



UTILIZAÇÃO DE *AZOLLA PINNATA* COMO BIOFERTILIZANTE: UMA REVISÃO INTEGRATIVA DAS APLICAÇÕES NA AGRICULTURA DE HORTALIÇAS E LEGUMINOSAS

Inaiana Maria Caetano dos Santos

Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) e bolsista da CAPES
inaianamariacaetano@estudante.uffs.edu.br

Denise Cargnelutti

Professora do Programa de Pós-Graduação Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS)
denise.cargnelutti@uffs.edu.br

Josimeire Aparecida Leandrini

Professora do Programa de Pós-Graduação Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS)
jaleandrini@uffs.edu.br

1. Introdução

Azolla pinnata é uma macrófita aquática da divisão Monilophyta, com ramos e raízes ramificadas recobertos por pequenas folhas sobrepostas. Em simbiose com a cianobactéria *Trichormus azollae*, fixa nitrogênio atmosférico em altas taxas, resultando em 3–5% de N e 22–37% de proteína bruta no peso seco, o que lhe confere potencial como biofertilizante e alimento animal (Brouwer et al., 2018; Handajani, 2011). No Brasil, estudos sobre *Azolla* começaram na década de 1970, focando na biologia da espécie, fixação de N₂ e efeitos da deficiência de nutrientes (Ruschel, 1987; Ruschel et al., 1989). Em países asiáticos, seu uso como adubo verde em arrozais é tradicional e bem documentado, promovendo fertilidade do solo e aumento de produtividade (Marzouk et al., 2023). Porém, a aplicação em hortaliças e leguminosas, como rabanete (*Raphanus sativus*) e feijão (*Phaseolus vulgaris*), ainda é limitada, especialmente no Brasil, apesar da importância econômica, social e nutricional dessas culturas.

A bibliometria é uma ferramenta estratégica para analisar quantitativa e qualitativamente a produção científica (Pritchard, 1969; Fontolan; Iarozinski Neto, 2021). Embora existam diversos estudos sobre *Azolla*, poucos abordam o uso de *A. pinnata* como biofertilizante em hortaliças e leguminosas. Esta revisão integrativa busca apresentar um panorama atual e identificar oportunidades para novas pesquisas



(Botelho; Cunha; Macedo, 2011).

2. Metodologia

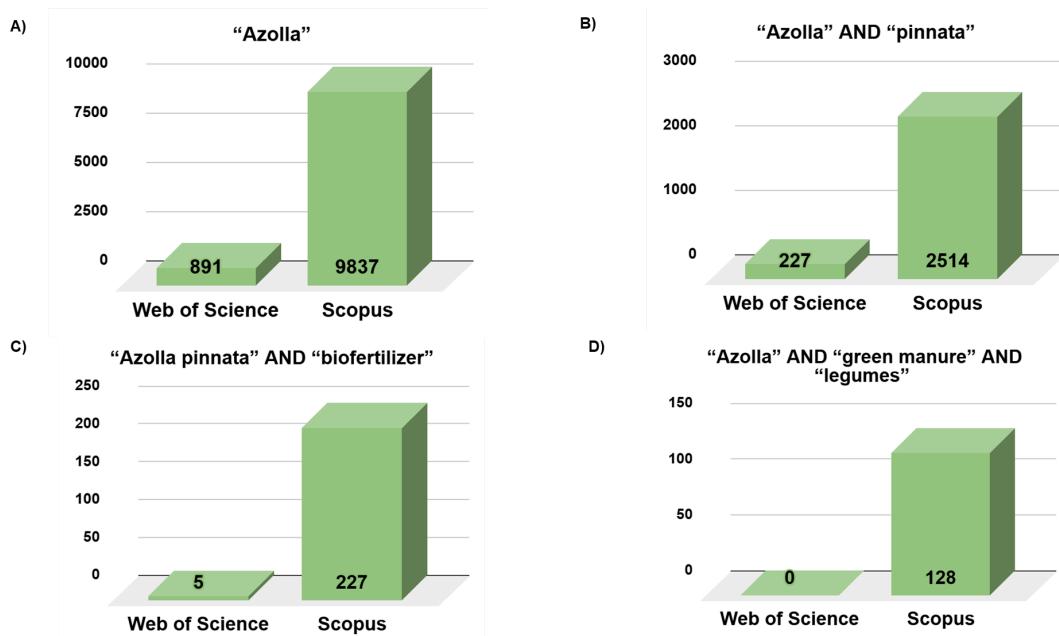
Este estudo consistiu em uma revisão integrativa da literatura que buscou reunir e analisar pesquisas sobre o uso de *Azolla pinnata* como biofertilizante, com ênfase em cultivos de rabanete (*Raphanus sativus*) e feijão (*Phaseolus vulgaris*). As buscas foram realizadas entre novembro de 2024 e junho de 2025 nas bases Scopus e Web of Science, utilizando combinações de termos-chave como "Azolla", "Azolla AND pinnata", "Azolla pinnata AND biofertilizer", "Azolla" AND "green manure" AND "legumes", "Azolla pinnata" AND "Raphanus sativus", "Azolla pinnata" AND "Phaseolus vulgaris" e "Azolla" AND "soil fertility" AND "crop yield", com operadores booleanos. Foram incluídos artigos, dissertações e teses publicados entre 2015 e 2025, com texto completo disponível, que abordassem aplicações agrícolas da *Azolla*, como adubo verde ou biofertilizante, além de estudos sobre parâmetros agronômicos como crescimento vegetal, produtividade e fertilidade do solo. Os dados coletados foram processados no RStudio utilizando o pacote Bibliometrix para análise bibliométrica, complementados por organização e visualização no Excel, permitindo uma síntese abrangente do conhecimento atual sobre o tema e a identificação de lacunas de pesquisa.

