

APLICABILIDADE DA MACAMBIRA (*BROMELIA LACINIOSA* MART. EX SCHULT) COMO COAGULANTE DE LEITE: UMA ABORDAGEM BIBLIOMÉTRICA

APPLICABILITY OF MACAMBIRA (*BROMELIA LACINIOSA* MART. EX SCHULT) AS A MILK COAGULANT: A BIBLIOMETRIC APPROACH

DOI: 10.65747/conali2025v3c21

Jonathas Luiz de Sena Santos¹; Wellington Moreira da Silva²; Livia de Abreu Silva³; José Dilson Francisco da Silva⁴; Maria Aparecida de Melo Alves⁵

¹ Estudante do Curso de Tecnologia em Laticínios – Campus Satuba – INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS/IFAL; ² Estudante do Curso de Tecnologia em Laticínios – Campus Satuba – INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS/IFAL; ³ Estudante do Curso Médio Técnico Integrado em Agroindústria – Campus Satuba – INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS/IFAL; ⁴ Químico/Coorientador da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM; ⁵ Docente/Orientadora do Instituto Federal de Alagoas – Campus Satuba.

Contato: jlss19@aluno.ifal.edu.br

Resumo: A macambira (*Bromelia laciniosa* Mart. ex Schult.) é uma planta xerófila endêmica da região Nordeste, com diversidade de cores, tamanhos, hábitos e potencialidades de uso, sendo: ornamentais, cercas vivas, alimentícias, produção de fibras e enzimas. Este estudo objetivou realizar uma análise bibliométrica sobre a aplicabilidade da espécie como agente coagulante no leite bovino. Realizaram-se três buscas na base de dados Scopus, utilizando operadores booleanos aplicados às expressões: "*Bromelia laciniosa*" OR "*Macambira*", "*Bromelia laciniosa*" AND "*Milk*", e "*Bromelia laciniosa*" AND "*Milk*" OR "*Macambira*", as quais resultaram, respectivamente, em 4, 0 e 37 documentos. Após análise preliminar na própria Scopus (ano de publicação, áreas temáticas abordadas, origem e meios de divulgações dos documentos encontrados), apenas os 37 documentos foram submetidos à análise no *software* VOSviewer para geração de mapas (coautoria e Co-ocorrência de palavras-chaves). A compilação dos indicadores apresentou 166 autores e 666 palavras-chave. Observou-se a produção científica dos documentos encontrados (média de uma publicação por ano); no que se refere à coautoria, destaca-se que autor De Oliveira, A.P. apresenta maior número de ligações (27); em referência a Co-ocorrência apresenta ausência dos termos "coagulante" e "leite". Conclui-se, portanto, que, apesar das potencialidades da planta, estudos relacionados à sua aplicabilidade enzimática no leite bovino ainda são incipientes. Diante da lacuna identificada, esta revisão pode contribuir significativamente ao investigar o potencial da macambira como agente enzimático vegetal no leite bovino.

Palavras-chave: Análise bibliométrica; leite bovino; macambira; Scopus.

Abstract: Macambira (*Bromelia laciniosa* Mart. ex Schult.) is a xerophilous plant endemic to the Northeastern region of Brazil, exhibiting a wide range of colors, sizes, growth habits, and potential uses, including ornamental purposes, living fences, food, fiber production, and enzymes. This study aimed to conduct a bibliometric analysis of the applicability of the species as a coagulant agent in bovine milk. Three searches were performed in the Scopus database using Boolean operators applied to the expressions: "*Bromelia laciniosa*" OR "*Macambira*", "*Bromelia laciniosa*" AND "*Milk*", and "*Bromelia laciniosa*" AND "*Milk*" OR "*Macambira*", which resulted in 4, 0, and 37 documents, respectively. After a preliminary analysis in Scopus (publication year, thematic areas covered, origin, and publication channels of the documents), only the 37 documents were analyzed using the *VOSviewer software* for map generation (co-authorship and keyword co-occurrence). The compiled indicators revealed 166 authors and 666 keywords. The scientific output showed an average of one publication per year. Regarding co-authorship, the author De Oliveira, A.P. had the highest number of links (27); in terms of keyword co-occurrence, the terms "coagulant" and "milk" were absent. Therefore, it is concluded that, despite the potential of the plant, studies related to its enzymatic

applicability in bovine milk are still incipient. Given the identified gap, this review may significantly contribute by exploring the potential of macambira as a plant-based enzymatic coagulant in bovine milk.

