

# RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese/dissertação será disponibilizado somente a partir de  
27/05/2026

At the author's request, the full text of this thesis/dissertation will not be available online until  
May 27, 2026

**LUCAS FELIPE DOS OUROS**

**PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FARINHAS E AGUARDENTE A PARTIR  
DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS DE DIFERENTES CULTIVARES DE BANANEIRAS**

**Botucatu**

**2025**



**LUCAS FELIPE DOS OUROS**

**PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FARINHAS E AGUARDENTE A PARTIR  
DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS DE DIFERENTES CULTIVARES DE BANANEIRAS**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências  
Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu,  
para obtenção do título Doutor em Engenharia  
Agrícola

Orientador: Magali Leonel

**Botucatu**

**2025**

O93p

Ouros, Lucas Felipe dos

Produção e caracterização de farinhas e aguardente a partir de resíduos agrícolas de diferentes cultivares de bananeiras / Lucas Felipe dos Ouros. -- Botucatu, 2025

132 p. : il., tabs., fotos

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu

Orientadora: Magali Leonel

1. Subprodutos. 2. Banana. 3. Bebidas destiladas. 4. Farinhas. I. Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Botucatu



### CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FARINHAS E AGUARDENTE A PARTIR DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS DE DIFERENTES CULTIVARES DE BANANEIRAS

**AUTOR: LUCAS FELIPE DOS OUROS**

**ORIENTADORA: MAGALI LEONEL**

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em Engenharia Agrícola, pela Comissão Examinadora:

Dr.<sup>a</sup> MAGALI LEONEL (Participação Presencial)  
Centro de Raízes e Amidos Tropicais / Universidade Estadual Paulista UNESP

Dr. HEBERT TEIXEIRA CÂNDIDO (Participação Virtual)

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> THAÍS PAES RODRIGUES DOS SANTOS (Participação Virtual)  
Associação Educacional do Vale da Jurumirim

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> PRÍCILA VEIGA DOS SANTOS (Participação Presencial)  
Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP

Prof. Dr. RICARDO FIGUEIRA (Participação Presencial)  
Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP

Botucatu, 27 de maio de 2025



## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, agradeço a minha orientadora, Prof<sup>a</sup>. Magali Leonel, pela orientação segura, pela paciência e pelo exemplo de rigor científico. Sua dedicação foi essencial para a realização deste trabalho e para minha formação como pesquisador.

Aos membros do grupo de pesquisa Hebert Teixeira Cândido, Paulo Ricardo Rodrigues de Jesus, Nicholas Zanette Molha e Vinícius Martins Domiciano, agradeço pelas discussões enriquecedoras, pela troca de ideias e pelo companheirismo ao longo desses anos.

A minha mãe, Rita de Cássia Sagrillo Pereira dos Santos, minha gratidão eterna pelo amor incondicional, pelo incentivo à educação e por sempre acreditarem em mim. Aos meus irmãos Caio Cesar dos Ouros, Luis Fernando Cubero e Daniel Fernando Cubero, além dos demais familiares, obrigado pelo apoio constante e por celebrarem cada pequena vitória comigo.

A minha companheira, Natalia Akemi Kohori, merece um agradecimento especial. Natalia, seu amor constante e sua compreensão nos momentos mais difíceis foram verdadeiros alicerces para que eu pudesse seguir firme nessa jornada. Sua companhia foi onde encontrei conforto, força e inspiração para não desistir. Agradeço por compartilhar sonhos e desafios, e por ser essa parceira incrível que tornou essa caminhada mais leve e significativa. Nada disso teria sido possível sem você.

Agradeço ao Centro de Raízes e Amidos Tropicais (CERAT) por toda infraestrutura que possibilitou esse estudo e por todos esses anos de parceria em pesquisa, onde pude aprender muito com todos os alunos e funcionários com quem tive o privilégio de conviver.

Agradeço ao Departamento de Horticultura e ao Laboratório de Bebidas, pela disponibilização da infraestrutura com a qual auxiliou neste estudo. Agradeço especialmente ao Dr. Ricardo Figueira e a Prof<sup>a</sup>. Pricila Veiga dos Santos por toda ajuda intelectual que me auxiliaram durante toda minha trajetória dentro da universidade.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil – CAPES – Código de financiamento 001.





