

**JULIA SILVA PEREIRA DOS SANTOS**

**PROCESSAMENTO DE BANANA PARA A PRODUÇÃO DE *CHIPS*  
FRITOS: EFEITOS DO PRÉ-TRATAMENTO COM HIDROCOLÓIDES  
SOBRE AS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS**

**Botucatu**

**2023**



**JULIA SILVA PEREIRA DOS SANTOS**

**PROCESSAMENTO DE BANANA PARA A PRODUÇÃO DE *CHIPS*  
FRITOS: EFEITOS DO PRÉ-TRATAMENTO COM HIDROCOLÓIDES  
SOBRE AS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS**

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus  
de Botucatu, para obtenção do título de  
Mestre em Engenharia Agrícola.

Orientador(a): Magali Leonel

**Botucatu**

**2023**

S237p Santos, Julia Silva Pereira dos  
Processamento de banana para a produção de chips fritos:  
Efeito do pré tratamento com hidrocolóides sobre  
características físicas e químicas / Julia Silva Pereira dos  
Santos. -- Botucatu, 2023  
68 p. : tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista  
(Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu  
Orientadora: Magali Leonel

1. Banana. 2. Revestimento comestível. 3. Gordura. 4.  
Subprodutos. 5. Cultivares. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da  
Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

Título: *Processamento de banana para produção de "chips" feitos: efeitos do pré-tratamento com hidrocolóides sobre as características físicas e químicas*

AUTORA: JULIA SILVA PEREIRA DOS SANTOS

ORIENTADORA: MAGALI LEONEL

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

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

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> THAÍS PAES RODRIGUES DOS SANTOS (Participação Virtual) *p. MLeonel*  
Pós-Doutoranda - CERAT / Faculdade de Ciências Agrônômicas - UNESP

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> DANIELE SOUZA DE CARVALHO (Participação Virtual) *p. MLeonel*  
Campus Avaré / Instituto Federal de São Paulo

Botucatu, 07 de novembro de 2023.



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus.

Em segundo a minha família que é a base da minha vida, minha mãe Marcia Silva Pereira dos Santos, minha irmã Isabela Silva Pereira dos Santos, meu pai Jeonias Pereira dos Santos Neto, minhas avós Nadir Silva Justino e Maria Senhora Leal do Nascimento, minha tia Thaís Conceição e minha prima Lívia Farias que sempre me ajudaram e me apoiaram nessa caminhada e nunca me deixaram desistir, ensinando seu bons princípios e lições de vida.

Agradeço à minha orientadora Dra. Magali Leonel, pelo apoio essencial durante todo esse processo, que esteve ao meu lado nessa fase de aprendizado.

Ao meu namorado, Hélio Silva Garcia Blanco que sempre me apoiou e me incentivou nessa jornada do início ao fim do mestrado.

A UNESP/Botucatu FCA, funcionários, colaboradores e professores, que estão sempre dispostos a ajudar e são fundamentais no meio acadêmico, social e profissional.

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



“Quando ele me chamar, eu responderei, e estarei com ele quando estiverem dificuldades. Eu irei livrá-lo e fazer com que todos o honrem. Irei recompensá-lo com uma vida longa, e lhe mostrarei a minha salvação”.

BÍBLIA, N. T. SALMOS 91:15 -16. In BÍBLIA. Português. **Bíblia Sagrada VFL**: Versão Fácil de Ler. Bible League Internacional, p. 1121. 2017.



## RESUMO

Os alimentos fritos ocupam grande parte do mercado de conveniência, ou seja, produtos de rápido consumo. No entanto, o aumento da conscientização dos consumidores sobre a saúde tem afetado suas escolhas e estão impulsionando pesquisas para a minimização do teor de óleos em produtos fritos. Uma das formas de reduzir os lipídios em alimentos fritos é usar barreiras específicas para evitar a elevada absorção de óleo durante o processamento. Os hidrocolóides são polímeros hidrofílicos de cadeia longa e alto peso molecular com vários grupos funcionais e têm sido amplamente utilizados na indústria de alimentos. Estes polímeros são utilizados para melhorar as propriedades funcionais em produtos alimentícios e podem ajudar a reduzir a absorção de óleo em *chips*. A banana destaca-se entre os alimentos bases para a segurança alimentar, apresentando-se como fonte de energia, vitaminas e minerais. Apesar do grande volume produzido, devido às características intrínsecas de perecibilidade do fruto e de manejos pós-colheita inadequados, têm sido identificados elevados índices de perdas. Nesta linha, este estudo teve por objetivo avaliar as características físico-químicas de frutos de duas cultivares de bananeira e estudar a aplicação de coberturas de hidrocolóides sobre os atributos de qualidade de *chips* fritos de banana. Foram colhidos oito cachos das cultivares BRS Platina e FHIA 18 do pomar experimental da Fazenda Experimental Lageado, UNESP. Os cachos foram despencados e as segundas e terceiras pencas de cada cacho foram separadas. Nestas pencas foram analisadas as características físicas, como: comprimento do fruto, diâmetro, peso do fruto, peso da casca, peso da polpa, razão polpa/casca, firmeza do fruto, firmeza da casca, firmeza da polpa, cor da casca, cor da polpa. A polpa dos frutos foi analisada para: umidade, açúcares totais, açúcares redutores, matéria graxa, sólidos solúveis totais, pH, acidez titulável e ratio. As polpas dos frutos foram cortadas em fatiador elétrico na espessura de 2mm e aplicadas os pré-tratamentos de cobertura com os hidrocolóides: carboximetilcelulose (CMC), alginato de sódio, goma guar e maltodextrina. Foi realizado o tratamento controle no qual as fatias não receberam pré-tratamento. A cultivar BRS Platina apresentou frutos maiores (15,76cm), com diâmetro médio de 38,63mm e com maior massa de polpa (74,12g) que a FHIA 18 que apresentou frutos com 12,5cm de comprimento, 26,84mm de diâmetro médio e peso médio de polpa de 30,65g. Não houve diferença entre as cultivares para as características de cor e firmeza dos frutos. As polpas da cultivar FHIA 18 diferenciaram-se se pelo maior teor de açúcares totais e menores teores lipídeos, de sólidos solúveis e de acidez que as polpas dos frutos da BRS Platina. Após o pré-tratamento com as soluções de hidrocolóides, foram observados efeitos do tratamento sobre o ganho de peso para as duas cultivares, com os maiores ganhos no tratamento com goma guar e o menor no tratamento com maltodextrina. Este fator está relacionado às características físico-químicas próprias de cada hidrocoloide. Após a fritura, foi observado efeitos da cultivar e dos tratamentos sobre os teores de umidade e perda de umidade, com maiores umidades nos chips da FHIA 18 e maiores perdas nos chips da BRS Platina. As maiores perdas de umidade ocorreram nos *chips* controle e no tratamento com maltodextrina na cultivar BRS Platina. Os produtos com cobertura de solução de goma guar tiveram maior ganho de peso com o pré-tratamento, mas com a maior porcentagem de perda de peso após a fritura. Houve aumentos expressivos no teor de lipídeos nos produtos após a fritura, com teores de lipídeos variando de 25,38 a 31,72%, e os pré-tratamentos promoveram reduções

na absorção de óleo de 9,14 a 26,54%. O processamento levou a alterações na textura e cor dos produtos. A dureza dos *chips* fritos variou de 2,24 a 5,22N, com os maiores valores para os da FHIA 18 e o tratamento com maltodextrina. Os parâmetros de cor foram influenciados pelos cultivares e tratamentos, com maiores variação de cor ( $\Delta E$ ) e índice de escurecimento (IE) para os *chips* de banana BRS Platina com o tratamento com goma guar. Os resultados desse estudo são importantes, pois contribuem para a ampliação da diversificação varietal na cadeia produtiva de banana, ampliando a possibilidade de comercialização de frutos e agregando valor. A importância do pré-tratamento com hidrocoloides na redução da absorção de óleo foi confirmada nesse estudo, com o pré-tratamento com goma guar mostrando melhor resultado, o que contribui para a qualidade nutricional da banana *chips*.

**Palavras-chave:** *Musa* sp; cultivares; fritura; revestimento; absorção de óleo.

## ABSTRACT

Fried foods occupy a large part of the convenience market, that is, products that are quickly consumed. However, consumers' increased health awareness has affected their choices and is driving research into minimizing oil content in fried products. One of the ways to reduce lipids in fried foods is to use specific barriers to prevent high oil absorption during processing. Hydrocolloids are long-chain, high-molecular-weight hydrophilic polymers with various functional groups and have been widely used in the food industry. These polymers are used to improve functional properties in food products and can help reduce oil absorption in chips. Banana stands out among the basic foods for food security, presenting itself as a source of energy, vitamins and minerals. Despite the large volume produced, due to the fruit's intrinsic perishability characteristics and inadequate post-harvest handling, high loss rates have been identified. Along these lines, this study aimed to evaluate the physicochemical characteristics of fruits from two banana cultivars and study the application of hydrocolloid coatings on the quality attributes of fried banana chips. Eight bunches of BRS Platina and FHIA 18 cultivars were harvested from the experimental orchard at Fazenda Experimental Lageado, UNESP. The bunches were loosened and the second and third bunches of each bunch were separated. In these bunches, physical characteristics were analyzed, such as: fruit length, diameter, fruit weight, peel weight, pulp weight, pulp/skin ratio, fruit firmness, peel firmness, pulp firmness, peel color, color of the pulp. The fruit pulp was analyzed for: moisture, total sugars, reducing sugars, fatty matter, total soluble solids, pH, titratable acidity and ratio. The fruit pulps were cut with an electric slicer to a thickness of 2 mm and pre-treatments were applied to cover them with hydrocolloids: carboxymethyl cellulose (CMC), sodium alginate, guar gum and maltodextrin. A control treatment was carried out in which the slices did not receive pre-treatment. The BRS Platina cultivar presented larger fruits (15.76cm), with an average diameter of 38.63mm and a greater pulp mass (74.12g) than FHIA 18, which presented fruits measuring 12.5cm in length and 26.84mm in diameter. medium and average pulp weight of 30.65g. There was no difference between cultivars for fruit color and firmness characteristics. The pulps from the FHIA 18 cultivar differed due to their higher total sugar content and lower lipid, soluble solids and acidity levels than the pulps from the BRS Platina fruits. After pre-treatment with hydrocolloid solutions, effects of the treatment on weight gain were observed for both cultivars, with the greatest gains in the treatment with guar gum and the lowest in the treatment with maltodextrin. This factor is related to the physical-chemical characteristics of each hydrocolloid. After frying, effects of cultivar and treatments on moisture content and moisture loss were observed, with higher humidity in FHIA 18 chips and greater losses in BRS Platina chips. The greatest moisture losses occurred in the control chips and in the maltodextrin treatment in the BRS Platina cultivar. Products coated with guar gum solution had the greatest weight gain with pre-treatment, but with the highest percentage of weight loss after frying. There were significant increases in the lipid content in the products after frying, with lipid contents varying from 25.38 to 31.72%, and pre-treatments promoted reductions in oil absorption of 9.14 to 26.54%. Processing led to changes in the texture and color of the products. The hardness of the fried chips ranged from 2.24 to 5.22N, with the highest values for FHIA 18 and treatment with maltodextrin. Color parameters were influenced by cultivars and treatments, with greater color variation ( $\Delta E$ ) and

browning index (IE) for BRS Platina banana chips with guar gum treatment. The results of this study are important, as they contribute to expanding varietal diversification in the banana production chain, expanding the possibility of commercializing fruits and adding value. The importance of pre-treatment with hydrocolloids in reducing oil absorption was confirmed in this study, with pre-treatment with guar gum showing better results, which contributes to the nutritional quality of banana chips.

