

USO DE SUBSTRATOS ALTERNATIVOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Lucas de Brites Senra¹, Lessa Braz Lopes¹, Jainny Juliany Mathias das Neves¹, Jacyelli Sgranci Angelos², Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - Campus Alegre, Rodovia ES-482 (Cachoeiro-Alegre, Km 72 - Rive, 29520-000 - Alegre-ES, Brasil) lucasbrites22@gmail.com, bio.lessalopes@gmail.com, biojainnymathias@gmail.com, carlos.oliveira@ifes.edu.br.

²Universidade Federal do Espírito Santo - Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Avenida Governador Lindenberg, 316, Centro – 29.550-000 – Jerônimo Monteiro -ES, Brasil, jacysgranci@gmail.com.

Resumo

A produção de mudas saudáveis é essencial para o sucesso agrícola e de reflorestamento. Produzir mudas de qualidade demanda conhecimento técnico científico sobre vários fatores, principalmente sobre qual tipo de substrato se deve utilizar. Diante o exposto, o presente estudo é uma revisão sistemática a partir de análise bibliométrica sobre substratos na nutrição de mudas, com dados da *Scopus* e uso do *Bibliometrix* no *RStudio*. As palavras chaves utilizadas para filtrar os trabalhos foram *Substrate*, *Nutrition*, *Plants*, *Soil* e *Seedlings*. Portanto, foram analisados 143 artigos durante um período de 30 anos compreendendo os anos de 1995 á 2025, com destaque para a atuação brasileira, que superou países como China e EUA. Os resultados mostraram que as revistas *Plant and Soil* e *Ciência Florestal* foram as mais relevantes. Substratos orgânicos e reciclados ganham espaço, alinhados à economia circular e com a importância do tema, tem-se notado uma ascensão de pesquisas voltadas para a área.

Palavras-chave: *Bibliometrix*. Nutrição vegetal. Reaproveitamento. Sustentabilidade.

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias - Engenharia Florestal
Introdução

Os impactos econômicos nos sistemas agrícolas e nas iniciativas de reflorestamento ambiental estão ligados à produção de mudas de alta qualidade, influenciadas por fatores como água, nutrição, qualidade das sementes e o substrato (Dalanhol *et al.*, 2016). A obtenção de uma produção alta e de qualidade depende diretamente da formação de mudas vigorosas, sendo o substrato um dos principais fatores que influenciam esse processo (Silva *et al.*, 2017). Portanto a fase inicial do processo produtivo, interferindo em todo o ciclo produtivo.

Para Santos *et al.* (2020) a eficiência produtiva no meio agrícola está intimamente vinculada à escolha criteriosa do substrato utilizado, o que reforça a necessidade de parâmetros técnicos bem estabelecidos que orientem essa tomada de decisão. Quando devidamente otimizados, os substratos têm potencial para impulsionar significativamente o desenvolvimento inicial das mudas, uma vez que é ali que as plantas serão fixadas e receberão os nutrientes necessários (Kratz; Wendling, 2016).

A integração da reciclagem de resíduos à lógica da economia circular tem demonstrado potencial para reduzir as emissões de gases de efeito estufa na atmosfera, estudos apontam a contribuição dessa prática para a diminuição da poluição ambiental. De acordo com Santos *et al* 2025 a transformação de resíduos de origem agrícola e florestal em matérias-primas úteis para a indústria, a

bioeconomia e a biotecnologia impulsionam cadeias produtivas regionais e favorecem sistemas de produção sustentáveis, caracterizados por menor pegada ecológica.

A reutilização de resíduos naturais, especialmente na forma de materiais organo-sustentáveis, como substratos reciclados, configura-se como uma estratégia transformadora no contexto da agricultura sustentável, contribuindo para a mitigação dos impactos ambientais oriundos da atividade agrícola (Alves *et al.*, 2021). Em relação a produção de mudas florestais, os substratos orgânicos apresentam desempenho superior aos insumos sintéticos tradicionais (Oliveira *et al.*, 2022).

O *software Bibliometrix* é essencial para a análise quantitativa e qualitativa da produção científica no âmbito das pesquisas agrícolas por meio do processamento e organização sistemática de dados bibliográficos, ele possibilita a identificação de padrões, temas emergentes e lacunas de estudo, além de mapear as redes de colaboração entre pesquisadores e instituições.

