de maneira distinta às condições proporcionadas pelo substrato.

Ehlert et al. (2002) igualmente observaram elevada porcentagem de enraizamento sem diferenças entre os substratos, mas verificaram diferenças no acúmulo de matéria seca. Tavares et al. (2012) constataram respostas diferenciadas da espécie em função do substrato e recomendaram misturas contendo substrato comercial associado a esterco ou casca de arroz carbonizada. Costa et al. (2017), utilizando estacas apicais herbáceas, também verificaram influência dos substratos sobre características de desenvolvimento. As diferenças entre os estudos podem estar relacionadas à composição e às propriedades dos substratos, ao material propagativo e às condições de condução utilizadas.

No presente estudo, a FC proporcionou maior número de raízes que a CAC, enquanto FC e FC + CAC favoreceram maior acúmulo de massa seca da parte aérea em relação à CAC. Diferenças nas propriedades físicas e químicas dos substratos, como retenção de água, espaço de aeração,

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

porosidade, pH e condutividade elétrica, são descritas na literatura como fatores capazes de interferir no desenvolvimento das raízes e da parte aérea (YAFUSO et al., 2019; SCHAFER; LERNER, 2022). A caracterização físico-hídrica dos substratos, incluindo propriedades relacionadas à retenção e disponibilidade de água e à aeração, pode contribuir para a interpretação das respostas observadas durante a propagação. No presente estudo, entretanto, essas propriedades não foram determinadas, impossibilitando estabelecer relação direta entre as características dos substratos e o desenvolvimento das estacas.

A mistura FC + CAC não diferiu da FC para massa seca da parte aérea e apresentou resposta intermediária para o número de raízes. Além disso, os três substratos apresentaram resultados semelhantes para massa seca e comprimento médio das raízes. Dessa forma, embora a FC tenha apresentado resposta favorável para determinadas características, a mistura FC + CAC também demonstrou potencial para utilização na propagação da espécie.

A ausência de interação entre tipo de estaca e substrato indica que, nas condições avaliadas, não houve evidência de que a resposta aos substratos dependesse do tipo de estaca utilizado. A superioridade das estacas lenhosas para massa seca da parte aérea, massa seca de raízes e número de raízes, portanto, não esteve condicionada a um substrato específico. Da mesma forma, os efeitos observados dos substratos sobre massa seca da parte aérea e número de raízes ocorreram independentemente do tipo de estaca.

Dessa forma, os resultados indicam elevada capacidade de estabelecimento de *L. alba* por estaquia nas condições avaliadas, com baixa mortalidade e formação de raízes em todas as estacas sobreviventes. As estacas lenhosas proporcionaram maior desenvolvimento inicial da parte aérea e do sistema radicular, enquanto, entre os substratos, a FC apresentou resposta favorável para o número de raízes e, juntamente com FC + CAC, para a massa seca da parte aérea. A ausência de interação entre os fatores demonstra que o desempenho superior das estacas lenhosas não dependeu de um substrato específico.

4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas condições avaliadas, as estacas lenhosas de *Lippia alba* apresentaram maior desenvolvimento inicial que as semilenhosas. Embora não tenha ocorrido interação entre tipo de estaca e substrato, os substratos influenciaram algumas características, com resultados favoráveis para a fibra de coco e sua mistura com casca de arroz carbonizada. Os resultados devem ser considerados no contexto das limitações do estudo, especialmente o uso de uma única planta matriz,

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

a ausência de padronização das estacas quanto ao comprimento e diâmetro e de caracterização físico-química dos substratos.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, H. A. et al. Enraizamento de estacas de erva-cidreira quimiotipo III (carvona-limoneno). **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 2, p. 245, 2001a.

ALBUQUERQUE, H. A. et al. Estaquia de erva-cidreira quimiotipo II (citral-limoneno). **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 2, p. 245, 2001b.

BIASI, L. A.; COSTA, G. Propagação vegetativa de *Lippia alba*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 3, p. 455-459, 2003. DOI: 10.1590/S0103-84782003000300010.