**Keywords:** *Musa* sp; cultivars; frying; coating; oil absorption.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|            |                                                                        |    |
|------------|------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - | Frutoseparados.....                                                    | 36 |
| Figura 2 - | Ilustração dos pontos avaliados para a avaliação do diemêtro.....      | 37 |
| Figura 3 - | Textura.....                                                           | 38 |
| Figura 4 - | Imagem dos frutos inteiros, separação da polpa e cortes em fatias..... | 42 |
| Figura 5 - | Fritadeira Scavone.....                                                | 43 |
| Figura 6 - | <i>Chips</i> de Banana antes e após fritura.....                       | 43 |



## **LISTA DE TABELAS**

|                                                                                    |           |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Tabela 1 - Descrição dos genótipos de</b>                                       |           |
| <b>bananeiras.....</b>                                                             | <b>28</b> |
| <b>Tabela 2 - Principais características da produção dos genótipos da</b>          |           |
| <b>bananeira.....</b>                                                              | <b>29</b> |
| <b>Tabela 3 - Características físicas dos frutos frescos de</b>                    |           |
| <b>banana.....</b>                                                                 | <b>50</b> |
| <b>Tabela 4 - Características físico-químicas das polpas dos frutos frescos de</b> |           |
| <b>banana.....</b>                                                                 | <b>52</b> |
| <b>Tabela 5 - Ganho de peso, umidade, perda de umidade e perda de peso dos</b>     |           |
| <b>chips das cultivares de banana revestidos com diferentes</b>                    |           |
| <b>soluções de</b>                                                                 |           |
| <b>hidrocolóides.....</b>                                                          | <b>54</b> |
| <b>Tabela 6 - Lipídeos, redução de absorção de óleo e textura dos chips das</b>    |           |
| <b>cultivares de banana revestidos com diferentes soluções de</b>                  |           |
| <b>hidrocolóides.....</b>                                                          | <b>55</b> |
| <b>Tabela 7 Parâmetros de cor dos chips das cultivares de banana</b>               |           |
| <b>revestidos com diferentes soluções de</b>                                       |           |
| <b>hidrocolóides.....</b>                                                          | <b>57</b> |



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

|         |                                                              |
|---------|--------------------------------------------------------------|
| AT      | Acidez Titulável                                             |
| AR      | Amido Resistente                                             |
| AOAC    | Association of Official Analytical Chemists                  |
| CERAT   | Centro de Raízes e Amidos Tropicais                          |
| FAO     | Food and Agriculture Organization of the United Nations      |
| FAOSTAT | Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura |
| IBGE    | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística              |
| ODS     | Objetivos de Desenvolvimento Sustentável                     |
| ONU     | Organização Mundial da Saúde                                 |
| SS      | Sólidos Solúveis                                             |
| USDA    | Departamento de Agricultura dos Estados Unidos               |



## LISTA DE SÍMBOLOS

|            |                            |
|------------|----------------------------|
| cm         | Centímetros                |
| mm         | Milímetros                 |
| %          | Porcentagem                |
| g          | Grama                      |
| Kg         | Quilograma                 |
| g/dia      | Grama por dia              |
| Kg/ano     | Quilograma por ano         |
| t/ha       | Produtividade por hectare  |
| mL         | Mililitro                  |
| L*         | Luminosidade               |
| a*         | Varia do verde ao vermelho |
| b*         | Varia do azul ao amarelo   |
| °Bx        | Brix                       |
| IE         | Índice de Escurecimento    |
| $\Delta E$ | Diferença Total de Cor     |



## SUMÁRIO

|         |                                                                         |    |
|---------|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 1       | INTRODUÇÃO.....                                                         | 23 |
| 2       | REVISÃO DE LITERATURA.....                                              | 26 |
| 2.1     | Banana.....                                                             | 27 |
| 2.1.1   | Características das bananeiras BRS Platina e FHIA 18.....               | 27 |
| 2.2.    | Processamento de banana para obtenção dos <i>chips</i> .....            | 28 |
| 2.2.1   | Parâmetros de qualidade de <i>chips</i> fritos.....                     | 29 |
| 2.1.2   | Processo de fritura por imersão em óleo ( <i>deep- fat frying</i> ). .. | 30 |
| 2.2.3   | Hidrocolóides.....                                                      | 32 |
| 3       | MATERIAL E MÉTODOS.....                                                 | 35 |
| 3.1     | Bananeiras.....                                                         | 35 |
| 3.2     | Caracterização dos frutos de banana.....                                | 35 |
| 3.2.1   | Análises físicas.....                                                   | 36 |
| 3.2.1.1 | Comprimento do fruto.....                                               | 36 |
| 3.2.1.2 | Diâmetro do fruto.....                                                  | 37 |
| 3.2.1.3 | Peso do fruto.....                                                      | 37 |
| 3.2.1.4 | Cor.....                                                                | 37 |
| 3.2.1.5 | Textura.....                                                            | 38 |
| 3.2.2   | Caracterização físico-químicas dos frutos.....                          | 38 |
| 3.2.2.1 | Umidade.....                                                            | 39 |
| 3.2.2.2 | Açúcares totais e redutores.....                                        | 39 |
| 3.2.2.3 | Lipídeos.....                                                           | 40 |
| 3.2.2.4 | Ph.....                                                                 | 40 |
| 3.2.2.5 | Acidez titulável.....                                                   | 40 |
| 3.2.2.6 | Sólidos Solúveis.....                                                   | 41 |
| 3.2.2.7 | RATIO.....                                                              | 41 |
| 3.3     | Preparação dos <i>chips</i> .....                                       | 41 |
| 3.3.1   | Lavagem/Descascamento/Corte.....                                        | 41 |
| 3.3.2   | Pré-tratamento hidrocolóides.....                                       | 42 |
| 3.3.3   | Fritura.....                                                            | 42 |
| 3.4     | Análises dos <i>chips</i> fritos.....                                   | 43 |
| 3.4.1   | Umidade.....                                                            | 44 |
| 3.4.2   | Ganho de peso.....                                                      | 44 |

|       |                                                    |    |
|-------|----------------------------------------------------|----|
| 3.4.3 | Lipídeos.....                                      | 44 |
| 3.4.4 | Redução de absorção de óleo.....                   | 45 |
| 3.4.5 | Perda de peso.....                                 | 45 |
| 3.4.6 | Cor.....                                           | 46 |
| 3.4.7 | Textura.....                                       | 46 |
| 3.5   | Análise dos dados.....                             | 47 |
| 4     | RESULTADOS E DISCUSSÃO.....                        | 48 |
| 4.1   | Caracterização dos frutos de banana.....           | 48 |
| 4.2   | Análises físico-químicas dos frutos de banana..... | 51 |
| 4.3   | Análises dos <i>chips</i> fritos de banana.....    | 52 |
| 5     | CONCLUSÕES.....                                    | 60 |
|       | REFERÊNCIAS.....                                   | 61 |

## 1 INTRODUÇÃO

A banana (*Musa spp.*) é um fruto de importância social e econômica, visto o volume de produção, comercialização e consumo. O consumo per capita médio anual de banana é de 12 kg, situando-se entre as principais culturas alimentares do mundo (FAO, 2023). No Brasil, a banana apresenta importante papel na alimentação da população, tendo um consumo estimado de 16,3g/dia (5,95Kg/ano) de acordo com a pesquisa de orçamentos familiares 2017- 2018 (IBGE, 2020).

A banana destaca-se pelo alto valor energético, com consideráveis quantidades de carboidratos (23%), proteínas (1,1%) e lipídeos (0,3%), mas também sendo fonte de flavonoides, betacaroteno, vitamina C e vitamina E (USDA, 2015).

As bananas são produzidas predominantemente na Ásia, América Latina e África. A produção mundial de banana em 2021 foi de 124,9 milhões de toneladas, com a Índia como o maior produtor mundial (33,06 milhões de toneladas) e o Brasil ocupando a quarta posição no ranking, com 6,81 milhões de toneladas (FAO b, 2023).

O desperdício de alimentos é considerado uma questão de grande relevância, sendo apontado pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura que 1,3 bilhão de toneladas de alimentos são desperdiçadas por ano no mundo (1/3 do que é produzido globalmente, respondendo por 8% das emissões de gases de efeito estufa) (FAO a, 2023).

Assegurar padrões de consumo e produção responsáveis está entre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) traçados pela Organização Mundial de Saúde (ONU), estando disposto que até 2030 deverá ser reduzido em 50% o desperdício de alimentos per capita mundial e as perdas de alimentos ao longo das cadeias de produção e abastecimento, incluindo as perdas pós-colheita (Nações Unidas Brasil, 2023; Brasil, 2023).

Neste contexto, a cultura da banana apesar de elevada produção mundial apresenta perdas de até 40% do total global produzido, por conta de condições como a perecibilidade dos frutos e a pouca tecnologia utilizada pelos produtores (Sanches et al., 2002; Borges; Souza, 2004), levando em consideração o manejo incorreto de nutrição mineral, do controle de pragas e fitopatologias, fatores abióticos como a temperatura do vento e as práticas pós-colheita e na comercialização (Melo,

2013).

Uma forma de redução das perdas na cadeia produtiva é o incentivo ao processamento industrial de frutos, utilizando técnicas de fácil transferência de tecnologia e de baixo custo de produção, como os chips de banana (Singthong; Thongkaew, 2009; Elkhalfa; Hassan; Zei, 2014; Pinzón; Montoya; Lucas, 2016; Sumonsiri; Imjaijit; Padboke, 2020).

Os *chips* de banana são geralmente preparados por fritura em óleos, método popular de cozimento, pois produz alimentos com características sensoriais atraentes aos consumidores, sendo as características físico-químicas da matéria-prima e as condições de processamento os fatores interferentes na qualidade do produto (Elkhalfa; Hassan; Zei, 2014; Lumanlan *et al.*, 2019; Ahmed *et al.*, 2020).

A principal desvantagem associada a um produto frito é seu alto teor de óleo, o que devido aos efeitos colaterais para a saúde, tem levado à busca de métodos que possam minimizar a absorção de óleo no processamento (Ananey-Obiri *et al.*, 2018).

A fritura envolve a imersão de alimentos em óleo comestível quente, a uma temperatura acima do ponto de ebulição da água por um período, envolvendo fenômenos de transferência de calor e massa. O processo envolve transferência de óleo para o produto e da água do produto ao óleo. A água da crosta evapora e a água migra do núcleo para a crosta, deixando espaços para a absorção do óleo (Singthong; Thongkaew, 2009; Lumanlan *et al.*, 2019).

O uso de coberturas alimentares como pré-tratamento antes da fritura é uma forma de diminuir a absorção de gordura em *chips*. Nesta linha, alguns estudos apontam efeitos positivos dos hidrocolóides em produtos fritos (Garmakhany *et al.*, 2008; Kim *et al.*, 2011; Martínez; Castellanos; Bravo, 2015; Sumonsiri; Imjaijit; Padboke, 2020).

O revestimento da superfície do produto antes da fritura com hidrocolóides reduz a evaporação da água, retendo a umidade no interior do produto e reduzindo a absorção do óleo (Varela; Fiszman, 2011; Sumonsiri; Imjaijit; Padboke, 2020). Somado ao efeito de redução da absorção de óleo, Al-Asmar *et al.* (2018) demonstraram uma redução na reação de *Maillard* com revestimento hidrocoloide, devido ao aumento da retenção de água durante a fritura, o que pode contribuir para a diminuição do risco carcinogênico de alimentos fritos.

Os *Chips* de banana pode agregar valor comercial para o cultivo de novos

cultivares de banana, gerando renda para a agricultura familiar, principalmente, bem como, a redução no teor de gordura permitirá a obtenção de produtos mais saudáveis, reduzindo riscos à saúde.

Considerando a importância da bananicultura para o Brasil e fundamentados na hipótese que o uso de hidrocoloides como agentes de revestimento é uma maneira eficaz de reduzir a absorção de óleo em produtos fritos de banana, este estudo objetivou caracterizar frutos de duas cultivares de bananeira e avaliar os efeitos da cultivar e do uso de revestimentos como pré-tratamento sobre as características físico-químicas de *chips* fritos de banana.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Banana

A banana (*Musa spp*) é uma frutífera originária da família botânica *Musaceae* e as variedades atualmente cultivadas para o consumo são oriundas do cruzamento entre espécies silvestres *Musa acuminatae* e *Musa balbisiana* (Dantas; Filho, 1995; Nava, 1997).

Atualmente as cultivares possuem combinações de genomas dessas espécies silvestres. Os genomas são definidos pelas letras A e B, assim A são para espécie *M. Acuminata* e B para *M. balbisiana* com as combinações originando grupos diploides (AA, BB e AB), triploides (AAA, AAB, ABB) e tetraploides (AAAA, AAAB, AABB, AB BB) (Figueiredo; Brioso, 2007; Martins, 2018).

No Brasil, as cultivares de banana com maior volume de produção são a Prata, Grand Naine, Williams e Nanicão, porém todas elas têm ao menos uma característica indesejável como altura da planta, rendimento, tempo de colheita, intolerância a pragas e doenças, baixa resistência ao frio, entre outras (Nomura *et al.*, 2013).

O Programa de Melhoramento Genético da Embrapa vem desenvolvendo cultivares com grande potencial de introdução nos sistemas de cultivo brasileiros, as quais apresentam diversas características primordiais para a produção agrícola e comercialização (Pereira; Gasparoto, 2007).

A banana destaca-se pelo importante papel na alimentação global com importância social e econômica para diversos países.

Cultivada de norte a sul do Brasil, a banana é uma fonte de baixo custo de energia, minerais e vitaminas. Contudo, o país, da mesma forma que os outros produtores mundiais, apresentam como um dos principais desafios a ser minimizado o elevado desperdício pós- colheita.

As principais causas das perdas são atribuídas à falta de mão de obra qualificada, às técnicas inadequadas de manuseio, à falha ou ausência de tratamento contra pragas e moléstias durante as fases de pré e pós-colheita, ao desconhecimento do ponto ideal de colheita para alguns frutos e ao uso inadequado de tecnologia de colheita, armazenamento, embalagem e transporte. Além destes fatores, a sazonalidade das frutas proporciona superprodução que

nem sempre é absorvida pelo mercado de produtos in-natura (Ramos *et al.*, 2009; Alves, 2016). Seu fruto passa por quatro etapas de desenvolvimento, sendo eles o crescimento, maturação, amadurecimento e senescência. Tendo o crescimento com rápida divisão ou alongamento celular. A maturação definida por mudanças químicas e físicas atingindo sua qualidade sensorial. O amadurecimento ocorre pelo forte aumento da taxa respiratória e produção de etileno característica de frutos climatéricos, logo após ocorre um declive evidenciado apontando o início da senescência (Vilas Boas *et al.*, 2001).

A bananeira é uma planta que tem um crescimento rápido e com uma alta demanda de nutrientes, os principais são o Potássio (K) e o Nitrogênio (N) (Fratoni *et al.*, 2017). A alta demanda se faz de suma importância para o desempenho fisiológico das plantas com esses nutrientes. O Potássio tem o papel na ativação enzimática, regula a abertura e o fechamento estomático e o transporte de fotoassimilados, já o Nitrogênio atua na estrutura compondo os compostos orgânicos como as proteínas, enzimas e clorofilas fundamentais no processo de fotossíntese e respiração (Marshner, 2012).

A melhor aceitação da banana está na sua fase madura, e se dá pelo seu aspecto nutricional e sensorial, sendo fonte de energia e de minerais como o potássio, manganês, iodo, zinco e vitaminas do complexo B (B1, B2 e B6), vitamina C e ácido fólico (Matsuura *et al.*, 2011; Ranieri; Delani, 2014).

