

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Engenharia de Alimentos

**ANÁLISE DA COMBINAÇÃO DE TRATAMENTO TÉRMICO E
ÁCIDO LÁTICO SOBRE OS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS
EM FARINHA DE BANANA VERDE**



Daniela Cácia dos Santos

Engenharia de Alimentos

**ANÁLISE DA COMBINAÇÃO DE TRATAMENTO TÉRMICO E ÁCIDO
LÁTICO SOBRE OS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS EM
FARINHA DE BANANA VERDE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof^a William James Nogueira Lima

Montes Claros

Instituto de Ciências Agrárias – UFMG

2022

Daniela Cácia dos Santos. Análise da combinação de tratamento térmico e ácido láctico sobre os parâmetros físico-químicos em farinha de banana verde.

Aprovada pela banca examinadora constituída por:

 Documento assinado digitalmente
MILTON NOBEL CANO CHAUCA
Data: 22/12/2022 14:59:58-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Prof. Milton Nobel Cano Chauca – ICA/UFMG

 Documento assinado digitalmente
RENATO DOURADO MAIA
Data: 22/12/2022 11:42:58-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Prof. Renato Dourado Maia – ICA/UFMG

 Documento assinado digitalmente
WILLIAM JAMES NOGUEIRA LIMA
Data: 22/12/2022 11:33:37-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Prof.^a William James Nogueira Lima – Orientador ICA/UFMG

Montes Claros, 15 de Dezembro de 2022.

“Ao meu querido pai Raimundo (in memoriam),
cujo empenho em me educar sempre veio em
primeiro lugar. Aqui estão os resultados dos seus
esforços. Com muita gratidão.”

AGRADECIMENTOS

A Deus e a Nossa Senhora, que me guiaram e cobriram com o manto sagrado permitindo que eu realiza-se este trabalho, suprimindo minhas necessidades e fazendo vossa vontade.

Ao professor orientador William James Nogueira Lima pela oportunidade e confiança. E a todos os professores que compartilharam com excelência o conhecimento.

A minha família que sempre esteve comigo em todas as etapas incentivando e dando forças quando nem eu acreditava que seria possível chegar até aqui.

Em especial meus pais, minha querida mãe Rita que dedicou sua vida trabalhando arduamente de sol a sol para não faltar nada. Sem a sua fé, força e carinho eu teria desistido na primeira dificuldade, se hoje estou aqui o mérito é todo seu.

Ao meu querido pai Raimundo, que em vida fez de tudo para conquistarmos nossos sonhos, mesmo nunca saindo de casa. Não foi fácil continuar sem o seu apoio, sem as suas sábias palavras de conforto. Espero que até aqui eu tenha te honrado e saiba que é só o início. A sua filha continua sonhando cada vez mais alto. A minha irmã Ana Maria e meu sobrinho Pedro Miguel por todo amor e carinho.

Aos meus amigos e colegas de caminhada, por dividirem essa jornada e por ser família em todos os momentos.

Ao meu amado namorado André, por ser meu apoiador, incentivando a estudar e por dividir a vida ao meu lado. A minha querida sogra Beatriz (in memoriam), pelos conselhos, carinho, amizade e por dividir a caminhada até aqui. Serei eternamente grata por tudo que fez por mim.

Aos Funcionários da Moradia que se fizeram família (Andréia, Andréa, Ayno, Adão, Benício, Eduardo, José Ildo, Marlene, Maria Cristina, Sidney, Thiago e todos do restaurante universitário) que tornaram a minha passagem mais leve. Em especial, agradeço também a André, Fábio, Mariuse e Sandro que tiveram paciência e me auxiliaram na execução desse trabalho.

Os professores Milton Nobel Cano Chauca e Renato Dourado Maia por gentilmente terem aceitado o convite para participar da banca de avaliação e por contribuírem para a melhoria desse trabalho.

A Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). A todos os funcionários da Instituto de Ciências Agrárias (ICA). E a todos que contribuíram de alguma forma para minha formação. Muito obrigada a todos!

*“Faça o teu melhor, na condição que você tem,
enquanto você não tem condições melhores, para
fazer melhor ainda!”*

(Mario Sergio Cortella)

RESUMO

O presente artigo teve como objetivo avaliar o efeito da combinação de tratamentos térmico (90, 110 e 130°C) e concentrações de ácido láctico (1,5, 2,5 e 3,5%) em farinha de banana nos parâmetros físico-químicos. Tendo como foco avaliar o efeito da combinação de diferentes temperaturas e concentrações de ácido láctico no percentual de lactilo, bem como avaliar a quantificação da dextrose equivalente na farinha de banana verde modificada e também avaliar por meio da análise colorimétrica o impacto dos diferentes temperaturas e concentrações de ácido láctico na cor em farinha de banana verde. Os resultados demonstram que houve esterificação da farinha de banana por ácido láctico. Observou-se que na amostra submetida à temperatura de 90°C com concentração de 3,5% de ácido láctico obteve-se o maior percentual de lactilo o que pode indicar a possível esterificação do amido como também sofreu maior nível de hidrólise quando analisado o percentual de dextrose equivalente. Constatou-se que a associação de tratamento térmico e concentração de ácido láctico na amostra influenciam na coloração final da farinha, assim em termos de aplicação em produtos alimentícios o tratamento que mais se destacou foi a amostra submetida ao tratamento térmico a 90°C com 3,5% de ácido láctico.

Palavra-chave: Banana. Farinha de banana. Tratamento térmico. Amido modificado.