Keywords: Bibliometric analysis; bovine milk; macambira; Scopus.

INTRODUÇÃO

A macambira (*Bromelia laciniosa* Mart. ex Schult.) é uma planta da família Bromeliaceae, a mesma do abacaxi (*Ananas comosus*). Seu fruto é uma baga tricarpelar, medindo entre 3 e 5 cm de comprimento e apresentando diâmetro variável de 10 a 20 mm. Quando madura, a baga adquire tons amarelados, enquanto sua estrutura principal e secundária pode apresentar coloração roxa ou vinho (1).

De acordo com (2), a família Bromeliaceae é composta de 79 gêneros e 3.672 espécies. Em suma, a espécie apresenta ampla diversidade de cores, tamanhos e hábitos, e possui diferentes potencialidades de uso, como aplicação ornamental, cercas vivas, alimentação, produção de fibras e enzimas (3,4). Apesar das potencialidades, estudos avaliando a aplicabilidade das enzimas presentes na macambira como fonte coagulante no leite são incipientes.

Estudos fitoquímicos expõem que a macambira possui elevada concentração de flavonoides, ausência de taninos e presença moderada de antocianinas (5). Além disso, testes de toxicidade aguda com extrato etanólico da planta realizados em camundongos não foram observadas alterações comportamentais e fisiológicas, nem a letalidade dos animais nas doses de 2,0 g/kg por via intraperitoneal, e de 5 g/kg por via oral, sugerindo baixa toxicidade e potencial para aplicações tecnológicas seguras (5).

Diante da lacuna de conhecimento científico sobre a utilização tecnológica da macambira, destaca-se a execução do projeto de pesquisa PVP1366, intitulado “Viabilidade tecnológica do fruto da macambira (*Bromelia laciniosa* Mart. ex Schult.) como agente coagulante no leite bovino”, conduzido pelo Instituto Federal de Alagoas (Campus Satuba), em parceria com a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

A coagulação do leite bovino envolve uma série de reações químicas. Especialmente na k-caseína, que sofre o processo de hidrólise, formando coalhada enquanto se desprende do soro líquido. As bactérias lácticas (BAL) presentes no meio, transformam a lactose em ácido láctico, diminuindo o pH e contribuindo para a formação da coalhada (6). Tradicionalmente são utilizadas enzimas de origem animal (quimosina ou/e pepsina) para acelerar a reação e produzir diversos queijos (7,8).

No entanto, devido a crescente adoção de dietas vegetarianas e veganas, aliada a preocupações éticas e ambientais, tem-se buscado por alternativas aos coagulantes convencionais (9), impulsionando o uso de enzima microbianas, recombinantes e vegetais (6). É importante salientar que, embora conservantes microbianos e sintéticos sejam amplamente utilizados, o

mercado consumidor tem demonstrado uma demanda crescente por alternativas naturais, devido aos seus benefícios à saúde, compostos bioativos e sustentáveis (10).

A utilização de enzimas de origem vegetal como agente coagulante do leite bovino, torna-se uma alternativa promissora, visto que são produzidas a partir de recursos naturais e viabilizam uma opção em relação ao coagulante de origem animal (11). Portanto, a exploração destas alternativas pode contribuir com a sustentabilidade na indústria de laticínios (12) ao reduzir significativamente a dependência de coagulantes de origem animal.