Diante o exposto, o objetivo deste trabalho foi analisar a produção científica referente ao uso de substratos de diferentes origens na produção de mudas por meio da ferramenta *Bibliometrix*.

Metodologia

Este estudo adotou a análise bibliométrica como ferramenta metodológica, a fim de quantificar e mapear a produção científica, fornecendo uma visão geral da evolução e das tendências de pesquisa na área.

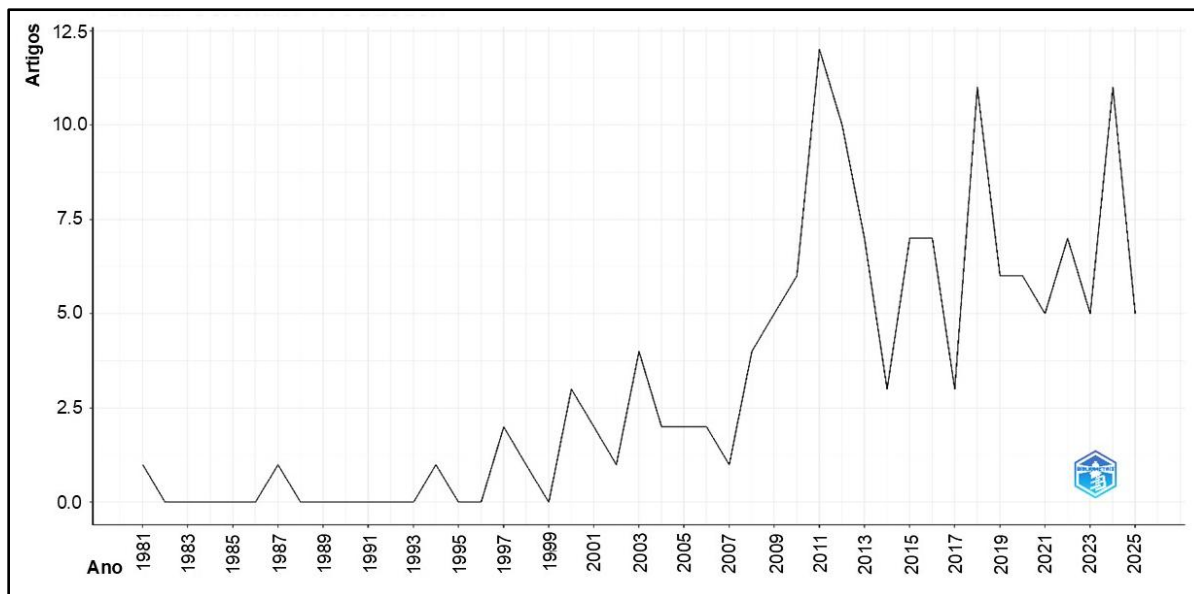
Para a realização da pesquisa foi utilizado a base de dados *Scopus*, dentro do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento Profissionais de Ensino Superior - CAPES, uma biblioteca virtual responsável por organizar e fornecer às instituições de ensino e pesquisa as melhores produções científicas nacionais e internacionais (CAPES, [s.d.]). Para a busca utilizou as palavras-chave em inglês: *Nutrition*, *Plants*, *Seedlings*, *Soil* e *Substrate* aplicadas individualmente na base de dados *Scopus*. As combinações entre os termos foram realizadas por meio do operador booleano *AND*, sendo os filtros aplicados aos campos '*Article title*', '*Abstract*' e '*Keywords*'. As buscas foram organizadas em quadros distintos na plataforma, a fim de garantir maior precisão e relevância nos resultados obtidos.

A partir dos artigos selecionados, procedeu-se à análise bibliométrica, cuja base foi um arquivo em formato texto (*Excel*) contendo todos os dados exportados diretamente da plataforma *Scopus*. Para a realização das análises, utilizou-se a extensão *Biblioshiny*, pertencente ao pacote *Bibliometrix*, no ambiente do *Software RStudio*, empregando-se sua configuração padrão. Essa ferramenta permitiu a elaboração de gráficos e indicadores relacionados à produção científica, autores mais relevantes, periódicos de maior impacto, distribuição geográfica por países, redes de colaboração internacional, bem como gráficos e demais representações bibliométricas pertinentes, sendo utilizado o filtro de dados dentro de um período de 30 anos.