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 – Teor de lactilo aparente das amostras de farinha de banana verde nativa adicionadas de diferentes concentrações de ácido láctico e tratada termicamente.....	18
Tabela 2 – Análise de dextrose equivalente das amostras de farinha de banana verde nativa adicionadas de diferentes concentrações de ácido láctico e tratada termicamente.....	19
Tabela 3 – Análise colorimétrica das amostras de farinha de banana verde nativa adicionadas de diferentes concentrações de ácido láctico e tratada termicamente.....	20

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AD – Amido Disponível

AR – Amido Resistente

DE – Dextrose Equivalente

Sumário

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	12
	2.1 Objetivo geral	12
	2.2 Objetivos específicos	12
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
	3.1 Farinha de Banana Verde	13
	3.2 Origem da farinha	14
	3.3 Composição da farinha de banana	14
	3.4 Modificações químicas	15
3.5.	Colorimetria	15
3.6.	Análises Estatísticas	16
4	METODOLOGIA	16
	4.1 Material	16
	4.2 Tratamento da farinha de banana verde com ácido láctico	16
	4.3 Determinação do percentual de lactilo	17
	4.4 Quantificações de dextrose equivalente	18
	4.5 Determinação da cor	19
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	19
	5.1 Determinação do percentual de lactilo	19
	5.2 Dextrose equivalente	20
	5.3 Determinação da cor	21
6	CONCLUSÃO	22
	REFERÊNCIAS	24

1 INTRODUÇÃO

A banana é uma das frutas mais consumidas no mundo e é um dos alimentos mais comuns na mesa dos brasileiros. Apresenta alto valor nutricional, sendo uma boa fonte de carboidrato (KOGLER, 2022).

Sua produção é uma atividade de grande importância econômica no agronegócio mundial, gerando fonte de renda aos produtores rurais. Por ser uma fruta de fácil acesso, tem papel importante no desenvolvimento social.

O fruto de banana é rico em fonte energética, com alto valor nutricional e de fácil digestão, altos teores de carboidratos, açúcares e amido, contendo ainda consideráveis teores de vitamina A, B1, B2 e C e de sais minerais como potássio, fósforo, cálcio, sódio, magnésio e apresenta alta concentração de amido em base seca e compostos bioativos importante nutricionalmente. Grande parte da banana produzida é consumida *in natura* o que dificulta o armazenamento por um longo tempo para a venda, assim boa parte desses compostos acabam não sendo aproveitados (EMBRAPA, 2022; MATSUURA et al., 2004).

O processo de transformação da banana verde em farinha é uma estratégia econômica promissora para reduzir os desperdícios na pós-colheita (TRAVAGLINI et al., 2001). A farinha de banana verde é obtida por secagem natural ou artificial, podendo ser produzida a partir da maioria das variedades de banana no estágio verde, sendo esta uma farinha extremamente nutritiva e com inúmeras aplicações na alimentação (BRASIL, 2006).

Pode ser amplamente aplicada na elaboração de alimentos funcionais pela indústria, especialmente na produção de produtos de panificação e produtos dietéticos, tornando o alimento uma fonte de amido resistente e sais minerais (VERNAZA; GULART; CHANG, 2011).

A forma não modificada do amido tem uso limitado na indústria de alimentos. Os grânulos sem modificação se hidratam facilmente, incham rapidamente, se rompem, perdem viscosidade, produzem pasta com pouco corpo e muita coesão (GEMACON TEC, 2013).

As principais razões que levam a modificação do amido são: alterações das características de cozimento, diminuição da retrogradação e capacidade de formação de géis, aumentam de resistência aos ciclos de congelamento e descongelamento, transparência das pastas ou géis e capacidade de formar filmes, adicionar grupos hidrofóbicos e adquirir poder emulsificante. (SILVA et al., 2006).

A modificação por meio de processos físicos e químicos em farinha de banana pode ser uma estratégia extremamente viável, uma vez que o uso de ácidos orgânicos pode

modificar quimicamente as propriedades funcionais do amido (BARCZYNSKA et al., 2012; OLIVATO et al., 2012; XIE; LIU, 2004).

E é considerado seguro para a modificação, pois não deixa resíduos tóxicos, e o tratamento térmico promove a gelatinização do amido, ou seja, a perda da sua estrutura granular, dispersando as cadeias de amilose e amilopectina, conseqüentemente aumentando a proporção de amido disponível (AD) ou digerível.

Durante o armazenamento sob refrigeração ocorre a retrogradação das moléculas de amilose e amilopectina, ocorrendo uma reorganização destas macromoléculas em um novo arranjo, também resistente à hidrólise enzimática, porém com maior estabilidade térmica. A modificação da farinha aumenta as possibilidades de aplicação no desenvolvimento de novos produtos com características mais desejadas na qualidade do alimento. Podendo utilizar em produtos congelados, bolos, pudins e entre outros (SANTOS, 2014).

Nesse trabalho avaliou-se o efeito da combinação de diferentes temperaturas para o tratamento térmico e concentrações de ácido orgânico (Ácido láctico) sobre as propriedades físicas-químicas, visando a sua futura utilização como ingrediente para formulação de produtos alimentícios.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito da combinação de tratamentos térmico (90, 110 e 130°C) e concentrações de ácido láctico (1,5, 2,5 e 3,5%) em farinha de banana nos parâmetros físico-químicos.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar o efeito da combinação de diferentes temperaturas e concentrações de ácido láctico no percentual de lactilo;
- Avaliar a quantificação da dextrose equivalente na farinha de banana verde modificada;
- Avaliar por meio da análise colorimétrica o impacto dos diferentes temperaturas e concentrações de ácido láctico na cor em farinha de banana verde.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Farinha de Banana Verde

Com o aumento da informação tecnológica no Brasil, cresce a cada dia o número de bananicultores, que embora sejam em sua maioria agricultores familiares, existe uma crescente diversidade de pequenos, médios e grandes empresários adotando essa atividade (DANTAS et al., 2015).