3. Resultados e discussão

A Figura 1-A indica que o termo "Azolla" é o mais frequente; entretanto, por ser genérico, abrange temas diversos como aquicultura e fitorremediação, o que evidencia a necessidade de descritores mais específicos. Em contrapartida, a combinação "Azolla" AND "pinnata" (Figura 1-B) aumenta a precisão, restringindo a busca à espécie e resultando em número menor, porém expressivo, de publicações, embora nem sempre relacionadas à agronomia. Por outro lado, a Figura 1-C revela a baixa quantidade de estudos sobre *A. pinnata* como biofertilizante, apontando um campo promissor e ainda pouco explorado. Por sua vez, a Figura 1-D evidencia a raridade de pesquisas sobre sua associação com leguminosas; contudo, o potencial sinérgico entre a fixação biológica e a liberação de nutrientes indica uma estratégia eficiente para adubação verde em sistemas agroecológicos.



Figura 1. Produção científica relacionada à *Azolla pinnata* e suas aplicações agronômicas (2015–2025). A) “Azolla”: termo genérico; B) “Azolla” AND “pinnata”: maior especificidade; C) “Azolla pinnata” AND “biofertilizer”: poucos estudos sobre biofertilização; D) “Azolla” AND “green manure” AND “legumes”: raras pesquisas sobre associação com leguminosas. Dados das bases Scopus e Web of Science indicam a necessidade de maior foco em aplicações agronômicas.

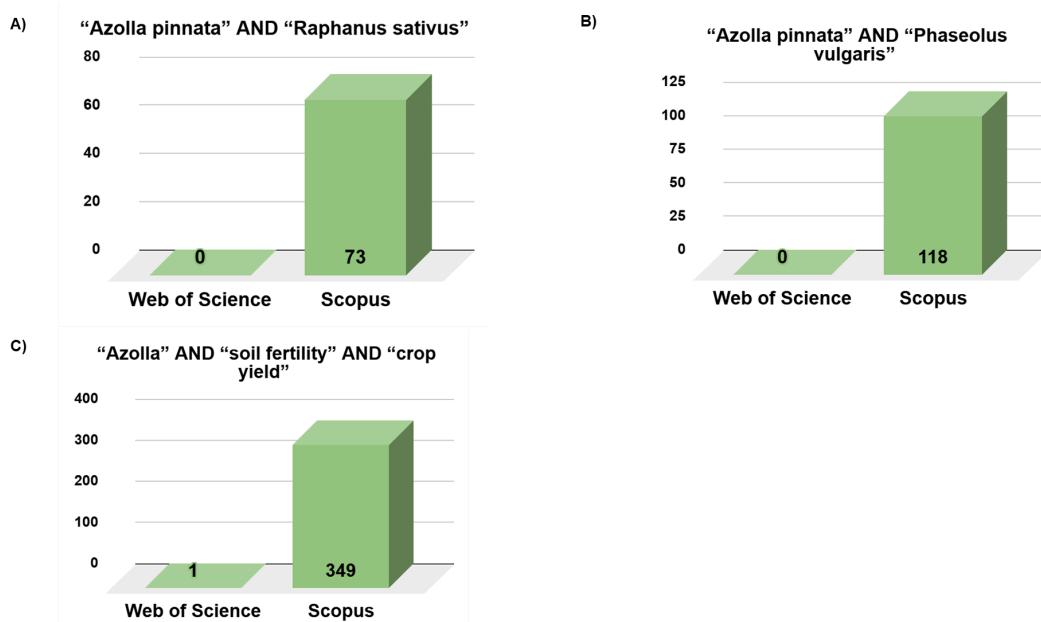


Fonte: Autoras (2025).