### **2.1.1 Características das bananeiras BRS Platina e FHIA 18**

A cultivar BRS Plantina, também conhecida como PA42-44 é um híbrido trataplóide (AAAB) derivada do cruzamento da cultivar Prata-Anã (AAB) com o diplóide M53 (AA) (EMBRAPA, 2012).

Essa cultivar não precisa ser tratada com fungicidas para combater a doença Sigatoka Amarela (*Mycosphaerella musicola*) e o Mal-do-Panamá (*Fusarium oxysporum f.sp. cubense*) sendo um genótipo resistente as mesmas, ocasionando a diminuição de custos na produção e seus impactos ambientais, ocasionando uma maior rentabilidade aos produtores de banana. A planta apresenta porte médio, produtividade média de 20 t ha<sup>-1</sup>, bom perfilhamento e ciclo de aproximadamente 375 dias (Amorim a, *et al.*, 2012).

Esta cultivar apresenta produção e frutos características similares a Prata-Anã,

entretanto, com um número maior de frutos e pencas no cacho, podendo ser colhida de forma precoce (cerca de 90 dias após a emissão dos cachos). Ainda comparada a Prata-Anã, a BRS Platina apresenta frutos com dimensões maiores, sendo um pouco mais ácidos e doces (EMBRAPA, 2012).

A principal desvantagem da 'BRS Platina' é a suscetibilidade ao despençamento, característica que afeta o manuseio, o transporte e a comercialização, reduzindo o valor comercial e a aceitação dos frutos pelos consumidores (Castracini *et al.*, 2012). Contudo, esta característica favorece sua indicação para o processamento industrial.

A cultivar FHIA 18 é um híbrido tetraploide de "Prata Anã" sendo o subproduto da Prata, nela observa-se uma resistência a doenças Sigatoka-negra e ao Mal-do-Paramá, certificando ser um material genético bom substituinte das cultivares de Prata, nas áreas de comércio suscetíveis a essas doenças (Napoleão, 2019).

As Tabelas 1 e 2 mostram as principais características das cultivares de bananeira.

**Tabela 1 - Descrição dos genótipos de bananeiras**

| Genótipos                      | Grupo Genômico | Sub Grupos | Descrição                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------|----------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>FHIA 18<sup>1</sup></b>     | AAAB           | Prata      | <sup>1</sup> Um tetraplóide, inserido de Honduras pela Embrapa de Mandioca e Fruticultura, Com uma produtividade de até 26,9 a 31,5 toneladas/ha/ano. Tendo um porte descrito como médio e bom perfilhamento seus cachos |
| <b>BRS Platina<sup>2</sup></b> | AAB            | Prata      | <sup>2</sup> Mostra uma produtividade de 48 toneladas/ha/ano. Obtida e testada no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental em Manaus.                                                                            |

Fontes: <sup>1</sup>Gasparotto *et al.*, 2002; <sup>2</sup>Pereira; Gasparotto, 2007.

**Tabela 2- Principais características de produção dos genótipos da bananeira**

|                               | <b>FHIA 18</b> | <b>BRS Platina*</b> |
|-------------------------------|----------------|---------------------|
| Altura da planta (m)          | 2,42           | 2,43                |
| Diâmetro do pseudocaule ( cm) | 17,30          | 19,9                |
| Peso do cacho (Kg)            | 24,5           | -                   |
| Nº pencas/cacho               | 9,00           | -                   |
| Nº frutos/penca               | 13,68          | 16,1                |
|                               |                | 6                   |
| Peso médio da penca (Kg)      | 2,54           | 1,90                |
| Peso médio dos frutos (g)     | 171,3          | 234,5               |
| Produtividade (t/ha)          | 31,5           | -                   |

\*Primeiro ciclo

Fontes: <sup>1</sup>EMBRAPA, 2012; Romano *et al.*, 2013; Carvalho *et al.*, 2020;

## **2.2 Processamento de banana para obtenção de *chips***

A agroindustrialização da banana proporciona inserção de valor ao produto e eleva seu tempo de vida útil. De acordo com a pesquisa da Entrepreneur India (2023) prevê-se que tamanho do mercado global de unidades de processamento de banana aumente US\$ 1.521,05 milhões até 2025, de US\$ 1.976,3 milhões em 2020, em um CAGR de 9,3% durante 2021-2025.

A banana que é usada na industrialização, na maioria das vezes, é aquela que não foi integrada no mercado de frutas frescas, por não atender os critérios de qualidade exigidos, ou por excesso de produção. A forma que se usa a banana na indústria é normalmente em sua fase madura, porém, ha algumas exceções quando o produto precisa de uma maior concentração de amido, como os chips fritos de banana e farinhas, utilizando sua fase verde ou semi-madura (Borges; Souza, 2004; Mesquistas *et al.*, 2009).

As mudanças comportamentais da população tem ampliado o consumo de

refeições rápidas, fazendo cada vez mais viável desenvolver alimentos práticos, como os chips (Polônio; Peres, 2009).

Originalmente americano o chips se refere a um modelo de snack frito (Lusas; Rooney, 2001; Tfouni *et al.*, 2003; Vilpoux, 2003), caracterizado como um alimento de conveniência e ingerido entre ou durante as principais refeições (Lusas; Rooney, 2001; Cereda *et al.*, 2003).

A nomeação de chips está correlacionada com a espessura das suas fatias sendo por volta de 1 à 4mm e com uma reduzida fração de água e umidade sendo cerca de 0,4 a 3%, de forma respectiva. Esses valores e conceitos estão atrelados com a sua característica sensorial (Torezan, 2005).

Os snacks ou chips são feitos para serem menos perecíveis e elevar o alcance aos consumidores sobre produtos que não são frescos. Conseguimos ver diversos tipos no mercado, como a nova geração dessa categoria de produtos onde há menores teores de gordura e com alto teor de fibra. Esses alimentos prontos para serem consumidos (ready-to-eat), contêm baixo teor de umidade (Mazumder *et al.*, 2007).

As etapas que precisam ser feitas de forma básica para a obtenção dos chips de banana são o descascamento, fatiamento, fritura, salga e embalagem do produto (Nogueira; Torrezan, 1999).

### **2.2.1. Processo de fritura por imersão em óleo (*deep-fat frying*)**

A fritura é um método de imersão total eficaz pela sua rapidez. As características básicas desse processo são a alta temperatura e a rapidez na transferência de calor (Sanibal; Filho, 2002).

Os óleos manuseados na fritura incluem em aspectos nutricionais importantes como as vitaminas lipossolúveis, o fornecimento dos ácidos graxos, movimentado dos eicosanoides, e as contribuições energéticas e mostrarem ampla aceitação (Perkins; Erickson, 1996).

Muitas características dos alimentos fritos são alteradas no processo de fritura, como a qualidade sensorial e nutricional e toxicidade (Fritsch, 1981; Marques *et al.*, 2009).

Existem dois modelos de fritura por imersão: a contínua e a descontínua. Na

contínua, o alimento é frito em um só período em que o óleo é aquecido de forma contínua, utilizado normalmente na fabricação de *snacks* extrusados, massas fritas, pré-fritura e fritura de batatas. Já na fritura descontínua, o óleo é aquecido repetidas vezes, isto é, são aquecidos para uma refeição, são esfriados e reaquecidos seguidamente para o preparo da refeição seguinte. Esse processo é feito no processo caseiro e no mercado como rede de *fast food*, restaurantes, lanchonetes e pastelarias (Almeida *et al.*, 2006).

### 2.2.2 Parâmetros de qualidade de *chips* fritos

O grau de absorção de óleo é um parâmetro determinante na qualidade de *chips* fritos estando diretamente relacionado à crocância, cor e qualidade nutricional do produto final. Este parâmetro de qualidade é afetado por fatores como os pré-tratamentos aplicados, as características físico-químicas da matéria-prima, as condições do processo (temperatura e tempo), a origem e composição química do óleo, entre outros (Troncoso *et al.*, 2009; Luviélmo *et al.*, 2015; Zhang *et al.*, 2018).

O processamento de *chips* de banana ocorre da mesma forma que para o de batata necessitando da seleção a partir de fatores inerentes à matéria-prima como altos teores de matéria seca, que reduz a absorção de óleo durante a fritura e confere crocância, e baixos teores de açúcares redutores, que mantêm a coloração clara no produto (Luviélmo *et al.*, 2015) são determinantes para a qualidade de *chips* fritos obtidos pelo processamento de banana.

As reações entre os açúcares redutores como a glicose ou frutose e os aminoácidos livres na reação de *Maillard* ao longo da fritura, resultam em *chips* fritos com cor escura e sabor amargo, diminuindo a qualidade sensorial, e gerando compostos maléficos à saúde (Mottram *et al.*, 2002; Dale; Bradshaw, 2003; Kumar *et al.*, 2004).

Wani, Sharma e Kumar (2017) estudando os efeitos das condições de processamento para a obtenção de *chips* fritos de banana, concluíram que fatias de banana de espessura de 1,5 mm, fritas em imersão em óleo na temperatura de 160°C por 2,69 minutos apresentaram atributos de qualidade desejados para este tipo de produto e com boa aceitação sensorial.

### 2.2.3 Hidrocolóides

O uso de hidrocolóides é justificado pela sua potencialidade de ser transformado em géis e para efeitos de solidificação de alguns alimentos, tendo como resultado o melhoramento do produto final.

Os hidrocolóides têm em sua composição polissacarídeos, gomas, carboximetilcelulose, amidos, pectinas e gelatina (Amorim b, 2012).

A grande maioria dos hidrocolóides é de origem vegetal como os polissacarídeos e a gelatina de origem animal. Normalmente, são utilizados como aditivos em alimentos, por modificarem a textura e a viscosidade, mesmo quando adicionados em pequenas quantidades, menos a gelatina por ser usada como um ingrediente (Lindsay, 2010; Seisun, 2010). Desta forma, a existência do hidrocolóide de forma doméstica é comum em minis e pré-preparos, a exemplo de bolos e empanamentos, onde o hidrocolóide é usado de forma dosada com certa precisão e dispersado de forma prévia em produtos em pó (Leal, 2019).

Devido a ter na sua composição barreiras contra oxigênio, dióxido de carbono e gorduras estes produtos são capazes de diminuir a absorção de óleo no processo de fritura por imersão (Albert; Mittal, 2002; Rimac-Brncic *et al.*, 2004; Williams; Mittal, 1999). Alguns dos hidrocolóides mais utilizados são os que contêm celulose como Metil Celulose (MC), hidroxipropil celulose (HPC), hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) e carboxilmetil celulose (CMC). Esses compostos possuem celulose na estrutura e são solúveis em água e têm características de desenvolvimento de filme (Priya; Singhal; Kulkarni, 1996).

O hidrocolóide é capaz de realizar essas modificações nos produtos devido o seu contato com a água que está dentro dos alimentos. Sendo uma das razões do seu uso especificamente por inibir a perda de água em alguns alimentos no decorrer do processo de cocção ou no decorrer do tempo (Guarda *et al.*, 2004).

A goma guar tem como característica a alta afinidade com a água, o que possibilita uma alta viscosidade mesmo em doses baixas (Bienvenue, 2003). A goma guar em mistura com 2% de farinha de grão de bico conseguiu reduzir o teor de óleo em produtos fritos em até 30- 33% (Annap-Ure *et al.*, 1999). Além disso, um estudo realizado por Martínez *et al.* (2015), descreveu que a goma guar utilizada como revestimento comestível foi capaz de reduzir 43% em salgadinhos de bananas fritas.

O alginato de sódio é um polissacarídeo linear originário do ácido algínico, extraído de diferentes espécies de algas marrons, como *Laminaria hyperborea*, *Ascophyllum nodosum* e *Macrocystis pyrifera* (Pereira *et al.*, 2011).

A carboximetilcelulose (CMC) é formada por compostos de simples dissolução e com uma alta capacidade como espessante e estabilizante (Phillips; Williams, 2009). A característica que é essencial no CMC é a sua alta viscosidade em baixa concentração, se dissolvendo de forma rápida (Phillips; Williams, 2009).

A maltodextrina é produzida por hidrólise ácida ou enzimática de amido, é formada por uma mistura de carboidratos com diferentes graus de polimerização, apresentam diferentes propriedades físico-químicas e funcionais, estando entre os aditivos mais utilizados na indústria de alimentos (Medina, 2013).

O uso de hidrocolóides para reduzir a absorção de óleo nos alimentos fritos é feito pelo recobrimento do alimento por imersão em solução anteriormente ao processo de fritura. Para produtos que passam pela etapa de empanamento o hidrocolóide é inserido no líquido de empanamento (Ordóñez *et al.*, 2005). O conceito desse avanço é a formação de camadas protetoras ao redor do alimento, evitando evasão de água e a infiltração do óleo, deixando a suculência do produto na sua fase final (Kurek; Ščetar; Galić, 2017).

Vários estudos com diferentes hidrocolóides em produtos fritos têm descrito a habilidade na redução do teor final de gordura em diferentes tipos de alimentos e de processo (García *et al.*, 2002; Garmakhany *et al.*, 2008; Kim *et al.*, 2011; Sothornvit, 2011; Varela; Fiszman, 2011; Brannan; Myers; Herrick., 2013; Zolfaghari; MOHEBBI; Khodaparast, 2013; Brannan *et al.*, 2014; Yu *et al.*, 2016).

Sothornvit *et al.* (2011) reportou que o conteúdo de lipídeos em bananas chips produzidas pelo processo de fritura a vácuo diminuiu 25,22% e 17,22% com o revestimento das fatias com soluções de 1,5% de goma guar e 1,5% de goma xanthana, respectivamente.

