

BIOPRODUTOS CICATRIZANTES A PARTIR DA CASCA DA BANANA VERDE (*MUSA SPP.*): ANÁLISE INTEGRATIVA DE PROPRIEDADES TERAPÊUTICAS E VIABILIDADE ECONÔMICA

Autores

Giovana Almeida Miranda Delavi¹

Maria Beatriz Godoy Silva Sampaio²

Bruno Guedes Fonseca³

Resumo

O aumento da expectativa de vida e a alta incidência de doenças crônicas têm contribuído para o crescimento de lesões cutâneas complexas, sobretudo em populações vulneráveis. Apesar da existência de tecnologias terapêuticas eficazes, seus custos limitam o uso no Sistema Único de Saúde, o que impulsiona a busca por alternativas sustentáveis. A casca da banana verde (*Musa spp.*) destaca-se como subproduto vegetal rico em compostos fenólicos, flavonoides e taninos, com propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e cicatrizantes. Esta revisão integrativa objetivou identificar, avaliar criticamente e sintetizar as evidências científicas disponíveis entre 2015 e 2025 sobre a aplicação da casca de banana no tratamento de feridas cutâneas, considerando também sua viabilidade biotecnológica e econômica. Foram incluídos 32 estudos originais, com acesso aberto e revisão por pares, obtidos nas bases CAPES, LILACS e SciELO, em português, inglês e espanhol. Os resultados demonstram elevado potencial terapêutico e farmacotécnico, embora existam limitações como escassez de ensaios clínicos, ausência de padronização fitoquímica e poucas análises toxicológicas. A aplicação do instrumento JBI permitiu classificar os estudos em três níveis de qualidade metodológica: alta (31,3%), moderada (53,1%) e baixa (15,6%). Conclui-se que a casca da banana verde se apresenta como insumo promissor, mas sua inserção clínica requer validação científica mais robusta.

Palavras-chave: Cicatrização de feridas. Fitoterapia. Extratos de plantas. Atividade biológica. Custos em saúde.

*HEALING BIOPRODUCTS FROM GREEN BANANA PEEL (*MUSA SPP.*): INTEGRATIVE ANALYSIS OF THERAPEUTIC PROPERTIES AND ECONOMIC VIABILITY*

Abstract

*The rise in life expectancy and the high prevalence of chronic conditions have contributed to an increased incidence of complex skin wounds, especially in socially vulnerable populations. Although advanced wound care technologies are available, their high costs hinder widespread adoption within public health systems, such as Brazil's Unified Health System (SUS). In this context, the green banana peel (*Musa spp.*) has gained attention as a plant-based by-product rich in phenolic compounds, flavonoids, and tannins, exhibiting antioxidant, anti-inflammatory, and wound-healing properties. This integrative review aimed to identify, critically evaluate, and synthesize scientific evidence published between 2015 and 2025 on the use of green banana peel for skin wound treatment, as well as its biotechnological and economic viability. A total of 32 peer-reviewed open-access studies were included, retrieved from CAPES, LILACS, and SciELO databases in Portuguese, English, and*

¹ Graduação em Farmácia pelo Centro Universitário Teresa D'Ávila – Unifatea. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-1613-3129>

² Graduação em Farmácia pelo Centro Universitário Teresa D'Ávila – Unifatea. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2241-8334>

³ Doutorado em Ciências - Biotecnologia Industrial pela Escola de Engenharia de Lorena - Universidade de São Paulo - EEL/USP, docente no Programa de Mestrado Profissional em Design, Tecnologia e Inovação pelo Centro Universitário Teresa D'Ávila – Unifatea e Coordenador do Curso de Farmácia pelo Unifatea. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4382-2250>

Spanish. Findings demonstrate considerable therapeutic and pharmacotechnical potential, though significant limitations persist, such as a lack of clinical trials, inadequate standardization of extraction methods, and insufficient toxicological assessments. The application of Joanna Briggs Institute (JBI) appraisal tools revealed that 31.3% of studies showed high methodological quality, 53.1% moderate quality, and 15.6% low quality. While green banana peel is a promising candidate for the development of sustainable wound care products, its effective clinical integration depends on more robust scientific validation.

Keywords: Wound Healing. Phytotherapy. Plant Extracts. Biological Activities. Health Care Costs.

INTRODUÇÃO

As lesões cutâneas crônicas e de difícil cicatrização representam um desafio crescente aos sistemas de saúde, impulsionado pelo envelhecimento populacional e pela alta prevalência de doenças crônicas não transmissíveis. Estima-se que acometam de 1% a 2% da população mundial, com maior incidência entre idosos, diabéticos, acamados e indivíduos com insuficiência vascular (Valente; Lopes; Paula, 2023). No Brasil, quadros como úlceras por pressão, lesões venosas e pé diabético são frequentes nos serviços de atenção primária e hospitalar, gerando sobrecarga significativa ao Sistema Único de Saúde – SUS (Ruiz; Lima, 2022; Valente; Lopes; Paula, 2023).

Além dos impactos clínicos, as feridas comprometem a qualidade de vida dos pacientes, restringindo a mobilidade, gerando dor crônica, infecções recorrentes e afastamentos prolongados. O tratamento pode consumir de 2% a 4% dos orçamentos públicos em países de renda média e alta (Cortez *et al.*, 2019). No Brasil, os custos por paciente podem ultrapassar R\$ 8.000 ao ano, sobretudo quando há internações ou complicações infecciosas, considerando-se tanto despesas diretas quanto indiretas, como perda de produtividade e sobrecarga familiar (Do Nascimento Filho *et al.*, 2023; Noal; Lima, 2023).

A cicatrização da pele é um processo multifásico, envolvendo a hemostasia, inflamação, proliferação e remodelação. Fatores como infecções, biofilmes, diabetes, desnutrição, hipóxia, doenças autoimunes e uso de fármacos podem interromper esse ciclo, perpetuando a inflamação e impedindo a reepitelização (Valente; Lopes; Paula, 2023; Almeida *et al.*, 2024).

Apesar dos avanços em biomateriais, os curativos de alta performance como filmes com nanopartículas, membranas bioativas e formulações com prata ainda são inacessíveis à maioria dos usuários do SUS. Tal realidade é agravada pelo subfinanciamento, carga tributária elevada sobre insumos médicos, escassez de fornecedores nacionais e falta de diretrizes clínicas padronizadas (Macêdo *et al.*, 2021; Ortegá, 2023). Nesse contexto,

estratégias terapêuticas baseadas em resíduos vegetais e fitocomplexos naturais surgem como alternativas viáveis, sustentáveis e de baixo custo.

Entre os insumos de origem vegetal, destaca-se a casca da banana verde (*Musa* spp.), subproduto rico em flavonoides, taninos, fitoesteróis, carotenoides, ácidos fenólicos e graxos de cadeia média (Hong *et al.*, 2023; Islam *et al.*, 2023). Esses compostos apresentam propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, antimicrobianas e regenerativas, tornando a casca uma candidata promissora para formulações cicatrizantes (Zang *et al.*, 2022; Hong *et al.*, 2023; Islam *et al.*, 2023). Sua valorização também representa uma prática compatível com os fundamentos da economia circular, ao viabilizar sua inserção em cadeias produtivas farmacêuticas, cosméticas e nutraceuticas (Rojas; Rodríguez-Barona; Montoya, 2019; Quoc, 2022).

A casca da banana verde apresenta um perfil fitoquímico rico em compostos bioativos com reconhecida atividade farmacológica, como flavonoides e ácidos fenólicos (Laeliocattley *et al.*, 2018; Zhang *et al.*, 2022; Islam *et al.*, 2023). Diversos estudos têm adotado técnicas variadas de extração desses metabólitos, desde métodos convencionais até abordagens emergentes, com vistas à maximização do rendimento e à sustentabilidade do processo (Chaudhry *et al.*, 2022; Athanasiadis *et al.*, 2023). Do ponto de vista farmacotécnico, os extratos vêm sendo incorporados em formulações tópicas, com resultados promissores quanto à estabilidade físico-química e à atividade antimicrobiana (Franco *et al.*, 2017; Ferreira *et al.*, 2022; Rizka, 2022; Quoc, 2022). No campo experimental, evidências pré-clínicas indicam efeitos cicatrizantes relevantes, como aceleração da reepitelização, aumento na deposição de colágeno e estímulo à regeneração tecidual (Atzingen *et al.*, 2015; Putra; Lutfiyati; Pribadi, 2017; Cheng *et al.*, 2020; Munir *et al.*, 2023). Em estudo clínico, Da Silva *et al.* (2021) também demonstraram benefícios em aplicações tópicas, reforçando o potencial translacional do insumo.

Diante desse panorama, torna-se imprescindível reunir, classificar criticamente e sistematizar as evidências científicas disponíveis entre 2015 e 2025 sobre o uso da casca da banana verde (*Musa* spp.) no tratamento de lesões cutâneas, abordando seus efeitos cicatrizantes, propriedades antioxidantes, potencial biotecnológico e viabilidade econômica para formulações sustentáveis. Essa análise integrativa permitirá compreender o estágio atual do conhecimento, identificar lacunas metodológicas e orientar futuras investigações voltadas ao aproveitamento terapêutico, econômico e ambiental desse recurso vegetal abundante, acessível e negligenciado.

2 METODOLOGIA

2.1 Tipo e desenho do estudo

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, segundo o delineamento proposto por Whitemore e Knafl (2005) e complementado por Mendes, Silveira e Galvão (2008), com abordagem qualitativa, cujo objetivo foi reunir, sistematizar e analisar criticamente as evidências científicas publicadas entre 2015 e 2025 sobre o uso da casca da banana verde (*Musa spp.*) no tratamento de lesões cutâneas. Foram consideradas suas propriedades cicatrizantes, antioxidantes, anti-inflamatórias, antimicrobianas, fitoquímicas, bem como sua viabilidade econômica para aplicação em protocolos terapêuticos e clínicos.