A Figura 2-A mostra que a combinação “*Azolla pinnata*” AND “*Raphanus sativus*” não apresenta registros; dessa forma, confirma-se o ineditismo do uso da espécie para rabanete, bem como o potencial para pesquisas em adubação sustentável de hortaliças de ciclo curto. De maneira semelhante, a Figura 2-B confirma a escassez de estudos sobre *A. pinnata* e feijão (*Phaseolus vulgaris*), reforçando a lacuna observada no rabanete e evidenciando, portanto, a urgência de investigar alternativas que reduzam a dependência de fertilizantes sintéticos. Em contraste, a Figura 2-C apresenta um número maior de estudos associando *Azolla* à fertilidade do solo e produtividade; entretanto, a falta de especificação da espécie e da cultura limita a aplicabilidade prática dos resultados. Ainda assim, tais dados oferecem bases científicas consistentes para direcionar futuras pesquisas, especialmente em cultivos como rabanete e feijão.



Figura 2. A) “*Azolla pinnata*” AND “*Raphanus sativus*” – ausência de estudos; B) “*Azolla pinnata*” AND “*Phaseolus vulgaris*”: poucas publicações; C) “*Azolla*” AND “soil fertility” AND “crop yield”: maior número de estudos, mas sem especificar espécie ou cultura. Dados das bases Scopus e Web of Science apontam lacunas e oportunidades de pesquisa.



Fonte: Autoras (2025).

4. Considerações finais

A análise bibliométrica revelou que, embora existam diversos estudos sobre *Azolla* em geral, há uma escassez significativa de pesquisas específicas sobre *A. pinnata* como biofertilizante para culturas como rabanete (*Raphanus sativus*) e feijão (*Phaseolus vulgaris*). Essa lacuna científica destaca a necessidade de investigações mais direcionadas sobre os efeitos agronômicos e ambientais dessa espécie em sistemas de cultivo sustentáveis.

Os resultados reforçam o potencial ainda subexplorado da *Azolla pinnata* como alternativa ecológica à adubação convencional, justificando novas pesquisas que avaliem seu impacto na produtividade, fertilidade do solo e redução de insumos sintéticos. Portanto, este estudo não apenas evidencia oportunidades importantes para o



avanço do conhecimento na área, mas também ressalta a relevância da *A. pinnata* para a agricultura sustentável.

Referências

- BOTELHO, L. L. R.; CUNHA, C. C. A.; MACEDO, M. (2011). O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. **Revista Eletrônica Gestão & Saúde**, 2(1), 18–26.
- BROUWER, P.; BRINKER, M.; KOUWENHOVEN, H.; DE VISSER, W.; VAN DER MEER, I. M.; FINKELSTEIN, R.; HUERLIMANN, R.; HUURDEMAN, M.; DE BOER, F. (2018). Growing Azolla to produce sustainable protein feed: the effect of differing species and CO₂ concentrations on biomass productivity and chemical composition. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 98(12), 4759–4768. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.8949>.
- FONTOLAN, M. F.; IAROZINSKI NETO, A. (2021). A bibliometria como ferramenta de avaliação científica: conceitos, métodos e aplicações. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, 19(2), 1–15.
- HANDAJANI, H. (2011). Optimization of nitrogen and phosphorus in Azolla growth as biofertilizer. **Journal of Sustainable Agriculture**, 5(2), 67–74.
- MARZOUK, S. H.; OSMAN, M. E. H.; MOHAMED, Z. A.; HUSSEIN, M. H.; ABDELAZIZ, A. A. (2023). *An overview of underutilized benefits derived from Azolla as a promising biofertilizer in lowland rice production*. **Heliyon**, 9, e13040. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13040>.
- PRITCHARD, A. (1969). *Statistical bibliography or bibliometrics*. **Journal of Documentation**, 25(4), 348–349.
- RUSCHEL, A. P. (1987). *Efeito sazonal sobre o desenvolvimento e fixação biológica de nitrogênio de diferentes espécies de Azolla*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 22(6), 559–565.
- RUSCHEL, A. P.; SILVEIRA FILHO, A.; SANTOS, A. B. dos; ZIMMERMANN, F. J. P. (1989). Pigmentação e composição mineral de diferentes espécies de Azolla. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 24(4), 431–436.

Agradecimentos

Agradeço à CAPES pelo apoio financeiro que tornou esta pesquisa possível e à Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), especialmente ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, pela oportunidade acadêmica e pela infraestrutura disponibilizada.



EVENTO HÍBRIDO | PRESENCIAL E ONLINE

SIMPÓSUL

IVSimpósio de
Pós-Graduação
do Sul do Brasil

01 A 03 DE SETEMBRO DE 2025

UFFS - CAMPUS REALEZA/PR
TRANSMISSÃO ONLINE YOUTUBE