Sumonsiri, Imjaijit, Padboke (2020) descreveram que o recobrimento das fatias de banana antes da fritura com solução de goma guar (1% p/p) e glicerol (5,66% p/p) promoveu a redução no conteúdo de óleo absorvido nos chips de banana (33,02% de redução comparada ao tratamento controle e 15,19% de redução quando usado somente goma guar). O produto teve elevada fraturabilidade, com leve mudança de cor e características sensoriais aceitáveis.

Martinez *et al.* (2015) avaliando a produção de chips de banana concluíram

que o recobrimento das fatias antes da fritura através da imersão em solução de goma guar (1,2%) e fritura a 180°C por 3 minutos permitiu a obtenção de produtos com redução de 43% na absorção de óleo em relação ao controle.

Assim, avaliar o uso de hidrocoloides como pré-tratamento na produção de Chips de banana pode agregar valor comercial para o cultivo de novos cultivares de banana, gerando renda para a agricultura familiar, principalmente, bem como, a redução no teor de gordura permitirá a obtenção de produtos mais saudáveis, reduzindo riscos à saúde.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Bananeiras**

O bananal está implementado no pomar experimental localizado na Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) – campus de Botucatu, São Paulo. O município está situado a 22°51'55" S, 48°27'22" e a 810 m de altitude. O clima prevalecente é do tipo temperado mesotérmico (Cfa), de acordo com a classificação de Köppen, e com temperatura média próxima a 22°C (Alvares et al., 2013). O solo da área experimental foi denominado como Nitossolo Vermelho (EMBRAPA, 2013).

O pomar encontra-se em produção desde o ano de 2017, e os manejos e tratos culturais estão seguindo as recomendações para o cultivo na região.

Foram utilizadas para este estudo as bananeiras BRS Platina e FHIA 18, materiais genéticos desenvolvidos pelo Programa de Melhoramento Genético da Embrapa.

Para a colheita dos cachos foram selecionadas ao acaso no bananal cinco plantas sadias e com cachos bem formados. Estes cachos com frutos verdes e com diâmetro superior a 25mm foram transportados após a colheita para o laboratório de processamento do Centro de Raízes e Amidos Tropicais, UNESP, Botucatu-SP. No laboratório realizou-se o despencamento e a lavagem das pencas em água. As segundas e terceiras pencas de cada cacho foram deixadas sob bancada para o amadurecimento natural na sombra até atingirem o estágio 2 (Von Loesecke, 1950).

#### **3.2 Caracterização dos frutos de banana**

Para as análises de caracterização física e físico-química dos frutos frescos das cultivares BRS Platina e FHIA 18 foram separados cinco lotes de 6 frutos para a constituição das repetições. A Figura 1 mostra o fruto de a cultivar BRS Platina e o fruto da cultivar FHIA 18 respectivamente.

**Figura 1 - Frutos separados**



### **3.2.1 Análises físicas**

As análises físicas realizadas nos frutos foram o comprimento do fruto, diâmetro do fruto próximo ao pedúnculo, diâmetro central e diâmetro final, peso do fruto (inteiro, polpa, casca, razão polpa/casca), cor da casca e da polpa e firmeza do fruto com casca e com polpa.

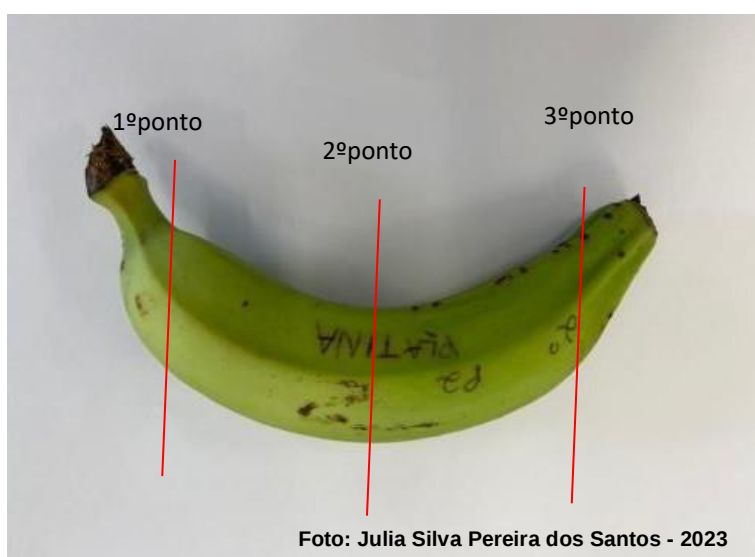
#### **3.2.1.1 Comprimento do fruto**

O comprimento longitudinal foi medido com uma fita métrica, na parte externa do fruto e os resultados foram expressos em centímetros.

### 3.2.1.2 Diâmetro do fruto

O diâmetro foi medido com um paquímetro e os resultados foram expressos em milímetros. As medições foram feitas em três pontos diferentes (Figura 2)

Figura 2 - Ilustração dos pontos avaliados para a avaliação do diâmetro



### 3.2.1.3 Peso do fruto

Os frutos foram pesados em balança de bancada (Bell, modelo RB 16001) sendo determinado o peso do fruto inteiro, peso da casca, peso da polpa, assim como, a razão polpa/casca.

### 3.2.1.4 Cor

A cor dos frutos foi analisada em colorímetro Minolta CR-400. Os resultados foram expressos em valores  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , onde os valores de  $L^*$  (luminosidade ou brilho) variam do preto (0) ao branco (100), os valores do croma  $a^*$  variam do verde (-60) ao vermelho(+60) e os valores do croma  $b^*$  variam do azul ao amarelo, ou seja, de -60a +60, respectivamente.

### 3.2.1.5 Textura

A firmeza da polpa dos frutos foi analisada no TA.XT Plus, com capacidade da célula de carga de 50 kg, marca Stable Micro Systems, e foi obtida a partir de três pontos por fruto. A profundidade de penetração na análise foi de 7mm para polpa e 2,5mm para casca, com velocidade de  $2 \text{ mm.s}^{-1}$  (Figura 3).

**Figura 3 - Textura**



### 3.2.3 Características físico-químicas dos frutos

As polpas dos frutos foram analisadas para umidade, açúcares totais, açúcares redutores, açúcares não-redutores, lipídeos, pH, acidez titulável, sólidos solúveis e ratio.

### 3.2.2.1 Umidade

O teor de umidade foi determinado em acordo com o método 934.06 (AOAC, 2007).

### 3.2.1.2 Açúcares totais e redutores

Os açúcares totais e redutores foram determinados pesando 0,2g em um erlenmeyer de 125mL, anotando a sua massa exata. Após isso, foi adicionado 50mL de água destilada. Em seguida, conduziu-se a um banho aquecido a 65°C durante 30 minutos, agitando-o ocasionalmente. Depois foi retirado do banho e deixado esfriar em água corrente até temperatura corrente. E após, transferido quantitativamente para um balão volumétrico de 100mL, completado com volume com água destilada. Após foi filtrado em papel de filtro simples, recebendo o filtrado em um béquer pequeno. Determinado o teor de açúcares redutores, expressos em % em glicose, segundo o método de Somogy e Nelson, da seguinte maneira: avançou na pipetagem de 1mL da solução da amostra diluída e transferida para um tubo de ensaio de 15 x 160mm. Após, foi acrescentado 1mL do reativo de somogy e tampado cada tubo de ensaio com papel filme. Em seguida, foi levado para o banho-maria com água em ebulição por 10 minutos e retirado e resfriado em água corrente. Acrescentar 1mL do reativo de nelson e 7mL de água destilada. Homogenizado em agitador de tubos Vortex. Em seguida, foi feita a leitura da absorbância no espectrofotômetro a 535 nm (A), zerando-o com a prova em branco preparada com 1mL de água destilada, segundo etapas do método Somogy e Nelson (1944;1945).

Cáculo:

$$\% \text{ Aç. Redutores} = A. K. 100 / \mu\text{g}$$

A = absorbância da amostra a 535nm

K = constante da curva padrão de glicose

$\mu\text{g}$  = massa da amostra, em microgramas presente na aliquota da reação

### 3.2.1.3 Lipídeos

A determinação de lipídeos foi realizada de acordo com a metodologia AOAC (1975), de início foi feita a secagem dos balões de fundo chato de 350mL em temperatura de 104°C por no mínimo duas horas. Em seguida os balões foram deixados para esfriar por meia hora. Depois foi pesado os balões vazios e anotado o seu peso. Após foi pesado aproximadamente 3g da amostra em cartucho feito com papel filtro comum dobrado e fechado com um chumaço de algodão. Em seguida foi colocado o cartucho dentro do conjunto extrator de Soxhlet e depois foi acoplado com balões de tara conhecida. Após foi adicionado sobre os cartuchos cerca de 200mL de Éter de Petróleo P. A. ou o suficiente para preencher toda a parte superior do sifão e escorrer para o balão. Em seguida, foi ligado o aquecedor do extrator e deixado em refluxo durante 6 a 8 horas. Depois foram retirados os balões do extrator e levado à estufa de secagem com circulação de ar a 104°C por mais de duas horas, para que todo Éter evapore. Depois foi retirado para esfriar em dessecador por meia hora. Por fim pesar e anotar os pesos.

Cáculo:

$$\% \text{ matéria graxa} = \frac{(\text{peso do balão com o resíduo} - \text{peso do balão}) \times 100}{\text{peso da amostra}}$$

### 3.2.1.4 pH

Conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2011) para a determinação do pH foi preciso pesar 10g de amostra em um béquer e diluir com o auxílio de 100mL de água.

### 3.2.1.5 Acidez titulável

Determinada com base nas Normas Analíticas do AOAC (1975), após a realização da análise de pH, continuar com o pH-metro ligado. Sob agitação magnética, foi realizado a titulação com a solução padronizada de NaOH a 0,1 N até ser atingido pH 8,2 a 8,3 no pH-metro e anotado o peso gasto.

Cáculo:

$$V \cdot N \cdot f \cdot 100/m = \text{acidez Normal em mol/100g de amostra}$$

V= volume de NaOH a 0,1 N gastos na titulação

N= normalidade da solução de NaOH usada

f= fator de correção da normalidade do NaOH a 0,1 N

m= massa da amostra

Expressar em ml de NaOH N/100g de matéria seca

### **3.2.1.6 Sólidos Solúveis**

A determinação dos sólidos solúveis foi realizada utilizando um refratômetro digital por meio da medição do grau Brix.

### **3.2.1.7 RATIO**

O índice de maturação (ratio) foi calculado através da relação SS/AT (Sólidos Solúveis/Acidez Titulável).

## **3.3 Preparo dos *chips***

As etapas do processo de produção dos *chips* de banana englobaram despencamento dos cachos, lavagem das pencas, separação dos frutos, retirada das cascas, corte das fatias, pré-tratamento com hidrocoloides, fritura, resfriamento e análises dos produtos.

### **3.3.1 Lavagem/Descascamento/Corte**

Os frutos foram lavados em água corrente, descascados manualmente e cortados em fatias na espessura de 2mm em fatiador elétrico Skymssen (Figura 4).

**Figura 4 - Imagem dos frutos inteiros, separação da polpa e corte em fatias**



### **3.3.2 Pré-tratamento com hidrocolóides**

Foram avaliados como tratamentos o revestimento das fatias de banana das duas cultivares com soluções de: carboximetilcelulose (CMC), Aginato de Sódio (Ag. de S.), Goma Guar (Goma G.) e Maltodextrina (Malto). No tratamento controle não foi realizada a etapa de revestimento das fatias pela imersão em solução com hidrocolóides.

Foram preparadas soluções de hidrocolóides a 2% (peso volume) sendo que a concentração foi selecionada com base em estudos anteriores (Singthong e Thongkaew, 2009; Martinez *et al.*, 2015; Naghavi *et al.*, 2018; Mustaffa *et al.*, 2019) e experimentos preliminares. Cada pó foi disperso e dissolvido separadamente em água destilada e permaneceu em agitação contínua por 2 minutos a 85°C até obter uma solução uniforme. Em seguida, as fatias de banana foram imersas nas soluções por 2 min na razão 15:1 de banana e solução. Após o revestimento, as amostras foram drenadas (30 segundos) e desidratadas em estufa de circulação de ar (135°C por 3 minutos) para diminuição da umidade superficial, e posteriormente deixada esfriar em temperatura ambiente.

### **3.2.3 Fritura**

Para a fritura dos *chips* foi definido o tempo e temperatura, após ensaio experimental utilizando a fritadeira de inox Scavone e adicionados 6 litros de óleo de girassol e com a temperatura de 190°C. O tempo de fritura por imersão em óleo foi de 4 minutos. Após a fritura usou-se papel absorvente para diminuir a concentração

de óleo e os chips ficaram a temperatura ambiente para resfriar e embalados a vácuo para a realização das análises de qualidade (Figuras 5 e 6).

**Figura 5- Fritadeira Scavone**



Foto: Julia Silva Pereira dos Santos - 2023

**Figura 6 – Chips de banana antes e após a fritura**

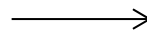


Foto: Julia Silva Pereira dos Santos - 2023

### 3.4 Análises dos *chips* fritos

Os *chips* fritos foram analisados para a umidade, perda de umidade, ganho de peso, matéria graxa, redução absorção de óleo, perda de peso, cor ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $\Delta E$ , índice de escurecimento) e textura.