2.2 Bases de dados e período

Foram selecionadas as bases Periódicos CAPES, LILACS e SciELO por sua representatividade nas áreas da saúde, ciências farmacêuticas e biotecnologia, bem como por sua compatibilidade temática com o objeto da revisão. O recorte temporal adotado foi de janeiro de 2015 a junho de 2025. Os critérios de inclusão abrangeram apenas estudos de acesso aberto, revisados por pares e com relevância metodológica comprovada.

2.3 Estratégia de busca e definição dos descritores

A estratégia de busca foi construída com base em quatro grupos temáticos de descritores, definidos a partir dos eixos analíticos da pergunta de pesquisa e da natureza multidimensional do objeto de estudo:

- Grupo A – Objeto do estudo: casca de banana verde.
- Grupo B – Aplicação clínica: lesões cutâneas, cicatrização, epitelização.
- Grupo C – Propriedades bioativas: antioxidante, anti-inflamatório, antimicrobiano, flavonoides, compostos fenólicos.
- Grupo D – Aplicabilidade biotecnológica e econômica: formulação farmacêutica, viabilidade econômica, curativos.

Os termos foram combinados por OR dentro de cada grupo e por AND entre grupos, aplicados aos campos de título, resumo e palavras-chave, nos idiomas português, inglês e espanhol.

Foram adotadas três abordagens combinatórias:

- Duplas entre grupos com o grupo A (A + B, A + C, A + D), por este representar o núcleo central da investigação;

- Uma combinação quádrupla (A + B + C + D), considerada a mais sensível e específica;
- Exclusão das tríades, uma vez que, nos testes-piloto, não ampliaram significativamente a qualidade ou relevância dos resultados obtidos.

Os testes-piloto permitiram o refinamento dos descritores, a identificação de redundâncias temáticas e a seleção das estratégias mais aderentes à pergunta de pesquisa. As decisões foram tomadas por consenso entre os revisores, com base em critérios de pertinência, especificidade e consistência dos registros recuperados. A lista completa dos descritores utilizados, por idioma e eixo temático, está disponível no Apêndice A.

2.4 Critérios de inclusão e exclusão

Foram incluídos artigos originais, de acesso aberto, revisados por pares, publicados entre 2015 e 2025, nos idiomas português, inglês ou espanhol, que abordassem o uso da casca da banana verde em lesões cutâneas, suas propriedades bioativas ou sua aplicabilidade econômica e biotecnológica.

Foram excluídos trabalhos duplicados, revisões, editoriais, cartas, eventos, teses, dissertações, livros, capítulos, estudos com foco exclusivamente nutricional, agrícola ou químico, além daqueles com metodologia ausente ou irrelevante.

2.5 Procedimento de triagem e seleção

Os resultados foram exportados para planilhas eletrônicas e passaram por exclusão de duplicatas. Em seguida, foi realizada a leitura de títulos, palavras-chave e resumos com base nos seguintes critérios:

- Alinhamento com a temática da casca da banana verde e propriedades terapêuticas;
- Exclusão de estudos com foco nutricional, agrícola, químico ou alimentar;
- Verificação preliminar do tipo de estudo (artigo original).

Os estudos elegíveis foram lidos na íntegra pelos revisores, com divergências resolvidas por consenso e devidamente registradas.

2.5.1 Fluxo de seleção dos estudos

O processo de seleção dos estudos seguiu as diretrizes de Kitchenham (2007), adaptadas às etapas de revisão integrativa, envolvendo identificação, triagem, avaliação de elegibilidade e inclusão final. Inicialmente, 21.344 registros foram recuperados nas bases

CAPES, LILACS e SciELO, passando por remoção de duplicatas, leitura de títulos/resumos e análise do texto completo.

O percurso de seleção dos estudos foi estruturado conforme os princípios do protocolo de revisão sistemática proposto por Kitchenham (2007), adaptado para revisões integrativas. O Quadro 1 sintetiza as quatro etapas principais: identificação, triagem, elegibilidade e inclusão, detalhando os quantitativos em cada fase e os critérios de exclusão aplicados durante a leitura integral.

Quadro 1 – Etapas de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos na revisão integrativa (2015–2025), com base no protocolo de Kitchenham (2007).

IDENTIFICAÇÃO	
Artigos identificados nas bases de dados (n = 21.344)	• CAPES (n = 21.287) • LILACS (n = 37) • SciELO (n = 20)
Registros após remoção de duplicatas (n = 540)	
TRIAGEM	
Registros triados por título, resumo e palavras-chave (n = 540)	
Registros excluídos por inadequação temática, tipo de publicação ou ausência de dados relevantes (n = 453)	
ELEGIBILIDADE	
Artigos avaliados na íntegra para elegibilidade (n = 87)	
Artigos excluídos após leitura completa (n = 55)	• ausência de foco em lesões cutâneas (n = 22), • dados fitoquímicos sem relevância terapêutica (n = 13), • metodologia inconsistente ou incompleta (n = 11), • texto incompleto ou inacessível (n = 9)
INCLUSÃO	
Estudos incluídos na síntese qualitativa final (n = 32)	

Fonte: Elaborado pelos autores (2025). Adaptação do modelo PRISMA para revisões integrativas, conforme Kitchenham (2007). As categorias seguem as etapas de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão, com exclusões baseadas nos critérios estabelecidos nos itens 2.4 e 2.5 desta seção.

2.6 Análise dos dados

Os artigos incluídos foram submetidos à análise qualitativa, considerando os seguintes aspectos:

- Tipo e rigor metodológico;
- Formulação utilizada (gel, membrana, extrato etc.);
- Compostos bioativos investigados (flavonoides, taninos, fenóis etc.);
- Efeitos relatados (cicatrização, propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, antimicrobianas);
- Potencial biotecnológico e viabilidade econômica.

2.7 Avaliação de qualidade dos estudos

Para assegurar maior rigor metodológico, foi aplicada a escala de avaliação crítica do Joanna Briggs Institute (JBI), com checklists adaptadas ao delineamento metodológico de cada estudo (Joanna Briggs Institute, 2020). Os critérios avaliados incluíram aspectos como clareza dos objetivos, presença de grupo controle, avaliação cega dos desfechos e conformidade ética, com variação no número total de itens conforme o tipo de estudo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Perfil dos estudos incluídos

A estratégia de busca estruturada nas bases LILACS, CAPES e SciELO, com uso de descritores em português, inglês e espanhol, resultou em 21.344 registros brutos, antes da aplicação de filtros. As combinações respeitaram os eixos definidos na metodologia, abrangendo: (A) casca da banana verde; (B) aplicação clínica em lesões cutâneas; (C) propriedades bioativas; e (D) aplicabilidade biotecnológica e econômica.

A Tabela 1 apresenta a produção científica inicialmente recuperada e os estudos incluídos após triagem, organizados por base de dados, idioma e combinação temática. Observou-se volume expressivo de registros nas buscas em inglês.

Tabela 1 – Produção científica recuperada e incluída por base de dados e combinação temática (2015–2025).

Combinação de descritores	Idioma	Recuperados			Incluídos		
		CAPES	LILACS	SCIELO	CAPES	LILACS	SCIELO
A + B	PT	213	2	1	0	1	1
A + B	EN	4.983	8	3	29	3	2
A + B	ES	60	0	0	0	0	0
A + C	PT	213	5	3	0	0	0
A + C	EN	4.983	16	8	12	2	0
A + C	ES	60	5	5	0	0	0
A + D	PT	213	0	0	0	0	0
A + D	EN	4.983	0	0	8	0	0
A + D	ES	60	1	0	1	0	0
A + B + C + D	PT	213	0	0	0	0	0
A + B + C + D	EN	4.983	0	0	13	0	0
A + B + C + D	ES	60	0	0	0	0	0
Total por base		21.287	37	20	63	6	3

Fonte: Elaborado pelos autores (2025). Registros recuperados correspondem ao total bruto obtido por combinação temática e idioma, incluindo duplicações. Estudos incluídos referem-se à amostra final única após aplicação dos critérios metodológicos. Idiomas: PT (Português), EN (Inglês), ES (Espanhol).

Além disso, foi verificado que cerca de 80% dos artigos inicialmente identificados tratavam da casca da banana verde (*Musa spp.*) em contextos distintos da aplicação em lesões cutâneas, incluindo seu uso como ingrediente alimentar funcional, fonte de fibras, aditivo em panificação, substrato em processos fermentativos, material adsorvente para remoção de

metais pesados, entre outros. Tais estudos, embora relevantes em suas respectivas áreas, foram excluídos por não atenderem ao objetivo terapêutico e biotecnológico da presente revisão, voltado à cicatrização de lesões cutâneas e à aplicação tópica da casca da banana verde.

Apenas 72 artigos foram incluídos após leitura de título, resumo e aplicação dos critérios metodológicos. Destes, 63 (87,5%) foram identificados na base CAPES, seguida pela LILACS (n=6) e SciELO (n=3). Esse panorama reforça a abrangência da CAPES como agregadora de periódicos internacionais, além de indicar maior alinhamento dos artigos indexados nessa base com o escopo da revisão.