Por ser bastante difundida, a banana é cultivada em todos os estados brasileiros, sendo considerado o segundo fruto mais produzido no Brasil, tendo cerca de 460 mil hectares plantados e rendendo cerca de 6,7 milhões de toneladas segundo o Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA), do IBGE em 2018.

Apesar disso, o Brasil ainda é o quarto maior produtor de bananas do mundo, perdendo para a Índia (29,124 milhões de toneladas), China (13,066 milhões de toneladas) e Indonésia (7,007 milhões de toneladas) (Kist et al., 2018).

No Brasil, o estado de Minas Gerais é o terceiro maior produtor de banana, com participação de quase 12% no volume nacional, perdendo apenas para São Paulo e Bahia, que estão no topo, respectivamente, na produção. Mais da metade da produção de banana no estado é encontrado no Norte de Minas. (EPAMIG, 2021).

Muitas variedades híbridas de banana, principalmente resistentes à Sigatoka negra, foram avaliadas quanto às propriedades agronômicas, adaptação às diferentes condições de cultivo e aceitação para consumo in natura e recomendadas para cultivo em várias regiões do país (SILVA et al., 2002; LIMA et al., 2005; DONATO et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2008; SILVA JUNIOR et al., 2009).

Porém, são escassos os estudos para análise dessas variedades de banana que melhor se adequam ao processamento, especialmente banana verde. Devido à elevada concentração de amido (mais de 70 % b.s.), o processamento de banana verde para produção de farinha é potencialmente importante para a agroindústria de alimentos (WALISZEWSKI et al., 2003).

A exposição direta ao sol pode apresentar o inconveniente de contaminação por bolores e insetos. Sua colocação no mercado é realizável, em parte, através do enriquecimento adequado com açúcar, leite em pó, sais minerais, vitaminas e sabor artificial, onde é fornecido para alimentação infantil, como fonte energética e na prevenção de infecções gastrintestinais (MEDINA e colaboradores, 1985; JAIGOBIND, AMARAL e JAISINGH, 2007). As técnicas empregadas no preparo e secagem da banana, para a elaboração da farinha, podem variar de

acordo com a matéria-prima utilizada (estágio de maturação) e com as operações da fase de secagem (artificial ou secagem ao sol) (MEDINA e colaboradores, 1985).

A farinha de banana verde pode ser empregada como ingrediente na formulação de pães, biscoitos e massas alimentícias, como substituto parcial de outras farinhas (SEBRAE, 2008; POIANI et al., 2008).

Na farinha de banana verde pôde-se encontrar substâncias de características ácidas que reagem a solução de hidróxido de sódio e que poderiam ser quantificadas como lactilo.

Para as amostras com diferentes concentrações de ácido láctico e submetidas ao tratamento térmico, o teor de lactilo aparente é a somatória do consumo das proteínas e da provável esterificação pelo ácido láctico (SANTOS, 2014).

3.2 Origem da farinha

A Legislação brasileira define farinha como "os produtos obtidos de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas por moagem e ou outros processos tecnológicos considerados seguros para produção de alimentos" (BRASIL, 2005).

Conforme o Sistema Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT (2006), as farinhas de bananas podem ser obtidas de secagem natural ou artificial, por meio de bananas verdes ou com maturação adequada. Devido a sua alta perecibilidade durante o processamento e comercialização, a banana, uma das formas de reduzir as perdas é o processamento da banana ainda verde, transformando em farinha (MEDEIROS, 2010).

3.3 Composição da farinha de banana

A banana é rica em amido, cerca de 80% de sua composição em base seca é formada de amido e compostos bioativos tendo grande importância nutricional. (MARTINEZ et al., 2009; ZHANG et al., 2005).

O amido é um carboidrato formado por dois polissacarídeos, amilose e amilopectina. É largamente utilizado na indústria de alimentos para alterar ou controlar diversas características como a aparência, consistência, estabilidade, textura e umidade.

Apresentando alta quantidade de amido resistente (40,9-58,5 g/100 g) (TRIBESS et al., 2009) e fibra dietética total, principalmente hemicelulose (CHOO; AZIZ, 2010). O amido resistente (RS) é qualquer amido ou produtos da digestão do amido que não são digeridos e absorvidos no estômago ou intestino delgado e passam para o intestino grosso. É considerada

uma fibra dietética e uma fibra funcional, dependendo se está naturalmente presente nos alimentos ou adicionado (BARUFALDI, 2021).

3.4 Modificações químicas

A modificação da farinha aumenta as possibilidades de aplicação no desenvolvimento de novos produtos com características mais desejadas na qualidade do alimento. As modificações químicas dão origem a produtos com ligações cruzadas, estabilizados, oxidados e despolimerizados, além de produtos pré-gelatinizados e que podem ser dispersos em água fria. As principais reações empregadas para modificar quimicamente amidos nativos são a esterificação, hidrólise ácida, branqueamento, oxidação e também várias combinações dessas reações. (BEMILLER; HUBER, 2010).

A reação de esterificação promove alterações nos grupos funcionais de amidos hidrofílicos, tornando-os hidrofóbicos pela introdução de grupamentos éster às cadeias de glicose. Essa modificação faz com que o amido tenha uma menor temperatura de gelatinização, uma maior absorção de água e menor tendência a geleificação e retrogradação. O resultado deste tratamento é um amido estabilizado, com o qual se produzirá pasta resistente a vários ciclos de congelamento-descongelamento. Os amidos estáveis ao congelamento-descongelamento são essenciais para a produção de alimentos congelados, bolos, pudins instantâneos, recheios e coberturas.