### 3.4.1 Umidade

O teor de umidade dos *chips* foi determinado em acordo com o método 934.06 (AOAC, 2007). A partir desse resultado foi calculada a porcentagem de perda de umidade com a fritura.

$$\% \text{ Perda de umidade} = [( \text{umidade das} \\ \text{fatias cruas} - \text{umidade dos chips fritos} ) \\ \times 100] / \text{umidade fatias cruas}$$

(Equação 1)

### 3.4.2 Ganho de peso

Para a análise do ganho de peso as fatias cruas foram pesadas antes do pré- tratamento com hidrocoloides e após o tratamento. O ganho de peso foi calculado pela diferença entre os pesos.

$$\text{Ganho de peso} = \text{peso das fatias recobertas por} \\ \text{solução de hidrocoloides} - \text{peso das fatias cruas}$$

(Equação 2)

### 3.4.3 Lipídeos

A determinação de lipídeos foi realizada de acordo com a metodologia AOAC (1975), de início foi feita a secagem dos balões de fundo chato de 350mL em temperatura de 104°C por no mínimo duas horas. Em seguida os balões foram deixados para esfriar por meia hora. Depois foi pesado os balões vazios e anotado o seu peso. Após foi pesado aproximadamente 3g da amostra em cartucho feito com papel filtro comum dobrado e fechado com um chumaço de algodão. Em seguida foi colocado o cartucho dentro do conjunto extrator de Soxhlet e depois foi acoplado com balões de tara conhecida. Após foi adicionado sobre os cartuchos cerca de 200mL de Éter de Petróleo P. A. ou o suficiente para preencher toda a parte superior do sifão e escorrer para o balão. Em seguida, foi ligado o aquecedor do extrator e

deixado em refluxo durante 6 a 8 horas. Depois foram retirados os balões do extrator e levado à estufa de secagem com circulação de ar a 104°C por mais de duas horas, para que todo Éter evapore. Depois foi retirado para esfriar em dessecador por meia hora. Por fim pesar e anotar os pesos.

Cáculo:

$$\% \text{ matéria graxa} = (\text{peso do balão com o resíduo} - \text{peso do balão}) \times 100 / \text{peso da amostra}$$

#### **3.4.4 Redução de absorção de óleo**

A porcentagem de redução da absorção de óleo foi calculada pela relação entre o lipídeo dos chips do tratamento controle (MG1) e os chips submetidos aos pré-tratamentos com hidrocoloides (MG2).

$$\text{Redução de absorção de óleo} = [(MG1 - MG2) \times 100] / MG1$$

(Equação 3)

#### **3.4.5 Perda de peso**

A avaliação da perda de peso foi determinada pela diferença de peso dos *chips* antes da fritura (P inicial) e o peso final após a fritura (P final), expressada em porcentagem.

$$\% \text{ Perda de peso} = (P_{\text{inicial}} - P_{\text{final}}) \times 100 / P_{\text{inicial}}$$

(Equação 4)

### 3.4.6 Cor

A cor das fatias cruas e dos chips fritos foi analisada em colorímetro Minolta CR-400, com a escala CIE  $L^* a^* b^*$  que contempla três coordenadas de cor: luminosidade (L), transição (a) vermelho (+) /verde (-) e transição (b) amarelo (+) /azul (-) (Wanyo; Siriamornpun; Meeso, 2011). E a diferença total de cor ( $\Delta E$ ) calculada pela Equação 5 (Yam; Papadakis, 2004; Nachaisin; Jamradloedluk; Niamnuy, 2015).

$$\Delta E = [\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2]^{1/2} \text{ (Equação 5)}$$

onde:  $\Delta L = L_0 - L_c$ ;  $\Delta a = a_0 - a_c$ ;  $\Delta b = b_0 - b_c$

sendo que o índice (0) indica o valor da cor dos componentes das fatias cruas e o índice (c) dos chips.

O índice de escurecimento foi calculado usando a Equação 6 (Vishwanathan; Hebbar; Raghavarao, 2010).

$$BI = 100 \times (x - 0,31) / 0,17$$

onde:  $x = a^* + (1,75 \times L^*) / (5,645 \times L^*) + a^* - (3,012 \times b^*)$

(Equação 6)

### 3.4.7 Textura

A dureza dos chips fritos foi analisada no TA.XT Plus, com capacidade da célula de carga de 50 kg, marca Stable Micro Systems. Foi utilizada uma sonda esférica de aço inoxidável de 2 mm de diâmetro. As configurações de teste foram à velocidade pré-teste de 1,00 mm/s, velocidade de teste de 2,00 mm/s, velocidade pós-teste de 10,00 mm/s e força de disparo de 20,00 G. A força máxima na

compressão foi determinada como dureza dos *chips* de banana frita (SUMONSIRI, IMJAIJIT, PADBOKE, 2020).

### **3.5 Análise dos dados**

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), com o auxílio do programa estatístico Sisvar. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey (DMS) ( $p \leq 0,05$ ).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Caracterização dos frutos de banana

Os resultados das características físicas dos frutos das bananeiras estão apresentados na Tabela 3. Foram observadas diferenças entre as cultivares FHIA 18 e BRS Platina para todos os parâmetros avaliados.

Em acordo com o Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura (PBMH e PIF, 2006), as bananas são classificadas pelo comprimento do fruto em cinco classes, com a classe 12 enquadrando frutos com comprimento entre 12 e 15 cm, classe esta que enquadra os frutos da FHIA 18. A cultivar BRS Platina tem frutos na classe 15 (comprimento  $>15$  e  $<18$ ).

A categoria dos frutos é determinada pelo calibre (diâmetro da parte central dos frutos) o qual é dado em milímetros (PBMH e PIF, 2006). Os frutos da BRS Platina foram classificados como de categoria extra (34 mm) e os da FHIA 18 na categoria II (28 mm).

Leonel *et al.* (2021) observaram que os frutos da BRS Platina cultivados no mesmo pomar deste estudo, colhidos em 2017 e 2018, apresentavam comprimento variando de 16,73 a 17,75 cm, diâmetro de 36,66 a 37,05 mm e massa de 126,33 a 127,49 g.

As características físicas de diâmetro e comprimento são parâmetros essenciais para as frutas destinadas ao processamento de produtos desidratados ou fritos (Jesus *et al.*, 2004). De acordo com Matsuura *et al.* (2004), os consumidores brasileiros de banana apreciam frutos com tamanho médio (12 a 15 cm) ou grande (16 a 19 cm), e com diâmetro de 26 a 30 mm.

Variações nas dimensões dos frutos foram relatadas por Aquino *et al.* (2017), que observaram comprimento total de 13,02 a 24,58 cm e diâmetro central de 29,82 a 49,96 mm para 15 cultivares de bananeira. Segundo esses autores as cultivares AA possuem frutos pequenos e cilíndricos e a casca é fina e mais aderida à polpa diferentemente das cultivares triplóides e tetraplóides, que possuem frutos maiores, com polpa firme, bordas marcadas e casca mais espessa, sendo fatores que interferem nas medidas físicas dos frutos.

Em estudo avaliando cultivares de bananeira para a indústria de frituras, comprimento de fruto maior que 14 cm e diâmetro de polpa maior que 3,5 cm são

fatores de qualidade desejados, portanto a cultivar BRS Platina atende a esses requisitos (Pinzón *et al.*, 2016). Os frutos da cultivar FHIA 18 são menores em comprimento e diâmetro, o que reduz o rendimento em fatias, mas permite a produção de chips com diâmetro menor, o que pode ser um fator interessante para embalar pequenas porções.

A razão polpa/casca foi menor para FHIA 18, porém os resultados estão dentro das faixas reportadas por Aquino *et al.* (2017), que analisando frutos de 15 cultivares de bananeira, observaram razões polpa casca variando de 1,18 a 2,26 para frutos imaturos e de 1,43 a 4,18 para frutos maduros.

O rendimento da polpa é uma característica de qualidade significativa para o consumidor, pois é a polpa do fruto que estará sendo consumida, e também para a indústria de produtos concentrados. As variedades que os frutos têm alto rendimento de polpa conseguem obter maiores rendimentos no processamento final, sendo mais lucrativo para a agroindústria. (Chitarra; Chitarra, 2005).

A proporção polpa/casca dos frutos de banana aumenta com o amadurecimento, variando de 1,18 a 2,26 (verdes) a 1,43 a 4,18 (maduros) (CHO *et al.*, 2008; ADÃO *et al.*, 2005).

A firmeza do fruto é classificada de acordo com o seu estágio de maturação, quando a banana está em seu estágio 1 (totalmente verde), apresenta uma textura (firmeza) notavelmente maior. A textura (firmeza) do fruto também é prejudicada pela degradação das pectinas causada pela ação das enzimas poligalacturase e pectinesterase (Tribess *et al.*, 2009).

**Tabela 3 - Características físicas dos frutos de banana**

| Variáveis                         | Cultivares  |         | CV (%) | DMS  |
|-----------------------------------|-------------|---------|--------|------|
|                                   | BRS Platina | FHIA 18 |        |      |
| Comprimento do fruto (cm)         | 15,76A      | 12,50B  | 8,73   | 2,78 |
| Diâmetro ponto 1 (pedúnculo) (mm) | 39,18A      | 23,50B  | 3,04   | 2,14 |
| Diâmetro ponto 2 (central) (mm)   | 40,57A      | 30,01B  | 5,92   | 4,70 |
| Diâmetro ponto 3 (ápice) (mm)     | 36,15A      | 27,00B  | 6,74   | 4,79 |
| Peso do fruto (g)                 | 131,00A     | 59,73B  | 1,98   | 4,25 |
| Peso da casca (g)                 | 42,42A      | 23,63B  | 1,73   | 1,29 |
| Peso da polpa (g)                 | 74,12A      | 30,65B  | 5,50   | 6,48 |
| Razão polpa/casca                 | 1,75A       | 1,32B   | 3,63   | 0,28 |
| Firmeza fruto inteiro ponto 1 (N) | 10,95A      | 9,01B   | 6,46   | 1,45 |
| Firmeza fruto inteiro ponto 2 (N) | 11,25A      | 8,87B   | 9,61   | 2,17 |
| Firmeza fruto inteiro ponto 3 (N) | 11,07A      | 8,95B   | 7,48   | 1,68 |
| Firmeza da casca ponto 1 (N)      | 7,75A       | 5,22B   | 9,43   | 1,38 |
| Firmeza da casca ponto 2 (N)      | 7,77A       | 5,70B   | 4,14   | 0,63 |
| Firmeza da casca ponto 3 (N)      | 7,75A       | 5,42B   | 2,21   | 0,33 |
| Firmeza da polpa ponto 1 (N)      | 6,05A       | 6,00A   | 8,70   | 1,18 |
| Firmeza da polpa ponto 2 (N)      | 5,97A       | 5,71A   | 4,35   | 1,88 |
| Firmeza da polpa ponto 3 (N)      | 6,00A       | 5,87B   | 4,17   | 0,56 |
| Cor da casca                      |             |         |        |      |
| L*                                | 48,22A      | 48,90A  | 6,81   | 7,44 |
| a*                                | -13,52A     | -14,60A | 10,6   | 3,34 |
| b*                                | 26,10A      | 26,90A  | 4,21   | 2,51 |
| Cor da polpa                      |             |         |        |      |
| L*                                | 83,02A      | 84,20A  | 2,92   | 5,50 |
| a*                                | 0,40B       | 1,02A   | 4,61   | 0,54 |
| b*                                | 29,80A      | 18,67B  | 4,57   | 2,49 |

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

Apesar das diferenças de firmeza do fruto inteiro e da casca entre as cultivares, não foram observadas diferenças para a polpa, bem como, para a cor da casca, fatores indicativos do estágio de maturação dos frutos.

As firmezas dos frutos da BRS Platina estão em acordo com a variação observada por Castracini *et al.* (2012) que foi de 3,54 a 6,09 N.

A análise da cor da casca e polpa dos frutos mostrou que ambas as cultivares apresentavam coloração verde cascas, sem diferenças para todos os parâmetros determinados. A polpa dos frutos da cultivar BRS Platina apresentou tonalidade mais cremosa que a da FHIA 18.

A saturação está ligada à concentração do elemento corante e representa um atributo quantitativo de intensidade. O ângulo de matiz ( $h^*$ ) é considerado um atributo qualitativo da cor, com o ângulo  $0^\circ$  indicando uma cor vermelha, o ângulo

90° para amarelo, o ângulo 180° para verde e o ângulo 270° para azul (Sanaeifar et al., 2016).

#### **4.2 Análises físico-químicas dos frutos de banana**

As características físico-químicas de polpas de frutos de banana são influenciadas por diversos fatores, como condições edafoclimáticas, adubação, cultivar, tempo de plantio e colheita, bem como, estágio de maturação dos frutos (Aquino *et al.*, 2017). Os resultados das características físico-químicas estão apresentados na Tabela 4. Não houve diferenças entre as cultivares para o teor de umidade dos frutos.

A umidade da matéria-prima é um parâmetro determinante para a indústria de fritura, pois no processo ocorre a troca da água pelo óleo. Pinzón, Montoya e Lucas (2016) analisando diferentes cultivares de banana para a aptidão para fritura observaram teores de umidade na polpa variando de 54,69 a 71,44% e discutem que cultivares com menor teor de umidade (57 a 61%) estão dentro da faixa de valor requerida pela indústria. Tomando por base este critério descrito pelos autores para *chips* fritos de banana, as cultivares avaliadas nesse estudo tiveram teores superiores ao requerido.

Os frutos da cultivar BRS Platina apresentaram menor teor de açúcares totais e maior teor de matéria graxa, diferenciando-se também pelo maior teor de sólidos solúveis e acidez titulável. Os frutos da cultivar FHIA 18 destacam-se pelo maior ratio, ou seja, no mesmo estágio de maturação apresentam maior doçura e menor acidez (Viana *et al.*, 2017).