A combinação A + B (EN), que contempla o objeto central (casca da banana verde) e sua aplicação clínica em lesões cutâneas, foi a mais representativa, com 34 estudos incluídos (47,2%). Esse resultado destaca o predomínio de estudos com viés clínico-terapêutico publicados em inglês, o que sugere maior inserção internacional da temática, especialmente em periódicos voltados à biotecnologia e farmacologia aplicada. Além disso, a combinação A + C (EN), relacionada às propriedades bioativas da casca da banana verde, resultou em 14 artigos incluídos, configurando-se como a segunda mais produtiva após A + B (EN). Já a combinação A + D (EN), centrada na aplicabilidade biotecnológica e econômica, originou 9 estudos, denotando interesse crescente por formulações sustentáveis com base vegetal, embora ainda menos explorado em comparação com os eixos terapêuticos.

Destaca-se também a combinação A + B + C + D (EN), com 13 artigos (18%), que abarca todos os eixos analíticos: objeto, aplicação clínica, propriedades bioativas e viabilidade biotecnológica. A expressiva presença dessa combinação indica a emergência de estudos mais integrativos, voltados à translação científica de insumos naturais para contextos clínicos e farmacotécnicos sustentáveis.

Por outro lado, as buscas em português e espanhol resultaram em menor número de estudos incluídos. A combinação A + B (PT) apresentou apenas dois artigos relevantes, um identificado na base LILACS e outro na SciELO. Nenhuma combinação em espanhol resultou em estudos selecionados. Essa baixa representatividade de estudos em idiomas ibero-americanos, mesmo diante da ampla distribuição da banana verde na América Latina, aponta para um descompasso entre a biodiversidade disponível e a produção científica aplicada, o que pode refletir limitações estruturais nos sistemas nacionais de fomento à pesquisa, bem como barreiras linguísticas para a internacionalização dos achados regionais.

A Tabela 2 apresenta os 32 artigos incluídos após a aplicação dos critérios metodológicos, com seus respectivos títulos e campos reservados para os nomes dos autores.

Tabela 2 – Artigos únicos incluídos na revisão (2015–2025)

(continua)

Autor(es) / Ano		Título
Rita et al., 2021		Antibacterial activity of flavonoids from ethyl acetate extract of milk banana peel (<i>Musa x paradisiaca</i> L.)
Rita et al., 2023		Antibacterial efficacy of Susu Banana (<i>Musa paradisiaca</i> L.) peel methanol extract and the total contents of flavonoid and phenolic compounds
Hong et al., 2023		Anti-inflammatory and T-cell immunomodulatory effects of banana peel extracts and selected bioactive components in LPS-challenged <i>in vitro</i> and <i>in vivo</i> models
Sutjiatmo et al., 2021		Antioxidant and anticancer potential of raja bulu banana peel and heart (<i>Musa acuminata</i> Colla (AAB group)) ethanol extracts in MCF-7 Cell Lines
Balajee; Kumar, 2023	Lokesh;	Antioxidant and anti-inflammatory properties of the two varieties of <i>Musa acuminata</i> : an <i>in vitro</i> study
Munir et al., 2023		Characterization and evaluation of silk sericin-based hydrogel: a promising biomaterial for efficient healing of acute wounds
Franco et al., 2017		Chitosan associated with the extract of unripe banana peel for potential wound dressing application
Oyeyinka; 2020	Afolayan,	Comparative and correlational evaluation of the phytochemical constituents and antioxidant activity of <i>Musa sinensis</i> L. and <i>Musa paradisiaca</i> L. fruit compartments (Musaceae)
Diawara et al., 2023		Comparative evaluation of the antioxidant and anti-inflammatory properties of <i>Musa cavendish</i> and <i>Musa paradisiaca</i> pulp and peel extracts from Guinea
Kapadia; Shivanaikar, 2015	Pudakalkatti;	Detection of antimicrobial activity of banana peel (<i>Musa paradisiaca</i> L.) on <i>Porphyromonas gingivalis</i> and <i>Aggregatibacter actinomycetemcomitans</i> : An <i>in vitro</i> study
Naksing et al., 2021		Determination of bioactive compounds, antimicrobial activity, and the phytochemistry of the organic banana peel in Thailand
Rizka, 2022		Development of a gel spray formulation based on banana peel (<i>Musa paradisiaca</i> L.) as an approach to support environmental sustainability
Putra; Lutfiyati; 2017	Pribadi,	Effectiveness of banana leaves extract (<i>Musa paradisiaca</i> L.) for wound healing
Pham et al., 2022		Effects of ripeness and extraction conditions on the content of phenolic compounds in banana peels (<i>Musa paradisiaca</i> L.)
Rojas; Rodríguez-Barona; 2019	Montoya,	Evaluación de alternativas de aprovechamiento energético y bioactivo de la cáscara de plátano
Kibria et al., 2019		Extraction and evaluation of phytochemicals from banana peels (<i>Musa sapientum</i>) and banana plants (<i>Musa paradisiaca</i>)
Chaudhry et al., 2022		Extraction and evaluation of the antimicrobial activity of polyphenols from banana peels employing different extraction techniques
Athanasiadis et al., 2023		Investigation of the polyphenol recovery of overripe banana peel extract utilizing cloud point extraction
Sriarumtias et al., 2019		Microemulgel formulation of Kepok banana peel extract (<i>Musa paradisiaca</i> L.) as an antioxidant
Toh et al., 2016		Optimization of extraction parameters on the antioxidant properties of banana waste
Da Silva et al., 2021		Peristomal dermatitis: treatment with green banana peel (<i>Musa sapientum</i>) Powder
Islam et al., 2023		Phenolic compounds and antioxidants activity of banana peel extracts: testing and optimization of enzyme-assisted conditions
Quoc, 2022		Physicochemical characteristics and antioxidant activities of banana peels pectin extracted with microwave-assisted extraction
Bashir et al., 2021		Phytochemistry and antimicrobial activities of different varieties of banana (<i>Musa Acuminata</i>) peels available in Quetta City
Zhang et al., 2022		Profiling of phenolic compounds of fruit peels of different ecotype bananas derived from domestic and imported cultivars with different maturity
Atzingen et al., 2015		Repair of surgical wounds in rats using a 10% unripe <i>Musa sapientum</i> peel gel
Ferreira et al., 2022		Synthesis and characterization of natural polymeric membranes composed of chitosan, green banana peel extract and andiroba oil
Laeliocattley et al., 2018		The bioactive compounds and antioxidant activity of ethanol and ethyl acetate extracts of Candi Banana (<i>Musa paradisiaca</i>)

Tabela 2 – Artigos únicos incluídos na revisão (2015–2025).

(conclusão)	
Autor(es) / Ano	Título
Widoyanti et al., 2023	Valorization of Nam Wah banana (<i>Musa paradisiaca</i> L.) byproducts as a source of bioactive compounds with antioxidant and anti-inflammatory properties: <i>in vitro</i> and in silico studies
Rihayat et al., 2019	Wound dressing based on banana peels waste and chitosan by strengthening lignin as wound healing medicine
Padilla-Camberos et al., 2016	Wound healing and antioxidant capacity of <i>Musa paradisiaca</i> Linn. peel extracts
Cheng et al., 2020	Wound healing is promoted by <i>Musa paradisiaca</i> (banana) extract in diabetic rats
Fonte: Elaborado pelos autores (2025).	

Quanto à distribuição temporal, observou-se uma tendência crescente na publicação de estudos sobre a casca da banana verde entre 2015 e 2025, com maior concentração de publicações a partir de 2020. Dos 32 estudos únicos incluídos, 23 (71,9%) foram publicados entre 2020 e 2025, refletindo o aumento do interesse científico recente por este insumo natural no contexto de formulações terapêuticas e sustentáveis. Tais dados corroboram a atualidade e relevância do tema, justificando a necessidade de sistematização das evidências disponíveis para subsidiar futuras inovações biotecnológicas e clínico-terapêuticas.

A partir da categorização temática adotada, os estudos foram sistematizados em quatro eixos: (1) propriedades bioativas, (2) eficácia clínica, (3) aplicação tecnológica e (4) viabilidade econômica.

3.2 Propriedades bioativas da casca da banana verde

A análise integrada dos estudos selecionados revelou ampla concordância quanto à presença e à relevância dos metabólitos secundários presentes na casca da banana verde (*Musa* spp.), especialmente flavonoides, taninos, ácidos fenólicos e fitoesteróis. Tais compostos têm sido sistematicamente associados a propriedades terapêuticas como atividade antioxidante, ação anti-inflamatória, efeito antimicrobiano e potencial cicatrizante, configurando a casca como um recurso natural promissor no manejo de lesões cutâneas.

Vários estudos descreveram detalhadamente a composição fenólica da casca da banana verde, destacando compostos como catequina, epicatequina, leucocianidina e ácido gálico, com elevada capacidade de neutralização de espécies reativas de oxigênio (ROS). O uso de metodologias otimizadas de extração, como a extração assistida por enzimas e micro-ondas, mostrou-se particularmente eficaz na obtenção de extratos com maior concentração de fenólicos e maior atividade antioxidante, apontando caminhos metodológicos mais eficientes para o aproveitamento farmacotécnico desses resíduos vegetais (Zhang *et al.*, 2022; Islam *et al.*, 2023; Athanasiadis *et al.*, 2023).

Também foi verificada a associação entre esses compostos e a modulação de vias inflamatórias, como, por exemplo, nos estudos de Balajee, Lokesh e Kumar (2023), que demonstraram a capacidade dos extratos em reduzir a expressão de citocinas inflamatórias em modelos *in vitro*, sugerindo ação moduladora do sistema imune. Essa potencialidade anti-inflamatória complementa o efeito antioxidante e reforça o papel terapêutico do extrato da casca de banana, especialmente em contextos de lesões cutâneas de caráter crônico ou infeccioso.

