

Produção e avaliação do potencial nutricional de purês integrais de banana ‘nanica’ verde e senescente congelados

Production and evaluation of the nutritional potential of frozen green and senescent whole banana purees

Producción y evaluación del potencial nutricional de purés de banano entero verde y senescente congelados

Recebido: 17/03/2021 | Revisado: 23/03/2021 | Aceito: 16/06/2021 | Publicado: 28/06/2021

Keren Feltrin Martins Dal Medico

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3203-526X>
Anhanguera Uniderp, Brasil
E-mail: kerenfeltrin@gmail.com

Silvia Rahe Pereira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9604-5232>
Anhanguera Uniderp, Brasil
E-mail: silviaraha@gmail.com

Rosemary Matias

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0154-1015>
Anhanguera Uniderp, Brasil
E-mail: rosematiasc@gmail.com

Vítor Brito

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6304-6415>
Anhanguera Uniderp, Brasil
E-mail: britovhs@gmail.com

Renata do Nascimento Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7078-7836>
Universidade Católica Dom Bosco de Campo Grande, Brasil
E-mail: renatasantos.ms@gmail.com

Melissa Amin

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1898-7056>
Faculdade Estácio de Sá de Campo Grande, Brasil
E-mail: melissa.amin@estacio.br

Bianca Obes Corrêa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3827-1407>
Anhanguera Uniderp, Brasil
E-mail: bianca.obescorrea@yahoo.com.br

Resumo

Estudos prévios apontam o potencial da banana como alimento nutracêutico, especialmente a devido à saudabilidade proporcionada pelo amido resistente e capacidade antioxidante. Além disso, é crescente o interesse da indústria alimentícia no desenvolvimento de novos produtos. Neste sentido, este estudo teve como objetivo estabelecer a qualidade nutricional de purês integrais de banana variedade ‘nanica’ verde e senescente. Para isso foram elaborados produtos simulando a escala industrial, seguindo as principais operações unitárias. Conduziu-se um experimento em delineamento fatorial com 2 x 2, correspondendo a dois produtos (purê de banana verde e senescente integrais), sob dois processamentos (tratamento térmico a 120°C por cinco minutos seguindo de resfriamento a 10 °C por cinco minutos e ausência de tratamento térmico), utilizando-se três repetições para cada produto. A caracterização foi realizada por meio de análises físico-químicas, frequência de compostos bioativos e a atividade antioxidante. Os resultados foram avaliados por teste comparativo de médias ($p < 0,05$) e por análise de *plots* multivariados. Em todos os testes, a caracterização físico-química mostrou a estabilidade dos purês quanto a acidez (pH e titulável) e em relação aos macronutrientes, carboidratos, proteínas, lipídeos e fibras. Os resultados mais promissores estão relacionados aos compostos bioativos, pois, mesmo ocorrendo redução de três classes após processamento térmico das amostras de purês de banana verde, encontrou-se ainda considerável ação antioxidante destes componentes.

Palavras-chave: Compostos secundários; Flavonoides; *Musa* sp.; Propriedade funcional; Taninos.

Abstract

Previous studies point out the potential of bananas as nutraceutical food, especially due to the healthiness provided by resistant starch and antioxidant capacity. In addition, food industry is increasingly interested in developing new products. In this sense, this study aimed to establish the nutritional quality of whole purees of green and senescent

'nanica' banana. For that, products were created simulating the industrial scale, following the main unit operations. It was carried out an experiment in a 2 x 2 factorial design, corresponding to two products (green and senescent banana whole puree), under two processes (heat treatment 120 °C for five minutes followed by cooling at 10 °C for five minutes and absence of heat treatment), using three repetitions for each product. Characterization was carried out by physical-chemical analyzes, frequency of bioactive compounds and antioxidant activity. Results were evaluated by comparative means test ($p < 0.05$) and by multivariate plots analysis. In all tests physical-chemical characterization showed purees stability in terms of acidity (pH and titratable) and in relation to macronutrients, carbohydrates, proteins, lipids and fibers. The most promising results are related to bioactive compounds because, although there is a reduction of three classes after thermal processing of green banana purees samples, there was still considerable antioxidant action of these components.