**Tabela 4 - Características físico-químicas das polpas dos frutos frescos de banana**

| Variáveis                  | Cultivares     |         | CV (%) | DMS   |
|----------------------------|----------------|---------|--------|-------|
|                            | BRS<br>Platina | FHIA 18 |        |       |
| Umidade (%)                | 66,28A         | 67,24A  | 1,94   | 2,92  |
| Açúcares totais (%)        | 1,70B          | 2,04A   | 2,66   | 0,11  |
| Açúcares redutores (%)     | 1,04A          | 1,10A   | 3,42   | 0,33  |
| Lipídeos (%)               | 0,45A          | 0,11B   | 15,75  | 0,10  |
| pH                         | 5,37A          | 5,63A   | 3,18   | 0,09  |
| Acidez titulável (mg/100g) | 0,47A          | 0,26B   | 5,22   | 0,043 |
| Sólidos solúveis (°Brix)   | 13,85A         | 10,42B  | 3,63   | 0,99  |
| Ratio                      | 29,46B         | 40,08A  | 4,13   | 3,20  |

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

### 4.3 Análises dos *chips* fritos de banana

Os resultados obtidos na análise dos *chips* de banana mostraram ter ocorrido efeitos isolados da cultivar, pré-tratamento com hidrocoloides e da interação dos fatores para todos os parâmetros estudados.

O ganho de peso das fatias de banana antes da fritura variou de 25,02% até 73,56%, com o maior ganho no tratamento com goma guar e o menor no revestimento das fatias com solução de maltodextrina, independente da cultivar (Tabela 5).

Sothornvit (2011) analisando o uso de hidrocoloides na produção de banana chips observou que a imersão das fatias de banana em solução de goma guar resultou em maior ganho de peso que no tratamento com goma xantana e justificaram este resultado pela maior viscosidade da solução com goma guar, o que pode ter favorecido a adesão na superfície das fatias.

As diferenças observadas no ganho de peso entre os tratamentos com os diferentes hidrocoloides (Tabela 5) estão relacionadas às características físico-químicas dos polímeros em soluções aquosas.

De acordo com Mudgil, Barak e Khatkar (2014) a goma guar consiste

principalmente de polissacarídeos de galactomananas de alto peso molecular as quais são um polímero de cadeia linear de unidades  $\beta$ -D-manopiranosil ligadas a (1 $\rightarrow$ 4) e com ligações (1 $\rightarrow$ 6) de  $\alpha$ -D- galactopiranosil como cadeias laterais. Estes autores ressaltam que a característica mais importante da goma guar é a sua habilidade em hidratar rapidamente em água formando soluções de elevada viscosidade, o que pode ter favorecido o aumento de peso (*coating pick up*) no tratamento dos *chips* de banana com a solução de goma guar.

As maltodextrinas são produtos da hidrólise do amido caracterizados com valor DE (dextrose equivalente) entre 0 e 20. Este polissacarídeo tem a capacidade de formar géis fracos que são resultados de interações entre frações de amilose helicoidal e moléculas ramificadas de amilopectinas (Hadradev *et al.*, 2014). Esta característica de géis com menor viscosidade pode ter interferido no resultado de ganho de peso das fatias de banana após o recobrimento.

A umidade é um importante parâmetro de qualidade de produtos alimentícios fritos e tem influência direta sobre o conteúdo de óleo e atributos de textura do produto, que são fatores determinantes para a aceitabilidade sensorial do frito final que inclui crocância, cor, sabor e sensação na boca (Naghavi *et al.*, 2018).

Os teores de umidade dos *chips* de banana variaram de 3,56 a 9,22%. A análise dos dados mostrou que com exceção do tratamento com alginato de sódio, os chips elaborados a partir do processamento da banana FHIA 18 tiveram maior umidade que os chips da BRS Platina.

Pinzón, Montoya e Lucas (2016) analisando *chips* fritos de banana obtidos a partir do processamento de diferentes cultivares observaram valores de 1,03 a 5,46%. O teor de umidade no produto final é resultante das características da matéria-prima e do processamento, como umidade inicial, espessura e diâmetro das fatias, tempo e temperatura de fritura.

Independente da cultivar os *chips* com recobrimento de hidrocoloides tiveram uma maior retenção de umidade no produto, exceto o tratamento com maltodextrina na cultivar BRS Platina. Os maiores valores foram observados nos produtos fritos de banana cv FHIA 18 revestidos com CMC e goma guar.

A diminuição de perda de umidade das amostras revestidas pode ser explicada por sua termogelificação que afeta a capacidade de retenção de água das amostras durante fritura por imersão (Singthong; Thongkaew, 2009).

Os chips da FHIA 18 tiveram maior ganho de peso, maior umidade e dureza.

Ou seja, uma camada mais espessa de hidrocolóide pode ter se formado e atuado como uma barreira ao movimento da água do dentro para fora das fatias de banana durante a fritura, exigindo assim maior força quebrar a amostra (Panang *et al.*, 2023; Kurek *et al.*, 2017).

**Tabela 5 - Ganho de peso, umidade, perda de umidade e perda de peso dos *chips* das cultivares de banana revestidos com diferentes soluções de hidrocolóides**

| Variável             | Cultivar | Tratamento |         |           |                   |               |
|----------------------|----------|------------|---------|-----------|-------------------|---------------|
|                      |          | Controle   | CMC     | Goma Guar | Alginato de sódio | Maltodextrina |
| Ganho de peso (%)    | BRS      | -          | 49,62Bb | 72,36Aa   | 46,34Bb           | 25,02Ac       |
|                      | Platina  |            |         |           |                   |               |
|                      | FHIA 18  | -          | 62,62Ab | 73,56Aa   | 54,18Ac           | 25,14Ad       |
| Umidade (%)          | BRS      | 3,56Bc     | 5,34Bb  | 5,90Bb    | 7,86Aa            | 3,72Bc        |
|                      | Platina  |            |         |           |                   |               |
|                      | FHIA 18  | 5,78Ac     | 9,22Aa  | 8,98Aa    | 7,62Ab            | 7,32Ab        |
| Perda de umidade (%) | BRS      | 94,62Aa    | 91,98Ab | 91,08Ab   | 88,12Ac           | 94,44Aa       |
|                      | Platina  |            |         |           |                   |               |
|                      | FHIA 18  | 91,42Ba    | 86,30Bc | 86,70Bc   | 88,68Ab           | 89,12Bb       |
| Perda de peso (%)    | BRS      | 50,42Ad    | 67,16Ab | 70,24Ba   | 67,00Ab           | 60,82Ac       |
|                      | Platina  |            |         |           |                   |               |
|                      | FHIA 18  | 49,90Ad    | 64,40Bb | 78,46Aa   | 65,34Ab           | 57,42Bc       |

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na coluna e minúsculas na linha, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

O conteúdo de óleo é um dos mais importantes indicadores de qualidade de alimentos fritos, interferindo na vida de prateleira, qualidade sensorial e nutricional (Moreira, *et al.* 1999; Cuesta *et al.*, 2001). O teor de lipídeos nos *chips* de banana variou de 22,70 a 31,72%, com os menores teores observados nos produtos fritos que passaram pelos pré-tratamentos de imersão em soluções de hidrocolóides (Tabela 6). Independente do tratamento os produtos da banana cv BRS Platina tiveram maiores teores de matéria graxa, o que pode estar relacionado a maior superfície de contato (maior diâmetro).

Os valores observados de lipídeos em fatias de banana fritas em óleo por Pinzón, Montoya e Lucas (2016) variaram de 14,03 a 39,55%, evidenciando a interferência do cultivar Nendran de banana sobre este parâmetro.

A redução na absorção de óleo pelo uso de hidrocoloides variou de 9,14 a 26,54% com os melhores resultados observados nos produtos com cobertura de goma guar (Tabela 6).

Sumonsiri, Imjaijit e Padboke (2020) estudando a produção de *chips* de banana com coberturas de goma guar, observaram teor de óleo no *chips* controle de 43,25% e redução de 21,18% utilizando imersão em solução com 1% de goma guar.

Características como alta solubilidade e a baixa viscosidade da solução de maltodextrina pode ter contribuído para manter o óleo uniformemente distribuído, causando grande redução de gordura nos *chips*.

**Tabela 6 – Lipídeos, redução da absorção de óleo e textura dos chips das cultivares de banana revestidos com diferentes soluções de hidrocoloides**

| Variável            | Cultivar | Tratamento |         |           |                   |               |
|---------------------|----------|------------|---------|-----------|-------------------|---------------|
|                     |          | Controle   | CMC     | Goma Guar | Alginato de sódio | Maltodextrina |
| Lipídeos (%)        | BRS      | 31,72Aa    | 28,82Ab | 25,38Ac   | 28,28Ab           | 25,92Ac       |
|                     | Platina  |            |         |           |                   |               |
|                     | FHIA 18  | 30,88Ba    | 28,02Bb | 22,70Bd   | 27,64Bb           | 23,92Bc       |
| Redução de óleo (%) | BRS      | 0,00Ae     | 9,14Ad  | 20,02Ba   | 10,88Ac           | 18,36Bb       |
|                     | Platina  |            |         |           |                   |               |
|                     | FHIA 18  | 0,00Ad     | 9,26Ac  | 26,54Aa   | 10,50Ac           | 22,46Ab       |
| Textura (N)         | BRS      | 3,32Bb     | 2,24Bc  | 3,48Bab   | 3,58Aab           | 4,00Ba        |
|                     | Platina  |            |         |           |                   |               |
|                     | FHIA 18  | 4,02Ab     | 3,42Ac  | 4,20Ab    | 2,68Bd            | 5,22Aa        |

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na coluna e minúsculas na linha, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

Após o alimento ser totalmente frito e retirado da fritadeira, o alimento esfria e o vapor de água condensa e ocorre a diminuição da pressão interna (Shyu; Hwang, 2001; Dana; Saguy, 2006).

Diante disso, o óleo que foi aderido na superfície do alimento é então aderido aos espaços vazios do alimento. Desta forma, a absorção de óleo é um fenômeno superficial, que está ligado ao equilíbrio entre a adesão e a drenagem do óleo à medida que o alimento é retirado do banho de óleo (Shyu; Hwang, 2001; Dana; Saguy, 2006).

Singthong e Thongkaew (2009) estudaram pré-tratamentos no processo de

produção chips de banana frita e também observaram baixa redução no teor de óleo em produtos branqueados com 0,5 g CaCl<sub>2</sub>/100 mL de água e imerso em solução de alginato de sódio a 1% (p/v); relataram que o melhor resultado na redução da absorção de óleo e atributos sensoriais foi alcançada no tratamento com 0,5 g de CaCl<sub>2</sub>/100 mL e 1% de pectina.

Uma das propriedades básicas para um alimento é a sua textura. Como relatado para batata *chips*, onde suas principais características apresentadas são representadas pela dureza e crocância avaliadas em analisadores de textura e aferidas pela força máxima de ruptura, curva de força deformação e número de pico (Rosenthal,1999; Van Loon *et al.*, 2007).

Os produtos do tipo *chips* precisam ser firmes e de fácil quebra que emitem som de crocante. Conforme Marichal e Bouchon (2008) o efeito da pressão nas qualidades texturais está ligada com as pequenas alterações estruturais e expansão produzidas, que por sua parte conseguem estar ligada de forma direta com a pressão de vapor de água.

Além disso, os pré-tratamentos com hidrocolóides melhoram a sensibilidade atributos de qualidade como crocância, sabor final e aceitabilidade geral, que se relacionam com a percepção do teor de óleo no produto final (Paramasivam *et al.*, 2021).

**Tabela 7 - Parâmetros de cor dos *chips* das cultivares de banana revestidos com diferentes soluções de hidrocolóides**

| Variável   | Cultivar    | Tratamento |          |           |                   |               |
|------------|-------------|------------|----------|-----------|-------------------|---------------|
|            |             | Controle   | CMC      | Goma Guar | Alginato de sódio | Maltodextrina |
| L*         | BRS Platina | 59,80Ba    | 59,44Ba  | 50,34Bb   | 56,78Ba           | 57,24Ba       |
|            | FHIA 18     | 62,24Ab    | 68,32Aa  | 62,04Ab   | 62,62Ab           | 64,70Aab      |
| a*         | BRS Platina | 9,12Ab     | 9,94Aab  | 11,04Aa   | 10,88Aa           | 7,46Ac        |
|            | FHIA 18     | 5,64Bab    | 5,90Bab  | 6,40Ba    | 6,58Ba            | 4,86Bb        |
| b*         | BRS Platina | 34,92Aa    | 31,70Abc | 28,80Ac   | 30,54Ac           | 34,36Aab      |
|            | FHIA 18     | 28,78Ba    | 25,78Bb  | 24,26Bb   | 28,72Aa           | 30,72Ba       |
| $\Delta E$ | BRS Platina | 26,40Ab    | 26,52Ab  | 35,26Aa   | 29,18Ab           | 28,12Ab       |
|            | FHIA 18     | 24,14Ba    | 17,78Bb  | 23,08Ba   | 24,04Ba           | 22,78Ba       |
| IE         | BRS Platina | 94,62Aa    | 85,38Ab  | 96,64Aa   | 87,76Ab           | 95,82Aa       |
|            | FHIA 18     | 66,42Ba    | 52,08Bb  | 55,68Bb   | 67,26Ba           | 67,48Ba       |

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na coluna e minúsculas na linha, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A aparência geral de um produto frito é de grande importância para a aceitação do consumidor, e a cor desempenha um papel fundamental na aparência. A cor marrom dourada das batatas fritas é um resultado da fritura profunda, resultando em oxidação lipídica, bem como em carboidratos-proteínas. Caramelização e reações de Maillard (Al-Asmar *et al.*, 2018).