Resultados

A partir dos dados gerados houve um valor total de 143 documentos, com uma base de 134 autores distintos e 118 palavras chaves autorais referenciadas. A partir de 2009, foi observado um aumento significativo na produção acadêmica relacionada ao tema, atingindo seu ápice em 2011.

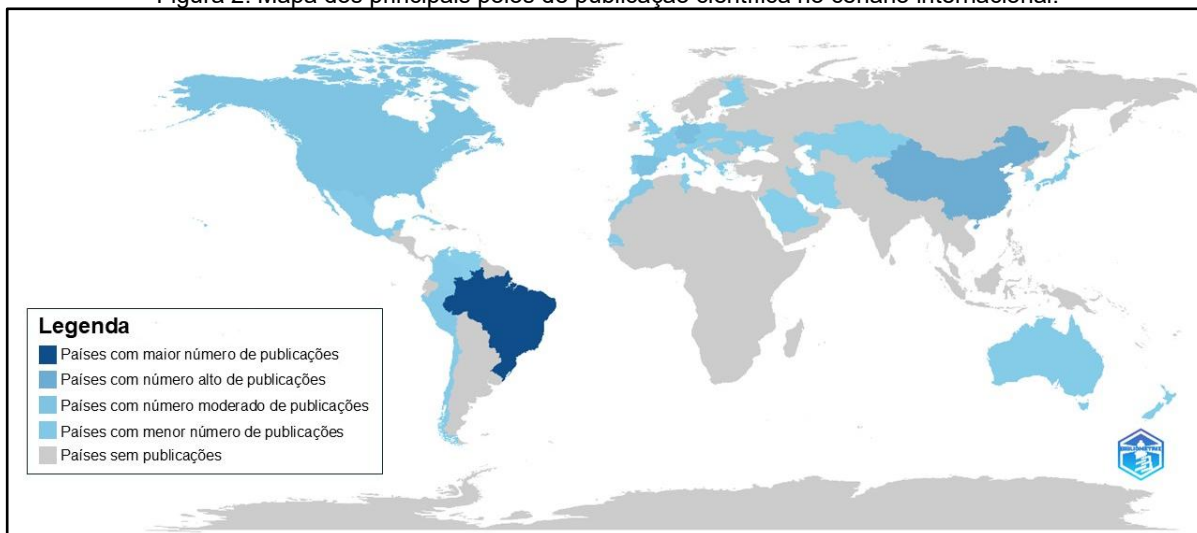
Figura 1: Distribuição temporal das publicações científicas por ano.



Fonte: Elaborado pelos autores através do *Software Bibliometrix*, versão 5.0 (2025).