Keywords: Secondary compounds; Flavonoids; *Musa sp.*; Functional property; Tannins.

Resumen

Estudios previos señalan el potencial del banano como alimento nutraceutico, principalmente por la salubridad que aporta el almidón resistente y la capacidad antioxidante. Además, la industria alimentaria está cada vez más interesada en desarrollar nuevos productos. En este sentido, este estudio tuvo como objetivo establecer la calidad nutricional de variedades de puré de plátano verde entero y senescente. Para eso, fueron elaborados productos simulando la escala industrial, siguiendo las operaciones de la unidad principal. Se realizó un experimento en un diseño factorial 2 x 2, correspondiente a dos productos (puré de plátano verde y senescente), bajo dos procesos (tratamiento térmico a 120 °C durante cinco minutos seguido de enfriamiento a 10 °C durante cinco minutos y ausencia de tratamiento térmico), se utilizó tres repeticiones para cada producto. La caracterización se realizó mediante análisis físico-químicos, frecuencia de compuestos bioactivos y actividad antioxidante. Los resultados se evaluaron mediante prueba comparativa de medias ($p < 0,05$) y mediante análisis de parcelas multivariadas. En todos los ensayos, la caracterización físico-química mostró la estabilidad de los purés en términos de acidez (pH y titulables) y en relación a macronutrientes, carbohidratos, proteínas, lípidos y fibras. Los resultados más prometedores están relacionados con los compuestos bioactivos, porque, aunque hubo una reducción de tres clases después del procesamiento térmico de muestras de puré de plátanos verdes, aún existía una considerable acción antioxidante de estos componentes.

Palabras clave: Compuestos secundarios; Flavonoides; *Musa sp.*; Propiedad funcional; Taninos.

1. Introdução

Novos nichos de mercado, frente a demandas de melhoria da qualidade de vida, vêm surgindo, e estes estão relacionados a diversos aspectos, como o uso de frutas processadas com potencial nutraceutico. Neste aspecto, diversas investigações foram desenvolvidas com a banana (*Musa spp.*) verde e senescente processadas, especialmente na forma de biomassa verde, entretanto lacunas ainda restam ser estabelecidas.

A funcionalidade nutricional da banana está relacionada a presença de compostos bioativos (compostos secundários) que possuem ação antioxidante, além de outros componentes como vitaminas e minerais. Já a biomassa da banana verde, além de conter estes compostos, também apresenta amido em estado granular e este é caracterizado como amido resistente tipo II, apresentando propriedades similares e compatíveis as fibras alimentares (Walter et al., 2005; Pereira 2007). Estes nutrientes e benefícios interessam a indústria alimentícia, por ser considerado produto de elevada qualidade, impactando na produção agrícola (Freitas & Tavares, 2012).

Na produção mundial de banana, o Brasil se destaca entre os maiores produtores, com cerca de 533.323 hectares de área plantada, resultando na produção aproximada de 7,18 milhões de toneladas (Oliveira, et al., 2015; IBGE, 2018). Ainda que a produção seja elevada, algumas perdas são extremamente consideráveis, e podem chegar a cerca de 40% do total da produção global, devido à fatores como a perecibilidade (maturação dos frutos) e a baixa tecnologia empregada pelos agricultores (Sanches et al., 2002; Yang et al., 2009), destacando o manejo inadequado da nutrição mineral, do controle pragas e fitopatologias, além de fatores abióticos como a temperatura e o vento (Melo, 2013).