Em relação a atividade antimicrobiana, foram encontradas evidências relevantes da ação dos extratos da casca da banana contra micro-organismos frequentemente associados a infecções de pele, como *Staphylococcus aureus* (Rita *et al.*, 2021; Naksing *et al.*, 2021; Chaudhry *et al.*, 2022; Rizka, 2022) e *Pseudomonas aeruginosa* (Chaudhry *et al.*, 2022). A atividade antibacteriana foi atribuída à presença de flavonoides e ácidos fenólicos, com resultados promissores tanto em testes de halo de inibição quanto em modelos celulares. Tais achados reforçam a viabilidade de aplicação clínica dos extratos como agentes adjuvantes em formulações tópicas antimicrobianas para uso no tratamento de lesões cutâneas (Kapadia; Pudukalkatti; Shivanaikar, 2015; Rita *et al.*, 2021; Chaudhry *et al.*, 2022; Rita *et al.*, 2023).

Contudo, apesar da significativa produção científica sobre a composição química da casca da banana verde, algumas fragilidades metodológicas foram evidenciadas nos estudos analisados. Poucos estudos utilizaram padrões de referência validados para quantificação precisa dos componentes bioativos, o que limita a comparabilidade entre pesquisas e compromete a reprodutibilidade dos resultados. Além disso, foi observada ausência de padronização nos protocolos de extração, com variações significativas quanto ao solvente utilizado, tempo de extração e temperatura, o que impacta diretamente na composição final dos extratos.

Uma variável ainda subexplorada nos estudos é o grau de maturação da casca utilizada, fator que influencia diretamente o perfil fitoquímico e a atividade biológica do extrato. Algumas pesquisas têm demonstrado que a casca verde apresenta teores mais elevados de flavonoides e taninos, enquanto a maturação progressiva pode reduzir significativamente a concentração de compostos fenólicos totais. Essa variabilidade impacta diretamente na reprodutibilidade dos estudos e na aplicabilidade farmacotécnica dos extratos, sendo recomendável que futuras investigações especifiquem o estágio de maturação e estabeleçam padrões para a coleta e o preparo das amostras (Pham *et al.*, 2022; Zhang *et al.*, 2022).

Contudo, as metodologias de extração e quantificação variam amplamente entre os estudos, dificultando a padronização dos achados. As condições experimentais, como tipo de solvente, temperatura e tempo de extração, são heterogêneos, o que compromete a reprodutibilidade dos resultados e a aplicação farmacotécnica dos extratos.

3.3 Aplicações clínicas em lesões cutâneas

Os estudos que avaliaram diretamente a eficácia da casca da banana verde em modelos de feridas e lesões cutâneas oferecem as evidências mais próximas da aplicabilidade clínica. Cheng *et al.* (2020) empregaram um modelo animal de feridas em ratos diabéticos, demonstrando que o extrato aquoso da casca da banana verde promoveu redução significativa no tempo de cicatrização, aumento da taxa de fechamento da ferida e melhora na organização epitelial. A modulação de citocinas inflamatórias e o aumento na expressão de TGF- β 1 reforçam o efeito imunomodulador do extrato, com implicações diretas para o tratamento de feridas crônicas.

Em modelo semelhante, Putra, Lutfiyati e Pribadi (2017) avaliaram um gel com concentrações de 5% e 10% do extrato da casca, observando redução significativa no diâmetro das lesões cutâneas. A melhora foi atribuída aos compostos bioativos, como taninos e flavonoides, que atuam em sinergia nos mecanismos de cicatrização. Padilla-Camberos *et al.* (2016) reforçaram esses resultados ao demonstrar histologicamente, em modelo animal, maior deposição de colágeno e proliferação de fibroblastos em feridas tratadas com extratos metanólico e hexânico da casca da banana-da-terra.

O estudo de Da Silva *et al.* (2021) foi um dos poucos ensaios clínicos em humanos identificados, comparando o pó da casca de banana verde com um produto comercial no tratamento de dermatite periestomal. Os resultados foram favoráveis ao uso da banana, com redução mais rápida da lesão e menor intensidade de sintomas como dor e prurido, sem efeitos adversos, demonstrando sua eficácia e segurança em contexto clínico real. Apesar das limitações metodológicas, como o tamanho reduzido da amostra e a ausência de randomização, os resultados oferecem evidências preliminares relevantes para a translação clínica.

Também utilizando modelo animal, Atzingen *et al.* (2015) avaliaram a eficácia cicatrizante de um gel contendo 10% de extrato da casca de banana verde, observando reepitelização precoce, maior organização de colágeno e aumento da densidade de fibroblastos, inclusive superando a pomada padrão de sulfadiazina de prata. Os efeitos observados foram atribuídos à presença de compostos antioxidantes e anti-inflamatórios.

De acordo com Munir et al. (2023), a incorporação do extrato de casca de banana verde em hidrogéis de sericina evidenciou uma aceleração significativa na regeneração epitelial, estímulo à angiogênese e maior organização do tecido colagenoso. A formulação demonstrou ainda boa biocompatibilidade, além de propriedades físico-químicas adequadas para aplicação em feridas, como elevada porosidade e eficiente absorção de exsudato.

No conjunto, esses estudos contribuem fortemente para validar a casca da banana verde como insumo terapêutico, com dados que vão desde o nível molecular até a aplicação clínica, destacando sua eficácia na promoção da cicatrização, controle inflamatório e regeneração tecidual.

Os resultados clínicos e pré-clínicos indicam que a casca da banana verde pode acelerar a cicatrização e modular a resposta inflamatória em lesões cutâneas. Contudo, a maioria dos estudos é limitada a modelos animais ou amostras clínicas reduzidas, sendo necessária a realização de ensaios clínicos randomizados de maior escala para consolidar a evidência.

3.4 Aplicações biotecnológicas e econômicas

A viabilidade da casca da banana verde como matéria-prima para formulações farmacêuticas e dispositivos médicos foi demonstrada em estudos que exploraram sua incorporação em sistemas poliméricos e farmacotécnicos. Ferreira *et al.* (2022) desenvolveram membranas naturais compostas por quitosana, óleo de andiroba e extrato da casca de banana verde, evidenciando melhorias em propriedades mecânicas, opacidade e pH, compatível com a pele. A análise fitoquímica confirmou a presença de compostos bioativos com efeitos antimicrobianos e antioxidantes, tornando as membranas promissoras para uso como curativos. Em outro estudo, Franco *et al.* (2017) também utilizaram a casca em combinação com quitosana, avaliando sua incorporação em filmes com boas características estruturais, pH ácido e presença de compostos antioxidantes. De acordo com os autores, a formulação manteve integridade física e ofereceu suporte para liberação sustentada de compostos bioativos.

O desenvolvimento de curativos bioativos utilizando casca de banana associada à quitosana e lignina resultou em materiais com elevada resistência mecânica, boa absorção e biodegradabilidade, conforme demonstrado por Rihayat *et al.* (2019). A adição de lignina conferiu estabilidade estrutural, enquanto os compostos fenólicos e taninos presentes contribuíram com propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias significativas. Quoc (2022) investigou a extração de pectina da casca de banana por meio da técnica de aquecimento

assistido por micro-ondas, destacando as propriedades físico-químicas do biopolímero, como, por exemplo, viscosidade, solubilidade e atividade antioxidante, que o tornam particularmente promissor para aplicação em formulações cosméticas e farmacêuticas. O estudo evidenciou o potencial desse subproduto agroindustrial no desenvolvimento de curativos bioativos de baixo custo e com apelo sustentável.

Em uma abordagem mais avançada em termos farmacotécnicos, Rizka (2022) desenvolveu uma formulação em spray gel contendo extrato etanólico da casca em diferentes concentrações. O produto apresentou estabilidade físico-química por 12 semanas, ausência de toxicidade dérmica e ação antibacteriana eficaz contra patógenos frequentemente associados a lesões cutâneas, como *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. Já Sriarumtias *et al.* (2019) formularam um microemulgel à base de extrato da casca da banana verde, cujos testes comprovaram atividade antioxidante significativa e estabilidade farmacotécnica adequada. Os resultados sugeriram viabilidade para aplicação em fitocosméticos ou produtos dermatológicos com apelo natural. Esses estudos trazem a casca da banana verde como insumo promissor para desenvolvimento de produtos farmacêuticos e cosmecêuticos sustentáveis, com relevância econômica, ecológica e funcional, especialmente na produção de curativos naturais, filmes, hidrogéis e sprays.

Rojas, Rodríguez-Barona e Montoya (2019) ampliaram a perspectiva de aproveitamento da casca ao proporem seu uso em biorrefinarias, visando à produção integrada de energia, compostos bioativos e insumos nutracêuticos. A abordagem sistêmica adotada reforça a relevância econômica e ecológica do resíduo, demonstrando sua versatilidade como matéria-prima para cadeias produtivas sustentáveis, inclusive com potencial energético e farmacológico.

As abordagens tecnológicas demonstram viabilidade de formulações diversas, como hidrogéis, filmes, membranas e sprays. Ainda assim, poucos estudos abordam a estabilidade, escalabilidade e regulamentação dessas formulações, limitando seu potencial de transferência para a aplicação prática ou inserção no mercado. Além disso, a análise econômica, quando presente, é descritiva e necessita de modelagens mais robustas.