## RESUMO

Este trabalho aborda a valorização de subprodutos da bananicultura como estratégia para fomentar a economia circular e o desenvolvimento sustentável. A produção de bananas, uma das mais significativas no cenário agrícola mundial, gera grandes volumes de resíduos, como folhas, pseudocaule, cascas e inflorescência, os quais representam até 79% da planta. Entre esses, a inflorescência destaca-se pelo seu potencial nutricional, sendo utilizada na produção de farinha com aplicações alimentícias. Foram desenvolvidas farinhas mistas sem glúten, combinando farinha de banana verde com farinha da parte apical da inflorescência, resultando em produtos com elevado valor nutricional e boas propriedades tecnológicas. Adicionalmente, avaliou-se a produção de aguardente a partir de diferentes cultivares de banana, visando o aproveitamento de perdas pós-colheita e a diversificação da cadeia produtiva. Os destilados obtidos apresentaram baixa acidez e perfis sensoriais diferenciados. Os resultados evidenciam que o aproveitamento integral da bananeira contribui para a geração de novos produtos alimentícios e bebidas, redução de impactos ambientais e fortalecimento econômico das regiões produtoras, em consonância com os princípios da sustentabilidade e da inovação na agricultura.

**Palavras-chave:** *Musa* sp; subproduto; processamento; economia circular.



## ABSTRACT

This study addresses the valorization of banana cultivation by-products as a strategy to promote the circular economy and sustainable development. Banana production, one of the most significant in the global agricultural context, generates large volumes of residues such as leaves, pseudostems, peels, and inflorescences, which can represent up to 79% of the plant. Among these, the inflorescence stands out due to its nutritional potential and is used in flour production for food applications. Gluten-free mixed flours were developed by combining green banana flour with flour from the apical part of the inflorescence, resulting in products with high nutritional value and good technological properties. Additionally, the production of spirits from different banana cultivars was evaluated, aiming to utilize post-harvest losses and diversify the production chain. The obtained distillates exhibited low acidity and distinct sensory profiles. The results demonstrate that the integral use of the banana plant contributes to the generation of new food products and beverages, reduction of environmental impacts, and economic strengthening of producing regions, in accordance with the principles of sustainability and innovation in agriculture.

**Keywords:** *Musa* sp; by-product; processing; circular economy.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|                                                                                                                                                                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>CAPÍTULO 1 - APROVEITAMENTO DE SUBPRODUTOS DA CULTURA DA BANANEIRA PARA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS, BEBIDAS ALCOÓLICAS E ETANOL ....</b>                                                                                   | <b>22</b> |
| Figura 1 -Produção de toneladas de banana produzidas em cada região. A) Produção dos 10 países com maior produção de banana do mundo. B) Produção dos 10 estados brasileiros com a maior produção de banana do país .... | 31        |
| Figura 2 -Diferentes frações da bananeira e sua contribuição para o peso total da planta .....                                                                                                                           | 32        |
| Figura 3 -Fluxograma da produção de licor de banana .....                                                                                                                                                                | 42        |
| Figura 4 -Fluxograma da produção de fermentado de banana ....                                                                                                                                                            | 44        |
| Figura 5 -Fluxograma da produção de cerveja com adjunto de banana .....                                                                                                                                                  | 46        |
| <b>CAPÍTULO 2 - PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FARINHAS DA INFLORESCÊNCIA DE BANANEIRAS .....</b>                                                                                                                          | <b>62</b> |
| Figura 1 -Inflorescência da bananeira e suas frações .....                                                                                                                                                               | 67        |
| Figura 2 -Distribuição percentual de massa fresca das partes das inflorescências das bananeiras .....                                                                                                                    | 74        |
| Figura 3 -Conteúdo de minerais da farinha em função da cultivar de banana e da parte da inflorescência .....                                                                                                             | 78        |
| Figura 4 -Biplot de componentes principais .....                                                                                                                                                                         | 84        |
| <b>CAPÍTULO 3 - PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE AGUARDENTE DE BANANA DE CINCO NOVAS CULTIVARES .....</b>                                                                                                                    | <b>91</b> |
| Figura 1 -Diagrama geral do experimento .....                                                                                                                                                                            | 95        |
| Figura 2 -Regressão linear da composição centesimal .....                                                                                                                                                                | 98        |
| Figura 3 -Regressão linear das características de absorção e solubilidade me agua .....                                                                                                                                  | 100       |