De acordo com (13), testes com coagulantes vegetais extraídos de plantas nativas e exóticas do Nordeste apresentaram resultados promissores, demonstrando ação coagulante no leite de cabra e bovino. Diversas pesquisas já abordaram o uso de coagulantes vegetais como substitutos parciais ou integrais de enzimas animais (14,15,16), destacando o interesse por alternativas sustentáveis de coagulantes naturais.

Este estudo tem como objetivo realizar uma análise bibliométrica sobre o uso da macambira (*Bromelia laciniosa* Mart. ex Schult.) como agente enzimático na coagulação do leite.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia adotada nesta pesquisa baseou-se em uma abordagem quanti-qualitativa (17), com análises realizadas na base de dados Scopus e uma revisão bibliométrica voltada ao mapeamento científico das aplicações do objeto de estudo, por meio do *software* VOSviewer (versão 1.6.20.0).

BASE DE DADOS SCOPUS

Através do Portal de Periódicos da CAPES, realizou-se uma busca na base de dados Scopus no mês de fevereiro/2025. Como estratégia, utilizaram-se *strings* de busca combinando os descritores "*Bromelia laciniosa*", "*Milk*" e "*Macambira*" com operadores booleanos (Quadro 1).

Quadro 1 - *String* de busca.

"Bromelia laciniosa" AND "Milk" OR "Macambira"

"Bromelia laciniosa" AND "Milk"

"Bromelia laciniosa" OR "Macambira"

Fonte: Autores, 2025.

Posteriormente, na própria base de dados, foram realizadas as seguintes análises: ano de publicação, áreas temáticas abordadas, origem (país ou território), afiliação, meios de divulgação e fomentadores dos documentos encontrados.

ANÁLISES REALIZADAS NO SOFTWARE VOSVIEWER

Após a análise dos dados disponíveis na base Scopus, estes foram exportados em formato CSV para o *software* VOSviewer (versão 1.6.20.0), utilizando os filtros e critérios descritos na Tabela 1. Essa etapa possibilitou a criação de mapas de rede de coautoria e de coocorrência de palavras-chave.

Tabela 1 - Filtros aplicados à base de dados Scopus na etapa de mapeamento científico da literatura sobre a macambira.

Filtros	Critérios
Número mínimo de documentos de um autor	1 documento por autor
Número mínimo de ocorrências de uma palavra-chave	2 ocorrências de palavras-chave

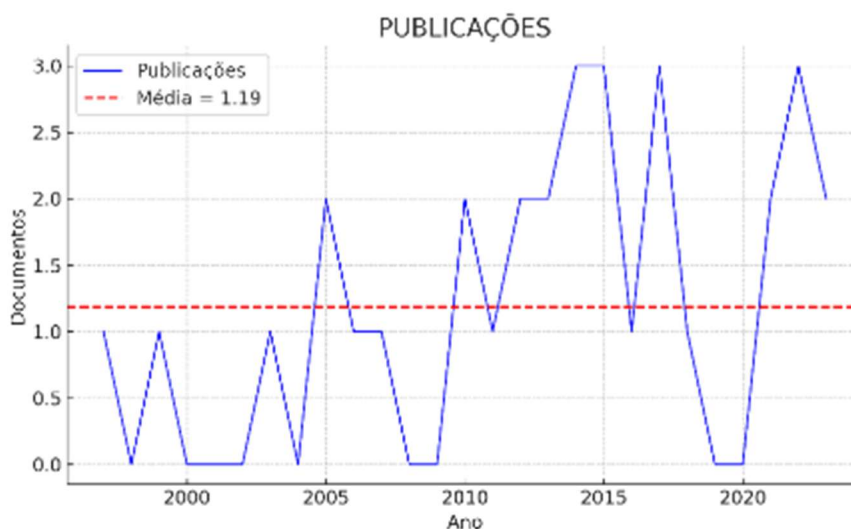
Fonte: Autores, 2025.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira descrição da pesquisa, fornecida pela base Scopus, apresenta importantes informações sobre as buscas efetuadas. Nota-se que a busca pelos termos "*Bromelia laciniosa*" AND "*Milk*" não resultou em documentos encontrados, o que evidencia a escassez de publicações relacionadas à aplicação enzimática da espécie no leite. Já a busca com os termos "*Bromelia laciniosa*" AND "*Milk*" OR "*Macambira*" resultou em apenas quatro documentos, ainda assim, estes não apresentaram correspondência com objetivo pesquisado.