Neste sentido, algumas alternativas para a redução de perdas e destinação racional do material rejeitado são destacadas, e entre elas o processamento para a produção de purê industrializado corresponde a uma das mais rentáveis (Yang, et al., 2009). Este tipo de produto possui maior tempo ou vida de prateleira em relação a fruta senescente, e principalmente, pode ser empregado como ingrediente na elaboração de outros produtos, como pães, bolos, tortas, doces, entre outros

(Ditchfield & Tadini, 2004), além disso o purê de banana verde pode ser outra alternativa para a utilização dos frutos (Folegatti & Matsuura, 2004), uma vez que a comercialização das bananas dependem dos fatores sazonalidade agrícola e oferta/demanda, garantindo assim a minimização de prejuízos.

O purê da banana integral pode ser produzido a partir da combinação de algumas técnicas de processamento de alimentos (operações unitárias básicas), tais como limpeza e sanitização, corte e/ou trituração e homogeneização, associado ou não ao tratamento térmico pelo calor, e finalizado com congelamento. Esta última etapa é importante para a redução da carga microbiana e manutenção do valor nutricional do produto (Frazier & Westhoff, 1993; Fellows, 2000; Pardi et al., 2001; Vasconcelos & Melo-Filho 2010; Cenci 2011; Nascimento et al., 2014).

A manutenção do valor nutritivo dos alimentos é um dos interesses da indústria (Espín et al., 2007). Os caracteres nutricionais devem ser mantidos em sua grande maioria após o processamento, especialmente os componentes que trazem benefícios para a saúde humana atuando contra doenças degenerativas crônicas (Lako et al., 2007; Reis et al., 2015), além de outras ações, como efeito antimicrobiano, antidepressivo, sedativo, relaxante muscular e anestésicos (Vizzotto et al., 2010).

A banana, assim como outras frutas, possui capacidade antioxidante, a qual varia com o grau de maturidade dos frutos e variedades. Os principais constituintes são vitamina C, vitamina E, carotenoides, flavonoides, além de outros compostos fenólicos que auxiliam a promoção a saúde (Saura-Calixto & Goñi, 2006; Reis et al., 2015). No entanto, pouco se sabe sobre a qualidade e quantidade destes componentes após os processamentos industriais, gerando uma lacuna entre pesquisas e indústria. Tais compostos presentes devem ser identificados por meio de análises laboratoriais (fitoquímicas, físico-químicas e funcionais), elucidando assim o potencial prebiótico e bioativo do alimento.

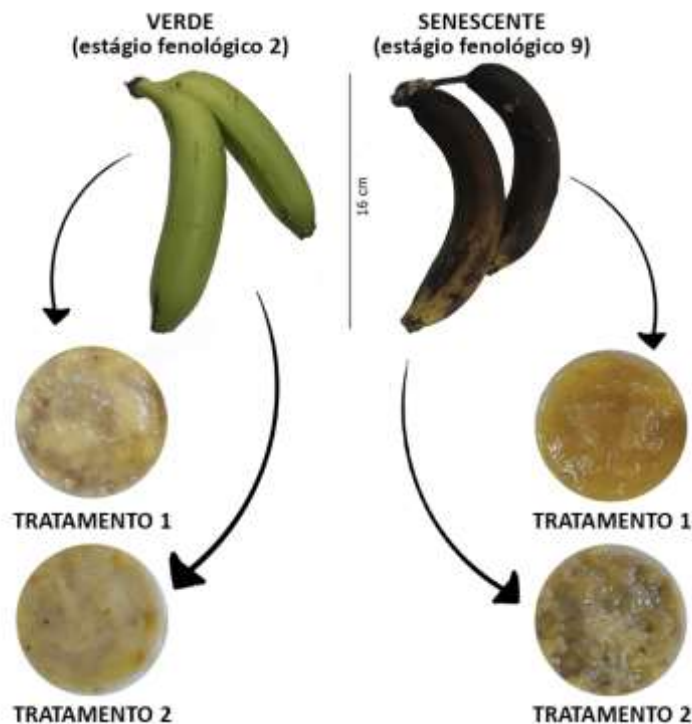
Neste contexto, torna-se importante a valorização e valoração dos alimentos em diferentes nichos, como supracitado, assim objetivou-se estabelecer a qualidade industrial e nutricional de purês integrais de banana ‘nanica’ verde e senescente, sem e com tratamento térmico pressurizado, a fim de estabelecer potenciais produtos e nichos de mercado.