|                                                             |            |
|-------------------------------------------------------------|------------|
| Figura 4 -Regressão linear das características de cor ..... | 101        |
| <b>CAPÍTULO 4 -PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE</b>             |            |
| <b>AGUARDENTE DE BANANA DE CINCO NOVAS</b>                  |            |
| <b>CULTIVARES .....</b>                                     | <b>106</b> |
| Figura 1 -Acompanhamento da fermentação das cultivares      |            |
| Prata-Anã, SCS451 Catarina, BRS FHIA Maravilha,             |            |
| BRS Pacoua e BRS Vitória                                    |            |
| .....                                                       | 118        |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                             |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>CAPÍTULO 1 -APROVEITAMENTO DE SUBPRODUTOS DA CULTURA DA BANANEIRA PARA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS, BEBIDAS ALCOÓLICAS E ETANOL ....</b>       | <b>22</b> |
| Tabela 1 -Composição centesimal de subprodutos da bananeira..                                                                               | 33        |
| Tabela 2 -Concentração de celulose, hemicelulose e lignina presente nas cascas de banana .....                                              | 37        |
| Tabela 3 -Concentração de celulose, hemicelulose e lignina presente no pseudocaule da bananeira .....                                       | 39        |
| Tabela 4 -Compostos bioativos em diferentes partes da bananeira .....                                                                       | 48        |
| Tabela 5 -Rendimento de produção de bioetanol a partir de diferentes biomassas de banana .....                                              | 50        |
| Tabela 6 -possível utilização de frações da bananeira .....                                                                                 | 51        |
| <b>CAPÍTULO 2 -PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FARINHAS DA INFLORESCÊNCIA DE BANANEIRAS .....</b>                                              | <b>62</b> |
| Tabela 1 -Características das cultivares de banana .....                                                                                    | 66        |
| Tabela 2 -Medias dos pesos frescos em gramas das inflorescências sem o raqui e de suas frações nas diferentes cultivares de bananeira ..... | 73        |
| Tabela 3 -Composição centesimal das farinhas de Brácteas obtidas das diferentes cultivares .....                                            | 75        |
| Tabela 4 -Parâmetros de cor da farinha de diferentes partes da inflorescência de cultivares de bananeira .....                              | 81        |
| Tabela 5 -Capacidade de retenção de água das farinhas de inflorescência de bananeira .....                                                  | 82        |
| <b>CAPÍTULO 1 -FARINHAS MISTAS DE BANANA VERDE E PARTE APICAL DA INFLORESCÊNCIA DA BANANEIRA: CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS E</b>            |           |



|                                                                                                                                    |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>TECNOLOGICAS .....</b>                                                                                                          | <b>91</b>  |
| Tabela 1 -Composição das farinhas de polpa de banana associadas com a farinha da parte apical da Inflorescência da bananeira ..... | 97         |
| Tabela 2 -Índice de absorção de água (IAA) e índice de solubilidade em água (ISA) de farinhas de banana e farinhas mistas .....    | 100        |
| Tabela 3 -Análise de cor de farinhas mistas de banana .....                                                                        | 101        |
| <b>CAPÍTULO 1 -CAPÍTULO 4 - PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE AGUARDENTE DE BANANA DE CINCO NOVAS CULTIVARES .....</b>                  | <b>106</b> |
| Tabela 1 -Concentrações permitidas para aguardentes pelo MAPA .....                                                                | 109        |
| Tabela 2 -Pré-testes realizados para otimização do padrão fermentativo de mosto de banana .....                                    | 111        |
| Tabela 3 -Teor alcoólico final dos vinhos (pré teste) .....                                                                        | 115        |
| Tabela 4 -Acompanhamento de fermentação sob diferentes condições .....                                                             | 116        |
| Tabela 5 -Teor de sólidos solúveis (°Brix) dos mostos de diferentes cultivares de banana .....                                     | 117        |
| Tabela 6 -Teor alcoólico obtido na primeira etapa de destilação ...                                                                | 119        |
| Tabela 7 -Teor alcoólico obtido na segunda etapa de destilação ..                                                                  | 120        |
| Tabela 8 -Parâmetros físico-químicos de aguardente produzida a partir de diferentes cultivares de banana .....                     | 121        |
| Tabela 9 -Parâmetros cromatográficos de aguardente produzida a partir de diferentes cultivares de banana .....                     | 123        |
| Tabela 10 -Comparação dos parâmetros cromatográficos de aguardente de banana .....                                                 | 124        |