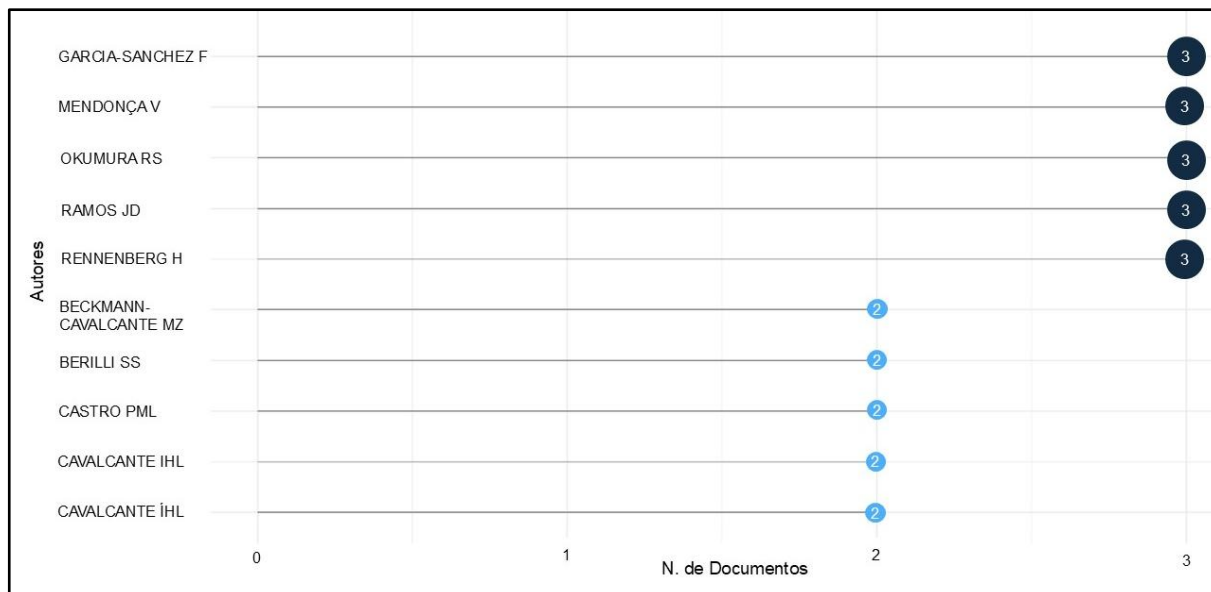
Além do Brasil, outros países que se destacaram na produção científica sobre o tema foram, em ordem decrescente de volume de publicações, China, Alemanha, Espanha, Canadá e Estados Unidos.

Figura 2: Mapa dos principais polos de publicação científica no cenário internacional.



Fonte: Elaborado pelos autores através do *Software Bibliometrix*, versão 5.0 (2025).

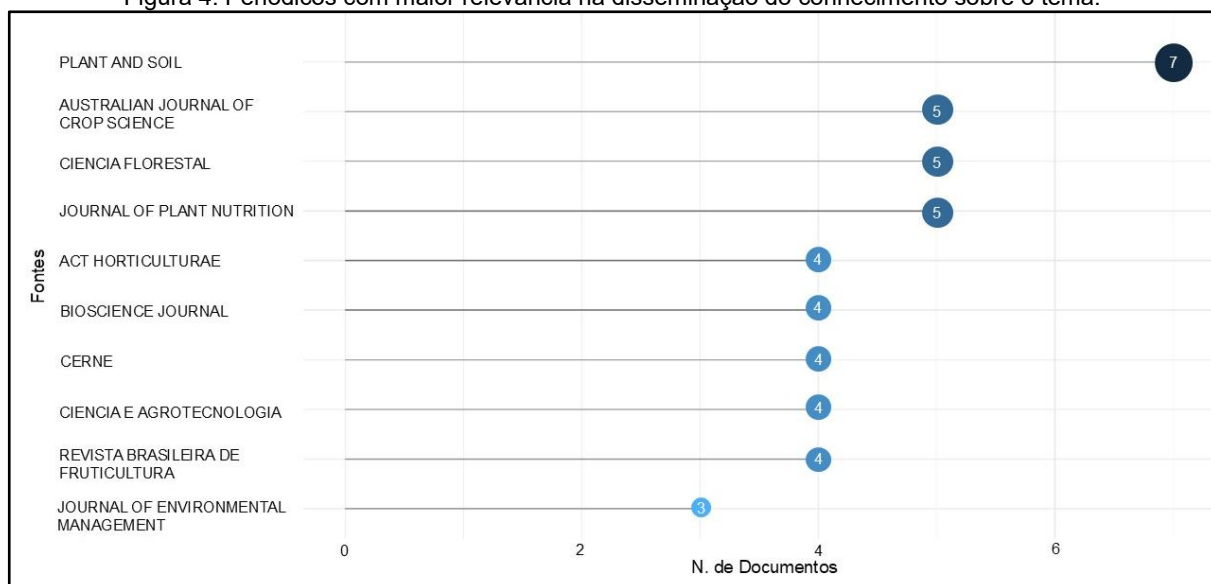
Figura 3: Principais autores identificados na análise bibliométrica.



Fonte: Elaborado pelos autores através do *Software Bibliometrix*, versão 5.0 (2025).