3.5. Colorimetria

As análises colorimétricas podem ser subjetivas – realizadas por indivíduos – ou objetiva – realizada por equipamentos. Quando a análise é objetiva, o equipamento resulta em números correspondentes ao espaço de cor $L^*a^*b^*$, também conhecido como espaço de cor CIELAB. Esse espaço de cor é largamente utilizado, pois, correlaciona os valores da cor com a percepção visual. As indústrias utilizam o espaço CIELAB para identificar e avaliar os atributos da cor, assim como os desvios de uma cor padrão (MINOLTA, 2013). Essas análises possibilitam identificar qual tratamento será mais adequado para a aplicação em produtos alimentícios, facilitando a aceitação ou rejeição do produto final.

3.6. Análises Estatísticas

Todas as determinações foram realizadas em triplicatas, anotando-se os resultados. Realizou-se à análise de variância (ANOVA), sendo submetidos ao teste de Tukey para diferença de médias, a 95% de confiança ($P \leq 0,05$), utilizando o Software R versão 2.11.1.

4 METODOLOGIA

4.1 Material

Para este experimento utilizou-se farinha de banana verde obtida por meio da doação da microempresa Alwima Indústria e Comércio Projeto Jaíba - Jaíba -MG CNPJ: 15.153.394/0001-95.

As seguintes etapas de desenvolvimento e análises do projeto serão realizadas no Instituto de Ciências Agrárias – ICA, da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG.

4.2 Tratamento da farinha de banana verde com ácido láctico

Para a realização do tratamento da farinha de banana verde foram modificados de acordo com a metodologia utilizada por Santos (2014) realizando algumas adaptações. Utilizaram-se três concentrações de ácido láctico (1,5%, 2,5% e 3,5%).

Inicialmente pesou-se 1,0 kg de farinha (base seca) para cada concentração e em seguida acrescentou-se vagarosamente solução aquosa (1,0 L) contendo 14,7 mL de ácido láctico, 24,5 mL de ácido láctico e 34,3 mL de ácido láctico em cada recipiente contendo a farinha de banana verde destinada para cada concentração de ácido láctico.

Deixaram-se as misturas em repouso por 4 horas para a distribuição homogênea do ácido láctico na farinha de banana.

Levaram-se as pastas para secar na estufa com circulação de ar, a temperatura de 60°C até atingir umidade constante. Separou-se uma amostra de cada concentração que não seria submetida ao tratamento térmico. Em seguida, separou-se em três partes de cada amostra com diferentes concentrações para posteriormente submeter a diferentes temperaturas.

A primeira parcela foi ao forno com circulação forçada de ar a temperatura de 90°C por diferentes tempos, procedimento esse que foi repetido para as temperaturas de 110°C e 130°C, obtendo-se assim as seguintes farinhas:

- A. Modificada com ácido láctico sem tratamento térmico (FA)
- B. Modificada com ácido láctico com tratamento térmico de 2h (FAT2)
- C. Modificada com ácido láctico com tratamento térmico de 4h (FAT4)
- D. Modificada com ácido láctico com tratamento térmico de 6h (FAT6)

Após a modificação, lavaram-se as farinhas tratadas termicamente com solução etanólica 60% e filtrada com papel filtro. Levaram-se as amostras para a estufa com circulação de ar a 50°C por 4 horas. Esse procedimento teve duração de duas semanas para ser realizado.

4.3 Determinação do percentual de lactilo

Realizou-se a determinação do grau de esterificação dada pela formação de lactilo seguindo o método Smith (1967), inicialmente pesou-se aproximadamente 1,0 g de farinha de banana, em *erlenmeyer* de 250 ml, e adicionou-se 50 mL de água destilada, titulou-se potenciométricamente com NaOH 0,1N até viragem do indicador fenolftaleína.

Em seguida, adicionaram-se 10 mL de NaOH 0,635 N, previamente padronizado. Em seguida levaram-se as amostras ao micro-ondas e aquecendo-as por dez ciclos de um minuto com um minuto de intervalo entre os ciclos, no final do aquecimento as amostras foram resfriadas e lavou-se as paredes do *erlenmeyer* com água destilada, e titulou-se o excesso de NaOH potenciométricamente, com solução de HCl padronizada a 0,349 N até a viragem de cor do indicador fenolftaleína. Realizaram-se as análises em triplicata.

Utilizou-se a equação 1 para o cálculo do teor de lactilo formado.

$$\text{Teor de lactilo}\% = \frac{[(V_{\text{NaOH}} \times C_{\text{NaOH}}) - (V_{\text{HCl}} \times C_{\text{HCl}})] \times 0,073 \times 100}{m} \quad (\text{eq.1})$$

V_{NaOH} = mL de solução de NaOH

C_{NaOH} = concentração da solução de NaOH (mol/L)

V_{HCl} = mL de solução de HCl

C_{HCl} = concentração da solução de HCl (mol/L)

m = massa em gramas de amostra

0,073 = massa miliequivalente do lactilo

4.4 Quantificações de dextrose equivalente

Para a quantificação de Dextrose Equivalente (DE) utilizou-se a metodologia descrita por Whelan (1964), as amostras foram gelatinizadas. Desse modo, depositou-se 2,5 g de farinha de banana (base seca) em béquer de 100 mL e adicionou-se 60 mL de água destilada e homogeneizou. Em seguida levou-se ao forno micro-ondas e aqueceu-se na potência máxima por 10 ciclos de 30 segundos de aquecimento e 30 segundos de não aquecimento.

Resfriaram-se as dispersões em água fria e transferiu-as quantitativamente para balões volumétricos de 100 mL, e completou-se o volume com água destilada. Com auxílio da centrífuga a 4000 rpm por 15 minutos separou-se a parte precipitada das amostras. Depositaram-se em tubos de ensaio alíquotas de 1 mL da dispersão de amido, 1 mL de reagente DNS (ácido 3,5- dinitro salicílico) e 8 mL de água destilada. Tamparam-se imediatamente os tubos e levou-os ao banho em ebulição por 5 minutos e esfriou-se até temperatura ambiente, realizaram-se as análises em triplicata.