## SUMÁRIO

|                                                                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| INTRODUÇÃO GERAL .....                                                                                                           | 19 |
| CAPÍTULO 1 - APROVEITAMENTO DE SUBPRODUTOS DA CULTURA DA BANANEIRA PARA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS, BEBIDAS ALCOÓLICAS E ETANOL ..... | 22 |
| Resumo .....                                                                                                                     | 22 |
| Abstract .....                                                                                                                   | 23 |
| 1.1 INTRODUÇÃO .....                                                                                                             | 24 |
| 1.2 REVISÃO DE LITERATURA .....                                                                                                  | 26 |
| 1.2.1 Economia Circular .....                                                                                                    | 26 |
| 1.2.2 Cultivares de bananeira .....                                                                                              | 28 |
| 1.2.3 Produções mundial e nacional de bananas .....                                                                              | 30 |
| 1.2.4 Aproveitamento de diferentes partes da bananeira .....                                                                     | 32 |
| 1.2.4.1 Polpa do fruto da bananeira .....                                                                                        | 35 |
| 1.2.4.2 Casca do fruto da bananeira .....                                                                                        | 36 |
| 1.2.4.3 Inflorescência da bananeira .....                                                                                        | 38 |
| 1.2.4.4 Pseudocaule da bananeira .....                                                                                           | 38 |
| 1.2.4.5 Folha da bananeira .....                                                                                                 | 40 |
| 1.2.5 Bebidas de banana .....                                                                                                    | 41 |
| 1.2.5.1 Licor de banana .....                                                                                                    | 41 |
| 1.2.5.2 Aguardente de banana .....                                                                                               | 42 |
| 1.2.5.3 Cerveja de banana .....                                                                                                  | 44 |
| 1.2.6 Compostos de alto valor agregado da bananeira .....                                                                        | 47 |
| 1.2.7 Rendimento de frações da bananeira para produção de bioetanol .....                                                        | 50 |
| 1.2.8 Possíveis utilizações das frações da bananeira .....                                                                       | 51 |

|         |                                                                                             |    |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.3     | Conclusões e prospecções futuras .....                                                      | 51 |
|         | REFERÊNCIAS .....                                                                           | 53 |
|         | CAPÍTULO 2 - PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE<br>FARINHAS DA INFLORESCÊNCIA DE BANANEIRAS ..... | 62 |
|         | Resumo .....                                                                                | 62 |
|         | Abstract .....                                                                              | 63 |
| 2.1     | INTRODUÇÃO .....                                                                            | 63 |
| 2.2     | MATERIAIS E MÉTODOS .....                                                                   | 65 |
| 2.2.1   | Área experimental .....                                                                     | 65 |
| 2.2.2   | Colheita das inflorescências .....                                                          | 67 |
| 2.2.3   | Produção e análise das farinhas .....                                                       | 68 |
| 2.2.4   | Composição centesimal das farinhas das frações da<br>inflorescência de bananeiras .....     | 68 |
| 2.2.4.1 | Umidade .....                                                                               | 68 |
| 2.2.4.2 | Cinzas .....                                                                                | 68 |
| 2.2.4.3 | Lipídeos .....                                                                              | 69 |
| 2.2.4.4 | Proteínas .....                                                                             | 69 |
| 2.2.4.5 | Fibras .....                                                                                | 70 |
| 2.2.5   | Cor da farinha .....                                                                        | 71 |
| 2.2.6   | Capacidade de retenção de água .....                                                        | 71 |
| 2.2.7   | Análise dos minerais .....                                                                  | 72 |
| 2.2.8   | Análise dos dados .....                                                                     | 72 |
| 2.3     | RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                                                                | 72 |
| 2.3.1   | Massas das frações da inflorescência e rendimento .....                                     | 72 |
| 2.3.2   | Composição centesimal das farinhas das frações das<br>inflorescências de bananeiras .....   | 74 |