Apesar dos avanços identificados nas aplicações farmacotécnicas da casca da banana verde, poucos estudos abordam aspectos regulatórios essenciais à viabilidade de traslado das formulações para o mercado. A ausência de protocolos de estabilidade, testes toxicológicos sistematizados e validações pré-clínicas limita o potencial de aprovação pelas agências reguladoras. No contexto brasileiro, a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) n.º 546/2021 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (BRASIL, 2021) estabelece

requisitos para registro e notificação de produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes com ativos vegetais, incluindo exigências quanto à comprovação de segurança e eficácia. De forma complementar, diretrizes internacionais como as emitidas pela EMA (European Medicines Agency) e FDA (Food and Drug Administration) reforçam a necessidade de padronização fitoquímica, boas práticas de fabricação e dados toxicológicos consistentes para fitoterápicos e dispositivos médicos derivados de plantas. Assim, torna-se imprescindível que futuras formulações baseadas na casca da banana verde considerem não apenas aspectos funcionais e bioativos, mas também requisitos regulatórios que garantam sua inserção legal e segura no mercado.

3.5 Fragilidades e desafios metodológicos na literatura científica

Apesar do avanço nas investigações sobre a casca da banana verde, observa-se um padrão metodológico heterogêneo que limita as evidências e sua aplicação em contextos terapêuticos. Uma das principais barreiras é a ausência de experimentação biológica em modelos de lesões cutâneas, como observado em Athanasiadis *et al.* (2023), que, embora tenha empregado a inovadora técnica de *cloud point extraction*, restringiu-se à caracterização fenólica dos extratos, sem avaliar sua eficácia cicatrizante. De modo semelhante, Chaudhry *et al.* (2022) e Islam *et al.* (2023) enfatizaram a influência dos métodos de extração na concentração de compostos bioativos, mas não avançaram para ensaios funcionais em sistemas biológicos, limitando suas conclusões ao desempenho químico das amostras. Já os estudos de Zhang *et al.* (2022) e Kapadia *et al.* (2015), embora tenham identificado substâncias com potencial farmacológico, como polifenóis e taninos, concentraram-se na caracterização fitoquímica e/ou atividade antimicrobiana, sem estabelecer vínculo experimental com a cicatrização tecidual.

Apesar da diversidade de abordagens e dos avanços identificados, a literatura apresenta fragilidades metodológicas significativas que comprometem a aplicabilidade clínica e biotecnológica dos achados. A ausência de padronização nos protocolos de extração e caracterização, já discutida no contexto das propriedades bioativas (seção 3.1), revela-se aqui como uma limitação transversal, que dificulta a comparabilidade entre estudos e a reprodutibilidade dos resultados. A composição fitoquímica dos extratos varia substancialmente conforme o solvente, o tempo de extração, a temperatura, o método empregado e a variedade botânica da banana (Kibria *et al.*, 2019; Oyeyinka; Afolayan, 2020; Balajee; Lokesh; Kumar, 2023; Diawara *et al.*, 2023). Além disso, vários estudos, embora tenham confirmado a presença de compostos bioativos e atividades antioxidantes ou

antimicrobianas, não avançaram para etapas pré-clínicas ou clínicas, limitando-se à caracterização fitoquímica ou a ensaios *in vitro* (Laeliocattley *et al.*, 2018; Naksing *et al.*, 2021; Pham *et al.*, 2022). Hong *et al.* (2023) constitui uma exceção parcial, ao explorar mecanismos imunomoduladores em modelos *in vitro* e *in vivo*, embora ainda sem aplicação direta em contextos de lesão cutânea.

Outros estudos apresentaram limitações importantes ao se concentrarem predominantemente em análises químicas ou em atividades isoladas, como a ação antimicrobiana, sem avançar para modelos biológicos que comprovem a eficácia cicatrizante em condições reais de lesão (Toh *et al.*, 2016; Bashir *et al.*, 2021; Rita *et al.*, 2021; Rita *et al.*, 2023; Widoyanti *et al.*, 2023). Tais limitações metodológicas comprometem a aplicabilidade clínica dos achados, uma vez que a simples presença de compostos bioativos, ainda que promissora, não assegura eficácia terapêutica em sistemas biológicos complexos, dificultando, assim, sua inserção em protocolos clínicos destinados ao tratamento de feridas cutâneas.

Outro obstáculo recorrente refere-se à inconsistência nos métodos de extração e análise fitoquímica. As técnicas variam amplamente entre os estudos, com pouca validação entre diferentes solventes, tempos, temperaturas e ausência de padrões analíticos reconhecidos, o que compromete a comparabilidade dos dados e o estabelecimento de doses seguras e eficazes. Além disso, a maior parte das publicações concentra-se em propriedades antioxidantes, antimicrobianas ou anti-inflamatórias, sem continuidade translacional que leve a experimentos mais avançados, como ensaios clínicos controlados.

Também se observa uma carência de avaliações toxicológicas e de estabilidade físico-química das formulações ao longo do tempo. Estudos que abordem aspectos econômicos e de escalabilidade são raros, e geralmente limitam-se a análises descritivas sem modelagens robustas.

Tais fragilidades metodológicas reforçam a necessidade de pesquisas interdisciplinares, com maior rigor experimental, padronização técnica e foco translacional, a fim de viabilizar a utilização terapêutica da casca da banana verde em contextos clínicos reais

3.6 Qualidade metodológica dos estudos

Para assegurar maior rigor metodológico à presente revisão integrativa, cada estudo selecionado foi avaliado segundo o instrumento do Joanna Briggs Institute (JBI) correspondente ao seu delineamento. A Tabela 3 apresenta a classificação por tipo, checklist aplicado e pontuação obtida. As principais limitações foram a ausência de controle comparativo, as replicações não descritas e a falta de cegamento em estudos pré-clínicos. Para

avaliar a robustez metodológica da amostra, aplicaram-se os checklists do Joanna Briggs Institute (JBI), adaptados ao delineamento de cada estudo (Tabela 3).

Tabela 3 - Síntese da avaliação metodológica dos artigos segundo o Joanna Briggs Institute (continua)

Autor(es)	Tipo de Estudo	JBI Aplicado	Pontuação	Principais limitações
Rita et al., 2021	<i>In vitro</i>	<i>In Vitro</i> (adaptado)	5/7	Falta de detalhes metodológicos e ausência de análise estatística
Rita et al., 2023	<i>In vitro</i>	<i>In Vitro</i> (adaptado)	5/7	Falta de reprodutibilidade e ausência de estatística
Hong et al., 2023	<i>In vitro</i> + animal	Pré-clínico (principal) ¹	6/7	Reprodutibilidade limitada por falta de dados quantitativos nos ensaios <i>in vitro</i>
Sutjiatmo et al., 2021	<i>In vitro</i>	<i>In Vitro</i> (adaptado)	5/7	Reprodutibilidade limitada e ausência de estatística
Balajee; Lokesh; Kumar, 2023	<i>In vitro</i>	<i>In Vitro</i> (adaptado)	6/7	Falta de detalhamento quantitativo das concentrações dos extratos
Munir et al., 2023	Físico-químico	Estudos Físico-Químicos (adaptado)	6/6	Não utiliza extrato de banana; sem limitação metodológica relevante
Franco et al., 2017	Tecnológico	Tecnológico (adaptado)	6/9	Sem controle comparativo, replicação incerta, limitações não reconhecidas
Oyeyinka; Afolayan, 2020	Fitoquímico	<i>In Vitro</i> (adaptado)	6/7	Ausência de controle positivo padrão
Diawara et al., 2023	Fitoquímico	<i>In Vitro</i> (adaptado)	5/7	Sem controle positivo e replicatas incertas
Kapadia; Pudukalkatti; Shivanaikar, 2015	<i>In vitro</i>	<i>In Vitro</i> (adaptado)	4/7	Falta de reprodutibilidade, sem estatística e métodos incompletos
Naksing et al., 2021	Fitoquímico	<i>In Vitro</i> (adaptado)	5/7	Sem controle positivo, sem estatística e replicatas incertas
Rizka, 2022	Tecnológico	Tecnológico (adaptado)	5/8	Sem grupo controle, replicação não informada, limitações não discutidas
Putra; Lutfiyati; Pribadi, 2017	Pré-clínico	Estudos com Animais (pré-clínico)	6/9	Randomização incerta, sem cálculo amostral, ausência de cegamento
Pham et al., 2022	Fitoquímico	<i>In Vitro</i> (adaptado)	8/9	em grupo controle com padrão comparativo
Rojas; Rodríguez-Barona; Montoya, 2019	Fitoquímico / energético	<i>In Vitro</i> (adaptado)	4/9	Métodos não validados, sem controle, ausência de estatística e replicatas
Kibria et al., 2019	Fitoquímico	<i>In Vitro</i> (adaptado)	6/9	Sem controle positivo, sem replicatas, sem análise estatística
Chaudhry et al., 2022	<i>In vitro</i>	<i>In Vitro</i> (adaptado)	7/7	Avaliação restrita a poucas cepas bacterianas
Athanasiadis et al., 2023	Fitoquímico	<i>In Vitro</i> (adaptado)	9/9	Nenhuma limitação significativa identificada
Sriarumtias et al., 2019	Tecnológico	Tecnológico (adaptado)	5/7	Sem grupo controle, replicação incerta, sem seção de limitações
Toh et al., 2016	Fitoquímico	<i>In Vitro</i> (adaptado)	9/9	Sem limitações relevantes; poderia incluir comparação com outras matrizes

Tabela 3 - Síntese da avaliação metodológica dos artigos segundo o Joanna Briggs Institute (conclusão)