A cor dos chips de banana foi influenciada pela cultivar e pelo hidrocolóide tratamentos. Os chips BRS Platina apresentaram maiores valores de L\*, a\*, b\* e croma.

Os parâmetros de cores na escala de Hunter utilizados foram L\* Luminosidade, a\* e b\* empregues para avaliar as mudanças de cor no período da fritura dos *chips* de banana.

A variação observada referente ao parâmetro L\* foi entre 50,34 a 68,32% para as duas cultivares de banana revestidos com diferentes soluções de hidrocolóides (Tabela 7). A cultivar FHIA 18 apresenta valores maiores em relação a cultivar BRS Platina nas análises L\* (luminosidade) nos cinco tratamentos.

De acordo com um estudo realizado por Sumonsiri, Imjaijit e Padboke (2020) foi possível observar um valor referente ao parâmetro L\* de 67,01 a 72,24% para

*chips* de banana com diferentes concentrações de goma guar.

O parâmetro  $L^*$  é essencial em *chips*, pois quantifica a sua luminosidade. Há um indício de degradação da cor na temperatura de fritura, no momento que aumenta ocorre o escurecimento, desta forma a luminosidade diminui (Martínez-Pantoja *et al.*, 2016).

Para o parâmetro  $a^*$  observou-se a variação entre 4,86 a 11,04% referente as duas cultivares de banana com diferentes soluções de hidrocolóides (Tabela 7). A cultivar Platina exibe maiores resultados em comparação a cultivar BRS FHIA 18 nas análises  $a^*$  nos cinco tratamentos.

Os valores encontrados para *chips* de batata por Jia *et. al* (2017) para o parâmetro  $a^*$  foram de -1,24 a -1,27%, podendo relacionar a concentração de revestimento utilizados e amostra analisada.

Com relação ao parâmetro  $a^*$ , o escurecimento concedido pela relação de Maillard auxiliada por altas temperaturas e pressões podem ser afetados. De acordo com Serpen e Gökmen (2009) em batatas fritas em termos de aceitação do consumidor, um valor de  $a^*$  maior que 20 indica batata marrom crocante ao contrário de amarelo dourado, o que é proveitoso para a presente pesquisa, pois os resultados encontrados são menores que esse valor.

A variação observada referente ao parâmetro  $b^*$  foi entre 24,26 a 34, 29% (Tabela 7). Os valores das análises  $b^*$  (variação azul ao amarelo) mostram resultados semelhantes em comparação as duas cultivares analisadas.

Com o uso da goma guar como revestimento em *chips* a sua estrutura é modificada, tendo uma proteção adicional, impossibilitando o encolhimento excessivo, impedindo a perda de umidade, diminuindo o teor final de óleo no produto final, enrijecendo a estrutura da crosta e dando baixos valores da força máxima de ruptura dos *chips* de banana (Kilincceker; Hepsag, 2012).

Jiang, Zhang e Mujumdar (2010) ao realizar a pesquisa referente à alteração de *chips* de banana em diferentes estádios, obtiveram um valor de 13,50 a 18,66% para o parâmetro  $b^*$  de coloração.

Dessa forma, é possível verificar que os hidrocolóides são capazes de realçar de forma leve o amarelo dos chips de banana, o que resultou em valores mais altos de  $b^*$  (azul para amarelo).

A cor amarelo-ouro específica dos *chips* de banana frita é decorrência das reações de Maillard, do teor de açúcar na superfície, do tempo e da temperatura

empregues no processo, sendo também um dos fatores de qualidade de maior importância para o consumidor.

E o parâmetro  $b^*$  que indica o amarelecimento do produto manteve padrão, provavelmente devido ao menor teor de óleo correspondente ao uso do revestimento da goma guar. A utilização do revestimento consegue exercer influência no tecido superficial da banana, impossibilitando o seu escurecimento durante o processo de fritura tendo altos valores de  $L^*$  e baixos de  $a^*$  (Sothornvit, 2011).

A variação analisada referente ao  $\Delta E$  referente as duas cultivares analisadas obteve valores de 17,78 a 29,18% (Tabela 7). A Cultivar Platina expressou valores maiores nas análises  $\Delta E$  em relação a cultivar BRS FHIA 18 que contempla três coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ .

Sumonsiri, Imjaijit e Padboke (2020) ao realizar a pesquisa sobre produção de *chips* de banana com coberturas de goma guar, observou a variação de 1,39 a 19,57% referente ao  $\Delta E$ . Deve-se ao fato das cultivares que foram analisadas.

Desta forma, é possível observar que o  $\Delta E$  manteve-se de acordo com o estudo feito por Martelli *et al* (2014) nas duas cultivares analisadas, conforme a escala Hunter, ocorrendo a variação de cor entre o tratamento controle e os outros tratamentos. O tratamento que ocorreu maior variação foi à goma guar na cultivar Platina. É notória a mudança de cor quando o valor do  $\Delta E$  estiver maior que 3 (Ramos; Gomide, 2007; Mastromatteo *et al.*, 2011).

O menor escurecimento dos chips de banana cobertos com hidrocolóides se deve ao fato de que o revestimento nas superfícies da amostra pode ter atuado como uma barreira contra a transferência de calor do óleo para as amostras, reduzindo a desidratação devido à capacidade dos hidrocolóides para se ligar à água, o que pode ter interferido na reação de Maillard (Panang *et al.*, 2023). Al-Asmar *et al.* (2018) demonstraram uma redução na reação de Maillard em produtos fritos revestidos e concluiu que era devido ao aumento da retenção de água durante a fritura.

## 5 CONCLUSÕES

Conforme as análises das características físicas e físico-químicas dos frutos de bananeiras BRS Platina e FHIA 18, os resultados da cultivar BRS Platina mostram no seu estágio 1 de maturação maior diâmetro, comprimento, peso dos frutos e textura. Frutos FHIA 18 apresentaram valores superiores de coloração e açúcares redutor e total. Dessa forma, a cultivar BRS Platina evidencia maior viabilidade para a produção de *chips* de banana verde pelas suas melhores condições físicas e obtendo um melhor rendimento. As análises referentes à influência de coberturas comestíveis sobre as características físico-químicas de *chips* de banana resultaram em valores superiores nas duas cultivares analisadas de goma guar para a diminuição de absorção de óleo perante aos outros revestimentos comestíveis, deve-se ao fato da goma guar ter maior viscosidade resultando em maior aderência nos *chips* de banana.

## REFERÊNCIAS

- ADÃO, R.C.; GLÓRIA, M.B.A. Bioactive amines and carbohydrate changes during ripening of 'Prata' banana (*Musa acuminata* x *M. balbisiana*). **Food Chem**, 90, 705–711. 2005.
- ANANEY-OBIRI, D.; MATTHEWS, L.; AZAHRANI, M. H.; IBRAHIM, S. A.; GALANAKIS, C. M.; TAHERGORABI, R. Application of protein-based edible coatings for fat uptake reduction in deep-fat fried foods with an emphasis on muscle food proteins. **Trends in Food Science & Technology**, v. 80, p. 167-174, 2018.
- AHMED, F.; MARTAWI, N. M.; POERBA, Y. S. Genetic mapping of Fusarium wilt resistance in a wild banana *Musa acuminata* ssp. *malaccensis* accession. **Theoretical and Applied Genetics**, 133, p. 3409-3418, 2020.
- ALBERT, S.; MITTAL, G. S. (Comparative evaluation of edible coatings to reduce fat uptake in a deep-fried cereal product. **Food Research International**, v. 35, p. 445– 458. 2002.
- ALMEIDA, D. T.; ARAÚJO, M. P. N.; FURTUNATO, D. M. N.; SOUZA, J. C.; MORAES, T. M.; Revisão de literatura: aspectos gerais do processo de fritura de imersão. **Hig Alimentar**, 20 v.138. p. 42-7. 2006.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M. & SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift** v. 22. P. 711-728. 2013.
- ALVES, L. A. A. S.; LORENZO, J. M.; GONÇALVES, C. A. A.; SANTOS, B. A.; HECK, R. T.; CICHOSKI, A. J.; CAMPAGNOL, P. C. B. Production of healthier bologna type sausages using pork skin and green banana flour as a fat replacers. **Meat Science**, v. 121, p. 73- 78, nov., 2016.
- AL-ASMAR, A.; NAVIGLIO, D.; GIOSAFATTO, C. V. L.; MARINIELLO, L. Hydrocolloid-based coatings are effective at reducing acrylamide and oil content of French fries. **Coatings**, v. 8, n. 4, p. 147, 2018.
- AMORIM, A. A. P. de O. **Caracterização reológica da mistura de carboximetilcelulose com amido de milho e avaliação da microestrutura para estudos de viabilidade em aplicação tecnológica**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Tecnólogo em Polímeros), Centro Universitário Estadual da Zona Oeste. Rio de Janeiro, 2012. a
- AMORIM, E. P., SANTOS-CEREJO, J. A. dos. BRS Platina: cultivar de bananeira tipo Prata resistente ao Mal do Panamá. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, Folder Técnico. p.2. 2012. b
- AQUINO, C.; SALOMÃO, L. C. C.; CECON, P. R.; SIQUEIRA, D. L. D.; RIBEIRO,

S.; ROCHA, M. PHYSICAL, CHEMICAL AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF BANANACULTIVARS DEPENDING ON MATURATION STAGES1. **Revista Caatinga**, v. 30, p. 87-96, 2017.

AOAC - INTERNATIONAL. AOAC - Official methods of analysis of AOAC International.18th edition - **Gaithersburg**. Current Through Revision 2, 2007.

AOAC - INTERNATIONAL. AOAC - Official methods of analysis of AOAC International.18th edition - **Gaithersburg**. Current Through Revision 2, 1975.

BIENVENUE, A. JIMENEZ-FLORES, R. SINGH, H. Rheological properties of concentrated skim milk: importance of soluble minerals in the changes in viscosity during storage, **Journal Dairy Science**, 86 (12), p. 313-321, 2003.

BORGES, A. L. e SOUZA, L. S. O Cultivo da Bananeira. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, Cruz das Almas.ed. 2. p. 279. 2004.

BRANNAN, R. G.; MAH, E.; SCHOTT, M.; YUAN, S.; CASHER, K., L.; MYERS, A.; HERRICK, C. Review: Influence of ingredients that reduce oil absorption during immersion frying of battered and breaded foods. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 116,n. 3, p. 240-254, 2014.

BRASIL, **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf> Acesso em: 22 mar. 2023.

CARVALHO, J. S. de; BIZERRA, E. C.; MARQUES, P. R. R.; DONATO, S. L. R.; MAGALHÃES, D. B.; RAMPAZZO, M. C. Características fitotécnicas e nutricionais de bananeiras submetidas a fontes de fertilizantes para o manejo orgânico. **Nativa**, [S. l.], v. 8, n. 3, p. 367-375, 2020. DOI: 10.31413/nativa.v8i3.8424. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/8424>. Acesso em: 03 nov. 2020.

CASTRACINI, A.; SANTOS, L. O.; DELIZA, R.; COELHO, E. F.; RODRIGUES, M. G. V. Characterization post-harvest and sensorial of genotypes of banana tree prata type. **RevBrasil de Frutic**, 37(1):27-37. 2012.

CEREDA, M. P. Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas latino americana. Campinas: **Fundação Cargill**, 659 p., v. 3. 2003.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Post-harvest fruit and vegetables: physiology and handling**. Lavras, MG: UFLA, p.785. 2005.

CHO, B.-H.; KOSEKI, S. Determination of banana quality indices during the ripening process at different temperatures using smartphone images and an artificial neural network. **Sci. Hortic**, 288, 2021.

CUESTA, C.; ROMERO, A.; SANCHEZ-MUNIZ, F. J. Fatty acid changes in high oleic

acid sunflower oil during successive deep-fat frying of frozen foods. **Food Science and Technology International**, v. 7(4), p. 317–328, 2001.

DALE, M.F.B.; BRADSHAW, J.E. Progress in improving process in gattributes in potato. **Trends in Plant Science**, v. 8, n. 7, p. 310–312, 2003.

DANA, D.; SAGUY, L. S. Review: machanism of oil uptake during deep-fat frying and the surfactante effect-theory and myth. **Advances in Colloid and Interface Science**, p.128-130, p. 267-272. 2006.

DANTAS, J. L. L.; SOARES FILHO, W. S. Classificação botânica, origem e evolução da bananeira. In: ALVES, E. J.; DANTAS, J. L. L. **Banana para exportaç ao: aspectos técnicos da produção**. Brasília: EMBRAPA, p.9-13.1995.

ELKHALIFA, A. E. O.; HASSAN, A. M.; ABU, M. E. Z. Analytical Quality ande Acceptability of Baked and Fried Banana Chips. **Journal of Human Nutrition & Food Science**, 2 (4). p. 1052. 2014.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Banana BRS Platina uma nova banana Prata. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**. Folder Técnico. 2 p. 2012.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**, Rio de Janeiro, Embrapa solos. 3.ed. 353p. 2013.

ENTREPRENEUR INDIA. **Banana Processing Unit: A Great Industry to Invest in the Growing Market**. Disponível em: <https://www.entrepreneurindia.co/>. Acesso em: 05 de abril de 2023.