|                                                                                                                                              |                                                                                       |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.3.3                                                                                                                                        | Propriedades de cores das farinhas de Inflorescências da bananeira .....              | 80  |
| 2.3.4                                                                                                                                        | Propriedades de absorção e solubilidade em água de Inflorescências da bananeira ..... | 82  |
| 2.3.5                                                                                                                                        | Análise dos componentes principais (PCA) .....                                        | 83  |
| 2.4                                                                                                                                          | CONCLUSÕES .....                                                                      | 84  |
|                                                                                                                                              | REFERÊNCIAS .....                                                                     | 86  |
| CAPÍTULO 3 - FARINHAS MISTAS DE BANANA VERDE E PARTE APICAL DA INFLORESCÊNCIA DA BANANEIRA: CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS E TECNOLÓGICAS .... |                                                                                       |     |
|                                                                                                                                              | Resumo .....                                                                          | 91  |
|                                                                                                                                              | Abstract .....                                                                        | 92  |
| 3.1                                                                                                                                          | INTRODUÇÃO .....                                                                      | 92  |
| 3.2                                                                                                                                          | MATERIAIS E MÉTODOS .....                                                             | 94  |
| 3.2.1                                                                                                                                        | Descrição do local e do material vegetal .....                                        | 94  |
| 3.2.2                                                                                                                                        | Preparo das farinhas .....                                                            | 94  |
| 3.2.3                                                                                                                                        | Análises das farinhas .....                                                           | 95  |
| 3.2.3.1                                                                                                                                      | Caracterização físico-química das farinhas .....                                      | 95  |
| 3.2.3.2                                                                                                                                      | Análise de absorção de água e solubilidade em água .....                              | 96  |
| 3.2.3.3                                                                                                                                      | Análise de cor .....                                                                  | 96  |
| 3.2.4                                                                                                                                        | Análise dos dados .....                                                               | 97  |
| 3.3                                                                                                                                          | RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                                                          | 97  |
| 3.3.1                                                                                                                                        | Caracterização físico-química das farinhas .....                                      | 97  |
| 3.3.2                                                                                                                                        | Índice de absorção e solubilidade em água .....                                       | 99  |
| 3.3.3                                                                                                                                        | Cor .....                                                                             | 100 |
| 3.4                                                                                                                                          | CONCLUSÕES .....                                                                      | 102 |

|                                                                                                           |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| REFERÊNCIAS .....                                                                                         | 103        |
| <b>CAPÍTULO 4 - PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE AGUARDENTE DE BANANA DE CINCO NOVAS CULTIVARES .....</b>     | <b>106</b> |
| Resumo .....                                                                                              | 106        |
| Abstract .....                                                                                            | 107        |
| 4.1 INTRODUÇÃO .....                                                                                      | 107        |
| 4.2 MATERIAIS E MÉTODOS .....                                                                             | 109        |
| 4.2.1 Bananal .....                                                                                       | 109        |
| 4.2.2 Bananas .....                                                                                       | 110        |
| 4.2.3 Teste preliminar para a avaliação das condições de fermentação .....                                | 110        |
| 4.2.4 Produção de aguardentes das diferentes cultivares de banana .....                                   | 111        |
| 4.2.5 Análises na aguardente de banana .....                                                              | 113        |
| 4.2.6 Análise dos dados .....                                                                             | 113        |
| 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                                                                          | 114        |
| 4.3.1 Definição das condições de fermentação .....                                                        | 114        |
| 4.3.2 Processo fermentativo dos mostos obtidos pelo processamento das cinco cultivares de bananeira ..... | 117        |
| 4.3.3 Destilados obtidos pelo processamento das cinco cultivares de bananeira .....                       | 118        |
| 4.3.4 Análise das aguardentes de banana .....                                                             | 121        |
| 4.4 CONCLUSÕES .....                                                                                      | 124        |
| REFERÊNCIAS .....                                                                                         | 126        |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS .....                                                                                | 129        |
| REFERÊNCIAS .....                                                                                         | 131        |

## INTRODUÇÃO GERAL

A economia circular é amplamente reconhecida como um motor para o crescimento econômico, com a capacidade de gerar empregos, incentivar novos empreendimentos, fortalecer as cadeias de suprimento e, ao mesmo tempo, reduzir custos, resíduos e impactos ambientais (De Pascale *et al.*, 2023). A transição para uma economia circular surge como uma solução eficaz para os desafios associados ao uso de materiais e energia. Conhecidos por seu potencial de promover a sustentabilidade, os princípios da economia circular têm atraído a atenção de países, governos, academia e da sociedade em geral. O avanço em direção à economia circular oferece uma série de benefícios, como maior segurança dos recursos, redução dos impactos ambientais, crescimento econômico, oportunidades de inovação, promoção de práticas de consumo sustentável e geração de empregos (Ren; Albrecht, 2023).