Determinou-se a DE ajustando o aparelho zerando o espectrofotômetro com amostra denominada de branco coletando 1 mL de reagente DNS e 8 mL de água destilada seguindo o mesmo procedimento das amostras. Para leitura da absorvância utilizou-se comprimento de onda ajustado para 540 nm, onde foi feita inicialmente a leitura com o branco zerando o aparelho para fazer a leitura com as amostras.

Para determinação da DE realizou-se uma curva padrão de glicose a partir da qual se deduziu a equação 2 abaixo que relaciona a absorvância com a concentração de glicose (mg/mL).

$$mg \text{ glucose/mL} = (Abs + 0,0237)/0,7353 \quad (\text{eq 2})$$

Para calcular o DE da amostra contida no balão se considerou a massa da amostra e o volume final obtendo-se a equação 3.

$$DE = [(Abs + 0,0237)/0,7353] \times (V/m) \times 0,1 \quad (\text{eq 3})$$

Abs = leitura do espectrofotômetro a 540 nm

V = volume do balão volumétrico (mL), neste caso 100 mL

m = massa (g) da amostra em base seca

4.5 Determinação da cor

Para determinação da cor utilizou-se o colorímetro da marca Konica Minolta, modelo CR-400 com abertura de sensor de 8mm. O aparelho foi configurado para utilização de fonte de luz (iluminante) D65 e ângulo de observação de 10° no padrão CIELAB. Dessa maneira foram quantificados os parâmetros: luminosidade (L^*), coordenada cromática verde-vermelho (a^*); coordenada cromática azul-amarelo (b^*); cromaticidade (C^*); ângulo de tinta (h°).

Para realizar a leitura de cor da amostra inicialmente zerou-se o colorímetro com o branco do equipamento, colocou-se a placa de petri sobre a amostra e em seguida colocou-se o canhão de medição sobre a placa e apertando-se o botão “MEAS”, coletando-se os resultados de forma impressa. Realizou-se o procedimento em triplicata.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Determinação do percentual de lactilo

Na Tabela 1 estão apresentados os teores de lactilo aparente das farinhas de banana verde nativa com 1,5, 2,5 e 3,5% de ácido láctico e submetidas ao tratamento térmico a 90, 110 e 130°C, que representam o grau de esterificação das amostras. Quando um ácido orgânico reage com o amido, liga-se a esse por meio de uma ligação éster formada entre a hidroxila do amido e o grupo carboxila do ácido. Esta ligação éster é facilmente hidrolisada em meio alcalino (geralmente solução de hidróxido de sódio) liberando o ácido orgânico que imediatamente é neutralizado pela base (SANTOS, 2014).

O teor de lactilo consiste no percentual em massa de ácido láctico que se ligou covalentemente ao amido durante o tratamento (ANJOS, 2013). Pôde-se observar que a amostra submetida ao tratamento térmico a 90°C com 3,5% de ácido láctico obteve um maior teor de lactilo aparente (6,24%) e diferiu-se significativamente ($p < 0,05$) das outras amostras (Tabela 1). Por outro lado, a amostra submetida ao tratamento térmico de 110°C e com 2,5% de ácido láctico obteve menor teor de lactilo aparente (0,92%). A maior porcentagem de lactilo pode indicar a possível esterificação do amido, o que sugere que a amostra submetida ao tratamento térmico a 90°C com 3,5% de ácido láctico foi a mais susceptível a esterificação.

O estudo de Anjos (2013) descreveu sobre a farinha e o amido de pinhão acidificados com 5,0% de ácido láctico e submetido a tratamento térmico de

110 °C por 2h obteve percentual real de lactilo de 0,89% para a farinha e de 0,92% para o amido. Ao compararmos a amostra submetida ao tratamento térmico à 90°C com 3,5% de ácido láctico com a farinha de pinhão, que foi submetida a um tratamento térmico com maior temperatura a 110°C e uma concentração maior ácido láctico (5,0%), verificou-se que na farinha de banana verde a esterificação foi maior.

Tabela 1 - Teor de lactilo aparente das amostras de farinha de banana verde nativa adicionadas de diferentes concentrações de ácido láctico e tratada termicamente.

Amostras		Lactilo aparente (%)		
Controle	1,5%	3,04 ±	1,04	abc
	2,5%	3,80 ±	0,21	abc
	3,5%	4,98 ±	0,94	abc
90°C	1,5%	1,82 ±	3,70	bc
	2,5%	5,00 ±	1,24	abc
	3,5%	6,24 ±	1,57	a
110°C	1,5%	4,53 ±	3,15	abc
	2,5%	0,92 ±	2,33	c
	3,5%	4,33 ±	0,97	abc
130°C	1,5%	2,16 ±	1,40	abc
	2,5%	5,67 ±	2,06	ab
	3,5%	5,04 ±	1,80	abc

Diferentes letras sobrescritas “ a–c ” indicam diferenças significativas entre os processos e concentração de ácido láctico ($p < 0,05$).

5.2 Dextrose equivalente

Dextrose equivalente (DE) é o termo convencionalmente utilizado para descrever o grau de hidrólise de amidos, ou seja, o quanto as cadeias das macromoléculas amido foram quebradas durante o tratamento, sendo expressos como a porcentagem de açúcares redutores presentes (MUCCILLO, 2009).