COSTA, R. S. da; OLIVEIRA, L. K. B. de; HOLANDA, I. K. B.; COELHO, M. de F. B.; AMORIM, A. V. Vegetative propagation of lemon balm on different substrates. **Científica**, v. 45, n. 4, p. 392-397, 2017. DOI: 10.15361/1984-5529.2017v45n4p392-397.

EHLERT, P. A. D.; CHAVES, F. C. M.; MING, L. C.; SILVA, M. A. S. da. Effect of substrata on the development of stem cuttings of *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. – limonene-carvone chemotype. **Acta Horticulturae**, n. 576, p. 259-262, 2002. DOI: 10.17660/ActaHortic.2002.576.37.

GOMES, E. N.; VIEIRA, L. M.; TOMAZZOLI, M. M.; FAGUNDES, C. M.; MACHADO, R. C. B.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; DESCHAMPS, C. Types of stem cuttings and treatment with indolebutyric acid for propagation of *Lippia alba* (linalool chemotype). **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 23, n. 3, p. 1-11, 2018.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES, F. T.; GENEVE, R. L.; WILSON, S. B. **Hartmann & Kester's plant propagation: principles and practices**. 9. ed. New York: Pearson, 2018.

HENNEBELLE, T.; SAHPAZ, S.; JOSEPH, H.; BAILLEUL, F. Ethnopharmacology of *Lippia alba*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 116, n. 2, p. 211-222, 2008. DOI: 10.1016/j.jep.2007.11.044.

LIMA, C. B.; BOAVENTURA, A. C.; GOMES, M. M. Cuttings of *Lippia alba* with emphasis on time for seedling formation, substrates and plant growth regulators. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 2, p. 230-235, 2015. DOI: 10.1590/S0102-053620150000200015.

MARCHESE, J. A.; PISSAIA, E.; BOCCHESE, V. C. C.; CAMBRUZZI, E.; COLUSSI, G.; HART, V.; MAGIERO, E. C. Estacas de diferentes diâmetros na propagação de *Lippia alba* (Mill.) N.E.Br. – Verbenaceae. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 12, n. 4, p. 506-509, 2010. DOI: 10.1590/S1516-05722010000400015.

OLIVEIRA, D. R. et al. Ethnopharmacological study of two *Lippia* species from Oriximiná, Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 108, n. 1, p. 103-108, 2006. DOI: 10.1016/j.jep.2006.04.018.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

POWO – PLANTS OF THE WORLD ONLINE. ***Lippia alba* (Mill.) N.E.Br. ex Britton & P.Wilson**. Royal Botanic Gardens, Kew, 2026. Disponível em: <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:141022-2>. Acesso em: 15 set. 2026.

SALIMENA, F. R. G.; CARDOSO, P. H. *Lippia* in Flora e Funga do Brasil. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, 2026. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/consulta/ficha.html?idDadosListaBrasil=15170>. Acesso em: 15 set. 2026.

SCHAFER, G.; LERNER, B. L. Physical and chemical characteristics and analysis of plant substrate. **Ornamental Horticulture**, v. 28, n. 2, p. 181-192, 2022. DOI: 10.1590/2447-536X.v28i2.2496.

SILVA, S. O.; BEZERRA, A. M. E.; MOREIRA, F. J. C.; ALVES, T. T. L.; SILVA, F. D. B.; NASCIMENTO, I. B.; INNECCO, R. Influência do ambiente, consistência da estaca e número de gemas no enraizamento de estacas caulinares de erva-cidreira quimiotipo II (citral, limoneno). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 42., 2002, Uberlândia. **Anais [...].** Uberlândia: Horticultura Brasileira, 2002. 1 CD-ROM.

TAVARES, I. B.; MOMENTÉ, V. G.; BARRETO, H. G.; CASTRO, H. G. de; SANTOS, G. R. dos; NASCIMENTO, I. R. do. Tipos de estacas e diferentes substratos na propagação vegetativa da erva-cidreira (quimiotipos I, II e III). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 2, p. 206-213, 2012.

YAFUSO, E. J.; FISHER, P. R.; BOHÓRQUEZ, A. C.; ALTLAND, J. E. Water and air relations in propagation substrates. **HortScience**, v. 54, n. 11, p. 2024-2030, 2019. DOI: 10.21273/HORTSCI14145-19.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.