A banana é uma das frutas mais cultivadas globalmente, especialmente em regiões tropicais. A Índia lidera a produção mundial com 34,528 milhões de toneladas, seguida pela China com 11,776 milhões de toneladas. Em terceiro lugar está a Indonésia, com uma produção de 9,245 milhões de toneladas, seguida pela Nigéria com 8,019 milhões e o Brasil com 6,854 milhões de toneladas. Juntas, essas cinco principais nações representam mais de 60% da produção global de bananas, totalizando 70,422 milhões de toneladas (FAOSTAT, 2022).

O Brasil ocupa a quinta posição entre os maiores produtores mundiais de banana, com a maior parte da produção proveniente dos cultivares Prata e Pacovan. Esses cultivares incluem os subgrupos: triploide AAB (Prata, Pacovan e Branca), triploide AAA Cavendish (Nanica, Nanicão, Grande Naine e Terra) e triploide AAB (Maçã) (Scarpate Filho *et al.*, 2016). Dentre os estados brasileiros São Paulo é o maior produtor de bananas, alcançando 991,8 mil toneladas. Minas Gerais ocupa o segundo lugar com 841,6 mil toneladas, seguido pela Bahia com 830,6 mil toneladas e Santa Catarina com 722,8 mil toneladas. No estado de São Paulo, a região do Vale do Ribeira é a principal produtora de bananas (IBGE, 2022).

Atualmente, novas cultivares de banana estão sendo introduzidas e estudadas em várias regiões do Brasil devido ao grande potencial agrícola de diversos genótipos selecionados pelos programas de melhoramento genético e bancos de germoplasma. No entanto, muitos desses genótipos não atendem ao perfil do consumidor brasileiro para o mercado de frutas frescas. Portanto, é crucial examiná-los também como possíveis matérias-primas para a indústria (Napoleão; Jesus; Leonel, 2021; Gasparotto; Pereira; Muniz, 2024; Silva *et al.*, 2024).

A banana, sendo um fruto climatérico que produz grandes quantidades de etileno, é especialmente suscetível à deterioração até o momento do consumo. As perdas pós-colheita de bananas podem chegar a um terço da produção devido a falhas no cultivo, colheita, armazenamento pós-colheita e transporte (Al-Dairi *et al.*, 2022, 2023).

Embora o fruto da bananeira represente apenas 21% da planta, o restante, 79%, possui diversas possíveis aplicações que podem aumentar o lucro dos produtores. A planta de banana é composta por 13,43% de folhas, 3,16% de raque, 0,79% de inflorescência e 61,62% de pseudocaule (Fiallos-Cárdenas; Pérez-Martínez; Ramirez, 2022).

Globalmente, são produzidos cerca de 114,08 milhões de toneladas métricas de resíduos de banana, o que causa problemas ambientais, como a emissão excessiva de gases de efeito estufa. Além dos frutos que não atendem aos padrões, a produção de uma tonelada de banana destinada ao processamento industrial gera aproximadamente três a quatro toneladas de resíduos sólidos, incluindo folhas, pseudocaule, engaço, inflorescência e cascas (Alzate Acevedo *et al.*, 2021).

Entre esses subprodutos, a inflorescência é um dos menos utilizados, mas é classificada como uma Planta Alimentícia Não Convencional (PANC) devido à sua composição nutricional, que inclui proteínas, fibras alimentares, vitaminas, flavonoides (especialmente quercetina), tanino e  $\beta$ -tocoferol (Lau *et al.*, 2020; Suprayitno *et al.*, 2022).

Outros subprodutos, como o pseudocaule, o raque e as folhas, são fontes de lignocelulose que podem ser exploradas para a produção de celulose, nanocelulose, etanol de segunda geração ou para extração de compostos de interesse em biorrefinarias (Alzate Acevedo *et al.*, 2021; Choudhury; Nickhil; Deka, 2023; Khan *et al.*, 2024).