2. Metodologia

A matéria-prima vegetal para a elaboração dos testes foi a banana variedade ‘nanica’ (*Musa* subgrupo *Cavendishii*), adquiridas na safra de 2017, em Rondonópolis, Mato Grosso – Brasil (16° 19’ 54’’S e 54° 20’ 29’’O, 220 m).

O material vegetal foi coletado no estágio fenológico 2 (banana verde com ausência de traços amarelos) e estágio fenológico 9 (>90% da banana com coloração marrom), Figura 1 (Alves et al., 1999). As amostras foram condicionadas em caixas térmicas e transportadas para o laboratório.

Figura 1. Amostras empregadas na elaboração de purês banana ‘nanica’ verde (estágio fenológico 2) e senescente (estágio fenológico 8) e seus respectivos purês sem (Tratamento 1) e com tratamento térmico pressurizado (Tratamento 2).



Fonte: Autores (2021).

2.1 Delineamento experimental

O delineamento experimental estabelecido foi em sistema fatorial 2 x 3, correspondendo a dois tipos de produtos (purê de banana verde e senescente), sob dois processamentos (com e sem tratamento térmico) e três repetições para cada produto, resultando em 12 amostras de purês. O preparo foi realizado de acordo com o item 2.2.

2.2 Operações unitárias de processamento dos purês integrais

Os preparos dos purês de banana verde e senescente seguiram as principais etapas de operações unitárias de processamento (Figura 2), constando em recepção da matéria-prima, seleção do material com características adequadas (coloração, ausência de contaminantes visíveis, injúrias e deformidades), a higienização realizada pela imersão em detergente neutro durante cinco minutos, seguido de escovação mecânica e enxágue em água corrente. Em sequência, realizou-se a sanitização das amostras, com a imersão em água clorada (NaClO 200 mg L^{-1}) em temperatura de 10 °C por cinco minutos, seguido por enxague em água corrente.

Após este procedimento, seguiu-se para a etapa de corte transversal das frutas, em secções de aproximadamente dois cm. Este material foi submetido a nova higienização com água clorada (30 mg L^{-1}) em temperatura de 10 °C, durante 10 minutos. Para a finalização da etapa de higienização, o material foi enxaguado com água clorada, na concentração de 2 mg L^{-1} . Posteriormente a estas etapas, as amostras foram destinadas aos tratamentos.