A farinha de banana nativa sem o tratamento térmico com 2,5% de ácido láctico apresentou o maior valor de DE (5,31%) e diferiu-se significativamente ($p < 0,05$) quando das outras amostras. Em contrapartida, a amostra submetida ao tratamento térmico a 90°C com 3,5% de ácido láctico sofreu maior nível de hidrólise (4,71%) quando comparadas com as outras amostras que foram submetidas ao tratamento térmico. Por outro lado, com o aumento

da temperatura (130°C) com 1,5% de ácido láctico apresentou um menor nível de hidrólise (0,88%) como expressos na Tabela 2.

Tabela 2 – Análise de dextrose equivalente das amostras de farinha de banana verde nativa adicionadas de diferentes concentrações de ácido láctico e tratada termicamente.

Amostras		Dextrose equivalente (%)		
Controle	1,5%	2,67 ±	0,16	abcd
	2,5%	5,31 ±	0,20	a
	3,5%	4,01 ±	0,02	abc
90°C	1,5%	2,25 ±	0,31	abcd
	2,5%	4,68 ±	1,06	ab
	3,5%	4,71 ±	1,18	ab
110°C	1,5%	2,31 ±	1,18	bcd
	2,5%	2,64 ±	0,93	abcd
	3,5%	3,41 ±	1,97	abcd
130°C	1,5%	0,88 ±	0,25	d
	2,5%	2,45 ±	1,03	bcd
	3,5%	1,94 ±	0,46	cd

Diferentes letras sobrescritas “a–d ” indicam diferenças significativas entre os processos e concentração de ácido láctico ($p < 0,05$).

De maneira geral pode-se dizer que as amostras de farinhas sem o tratamento térmico, apresentaram valores de DE superiores e foram mais hidrolisadas. O aumento do valor de DE pelo tratamento térmico ou adição de ácido láctico indica que o amido da farinha sofreu uma leve hidrólise (LENCHIN et al., 1985). Em um estudo semelhante realizado por Sanga (2013) determinou valores 1,13 a 1,88 de DE para amido de milho modificado com ácido láctico e submetido a tratamento térmico 150 °C de 0,5 e 7 horas. Comparando o nosso estudo, pode-se observar que uma menor temperatura (90°C) e 3,5% de ácido láctico ocorreu um maior nível de hidrólise do amido ocasionada pelo tratamento térmico. Em termos de aplicação industrial considera-se um bom resultado, visto que, irá reduzir os gastos energéticos para realizar a modificação da farinha.

5.3 Determinação da cor

Analisando os resultados obtidos na Tabela 3 referentes aos parâmetros L*, a*, b* pode observar que em termos de luminosidade a farinha de banana nativa ao ser adicionada de diferentes concentrações de ácido láctico e tratada termicamente apresentam uma diminuição da luminosidade aumento da coloração vermelho e amarelo diretamente proporcional.

Tabela 3 – Análise colorimétrica das amostras de farinha de banana verde nativa adicionada de diferentes concentrações de ácido láctico e tratada termicamente.

Amostras		Colorimetria					
		L*		a*		b*	
Controle	1,5%	70,14 ± 0,05	ab	3,69 ± 0,01	d	13,76 ± 0,03	cd
	2,5%	67,43 ± 0,09	c	3,83 ± 0,02	cd	14,73 ± 0,03	bcd
	3,5%	65,12 ± 0,42	de	4,10 ± 0,05	bc	14,70 ± 0,01	bcd
90°C	1,5%	70,50 ± 0,34	a	3,60 ± 0,06	d	13,58 ± 0,21	d
	2,5%	66,72 ± 0,36	cd	3,93 ± 0,05	bcd	15,04 ± 0,22	bc
	3,5%	65,02 ± 0,60	de	4,15 ± 0,07	bc	15,36 ± 0,31	b
110°C	1,5%	68,24 ± 0,57	bc	3,94 ± 0,08	bcd	15,67 ± 0,72	b
	2,5%	64,15 ± 0,44	e	4,27 ± 0,06	b	15,90 ± 0,49	b
	3,5%	64,87 ± 0,92	de	4,19 ± 0,11	bc	15,65 ± 0,46	b
130°C	1,5%	66,59 ± 1,25	cd	4,25 ± 0,26	b	17,41 ± 0,97	a
	2,5%	63,25 ± 1,37	ef	4,68 ± 0,25	a	17,32 ± 0,98	a
	3,5%	61,89 ± 1,74	f	4,95 ± 0,41	a	17,71 ± 1,22	a

Diferentes letras sobrescritas “ a–f” indicam diferenças significativas entre os processos e concentração de ácido láctico (p < 0,05).

A farinha de banana nativa sem tratamento térmico com 1,5% de ácido láctico apresentou o maior índice de luminosidade quando comparada as demais concentrações. Em contrapartida, a amostra submetida ao tratamento térmico a 90°C com 1,5% de ácido láctico obteve uma maior luminosidade (70,50) e diferiu-se significativamente (p<0,05) quando comparada das outras amostras. Por outro lado, com o aumento da temperatura (130°C) com 3,5% de ácido láctico apresentou uma menor luminosidade (61,89).

De forma geral pode-se dizer que as amostras de farinhas tratadas com uma maior concentração de ácido láctico e com uma maior temperatura acarretam em uma menor luminosidade, aumento da cor vermelha e amarela que é um fator limitante em termos de aplicação em produtos alimentícios.

6 CONCLUSÃO

De acordo com as características analisadas ao avaliar o efeito da combinação de tratamentos térmico (90, 110 e 130°C) e concentrações de ácido láctico (1,5, 2,5 e 3,5%) em farinha de banana nativa pode-se concluir que em termos de porcentagem de lactilose a amostra submetida ao tratamento térmico a 90°C com 3,5% de ácido láctico obteve um maior teor de lactilose aparente (6,24%) e diferiu-se significativamente (p<0,05) das outras amostras. A maior porcentagem de lactilose pode indicar a possível esterificação do amido, o que sugere que a

amostra submetida ao tratamento térmico a 90°C com 3,5% de ácido láctico foi a mais susceptível a esterificação.