O uso da banana como matéria-prima para o desenvolvimento de bebidas tem

sido pesquisado por diversos estudiosos. Alguns estudos investigam a utilização da fruta e de seus resíduos agrícolas na produção de bebidas alcoólicas, como aguardente, cerveja e licor (Jesus Filho *et al.*, 2017; Alvarenga *et al.*, 2011; Pauline *et al.*, 2017).

Além das aplicações alimentícias, partes da planta, como o pseudocaule da bananeira, também podem ser usadas para a extração de fibras para a indústria têxtil, oferecendo uma solução eficaz para o manejo dos resíduos de pseudocaule e contribuindo para a redução da pegada de carbono e água associada ao cultivo de algodão (Hossain; Begum, 2017).

Diante da importância econômica e social da bananicultura globalmente, este trabalho visa compilar informações sobre as potencialidades dos resíduos agrícolas da bananicultura como matérias-primas para as indústrias alimentícias e não alimentícias, além de aprofundar os estudos com o aproveitamento de inflorescência da bananeira para produção de farinhas e também avaliar a viabilidade da utilização de polpa de banana, de novos cultivares, para a produção de aguardente com o objetivo de promover o avanço da economia circular na cultura da bananeira e contribuir para a agregação de valor à cadeia produtiva, alinhada aos princípios do desenvolvimento sustentável.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cultura da banana, embora amplamente difundida no Brasil e no mundo, ainda carece de estratégias consolidadas para seu aproveitamento integral, especialmente dentro dos princípios de sustentabilidade e economia circular. O presente trabalho buscou contribuir com esse cenário, avaliando alternativas tecnológicas para o uso mais eficiente da bananeira, com foco na produção de aguardente e no desenvolvimento de farinhas funcionais a partir de seus frutos, cascas, inflorescências e subprodutos.

No campo da produção alcoólica, os resultados demonstraram que, apesar de o método utilizado ter gerado aguardentes com parâmetros físico-químicos em sua maioria compatíveis com a legislação brasileira, os elevados teores de metanol constituem uma limitação importante. Apenas a cultivar BRS Pacoua atendeu plenamente a todos os critérios legais, indicando a necessidade de ajustes no processo, como o aumento do volume de descarte da fração inicial da destilação ou a separação mais eficiente das frações, especialmente na primeira etapa. A cultivar BRS Fhia Maravilha destacou-se quanto ao rendimento alcoólico, mostrando-se promissora para aplicações industriais.

No que se refere ao aproveitamento da bananeira A inflorescência, revelou grande valor agregado: a parte apical como fonte de proteínas e minerais; as brácteas, como fontes de fibras alimentares; e as flores, com potencial lipídico. Esses componentes podem ser direcionados tanto para aplicações alimentares quanto não alimentares, diversificando o portfólio de produtos e ampliando as possibilidades de mercado. A variação entre cultivares, somada à possibilidade de composições mistas, permite a adaptação regional e setorial das farinhas, fortalecendo o uso estratégico da bananeira.

Na área alimentícia, a produção de farinhas mistas apresentou resultados interessantes. Sendo que a farinha de polpa apresentou maior teor de amido e luminosidade, enquanto a farinha de casca destacou-se nos teores de cinzas e lipídeos. A adição da farinha da parte apical da inflorescência foi eficiente para enriquecer nutricionalmente as formulações, aumentando os teores de proteínas, minerais, lipídeos, absorção e solubilidade em água, ainda que com redução da concentração de amido e da luminosidade.

Diante do alto índice de perdas pós-colheita, que pode chegar a um terço dos frutos, e do uso ainda restrito das outras partes da planta, é urgente promover o desenvolvimento de tecnologias acessíveis para ampliar o aproveitamento da cultura como um todo. Embora já existam estudos que apontem caminhos promissores, a complexidade e o custo de algumas etapas de processamento ainda limitam a adoção em pequena e média escala. Assim, torna-se necessário investir na otimização e simplificação dos processos, viabilizando o uso dos subprodutos com menor exigência de infraestrutura.