Da Silva et al., 2021	Clínico	Estudos com Animais (pré-clínico)	6/9	Randomização incerta, ausência de cálculo amostral, sem cegamento descrito
	Físico-químico (biomaterial)	Físico-Químico (adaptado)	7/9	Formulação pouco reprodutível; estatística pouco clara
Islam et al., 2023	Fitoquímico	<i>In Vitro</i> (adaptado)	9/9	Sem limitações relevantes; aplicação prática final poderia ser ampliada
Quoc, 2022	Tecnológico	Tecnológico (adaptado)	6/8	Sem controle positivo; número de replicatas não informado; limitações não discutidas
Bashir et al., 2021	<i>In vitro</i>	<i>In Vitro</i> (adaptado)	4/7	Métodos pouco detalhados, sem estatística e sem reprodutibilidade
Zhang et al., 2022	Fitoquímico	<i>In Vitro</i> (adaptado)	7/9	Sem controle positivo; número de replicatas não informado
Atzingen et al., 2015	Pré-clínico	Estudos com Animais (pré-clínico)	6/9	Sem cálculo amostral, cegamento ausente, randomização incerta
Ferreira et al., 2022	Tecnológico	Tecnológico (adaptado)	7/9	Replicações não descritas; sem discussão de limitações
Laeliocattley et al., 2018	Fitoquímico	<i>In Vitro</i> (adaptado)	6/9	Sem controle positivo; replicação não descrita; sem estatística
Widoyanti et al., 2023	<i>In vitro</i>	<i>In Vitro</i> (adaptado)	6/9	Sem controle positivo; replicação não descrita
Rihayat et al., 2019	Tecnológico	Tecnológico (adaptado)	5/7	Sem grupo controle; replicação não descrita; limitações ausentes
Padilla-Camberos et al., 2016	Pré-clínico	Estudos com Animais (pré-clínico)	6/9	Sem randomização, sem cálculo amostral, cegamento não declarado
Cheng et al., 2020	Pré-clínico	Estudos com Animais (pré-clínico)	6/9	Sem cálculo amostral, cegamento ausente, randomização incerta

¹ Apesar de envolver abordagens *in vitro* e *in vivo*, aplicou-se uma única checklist JBI adaptada, dado o caráter complementar e pouco detalhado dos ensaios celulares em comparação com os testes animais.

A análise comparativa das pontuações obtidas permitiu classificar os 32 estudos incluídos nesta revisão em três faixas de qualidade metodológica: alta qualidade (pontuação $\geq$ 85% do total possível), qualidade moderada (pontuação entre 60% e 84%) e baixa qualidade (pontuação $<$ 60%). Dentre os artigos avaliados, 10 estudos (31,3%) apresentaram alta qualidade metodológica, 17 estudos (53,1%) foram classificados como de qualidade moderada e 5 estudos (15,6%) foram considerados de baixa qualidade. Essa distribuição revela uma predominância de pesquisas com qualidade intermediária, o que reforça a necessidade de aprimoramento nos delineamentos experimentais e maior rigor metodológico nas futuras investigações sobre o uso terapêutico da casca da banana verde.

Os estudos classificados como de alta qualidade metodológica foram aqueles que apresentaram delineamentos bem definidos, controles apropriados, uso de replicatas, análises estatísticas e identificação explícita das limitações. Os estudos de qualidade moderada, que

compuseram a maior parte da amostra, geralmente apresentaram boa fundamentação e estrutura experimental, porém com falhas pontuais, como ausência de controle positivo, replicação não informada ou discussão insuficiente das limitações. Esses aspectos comprometem parcialmente a reprodutibilidade dos resultados, especialmente em estudos fitoquímicos e tecnológicos. Por fim, os estudos de baixa qualidade metodológica apresentaram fragilidades mais graves, como ausência de controle comparativo, falta de detalhamento nos métodos, ausência de análise estatística e descrição incompleta dos resultados. Tal fato compromete a confiabilidade das conclusões e limita a possibilidade de comparação entre estudos.

É importante ressaltar que nos estudos pré-clínicos com modelos animais, observou-se um padrão recorrente de ausência de cegamento dos avaliadores, falta de randomização dos grupos experimentais e ausência de cálculo amostral, o que representa um risco importante de viés e afeta diretamente a validade interna dos achados. Embora alguns estudos tenham apresentado resultados favoráveis à ação cicatrizante da casca da banana verde, a fragilidade metodológica reduz o peso da evidência gerada (Padilla-Camberos *et al.*, 2016; Putra *et al.*, 2017; Cheng *et al.*, 2020).

Os resultados apontam para a necessidade de padronização metodológica, validação pré-clínica e rigor experimental nas pesquisas futuras, com vistas à viabilidade clínica e regulatória do uso da casca da banana verde.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente revisão integrativa possibilitou uma análise abrangente e crítica das evidências científicas publicadas entre 2015 e 2025 sobre o uso terapêutico da casca da banana verde (*Musa spp.*) no tratamento de lesões cutâneas. Os 32 estudos incluídos demonstraram, de forma consistente, que os extratos obtidos desse subproduto vegetal são ricos em compostos bioativos, como flavonoides, ácidos fenólicos, fitoesteróis e carotenoides, associados a propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e antimicrobianas que favorecem múltiplas fases do processo cicatricial.

Os dados apontam para efeitos promissores desses extratos na proliferação de fibroblastos, deposição de colágeno, modulação de citocinas inflamatórias e controle da carga microbiana em feridas, com resultados positivos tanto em modelos *in vitro* quanto *in vivo*. Em paralelo, diversas pesquisas demonstraram a viabilidade da casca como insumo em formulações bioativas, como géis, membranas, hidrogéis e microemulgeis, reforçando seu potencial de aplicação em produtos farmacêuticos, cosmecêuticos e biomateriais sustentáveis.

Sob a perspectiva socioeconômica, a valorização da casca da banana verde como recurso terapêutico de baixo custo assume importância estratégica, sobretudo em cenários marcados por vulnerabilidade social, restrição tecnológica e desigualdade no acesso a tecnologias em saúde. A incorporação desse insumo a protocolos terapêuticos representa uma alternativa promissora para políticas públicas voltadas à atenção básica e ao tratamento de feridas, ao mesmo tempo em que se alinha a princípios de sustentabilidade, economia circular e inovação farmacêutica com base em ativos naturais.

Apesar dos avanços identificados, observa-se a escassez de ensaios clínicos controlados, a ausência de padronização nos métodos de extração e caracterização fitoquímica, a carência de estudos toxicológicos sistemáticos e a falta de validação quanto à custo-efetividade e requisitos regulatórios. Essas limitações comprometem a translação dos achados para a prática clínica e dificultam sua aceitação por agências reguladoras, nacionais e internacionais.

Diante desse cenário, recomenda-se o fortalecimento de uma agenda de pesquisa inter e transdisciplinar que articule os campos da farmacognosia, toxicologia, biotecnologia, tecnologia farmacêutica e saúde pública. Essa agenda deve priorizar a validação clínica, a padronização técnica, a avaliação de segurança e a análise econômica de formulações à base da casca da banana verde, com vistas à sua futura regulamentação como produto fitoterápico ou dispositivo médico. Tal iniciativa poderá contribuir de forma significativa para a inovação terapêutica sustentável, a valorização de resíduos agroindustriais e a ampliação do acesso a tecnologias eficazes, seguras e acessíveis no cuidado de lesões cutâneas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. C.; MERCÊS, M. C.; ALENCAR, D. C.; ALENCAR, A. M. P. G. Factors associated with the prevalence of chronic wound healing in a family health unit. **Revista de Pesquisa: Cuidado é Fundamental Online**, Rio de Janeiro, v. 16, e13054, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.9789/2175-5361.rpcfo.v16.13054>. Acesso em: 15 mar. 2025.
- ATHANASIADIS, V.; CHATZIMITAKOS, T.; MANTINIOTOU, M.; KALOMPATSIOS, D.; BOZINOU, E.; LALAS, S. I. Investigation of the polyphenol recovery of overripe banana peel extract utilizing cloud point extraction. **Eng**, v. 4, n. 4, p. 3026–3038, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/eng4040170>. Acesso em: 6 mai. 2025.
- ATZINGEN, D. A. N. C. V.; MENDONÇA, A. R. D. A.; MESQUITA FILHO, M.; ALVARENGA, V. A.; ASSIS, V. A.; PENAZZO, A. E.; REZENDE, T. S. Repair of surgical wounds in rats using a 10% unripe *Musa sapientum* peel gel. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 30, n. 9, p. 586–592, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-865020150090000001>. Acesso em: 6 mai. 2025.

BALAJEE, V.; KUMAR, L.; KUMAR, R.; SHANMUGAM, R. Antioxidant and anti-inflammatory properties of the two varieties of *Musa acuminata*: an in vitro study. **Cureus**, v. 15, n. 12, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.7759/cureus.51260>. Acesso em: 6 mai. 2025.

BASHIR, F.; HASSAN, A.; MUSHTAQ, A.; RIZWAN, S.; JABEEN, U.; RAZA, A.; MASOOD, A. Phytochemistry and antimicrobial activities of different varieties of banana (*Musa acuminata*) peels available in Quetta city. **Polish Journal of Environmental Studies**, v. 30, n. 2, p. 1531–1538, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.15244/pjoes/122450>. Acesso em: 6 mai. 2025.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução da Diretoria Colegiada – RDC n.º 546, de 30 de agosto de 2021**. Dispõe sobre as Boas Práticas de Fabricação de Produtos de Higiene Pessoal, Cosméticos e Perfumes. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 31 ago. 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-546-de-30-de-agosto-de-2021-340490123>. Acesso em: 15 mai. 2025.

CHAUDHRY, F.; AHMAD, M. L.; HAYAT, Z.; RANJHA, M. M. A. N.; CHAUDHRY, K.; ELBOUGHDIRI, N.; UDDIN, J. Extraction and evaluation of the antimicrobial activity of polyphenols from banana peels employing different extraction techniques. **Separations**, v. 9, n. 7, p. 165, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/separations9070165>. Acesso em: 6 mai. 2025.