FIGUEIREDO, D. V.; BRIOSO, P. S. T. PCR multiplex para a detecção de BSV e CMV em bananeiras micropropagadas. **Rev.Summa Phytopathology**, Jaguariú na, v.33,n. 2, p. 118-123, set. 2007.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Produção de banana mundial e no Brasil**. 2023. Disponível em: <http://www.faostat.fao.org/site/340/default.aspx>. Acesso em: 21 mar. 2023. a

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Market Review Preliminary results 2022**. 2022. Disponível em:<https://www.fao.org/3/cc3421en/cc3421en.pdf> . Acesso em: 14 abr. 2023.

b

FRATONI M. M. J.; MOREIRA, A.; MORAES, L. A. C.; ALMEIDA, L. H. C.; PEREIRA, J. C. R. Effect of nitrogen and potassium fertilization on banana plants cultivated inthe humid tropical Amazon. **Communications in Soil Sciences and Plant Analysis**, 48: 1511– 1519. 2017.

FRITSCH, C. W. Measurements of frying fat deterioration: A brief review. **JAOCS**, 58 v. 3. p. 272 4. 1981.

GARMAKHANY, A. D.; MIRZAEI, H. O.; NEJAD, M. K.; MAGHSUDLO, Y. Study of oil uptake and some quality attributes of potato chips affected by hydrocolloids. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 110, n. 11, p. 1045-1049, 2008.

GARCÍA, M. A.; FERRERO, C.; BÉRTOLA, N.; MARTINO M.; ZARITSKY, N. Edible coatings from cellulose derivatives to reduce oil uptake in fried products. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 3, n. 4, p. 391-397, 2002.

GASPAROTTO, L; PEREIRA, J. C. R.; PEREIRA, M. C. N.; COSTA M. M. da.FHIA 18: cultivar de bananeira resistente à sigatoka-negra, para o Estado do Amazonas. **Ministérioda Agricultura, Pecuária e Abastecimentento** (Comunicado Técnico, 12). Manaus, 2002.

GUARDA, A.; C.M ROSELL; C. BENEDITO; M.J. GALOTTO. Different hydrocolloids as breadimprovers and antistaling agents. **Food Hydrocolloids**, v. 18, n. 2, p. 241– 247, 2004.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de orçamentos familiares 2017-2018: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil / IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento**. - Rio de Janeiro : IBGE, 120 p. 2020.

JIA, B.; FAN, D.; LI, J.; DUAN, Z.; FAN, L. Effect of Guar Gum with Sorbitol Coating on the Properties and Oil Absorption of French Fries. **Int. J. Mol. Sci**, 2017, 18, 2700. 2017.

JIANG, H.; ZHANG, M.; MUJUMDAR, A. S. Physico-chemical changes during different stages ofMFD/FD banana chips. **Journal of Food Engineering**, 101,140–145. 2010.

KILINCCEKER, O.; HEPSAG F. Edible coating effects on fried potato balls. **FoodBioprocess Technol**, 5(4): 1349-1354. 2012.

KIM, D. N.; LIM, J.; BAE. I. Y.; LEE, H. G.; LEE, S. Effect of hydrocolloid coatings on the heat transfer and oil uptake during frying of potato strips. **Journal of Food Engineering**, v. 102, n. 4, p.317-320, 2011.

KUMAR, D; SINGH BP; KUMAR, P. An overview of the factors affecting sugar contented ofpotatoes. **Annals of Applied Biology**, v. 145, p. 247-256, 2004.

KUREK, M.; ŠČETAR, M.; GALIĆ, K. Edible coatings to minimize fat uptake in deep fat friedproducts: A review. **Food Hydrocolloids**, v. 71, p. 225-235, 2017.  
LEAL, A. R. DOS S. **Adição de hidrocoloides à formulação de bolinho de chuva: estudo do impacto na qualidade tecnológica do produto e do meio**

**de fritura.** Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos)- Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2019.

MOTTRAM, D.S.; WEDZICHA, B.L.; DODSON, A.T. Acrylamide is formed in the Maillard reaction. **Nature**, v. 419, p. 448–449, 2002.

LEONEL, M.; LEONEL, S.; DOS SANTOS, T.P.R.; SOUZA, J.M.A.; Martins, R.C.; da Silva, M.S.C. Agronomic yield and starch properties of banana cultivars. **Pesqui. Agropecuária Bras**, 56, 2021.

MUDGIL, D.; BARAK, S.; KHATKAR, B. S. Guar gum: processing, properties and food applications—a review. **Journal of food science and technology**, v. 51, p. 409–418, 2014.

NACHAISIN, M.; JAMRADLOEDLUK, J.; NIAMNUY, C. Application of combined far-infrared radiation and air convection for drying of instant germinated brown rice. **Journal of Food Process Engineering**, v. 39, p. 306–318, 2015.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.** Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 22. mar. 2023.

NAGHAVI, E. A.; DEHGHANNYA, J.; GHANBARZADEH, B. Effect of hydrocolloid type on transfer phenomena during deep-fat frying of coated potato strips: Numerical modeling and experimental analysis. **Computers and Electronics in Agriculture**, n.154, p. 382–399. 2018.

NAPOLEÃO, G. M.; MARTINS, R. C.; BOLFARINI, A. C. B.; LEONEL, S.; FERREIRA, R. B. Características produtivas do híbrido de bananeira 'FHIA 18' em Botucatu- SP. **Cad. Ciênc. Agrá.**, v. 11, p. 01–08, 2019.

NAVA, C. El plátano: su cultivo en Venezuela. **Maracaibo: Astro Data**, p.122, 1997.

NOMURA, E. S.; DAMATTO JUNIOR, E. R.; FUZITANI, E. J.; SILVA, S. D. O. E.; MORAES, W. D. S. Development and production of banana plant'grande naine' under different planting densities in regions with natural occurrence of black leaf streak. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, p. 437–445, 2013.

PANANG, C.; THIKEAW, K.; SOUBSUB, K.; OLANWANIT, W.; PHAHOM, T. A correlation between oil measurement methods and the application of principal component analysis for selecting the best pre-frying treatment of reduced-fat banana chips. **J. Food Meas. Charact**, 17, 5402–5411. 2023.

PARAMASIVAM, S.K.; DAVID, A.K.; SOMASUNDARAM, S.M.; SUTHANTHIRAM, B.; SHIVA, K.N.; SUBBARAYA, U. Influence of food hydrocolloids on the structural, textural and chemical characteristics of low-fat banana chips. **Food Sci. Technol. Int**, 28, 203–215. 2021.

PBMH e PIF — PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA E PRODUÇÃO INTEGRADA DE

FRUTAS. **Normas de classificação de banana**. São Paulo, SP: CEAGESP. 2006.

PEREIRA, R.; TOJEIRA, A.; VAZ, D.C.; MENDES, A.; BÁRTOLO, P. 2011. Preparation and Characterization of Films Based on Alginate and Aloe vera. **Internal J. Polymer Analysis and Characterization (United Kingdom)**, 16 v.7. p. 449-464. 2011.

PERKINS, E. G.; ERICKSON, M. D. Deep Frying — Chemistry, Nutrition, and Practical Applications. AOCS Press. Champaign. **Illinois**, p. 6-144. 1996.  
PHILLIPS, G.O.; WILLIAMS, P.A. Handbook of Hydrocolloids. 2, ed., **Cambridge: Woodhead Publishing**, p. 948. 2009.

PINZÓN, M. I. F.; MONTOYA, J. L.; LUCAS, J. C. A. Evaluación De Parámetros De Calidad De Chips De 12 Variedades De Musáceas Genotipo Aab Sometidas A Fritura Por Inmersión/Evaluation Of Quality Parameters Of Chips 12 Varieties Of Bananas Aab Genotype Under Deep Frying. **Vitae**, v. 23, p. S531, 2016.

POLÔNIO, M. L. T; PERES, F. Consumo de aditivos alimentares e efeitos à saúde: desafios para a saúde pública brasileira. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 25(8):1653-1666, ago, 2009.

PRIYA, R.; SINGHAL, R. S.; KULKARNI, P. R. Carboxymethylcellulose and hydroxypropylmethylcellulose as additive in reduction of oil content in batter based deep-fat fried boondies. **Carbohydrate Polymers**, v. 29, p. 333–336. 1996.

RAMOS, D. P.; LEONEL M.; LEONEL S. Amido resistente em farinhas de banana verde. **AlimNutr.**, 20(3):479-83. 2009.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: Fundamentos e metodologias**. Viçosa: UFV. 2007.

RANIERI, L. M.; DELANI, T. C. De O. Banana Verde (Musa Spp): Obtenção Da Biomassa E Ações Fisiológicas Do Amido Resistente. **Revista Uningá Review**, v. 20, n.3, p. 43-49, Out - Dez 2014.

ROMANO, M.R; SANTOS, D. S. dos; AMORIM, E. P.; CORDEIRO, Z. J. M. **Características morfoagronômicas da ‘BRS Platina’ sob níveis de sombreamento**. XX Reunião Internacional da Associação para a Cooperação em Pesquisa e Desenvolvimento Integral das Musáceas (Bananas e Plátanos). Fortaleza, CE.2013. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/967098/1/CARACTERISTICASMORFOAGRONOMICAS.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2021.

ROSENTHAL, A. J. Food Texture: Measurement and Perception. **Aspen, Gaithersburg: Springer**. 1999.

SANAEIFAR, A.; BAKHSHIPOUR, A.; DE LA GUARDIA, M. Prediction of banana quality indices from color features using support vector regression. **Talanta**, 148, 54–61. 2016.

SANIBAL, E. A. A.; MANCINI-FILHO, J. Alterações físicas, químicas e nutricionais de óleos submetidos ao processo de fritura. **Food Ingr South Am**, v. 1, n. 3, p. 64-71, 2002.

SEISUN, D. Introduction In: IMENSON, A. (Ed.) Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agents. **Chichester: Blackwell Publishing Ltd**, p. 1-10. 2010.

SINGTHONG, J.; THONGKAEW, C. Using hydrocolloids to decrease oil absorption in bananachips. **LWT - Food Science and Technology**, v. 42, p. 1199–1203. 2009.

SOTHORNVIT, R. Edible coating and post-frying centrifuge step effect on quality of vacuum-fried banana chips. **Journal of Food Engineering**, v. 107, n. 3-4, p. 319-325, 2011.

SUMONSIRI, N.; IMJAIJIT, S.; PADBOKE, T. Effect of guar gum and glycerol on oil absorption and qualities of banana chips. **International Food Research Journal**, 27(3): 529 - 535 2020.

TFOUNI, S.A.V.; MACHADO, R.M.D.; GARCIA, L.C.; AGUIRRE, J.M.; GASPARINO FILHO, J. Batata chips e palha. **Agronegócio 3**. Campinas: ITAL, 73p. 2003.

TOREZAN, G. A. P. **Desenvolvimento de processo combinado de desidratação osmótica- fritura para obtenção do chips de manga**. 291f. Tese Doutorado (Tecnologia de Alimentos) Faculdade de engenharia de alimentos. Universidade Estadual de campinas, campinas - SP, 2005.

TRONCOSO, E.; PEDRESCHI, F.; ZÚÑIGA, R. N. Comparative study of physical and sensory properties of pre-treated potato slices during vacuum and atmospheric frying. **Food Science and Technology**, v. 42, n. 1, p. 187-195, 2009.

USDA – United States Department of Agriculture. Agricultural Research Service. **National Nutrient Database for Standard Reference Legacy Release**. Disponível em: <https://data.nal.usda.gov/dataset/usda-national-nutrient-database-legacy-release>. Acesso em: 03 nov. 2021.

VAN LOON, W. A. M.; VISSER, J. E.; LINSSSEN, F. P. H.; SOMSEN, D. J.; JAN KLOK, H.; VORAGEN, A. G. J. Effect of pre-drying and par-frying conditions on the crispness of French fries. **European Food Research and Technology**, 225: 929– 935. 2007.

VARELA, P.; FISZMAN, S. M. Hydrocolloids in fried foods. A review. **Food**

**hydrocolloids**, v. 25, n. 8, p. 1801-1812, 2011.

VILAS BOAS, E. V. B.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; MENEZES, J. B. Características da fruta: banana pós-colheita. **Brasília: EMBRAPA**, p.15-19. (Série Frutas do Brasil, 16). 2011.

VILPOUX, O. Processamento de raízes e tubérculos tropicais para produção de chips. Tecnologia, Usos e Potencialidades de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas. Série: Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas. **Fundação Cargill**, SP, cap.5, v.3, p.110- 131. 2003.

VISHWANATHAN, K. H.; HEBBAR, H. U.; RAGHAVARAO, K. S. M. S. Hot air assisted infrared drying of vegetables and its quality. **Food Sci. Technol. Res.**, v. 16, n. 5, p. 381-388, 2010.

WANI, S. A.; SHARMA, V.; KUMAR, P. Effect of processing parameters on quality attributes of fried banana chips. **Internacional Food Research Journal**, v. 24(4). p. 1407-1413, 2017.

WILLIAMS, R.; MITTAL, G. S. Low-Fat Fried Foods with Edible Coatings: Modeling and Simulation. **Journal of food science**, v. 64(2). p. 317–322. 1999.

YAM, K. L.; PAPADAKIS, S. E. A simple digital imaging method for measuring and analysing color of food surfaces. **Journal of Food Engineering**, v. 61, p. 137 -142, 2004.

YU, L., LI, J.; DING, S.; HANG, F.; FAN, L. Effect of guar gum with glycerol on the properties and oil absorption of fried potato chips. **Food Hydrocolloids**, v. 54, p. 211-219, 2016.

ZHANG, Y.; ZHANG, T.; FAN, D.; LI, J., FAN, L. The description of oil absorption behavior of potato chips during the frying. **LWT-Food Science and Technology**, v.96, p.119–126, 2018.

ZOLFAGHARI, Z. S.; MOHEBBI, M.; KHODAPARAST, M. H. H. Quality changes of donuts as influenced by leavening agent and hydrocolloid coatings. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 37, n. 1, p. 34-45, 2013.