Com relação a busca "*Bromelia laciniosa*" OR "*Macambira*", em termos de análise de resultados, foram acordados 37 documentos no intervalo considerado (1997-2024). Considerando a média de 1 documento publicado por ano, os dados apresentam um baixo número de publicações em relação ao tema abordado (Figura 1).

Figura 1 - Distribuição temporal das publicações científicas sobre macambira (*Bromelia laciniosa*) indexadas na base de dados Scopus no período de 1997 a 2024.



Fonte: Scopus, 2025.

Em relação às áreas temáticas, destaca-se Ciências Agrárias e Biológicas (26%), Bioquímica, Genética e Biologia Molecular (14%), intrinsecamente a macambira também está presente na área alimentícia, como destaca o autor (5), Ciência dos Materiais (12%) e Farmacologia, Toxicologia e Farmacêutica (10%). Denota-se que a área de Ciências Agrárias e Biológicas é a mais abordada (Figura 2), uma vez que a macambira é amplamente utilizada na alimentação animal e na implementação de cercas vivas (2).

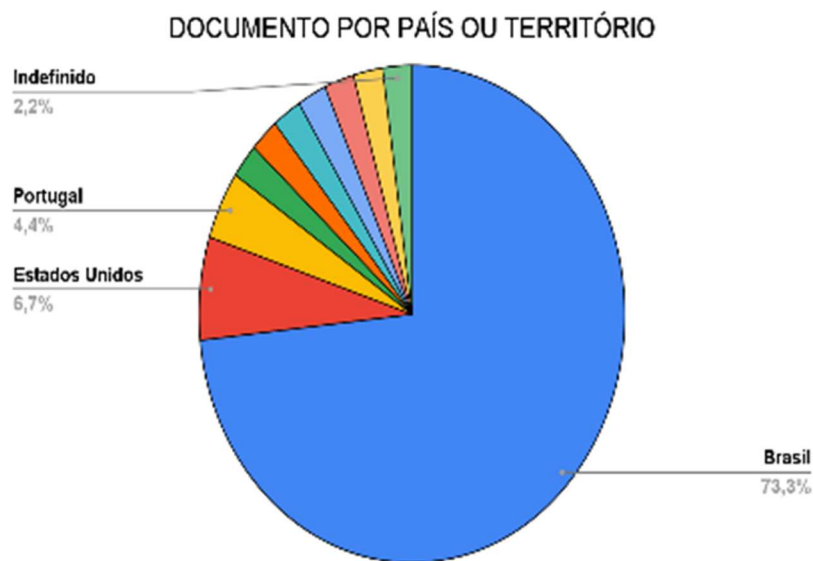
Figura 2 – Distribuição percentual das publicações sobre macambira (*Bromelia laciniosa*) por áreas do conhecimento, segundo classificação da base de dados Scopus.



Fonte: Scopus, 2025.

Dos artigos identificados, 73,3% dos documentos encontrados apresentaram origem brasileira (Figura 3), visto que se trata de uma planta endêmica da região Nordeste do Brasil. Esta planta ocorre principalmente na região da Caatinga ou em áreas de transição com a Mata Atlântica e o Cerrado, além de áreas de restinga (19). No entanto, Portugal (4,4%), Estados Unidos (6,7%), e 2,2% para todos os outros (China, Cuba, Alemanha, Hungria, Noruega e Reino Unido), destacando o interesse internacional na temática em questão.

Figura 3 – Origem geográfica das publicações indexadas sobre *Bromelia laciniosa*, segundo dados extraídos da base Scopus.