Outro aspecto observado é em relação a presença de periódicos brasileiros no conjunto analisado, evidenciando a forte atuação da comunidade científica nacional nesse campo de estudo. A expressividade dessas revistas, tanto em número de publicações quanto em sua visibilidade, reforça o protagonismo do Brasil na pesquisa aplicada à produção de mudas em contextos agrícolas e florestais.

Figura 4: Periódicos com maior relevância na disseminação do conhecimento sobre o tema.



Fonte: Elaborado pelos autores através do *Software Bibliometrix*, versão 5.0 (2025).

Discussão

A análise temporal evidenciou um crescimento anual pouco expressivo nas publicações sobre o tema compreendendo o período de 1991 à 2006, indicando um aumento reduzido do interesse pela pesquisa e a existência de poucas fontes relacionadas. Tais informações mostram que o assunto abordado tem grande margem para crescimento nas áreas de pesquisa correlacionadas, pois o tema

busca uma alternativa em ações mais sustentáveis na produção de mudas tanto para as áreas agrárias quanto para a florestal. Para Silva *et.al* (2022) considerando-se os desafios contemporâneos da agricultura e da silvicultura, o tema analisado apresenta-se como uma alternativa estratégica para práticas mais sustentáveis, promovendo inovação na formação de mudas com menor dependência de insumos sintéticos e maior eficiência ecológica.

O reduzido número de publicações nesse período, pode estar relacionado a diversos motivos, sendo um deles a escassez de financiamento para pesquisas direcionadas à sustentabilidade na produção de mudas, além da possível concentração de esforços acadêmicos em outras áreas consideradas prioritárias naquele período, o que resultou na diminuição do interesse pela temática.

Contudo, ao longo do período subsequente até 2025, verificaram-se oscilações nas médias anuais de publicações, indicando variações no interesse e no desenvolvimento das pesquisas sobre a temática. Essas flutuações evidenciam a necessidade de estímulo contínuo à investigação acadêmica, visando ampliar o conhecimento e o desenvolvimento de práticas sustentáveis, especialmente diante das demandas ambientais e econômicas contemporâneas.

As publicações analisadas estão distribuídas em diferentes regiões do mundo; no entanto, destaca-se o Brasil como o principal país contribuidor para a produção científica sobre o tema. Esse protagonismo pode ser explicado, em grande parte, pelas condições climáticas favoráveis à atividade agrícola e silvicultural no território nacional, bem como pela sua vasta extensão territorial. Com dimensões continentais e expressivas áreas destinadas à produção agropecuária, silvicultura e ações de reflorestamento, o Brasil concentra uma significativa demanda por pesquisas voltadas à sustentabilidade na produção de mudas, o que justifica o elevado interesse acadêmico no assunto.

De acordo com Embrapa (2022) o reflorestamento com mudas de espécies nativas é um mercado em evolução, em projetos de recuperação de áreas degradadas ou na implantação de parques públicos e privados ou paisagismo, a procura por mudas de espécies arbóreas tem aumentado cada vez mais.

No entanto, mesmo somadas, as publicações do restante do países não superam a quantidade de estudos oriundos do Brasil. Esse dado evidencia o protagonismo da pesquisa brasileira no campo da produção de mudas com diferentes substratos, indicando um avanço mais expressivo no desenvolvimento e na difusão do conhecimento científico voltado a essa temática em território nacional. Esse dado é importante pois mostra que o Brasil está focado em aproveitar seus recursos e contribuir para a sustentabilidade global.

As análises bibliométricas permitiram identificar autores de destaque cujas contribuições se mostraram recorrentes e relevantes no contexto da produção de mudas, especialmente nas áreas das ciências agrárias e florestais. Entre os principais nomes citados, destacam-se Garcia-Sánchez, Mendonça V., Okumura R.S., Ramos J.D. e Rennenberg H., os quais possuem trajetória consolidada na pesquisa científica voltada ao desenvolvimento de substratos, manejo nutricional e técnicas de propagação vegetal. A frequência e a relevância de suas publicações indicam não apenas a autoridade desses pesquisadores na temática, mas também a centralidade de suas abordagens teóricas e metodológicas para o avanço das práticas sustentáveis na formação de mudas.