CHENG, Y. Z.; LIU, I. M.; CHENG, J. T.; LIN, B. S.; LIU, F. Wound healing is promoted by *Musa paradisiaca* (banana) extract in diabetic rats. **Archives of Medical Science: AMS**, v. 20, n. 2, p. 632, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5114/aoms.2020.92344>. Acesso em: 6 mai. 2025.

CORTEZ, D. N.; MORAES, J. T.; FERREIRA, I. R.; SILVA, E. L.; LANZA, F. M. Costs of treating skin lesions in Primary Health Care. **Estima – Brazilian Journal of Enterostomal Therapy**, v. 17, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.30886/estima.v17.824_IN. Acesso em: 15 mar. 2025.

DIAWARA, M.; BOUKHERS, I.; PORTET, K.; DUCHAMP, O.; MOREL, S.; BOUDARD, F.; TRAORE, L.; MICHEL, A.; DHUIQUE-MAYER, C.; POUCHERET, P. Comparative evaluation of the antioxidant and anti-inflammatory properties of *Musa cavendish* and *Musa paradisiaca* pulp and peel extracts from Guinea. **Journal of Drug Delivery & Therapeutics**, v. 13, n. 8, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.22270/jddt.v13i8.5928>. Acesso em: 8 mai. 2025.

FERREIRA, E. D. S.; PARANHOS, S. B.; DA PAZ, S. P. A.; CANELAS, C. A. D. A.; NASCIMENTO, L. A. S. D.; PASSOS, M. F.; CANDIDO, V. S. Synthesis and characterization of natural polymeric membranes composed of chitosan, green banana peel extract and andiroba oil. **Polymers**, v. 14, n. 6, p. 1105, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/polym14061105>. Acesso em: 6 mai. 2025.

FRANCO, P. B.; ALMEIDA, L. A. D.; MARQUES, R. F. C.; DA SILVA, M. A.; CAMPOS, M. G. N. Chitosan associated with the extract of unripe banana peel for potential wound dressing application. **International Journal of Polymer Science**, v. 2017, n. 1, p. 9761047, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2017/9761047>. Acesso em: 6 mai. 2025.

HONG, Y. H.; KAO, C.; CHANG, C. C.; CHANG, F. K.; SONG, T. Y.; HOUNG, J. Y.; WU, C. H. Anti-inflammatory and T-cell immunomodulatory effects of banana peel extracts and selected bioactive components in LPS-challenged *in vitro* and *in vivo* models. **Agriculture**, v.

13, n. 2, p. 451, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agriculture13020451>. Acesso em: 6 mai. 2025.

ISLAM, M. R.; KAMAL, M. M.; KABIR, M. R.; HASAN, M. M.; HAQUE, A. R.; HASAN, S. K. Phenolic compounds and antioxidants activity of banana peel extracts: testing and optimization of enzyme-assisted conditions. **Measurement: Food**, v. 10, p. 100085, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meaf.2023.100085>. Acesso em: 6 mai. 2025.

JOANNA BRIGGS INSTITUTE (JBI). **Checklist for assessing the methodological quality of studies in animals**. Adelaide: JBI, 2020. Disponível em: <https://jbi.global/critical-appraisal-tools>. Acesso em: 30 mai. 2025.

KAPADIA, S. P.; PUDAKALKATTI, P. S.; SHIVANAİKAR, S. Detection of antimicrobial activity of banana peel (*Musa paradisiaca* L.) on *Porphyromonas gingivalis* and *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*: an *in vitro* study. **Contemporary Clinical Dentistry**, v. 6, n. 4, p. 496–499, 2015. Disponível e: <https://doi.org/10.4103/0976-237X.169864>. Acesso em: 10 mai. 2025.

KIBRIA, A. A.; KAMRUNNESSA, M.; RAHMAN, M.; KAR, A. Extraction and evaluation of phytochemicals from banana peels (*Musa sapientum*) and banana plants (*Musa paradisiaca*). **Substance**, v. 10, p. 13, 2019. Disponível e: <https://doi.org/10.2478/mjhr-2019-0005>. Acesso em: 6 mai. 2025.

KITCHENHAM, B. **Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering**. [Relatório Técnico] Keele University; Durham University Joint Report, 2007.

LAELIOCATTLEYA, R. A.; ESTIASIH, T.; GRISELDA, G.; MUCHLISIYIAH, J. The bioactive compounds and antioxidant activity of ethanol and ethyl acetate extracts of Candi Banana (*Musa paradisiaca*). In: **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 131, n. 1, p. 012013, mar. 2018. IOP Publishing. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/131/1/012013>. Acesso em: 6 mai. 2025.

MACÊDO, S. M.; BASTOS, L. L. A. G.; OLIVEIRA, R. G. C.; LIMA, M. C. V.; GOMES, F. C. F. Critérios de escolha de coberturas primárias no tratamento de lesões por pressão em pacientes hospitalizados. **Cogitare Enfermagem**, v. 26, e74400, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/ce.v26i0.74400>. Acesso em: 21 mar. 2025.

MENDES, K. D. S.; SILVEIRA, R. C. C. P.; GALVÃO, C. M. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. **Texto & Contexto – Enfermagem**, Florianópolis, v. 17, n. 4, p. 758–764, out./dez. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-07072008000400018>. Acesso em: 23 jun. 2025.

MUNIR, F.; TAHIR, H. M.; ALI, S.; ALI, A.; TEHREEM, A.; ZAIDI, S. D. E. S.; ADNAN, M.; IJAZ, F. Characterization and evaluation of silk sericin-based hydrogel: a promising biomaterial for efficient healing of acute wounds. **ACS Omega**, v. 8, n. 35, p. 32090–32098, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c04178>. Acesso em: 6 mai. 2025.

NAKSING, T.; TEEKA, J.; RATTANAVICHAI, W.; PONGTHAI, P.; KAEWPA, D.; AREESIRISUK, A. Determination of bioactive compounds, antimicrobial activity, and the phytochemistry of the organic banana peel in Thailand. **Bioscience Journal**, v. 37, e37024, p. 1981–3163, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/BJ-v37n0a2021-56306>. Acesso em: 6 mai. 2025.

DO NASCIMENTO FILHO, H. M.; SUZUKI, V. Y.; BORGES, D. T. M.; FERREIRA, F. A.; CAVICHIOLO, F. C. T.; REIS, E. S. S.; COSTA, L. M. C. R.; REZENDE, L. C.;

GONZAGA, D. C. O.; GRAGNANI, A. Tratamento e custo-efetividade de paciente com úlceras venosas ativas há 34 anos: relato de caso. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 15, n. 12, p. 17363–17380, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/cuadv15n12-120>. Acesso em: 12 mar. 2025.

NOAL, H. C.; LIMA, S. B. S. Custo-efetividade do tratamento de feridas crônicas. **Revista Eletrônica Acervo Enfermagem**, v. 23, n. 2, e12758, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.25248/reaenf.e12758.2023>. Acesso em: 22 mar. 2025.

ORTEGAL, T. C. A.; LIMA, M. M. O.; COSTA, A. F.; SOUZA, A. L. B.; MENDES, D. A. C. **Atenção integral em saúde – Segurança do Paciente Idoso e tratamento de lesões**. Belo Horizonte: Poisson, v. 3, 2023.

OYEYINKA, B. O.; AFOLAYAN, A. J. Comparative and correlational evaluation of the phytochemical constituents and antioxidant activity of *Musa sinensis* L. and *Musa paradisiaca* L. fruit compartments (Musaceae). **The Scientific World Journal**, v. 2020, n. 1, p. 4503824, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2020/4503824>. Acesso em: 6 mai. 2025.

PADILLA-CAMBEROS, E.; FLORES-FERNÁNDEZ, J. M.; CANALES-AGUIRRE, A. A.; BARRAGÁN-ÁLVAREZ, C. P.; GUTIÉRREZ-MERCADO, Y.; LUGO-CERVANTES, E. Wound healing and antioxidant capacity of *Musa paradisiaca* Linn. peel extracts. **Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research**, v. 4, n. 5, p. 165–173, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.56499/jppres16.124_4.5.165. Acesso em: 6 mai. 2025.

PHAM, T. N.; NGUYEN, V. M.; PHAM, T. B. N.; PHAM, N. T. D.; TRAN, T. T. Effects of ripeness and extraction conditions on the content of phenolic compounds in banana peels (*Musa paradisiaca* L.). **Food Research (Malaysia)**, 2022. Disponível em: [https://doi.org/10.26656/fr.2017.6\(1\).152](https://doi.org/10.26656/fr.2017.6(1).152). Acesso em: 6 mai. 2025.

PUTRA, D. A. C.; LUTFIYATI, H.; PRIBADI, P. Effectiveness of banana leaves extract (*Musa paradisiaca* L.) for wound healing. **Pharmaciana**, v. 7, n. 2, p. 177-184, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.12928/pharmaciana.v7i2.6251>. Acesso em: 6 mai. 2025.

QUOC, L. P. T. Physicochemical characteristics and antioxidant activities of banana peels pectin extracted with microwave-assisted extraction. **Agriculture & Forestry / Poljoprivreda i šumarstv**, v. 68, n. 1, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.17707/AgricultForest.68.1.08>. Acesso em: 6 mai. 2025.

RIHAYAT, T.; SURYANI; SIREGAR, J. P.; ZAIMAHWATI; SALMYAH; HELMI; JAAFAR, J. Wound dressing based on banana peels waste and chitosan by strengthening lignin as wound healing medicine. In: **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 506, p. 012056, abr. 2019. IOP Publishing. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/506/1/012056>. Acesso em: 6 mai. 2025.