Fonte: Scopus, 2025.

A compilação dos indicadores relacionados à distribuição institucional das publicações apontou uma predominância significativa de universidades localizadas na região Nordeste do Brasil. Dentre as 10 instituições com maior número de documentos publicados, 80% pertencem a essa região. A Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) destacou-se com o maior número de documentos (n=8), conforme apresentado na (Tabela 2). No entanto, a presença da Universidade de São Paulo (USP), localizada na região Sudeste, com 3 documentos encontrados aponta para uma possível colaboração inter-regional ou interesse transversal na temática abordada. Complementarmente, foi observado o quantitativo de dois trabalhos ligados à Universidade do Porto (Portugal), isso indica que, independentemente do estudo estar concentrado no Nordeste, o tema também atrai o interesse em instituições de outras regiões do Brasil, assim como em universidades estrangeiras.

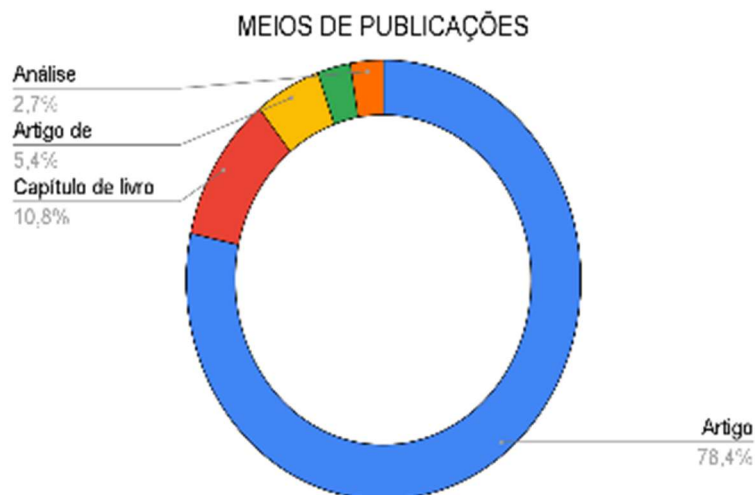
Tabela 2 – Distribuição das instituições ligadas às publicações sobre *Bromelia laciniosa*, segundo número de documentos e região.

Universidades	Número de documentos (n)	Regiões
Universidade Federal do Vale do São Francisco	8	Nordeste
Universidade Federal do Rio Grande do Norte	6	Nordeste
Universidade Federal de Pernambuco	6	Nordeste
Universidade Federal de Campina Grande	5	Nordeste
Universidade Federal Rural de Pernambuco	3	Nordeste
Universidade de São Paulo	3	Sudeste
Universidade Federal da Bahia	3	Nordeste
Universidade Estadual de Feira de Santana	3	Nordeste
Universidade Federal do Ceará	3	Nordeste
Universidade do Porto	2	Europa / Portugal

Fonte: Scopus, 2025.

Entre os meios de publicações utilizados, destaca-se que a maior parte dos trabalhos foram publicados na forma de artigos científicos (78,4%), evidenciando a preferência da comunidade acadêmica por esse formato, considerando sua ampla acessibilidade em periódicos indexados e sua relevância para a disseminação de conhecimento validado por pares. Em seguida, capítulos de livros (10,8%), enquanto artigos de conferências representam 5,4%. A baixa representatividade de outros formatos, como análises (Figura 4) reflete uma menor utilização dessas abordagens dentro do contexto pesquisado.

Figura 4 - Métodos de divulgação científica dos documentos encontrados através da Scopus.



Fonte: Scopus, 2025.

No que se refere aos fomentadores dos documentos analisados, observa-se que a maior parte dos financiamentos é provindo de órgãos federais. Destacando-se, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) com financiamento de sete publicações, enquanto o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) apoiou seis. Ambas as instituições são amplamente reconhecidas como os principais órgãos financiadores da pesquisa científica no Brasil. Esses dados evidenciam um investimento significativo em estudos mais estruturados e aprofundados sobre a *Bromelia laciniosa*. Ressalta-se, ainda, a participação de outros órgãos de fomento, também elencados na Tabela 3.