Quando observado o percentual de dextrose equivalente à amostra submetida ao tratamento térmico a 90°C com 3,5% de ácido láctico sofreu maior nível de hidrólise (4,71%) quando comparadas com as outras amostras que foram submetidas ao tratamento térmico. Pode-se observar que uma menor temperatura (90°C) e 3,5% de ácido láctico ocorreram um maior nível de hidrólise do amido ocasionada pelo tratamento térmico.

Já em termos de colorimetria a amostra submetida ao tratamento térmico a 90°C com 1,5% de ácido láctico obteve uma maior luminosidade (70,50) e diferiu-se significativamente ($p < 0,05$) quando comparada das outras amostras. Desse modo pode-se concluir que quanto maior for a concentração e a temperatura, maior será o escurecimento da farinha que é um fator limitante em termos de aplicação em produtos alimentícios. Podendo então aplicar o tratamento mais adequado conforme os outros parâmetros físico-químicos.

Assim, a amostra que mais se destacou em termos de aplicação foi a amostra submetida ao tratamento térmico a 90°C com 3,5% de ácido láctico.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, R.A. CONWAY, H. F.; PFEIFER, V.F; GRIFFIN, Jr. E.L. Gelatinization of corn grits by roll and extrusion cooking. *Cereal Science Today*. v. 14, n. 1, p. 11- 12, 1969.

ANJOS, G. R. Obtenção e caracterização de farinha e amido de pinhão nativos e esterificados com ácido láctico. 2013. 49 f. Trabalho de Diplomação do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

BARCZYNSKA, R.; SLIZEWSKA, K.; JOCHYM, K.; KAPUSNIAK, J.; LIBUDZISZ, Z. The tartaric acid-modified enzyme-resistant dextrin from potato starch as potential prebiotic. *Journal of Functional Foods*, v. 4, n. 4, p. 954– 962, 2012.

BARUFALDI, Maurício. Amido resistente (resistant starch); forma de amido que é digerido pela flora intestinal humana, sem causar aumento da glicemia. Disponível em: < https://www.linkedin.com/pulse/amido-resistente-resistant-starch-forma-de-que-%C3%A9-pela-barufaldi/?trk=read_related_article-card_title&originalSubdomain=pt > Acesso no dia 13 de Dezembro de 2022.

BRASIL. Resolução n.263, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para misturas para o preparo de alimento e alimentos pronto para o consumo. Disponível em: Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0263_22_09_2005.html >. Acesso no dia 06 de dezembro de 2022.

BRASIL. Resolução n.263, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para misturas para o preparo de alimento e alimentos pronto para o consumo. Disponível em: Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0263_22_09_2005.html >. Acesso no dia 06 de dezembro de 2022.

BRASIL. Sistema Brasileiro de Respostas Técnicas. Farinhas não tradicionais, 2006. Disponível em : < <http://sbrt.ibict.br/acessoDT/23> >. Acesso em: 07 dez. 2022. BARUFALDI, Maurício. Amido resistente (resistant starch); forma de amido que é digerido pela flora intestinal humana, sem causar aumento da glicemia. Disponível em: < https://www.linkedin.com/pulse/amido-resistente-resistant-starch-forma-de-que-%C3%A9-pela-barufaldi/?trk=read_related_article-card_title&originalSubdomain=pt > Acesso no dia 13 de Dezembro de 2022.

Dantas JLL, Silva SO, Soares Filho WS, Carvalho PCL. Filogenia, história, evolução, distribuição geográfica e habitat. 1 ed. O Agronegócio da banana: Embrapa; 2015.

EMBRAPA, **Banana**. Disponível em < <https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/banana> > acesso no dia 01 de novembro de 2022.

EPAMIG, **Banana: do plantio à colheita.** Disponível em < <http://www.agricultura.mg.gov.br/index.php/component/gmg/story/4191-epamig-publica-livro-sobre-cultivo-de-banana#:~:text=Minas%20Gerais%20%C3%A9%20o%20terceiro,Nova%20Uni%C3%A3o%20e%20Nova%20Porteirinha.> > acesso no dia 01 de novembro de 2022.

Kist BB, Santos CE, Carvalho C, Beling RR. Anuário Brasileiro de Horti e Fruti 2019. 1. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz; 2018.

KOGLER, E T. **Dia da Banana- Fruta é cultivada em todos os estados. CNA Brasil.** Disponível em < <https://cnabrasil.org.br/noticias/dia-da-banana-fruta-e-cultivada-em-todos-os-estados#:~:text=O%20Brasil%20%C3%A9%20o%20quarto,%20C3%25%20do%20total%20Brasil.>> acesso no dia 01 de novembro de 2022.

LENCHIN, J. M. G.; TRUBIANO, P. C. S.; HOFFMAN, S. P.; Converted starches for

MARTINEZ, M. O.; AYERDI, S. S.; ACEVEDO, E. A.; GOÑI, I.; PÉREZ, L.A. B. Unripe banana flour as an ingredient to increase the undigestible carbohydrates of pasta. Food Chemistry, v. 113, n. 1, p. 121–126, 2009.

Matsuura FCAU, Costa JIP, Folegatti MIS. Marketing de banana: preferências do consumidor quanto aos atributos de qualidade dos frutos. Rev. Bras. Frutic. 2004; 26: 48-52. Doi: 10.1590/S0100-29452004000100014.

Medeiros MJ, Oliveira PAAC, Souza JML, Silva RF, Souza ML. Composição química de misturas de farinhas de banana verde com castanha-dobrasil. Rev Inst Adolfo Lutz. São Paulo, 2010; 69(3):396-402.