Conclui-se, portanto, que todas as frações da bananeira possuem potencial para aplicações em alimentos, bebidas e biocombustíveis, reforçando seu papel como cultura estratégica para a bioeconomia. Para consolidar esse potencial, é fundamental ampliar o investimento em pesquisa aplicada, transferência de tecnologia e políticas públicas que incentivem o aproveitamento integral da planta. A promoção do uso total da bananeira representa não apenas um avanço técnico e científico, mas também um compromisso com a sustentabilidade, a segurança alimentar e a inovação no setor agroindustrial.

## REFERÊNCIAS

- AL-DAIRI, M.; PATHARE, P. B.; AL-MAHDOURI, A. The contribution of impact damage to the quality changes of stored banana fruit. **Biol. Life Sci. Forum**, v. 16, n. 1, 31, abr., 2022.
- AL-DAIRI, M. *et al.* Postharvest quality, technologies, and strategies to reduce losses along the supply chain of banana: a review. **Trends in Food Science and Technology**, v. 134, p. 177-191, abr., 2023.
- ALVARENGA, R. M. *et al.* Potential application of *Saccharomyces cerevisiae* strains for the fermentation of banana pulp. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 18, p. 3608–3615, 2011.
- ALZATE ACEVEDO, S. *et al.* Recovery of banana waste-loss from production and processing: a contribution to a circular economy. **Molecules**, v. 26, n. 17, p. 5282, 31 ago. 2021. DOI: 10.3390/molecules26175282. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1420-3049/26/17/5282>.
- CHOWDHURY, N.; NICKHIL, C.; DEKA, S. C. Comprehensive review on the nutritional and therapeutic value of banana by-products and their applications in food and non-food sectors. **Food Bioscience**, v. 56, art. 103416, 2023. DOI: 10.1016/j.fbio.2023.103416.
- DE PASCALE, A. *et al.* The circular economy implementation at the European Union level. Past, present and future. **Journal of Cleaner Production**, v. 423, p. 138658, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138658>.
- FIALLOS-CÁRDENAS, M.; PÉREZ-MARTÍNEZ, S.; RAMIREZ, A. D. Prospects for the development of a circular bioeconomy around the banana value chain. **Sustainable Production and Consumption**, v. 30, p. 541-555, mar. 2022. DOI: 10.1016/j.spc.2021.12.014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.12.014>.
- FAOSTAT. **Food Agriculture Organization of the United Nations**. Statistical database. 2022. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#home>.
- HOSSAIN, M. B.; BEGUM, H. Investigation of spinnability of banana fibers through yarn formation along with analysis of yarn properties. **American Journal of Engineering Research (AJER)**, v. 6, n. 10, p. 322–327, 2017.
- IBGE. Indicadores IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - **IBGE**, 2022.
- JESUS FILHO, M. *et al.* Banana liqueur: Optimization of the alcohol and sugar contents, sensory profile and analysis of volatile compounds. **LWT – Food Science and Technology**, v. 97, p. 31–38, 2018.
- KHAN, A. *et al.* Sustainable yarns and fabrics from tri-blends of banana, cotton and tencel fibres for textile applications. **Journal of Cleaner Production**, v. 426, p. 140545, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109252>.

LAU, B. F. *et al.* Banana inflorescence: Its bio-prospects as an ingredient for functional foods. **Trends in Food Science & Technology**, v. 97, p. 14–28, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.12.023>

NAPOLEÃO, G. M.; JESUS, P. R. R.; LEONEL, S. Cultivar diversification of banana production in Brazil. **Agronomy Science and Biotechnology**, v. 7, p. 1-14, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33158/ASB.r127.v7.2021>.

PAULINE, M. *et al.* Production technique and sensory evaluation of traditional alcoholic beverage based maize and banana. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 10, p. 11–15, 2017.

REN, Q.; ALBRECHT, J. Toward circular economy: the impact of policy instruments on circular economy innovation for European small medium enterprises. **Ecological Economics**, v. 207, p. 107761, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2023.107761>.

SILVA, L. J. *et al.* Desenvolvimento da antracnose e caracterização física e química em bananas ‘Prata Anã’ e ‘Prata Catarina’ no semiárido mineiro. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, v. 17, n. 1, p. 3457–3469, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/revconv.17n.1-205>.

SUPRAYITNO, E. *et al.* Banana blossom addition to increase food fiber in tuna (Thunnus sp.) floss product as functional food for degenerative disease's patient. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 1036, n. 1, p. 012095, 2022.