Tabela 3 – Órgãos, fundações e universidades fomentadoras das publicações a partir dos buscadores analisados na Scopus.

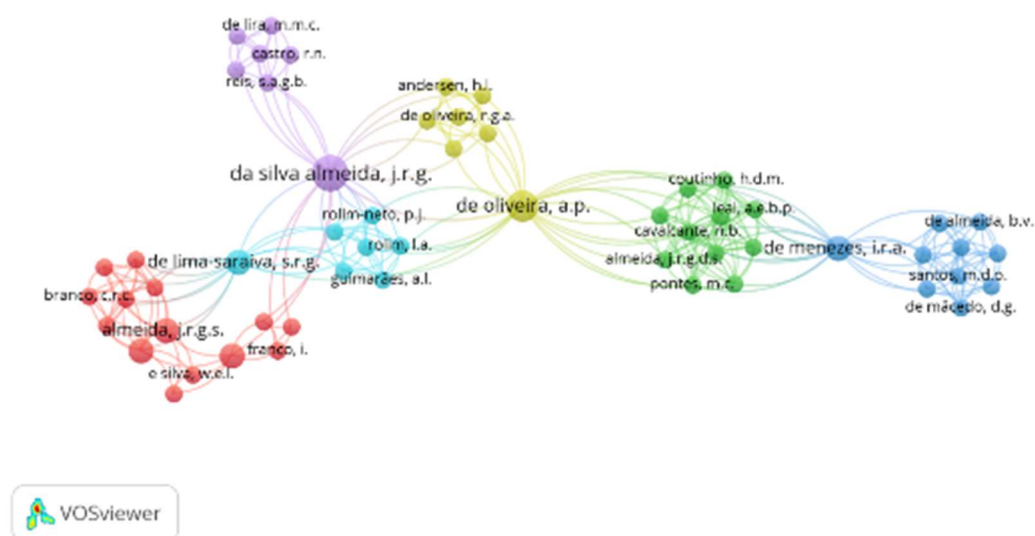
Fomentadores	Número financiados	de	documentos
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)		7	
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)		6	
Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE)		2	
Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP)		1	

Fundação Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF)	1
Governo do Brasil	1
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)	1
Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)	1
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)	1
Universidade de Bergen (Noruega)	1

Fonte: Autores, 2025.

A análise realizada no *software* VOSviewer identificou um total de 166 autores. Ao verificar as redes de coautoria no VOSviewer, considerando um número mínimo de um autor, resultou em: 56 itens, 6 grupos e 264 ligações totais. O autor De Oliveira, A.P. apresenta o maior número de ligações (27 ligações em 3 documentos), respectivamente Da Silva Almeida, J.R.G (25 / 4); De Menezes, I.R.A. (21 / 2); e De Lima-Saraiva, S.R.G. (16 / 2). Estes autores se destacam por apresentarem as maiores esferas, indicando um maior número de ligações e a forte interligação entre diferentes grupos. Entretanto, o autor De Oliveira, A.P. é visualizado como o principal autor entre todas as ligações (Figura 5).

Figura 5 – Rede de colaboração entre autores com publicações sobre *Bromelia laciniosa*, elaborada no *software* VOSviewer a partir de dados da Scopus.