MORRISON, W. R., TESTER, R. F., GIDLEY, M. J.; KARKALAS, J. (1993). **Resistance to acid hydrolysis of lipid-complexed amylase and lipid-free amylase in lintnerized waxy, and non-waxy barley starches.** Carbohydrate Research, 245, 289- 302.

MUCILLO, Roberta C. S. T. Caracterização e avaliação de amido nativo e modificado de pinhão mediante provas funcionais e térmicas. 2009. 156 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

NABESHIMA, H. A.; EL-DASH, A. **Modificação química da farinha de arroz como alternativa para o aproveitamento dos subprodutos do beneficiamento do arroz.** Boletim do CEPPA, Curitiba, v. 22, n. 1, p. 107-120, 2004.

OLIVATO, J. B.; GROSSMANN, M. V. E.; BILCK, A.P. YAMASHITA, F. Effect of organic acids as additives on the performance of thermoplastic starch/polyester blown films. Carbohydrate Polymers, v. 90, n. 1, p. 159– 164, 2012.

SANGA, Edson Aparecido. Amido de milho modificado com ácido láctico: avaliação das propriedades físico-químicas. 2013. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

SANTOS, A. F. **Modificação da farinha de arroz com ácido láctico.** Disponível em <<https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/672451?mode=full>> acesso no dia **01 de novembro de 2022.**

SANTOS, Larissa Rocha dos. Obtenção de farinha de banana verde esterificada com ácido láctico. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SILVA, S. O.; FLORES, J. C. O.; LIMA NETO, F. P. Avaliação de cultivares e híbridos de bananeira em quatro ciclos de produção. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 37, n. 11, p. 1567-1574, nov. 2002.

SMITH, R.J; **Characterization and analysis of starches.** In: WHISTLER, R.L.; PASCHALL, E.F. Starch: chemistry and technology, New York: Academic Press, 1967. v.2: Industrial aspects, p.569-635,New York,1967.

TRAVAGLINI, D. A.; AGUIRRE, J. M.; SIQUEIRA, E. T. F. Desidratação de frutas. Campinas: CETEA/ ITAL, 40p. 2001.

TRIBESS, T. B.; HERNÁNDEZ-URIBE, J. P.; MÉNDEZ-MONTEALVO, M. G. C.; MENEZES, E. W.; BELLO-PEREZ, L. A.; TADINI, C. C. Thermal properties and resistant starch content of green banana flour (*Musa cavendishii*) produced at different drying conditions. LWT - Food Science and Technology, v. 42, n. 5, p. 1022–1025, 2009.

Use as a fat-or oil-replacement in foodstuffs. USA n. PN. 4510166, 9 april, 1985

VERNAZA, Maria Gabriela; GULARTE, Márcia Arocha; CHANG, Yoon Kil. Addition of green banana flour to instant noodles: rheological and technological properties. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, p. 1157-1165, 2011.

XIE, X.; LIU, Q. Development and Physicochemical Characterization of New Resistant Citrate Starch from Different Corn Starches. *Starch - Stärke*, v. 56, n. 8, 2004

ZHANG, P.; WHISTLER, R. L.; BEMILLER, J. N.; HAMAKER, B. R. Banana starch: production, physicochemical properties, and digestibility - a review. *Carbohydrate Polymers*, v. 59, n. 4, p. 443–458, 2005.

LIMA, M.B.; SILVA, S.O.; JESUS, O.N.; OLIVEIRA, W.S.J.; GARRIDO, M.S.; AZEVEDO, R.L. Avaliação de cultivares e híbridos de bananeira no recôncavo baiano. *Ciência e Agrotecnologia*. v.29, p.515-520, 2005.

DONATO, S.L.R.; SILVA, S.O.; LUCCA FILHO, O.A.; LIMA, M.B.; DOMINGUES, H.; ALVES, J.S. Comportamento de variedades e híbridos de bananeira (*Musa spp.*), em dois ciclos de produção no sudoeste da Bahia. *Revista Brasileira de Fruticultura*. v.28, p.139-144, 2006.

OLIVEIRA, T. K.; LESSA, L. S.; SILVA, S. O.; OLIVEIRA, J. P. Características agronômicas de genótipos de bananeira em três ciclos de produção em Rio Branco, 96 AC. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília-DF, v.43, n.8, p.1003-1010, agosto de 2008.

SILVA JUNIOR, J. F. et al. Banana Japira: Variedade do tipo Pacovan resistente à sigatoka-negra recomendada para o Vale do Rio Siriji, PE. MAPA/EMBRAPA Tabuleiros Costeiros/EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical. Dezembro de 2009.

SILVA, G. O. et al. Características físico-Químicas de amidos modificados de grau alimentício comercializados no Brasil. *Ciênc. Tecnol. Aliment. Campinas*, v. 26, n. 1, p. 188-197, jan./mar., 2006. Disponível em: . Acesso no dia 23 de novembro de 2022.

WALISZEWSKI, K. N.; APARICIO, M. A.; BELLO, L. A.; MONROY, J. A. Changes of banana starch by chemical and physical modification. *Carbohydrate Polymers*. 52, p. 237–242. 2003.

SEBRAE. Banana: Estudo de Mercados. Relatório Completo. SEBRAE/ESPM, 2008.

POIANI, L. M.; BORGES, M. T. M. R.; VILAS BOAS, E. V. B.; LICHTENBERG, L. A.;
GODOY, R. C. B. Aproveitamento industrial dos descartes de pós-colheita. Informe
Agropecuário. Belo Horizonte: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais –
EPAMIG. V. 29. No 245, jul/ago. 2008.