A revisão destaca que o periódico *Plant and Soil*, foi considerado um dos mais relevantes sobre o tema. Tal fato é de suma importância uma vez que o periódico citado possui grande prestígio e reconhecimento no meio acadêmico. Ou seja, mostra que o tema está em ascensão entre as importantes instituições de pesquisa e isso contribui para o avanço do conhecimento científico e para a consolidação de práticas sustentáveis no meio acadêmico e produtivo.

Conclusão

Diante dessa análise bibliométrica, pode-se encontrar bons resultados que enfatizam a importância em pesquisas para o aproveitamento de resíduos. Trabalhos como este contribuem significativamente para a disseminação e valorização do conhecimento científico acerca do uso de substratos alternativos na produção de mudas, promovendo a interface entre pesquisa acadêmica e aplicações práticas no campo.

A análise dos dados bibliométricos revelou que, apesar da relevância crescente do tema, especialmente diante das exigências por sustentabilidade e uso racional de recursos naturais, a produção científica relacionada ao uso de substratos alternativos ainda apresenta crescimento tímido

nos últimos anos. Tal cenário evidencia a necessidade urgente de intensificar os investimentos em pesquisa e desenvolvimento tecnológico na área.

Nesse contexto, destaca-se o papel essencial das instituições públicas de ensino e pesquisa, como universidades e institutos federais, que devem receber atenção prioritária em políticas de financiamento, infraestrutura laboratorial e formação de recursos humanos qualificados para liderar a transição rumo a uma agricultura mais resiliente, inclusiva e ambientalmente responsável.

Referências

ALVES, M. C.; SOUZA, J. R.; SILVA, T. P. Substratos orgânicos na recuperação de áreas degradadas por mineração. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, v.56, n.1, p.55-68, 2021.

CAPES. Cartilha do Portal de Periódicos. Brasília: CAPES, [s.d.]. Disponível em: <https://www.periodicos.capes.gov.br/images/documents/cartilha%20portugues.pdf>. Acesso em: 2 set. 2025.

DALANHOL, S. J.; NOGUEIRA, A. C.; GAIAD, S.; KRATZ, D. Efeito de fungos micorrízicos arbusculares e da adubação no crescimento de mudas de *Eugenia uniflora* L., produzidas em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 38, n. 1, p. 117-128, 2016.

EMBRAPA. **Mercado de mudas nativas para reflorestamento: Tendências e perspectivas**. Documentos Técnicos, n.210, p.1-35, 2022.

KRATZ, D.; WENDLING, I.. Crescimento de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* em substratos à base de casca de arroz carbonizada. **Revista Ceres**, v. 63, p. 348-354, 2016.

OLIVEIRA, R. M.; SANTOS, A. B.; COSTA, J. F. Reciclagem de resíduos agroindustriais como substratos em viveiros. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.26, n.1, p.29-38, 2022.

SANTOS, G. P.; OLIVEIRA, M. M.; COSTA, H.; PAPKE, I. H.; ARAÚJO, G. B. F.; HOFFMANN, D. L. W.; ZANCHI, V. M.; SILVEIRA, D. D. Estratégia de economia circular para redução de desperdícios alimentares frente às mudanças climáticas. **Revista Foco**, v. 18, n. 8, e9552, p. 1-11, 2025.

SANTOS, H. R.; LIMA, M. P.; COELHO, F. S. Controle de doenças em mudas com substratos orgânicos. **Horticultura Brasileira**, v.38, n.1, p.83-91, 2020.

SILVA, J.A. da; PEREIRA, L. F.; OLIVEIRA, C. M. DE. Sistemas sustentáveis de produção de mudas: uma revisão crítica da literatura. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias, Recife**, v.17, n.4, p.89–102, 2022.

SILVA, R. S.; OLIVEIRA, J. T.; SANTOS, M. P.; ARAÚJO, F. S. Substratos alternativos a produção de mudas agrícolas: Impactos na germinação e crescimento. **Revista Brasileira de Agricultura Sustentável**, v. 9, n. 3, p. 39-50, 2017.

Agradecimentos

Ao Mestrado Profissional em Agroecologia do Ifes – campus de Alegre e ao Grupo de Pesquisa em Silvicultura e Meio Ambiente – SIEMA.