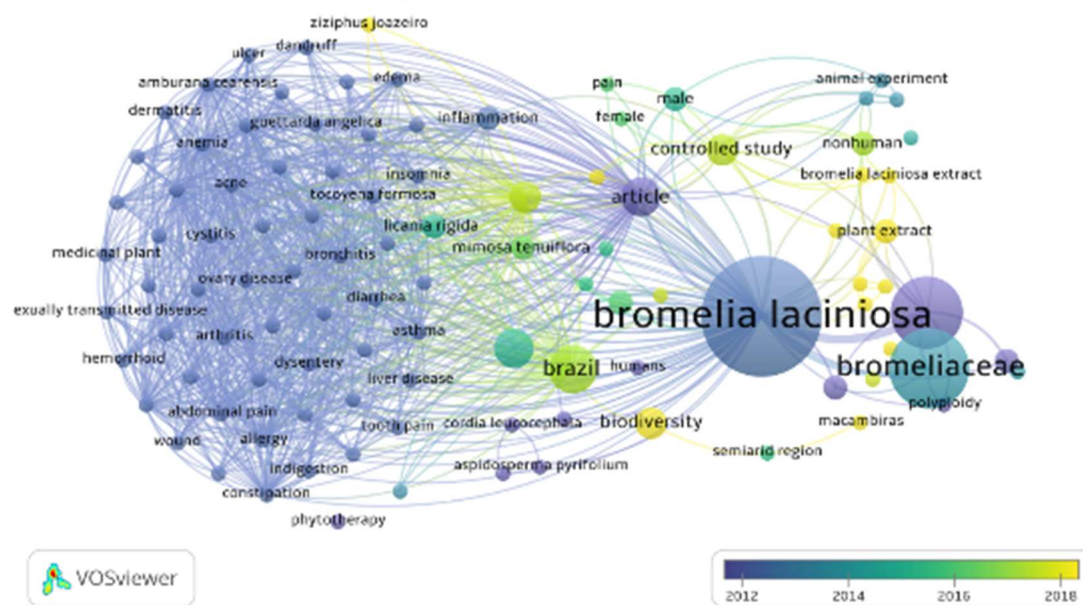


Fontes: Autores, 2025.

Em relação às cores das esferas vistas anteriormente, observa-se que o grupo identificado pela cor vermelha é composto por 14 itens, sendo considerado o primeiro entre os seis grupos restantes. De acordo com (20) quanto mais itens relacionados a um agrupamento, mais viva será a cor, assim, cores quentes (vermelho, laranja, amarelo) indicam alta densidade em relação às frias (azul, violeta e verde).

A respeito da Co-ocorrência de palavras-chave com um número mínimo de duas ocorrências, resultou em 104 itens, 3 grupos e 5624 ligações totais. Entretanto, mesmo apresentando 666 palavras-chave, os termos “coagulante” e “leite” não foram apresentados/estudados, fortalecendo a lacuna abordada. No entanto, a partir do ano de 2018 (esferas amarelas), observou-se a emergência dos termos “*biodiversity*” e “*plant extract*”, indicando um possível interesse crescente no uso da macambira como fonte de sustentabilidade (Figura 6).

Figura 6 – Visualização da coocorrência de termos em publicações sobre *Bromelia laciniosa*, segundo análise e geração de gráficos a partir do *software* VOSviewer.



Fonte: Autores, 2025.

CONCLUSÕES

Conclui-se, portanto, que, apesar das diversas potencialidades da macambira, o número de documentos encontrados nas buscas realizadas foi inferior a 50, o que evidencia a escassez de estudos científicos sobre a mesma. Embora a planta seja endêmica da região Nordeste do Brasil, países como Portugal e Estados Unidos se fazem presentes nos documentos analisados, o que demonstra interesse internacional e rede de coautoria. Os mapas gerados pelo *software* VOSviewer reforçaram a ausência de palavras-chave ligadas ao uso da planta como agente enzimático no leite

bovino, o que reforça a lacuna identificada e ressalta a necessidade de pesquisas mais direcionadas sobre esse potencial biotecnológico da *Bromelia Laciniosa* Mart. ex Scult.

AGRADECIMENTOS

A Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação (PRPPI) do Instituto Federal de Alagoas pelo fomento; ao Instituto Federal de Alagoas Campus Satuba por ofertar estrutura e condições necessárias para o desenvolvimento das atividades de pesquisas; a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) pela colaboração e parceria.