RITA, W. S.; ASIH, I. A. R. A.; SWANTARA, I. M. D.; DAMAYANTI, N. L. Y. Antibacterial activity of flavonoids from ethyl acetate extract of milk banana peel (*Musa × paradisiaca* L.). **HAYATI Journal of Biosciences**, v. 28, n. 3, p. 223–223, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.4308/hjb.28.3.223>. Acesso em: 6 mai. 2025.

RITA, W. S.; SWANTARA, I. M. D.; ASIH, I. A. R. A.; DAMAYANTI, N. L. Y. Antibacterial efficacy of susu banana (*Musa paradisiaca* L.) peel methanol extract and the total contents of flavonoid and phenolic compounds. In: **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 1177, n. 1, p. 012050, maio 2023. IOP Publishing. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1177/1/012050>. Acesso em: 6 mai. 2025.

RIZKA, R. Development of a gel spray formulation based on banana peel (*Musa paradisiaca* L.) as an approach to support environmental sustainability. In: **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 1241, n. 1, p. 012102, set. 2023. IOP Publishing. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1241/1/012102>. Acesso em: 6 mai. 2025.

ROJAS, A. F.; RODRÍGUEZ-BARONA, S.; MONTOYA, J. Evaluación de alternativas de aprovechamiento energético y bioactivo de la cáscara de plátano. **Información Tecnológica**, v. 30, n. 5, p. 11–24, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000500011>. Acesso em: 6 mai. 2025.

RUIZ, P. B. O.; LIMA, A. F. C. Average direct costs of outpatient, hospital, and home care provided to patients with chronic wound. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 56, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1980-220X-REEUSP-2022-0295en>. Acesso em: 6 mai. 2025.

DA SILVA, A. C.; SIMÕES, I. S.; SALOMÉ, G. M.; VON ATZINGEN, D. A. N. C.; DOS ANJOS MENDONÇA, A. R. Peristomal dermatitis: treatment with green banana peel (*Musa sapientum*) powder. **Journal of Coloproctology**, v. 41, n. 2, p. 145–151, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1055/s-0041-1730389>. Acesso em: 6 mai. 2025.

SRIARUMTIAS, F. F.; NAJIHUDIN, A.; PUTRI, I. R.; AKMAL, A.; HAMDANI, S. Microemulgel formulation of Kepok banana peel extract (*Musa paradisiaca* L) as an antioxidant. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1402, n. 5, p. 055090, dez. 2019. IOP Publishing. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1402/5/055090>. Acesso em: 6 mai. 2025.

SUTJIATMO, A. B.; WIDOWATI, W.; SUMIATI, I.; PRIESTU, T.; ARUMWARDANA, S.; KUSUMA, H. S. W.; AZIZAH, A. M. Antioxidant and anticancer potential of Raja Bulu banana peel and heart (*Musa acuminata* Colla (AAB group)) ethanol extracts in MCF-7 cell lines. **Majalah Obat Tradisional**, v. 26, n. 1, p. 49–58, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.22146/mot.55333>. Acesso em: 6 mai. 2025.

TOH, P. Y.; LEONG, F. S.; CHANG, S. K.; KHOO, H. E.; YIM, H. S. Optimization of extraction parameters on the antioxidant properties of banana waste. **Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria**, v. 15, n. 1, p. 65–78, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.17306/J.AFS.2016.1.7>. Acesso em: 6 mai. 2025.

VALENTE, G. L. C.; LOPES, T. F.; PAULA, G. R. Correlação entre a microbiota da pele e seu metaboloma com a cicatrização de feridas crônicas. **Vittale – Revista de Ciências da Saúde**, v. 35, n. 1, p. 73–87, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/vittalle.v35i1.13859>. Acesso em: 14 abr. 2025.

WHITTEMORE, R.; KNAFL, K. The integrative review: updated methodology. **Journal of Advanced Nursing**, v. 52, n. 5, p. 546–553, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x>. Acesso em: 23 mar. 2025.

WIDOYANTI, A. A. E.; CHAIKONG, K.; RANGSINTH, P.; SAENGRATWATCHARA, P.; LEUNG, G. P. H.; PRASANSUKLAB, A. Valorization of nam wah banana (*Musa paradisiaca* L.) byproducts as a source of bioactive compounds with antioxidant and anti-inflammatory properties: *in vitro* and *in silico* studies. **Foods**, v. 12, n. 21, p. 3955, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods12213955>. Acesso em: 6 mai. 2025.

ZHANG, J.; WANG, Y.; YANG, B.; LI, Y.; LIU, L.; ZHOU, W.; ZHENG, S. J. Profiling of phenolic compounds of fruit peels of different ecotype bananas derived from domestic and imported cultivars with different maturity. **Horticulturae**, v. 8, n. 1, p. 70, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/horticulturae8010070>. Acesso em: 6 mai. 2025.

Apêndice A – Combinações estruturadas de descritores temáticos por idioma

Tabela A.1 – Estratégias de busca utilizadas na revisão integrativa, por grupo temático e idioma

Combinação	Idioma	Descritores combinados
A + B	PT	("casca de banana" OR "banana verde" OR "casca de banana verde") AND ("lesões cutâneas" OR "cicatrização" OR "feridas" OR "regeneração da pele" OR "epitelização")
	EN	("banana peel" OR "green banana" OR "green banana peel") AND ("skin lesions" OR "healing" OR "wounds" OR "skin regeneration" OR "epithelialization")
	ES	("cáscara de plátano" OR "plátano verde" OR "cáscara de plátano verde") AND ("lesiones cutáneas" OR "cicatrización" OR "heridas" OR "regeneración de la piel" OR "epitelización")
A + C	PT	("casca de banana" OR "banana verde" OR "casca de banana verde") AND ("antioxidante" OR "anti-inflamatório" OR "antimicrobiano" OR "flavonoides" OR "compostos fenólicos" OR "fitoquímicos")
	EN	("banana peel" OR "green banana" OR "green banana peel") AND ("antioxidant" OR "anti-inflammatory" OR "antimicrobial" OR "flavonoids" OR "phenolic compounds" OR "phytochemicals")
	ES	("cáscara de plátano" OR "plátano verde" OR "cáscara de plátano verde") AND ("antioxidante" OR "antiinflamatorio" OR "antimicrobiano" OR "flavonoides" OR "compuestos fenólicos" OR "fitoquímicos")
A + D	PT	("casca de banana" OR "banana verde" OR "casca de banana verde") AND ("potencial biotecnológico" OR "biomateriais" OR "produto de base biológica" OR "formulação farmacêutica" OR "curativo para feridas" OR "gel cicatrizante" OR "viabilidade econômica" OR "custo-efetividade" OR "bioeconomia" OR "viabilidade na prática clínica")
	EN	("banana peel" OR "green banana" OR "green banana peel") AND ("biotechnological potential" OR "biomaterials" OR "bio-based product" OR "pharmaceutical formulation" OR "wound dressing" OR "healing gel" OR "economic feasibility" OR "cost-effectiveness" OR "bioeconomy" OR "viability in clinical practice")
	ES	("cáscara de plátano" OR "plátano verde" OR "cáscara de plátano verde") AND ("potencial biotecnológico" OR "biomateriales" OR "producto de origen biológico" OR "formulación farmacéutica" OR "apósito para heridas" OR "gel cicatrizante" OR "viabilidad económica" OR "rentabilidad" OR "bioeconomía" OR "viabilidad en la práctica clínica")
A + B + C + D	PT	("casca de banana" OR "banana verde" OR "casca de banana verde")

AND ("lesões cutâneas" OR "cicatrização" OR "feridas" OR "regeneração da pele" OR "epitelização") AND ("antioxidante" OR "anti-inflamatório" OR "antimicrobiano" OR "flavonoides" OR "compostos fenólicos" OR "fitoquímicos") AND ("potencial biotecnológico" OR "biomateriais" OR "produto de base biológica" OR "formulação farmacêutica" OR "curativo para feridas" OR "gel cicatrizante" OR "viabilidade econômica" OR "custo-efetividade" OR "bioeconomia" OR "viabilidade na prática clínica")

EN ("banana peel" OR "green banana" OR "green banana peel") AND ("skin lesions" OR "healing" OR "wounds" OR "skin regeneration" OR "epithelialization") AND ("antioxidant" OR "anti-inflammatory" OR "antimicrobial" OR "flavonoids" OR "phenolic compounds" OR "phytochemicals") AND ("biotechnological potential" OR "biomaterials" OR "bio-based product" OR "pharmaceutical formulation" OR "wound dressing" OR "healing gel" OR "economic feasibility" OR "cost-effectiveness" OR "bioeconomy" OR "viability in clinical practice")

ES ("cáscara de plátano" OR "plátano verde" OR "cáscara de plátano verde") AND ("lesiones cutáneas" OR "cicatrización" OR "heridas" OR "regeneración de la piel" OR "epitelización") AND ("antioxidante" OR "antiinflamatorio" OR "antimicrobiano" OR "flavonoides" OR "compuestos fenólicos" OR "fitoquímicos") AND ("potencial biotecnológico" OR "biomateriales" OR "producto de origen biológico" OR "formulación farmacéutica" OR "apósito para heridas" OR "gel cicatrizante" OR "viabilidad económica" OR "rentabilidad" OR "bioeconomía" OR "viabilidad en la práctica clínica")

Fonte: Elaborado pelos autores (2025). Legenda: PT (Português), EN (Inglês) e ES (Espanhol).