REFERÊNCIAS

1. Dutra AS, Teófilo EM, Medeiros Filho S. Germinação de sementes de macambira (*Bromelia laciniosa* Mart. ex Schult). *Rev Caatinga*. 2010;23(2):12–7.
2. De Souza EH, et al. Macambiras, the most northeastern of the xerophiles: taxonomy, distribution and potential. *Rev Macambira*. 2021;5(1):e051005.
3. Leme EMC, Marigo LC. *Bromélias na natureza*. Rio de Janeiro: Marigo Comunicações Visuais; 1993. 183 p.
4. Benzing DH. *Bromeliaceae: profile of an adaptive radiation*. Cambridge: University Press; 2000. 290 p.
5. Saraiva RGL. Efeito antinociceptivo de espécies de Bromeliaceae nativas da Caatinga: um estudo comparativo (dissertação). Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2012 (cited 2025 Jun 26). Available from: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/3668>
6. Tesfaw AT, et al. Exploring cheese production enzymes from various plants as an alternative to calf rennet. *Discov Food*. 2024;4(1):1–10.
7. Liu X, et al. Advances in research on calf rennet substitutes and their effects on cheese quality. *Food Res Int*. 2021 Nov;149:110704.
8. De Jesus JC. Caracterização de coagulante vegetal obtido da flor da alcachofra (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus* L.) e sua influência na produção e maturação do queijo (tese). Vitória da Conquista (BA): Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia; 2023 (cited 2025 Jun 26). Available from: <https://www2.uesb.br/ppg/ppgecal/wp-content/uploads/2023/05/JOSANE-CARDIM-DE-JESUS.pdf>
9. Akinloye AM, Adewumi OO. Effects of local coagulants on the yield of cheese using cow and sheep milk. *Int J Dev Sustain*. 2014;3(1):150–61.
10. Ritota M, Manzi P. Natural preservatives from plant in cheese making. *Animals*. 2020;10(4):749.
11. Litrenta F, et al. The identification of potential nutritional and sensory markers for the authentication of an innovative Canestrato cheese based on plant-derived rennet. *Dairy*. 2024;5(4):828–41.
12. Alvarenga J, et al. A importância da gestão da cadeia de suprimentos na estratégia de sustentabilidade na indústria alimentícia. 2023.

13. Egito AS, Mota AC, Mota MF, Ximenes AV, Rodrigues RC. Identificação de enzimas vegetais com atividade coagulante sobre o leite para a possível utilização na fabricação de queijos de cabra. In: Encontro de Iniciação à Pesquisa; 1996; Fortaleza, Brasil. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará; 1996. p. 933.
14. Almeida CM, Simões I. Cardoon-based rennets for cheese production. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2018;102:4675–86.
15. Ben Amira A, et al. Milk-clotting properties of plant rennets and their enzymatic, rheological, and sensory role in cheese making: a review. *Int J Food Prop*. 2017;20(Suppl 1):S76–93.
16. Rincón AA, et al. Influence of vegetable coagulant and ripening time on the lipolytic and sensory profile of cheeses made with raw goat milk from Canary breeds. *Food Sci Technol Int*. 2017;23(3):254–64.
17. Adetunji VO, Salawu OT. West African soft cheese ‘wara’ processed with *Calotropis procera* and *Carica papaya*: a comparative assessment of nutritional values. *Afr J Biotechnol*. 2008;7(18).
18. Da Rocha SD, Medeiros RL, Mafra RZ. Revisão bibliométrica e mapeamento científico utilizando o *software* VOSviewer® das espécies *Phyllanthus niruri*, *Lippia alba*, *Carapa guianensis* e *Theobroma cacao*. *Cad Prospecção*. 2024;17(4):1143–64.
19. De Souza EH, et al. Macambiras and sympatric species of Serra do Jatobá, Milagres, Bahia, Brazil. *Rev Macambira*. 2021;5(2):e052001.
20. Luiz IC. *VOSviewer: tutorial para iniciantes* (e-book). Santa Catarina: Fundação Universidade do Estado de Santa Catarina; 2022.