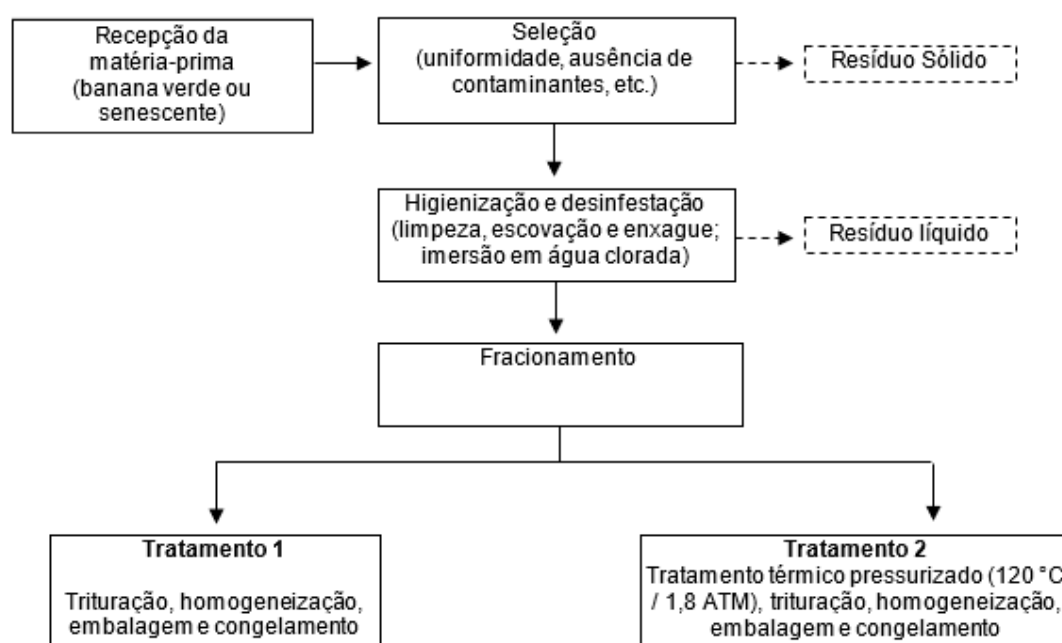
Tratamento 1 – Preparo de purê de banana verde e senescente sem tratamento térmico: Após a limpeza e higienização, as amostras foram trituradas em liquidificador industrial em proporções variadas de massas de bananas integrais em volume de solução clorada a 2 mg L^{-1} . Após esta etapa, as amostras foram homogeneizadas e acondicionadas em recipientes plásticos com

tampas (capacidade de 150 mL) e congeladas a $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ por cerca de 12 horas, até o momento das análises, conforme indicação de Machado (2009).

Tratamento 2 – Preparo de purê de banana verde e senescente com tratamento térmico: Após a limpeza e higienização das amostras, estas foram trituradas em liquidificador industrial em proporções variadas de massa de banana integral em volume de solução clorada a 2 mg L^{-1} . O tratamento térmico constou na cocção da massa a $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ sob pressão de 1,8 ATM, durante cinco minutos. Ao término da cocção, a massa foi homogeneizada e armazenada sob congelamento a $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Padrão – material testemunha para comparação: empregou-se amostra comercial de purê integral de banana verde, sendo este composto por banana verde e acidulante (ácido cítrico).

Figura 2. Principais operações unitárias empregadas na elaboração de purês banana ‘nanica’ verde e senescente.



Fonte: Autores (2021)

2.3 Caracterização físico-química e funcional

2.3.1 Análises Físico-químicas

Os critérios de avaliação de qualidade de todas as amostras (purê de banana verde, senescente e a amostra padrão) foram estabelecidos pelas análises físicas-químicas, seguindo o regulamento do Ministério da Agricultura, Abastecimento e Pecuária (Brasil, 2018) e as metodologias do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), correspondendo a umidade (%) e matéria seca (%), potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável ($\text{mL NaOH } 100\text{ g}^{-1}$), sólidos solúveis totais ($^{\circ}\text{Brix}$), carboidratos totais ($\text{g } 100\text{ g}^{-1}$), proteínas ($\text{g } 100\text{ g}^{-1}$), lipídeos ($\text{g } 100\text{ g}^{-1}$), cinzas ($\text{g } 100\text{ g}^{-1}$) e fibra bruta ($\text{g } 100\text{ g}^{-1}$).

2.3.2 Compostos Bioativos

Os compostos secundários bioativos das amostras dos purês de banana verde, senescente e padrão, foram extraídos com uma solução hidroalcoólica (1:1) em banho de ultrassom (Ultrasonic Cleaner®) durante 60 minutos, seguido de extração

por maceração estática durante 24 horas. O material foi filtrado e o solvente evaporado, obtendo-se o extrato hidroalcoólico bruto.

A prospecção fitoquímica das amostras foram realizadas por meio de reações qualitativas (presença e ausência) de compostos fenólicos, taninos, flavonoides, antocianinas, cumarinas livres, antraquinona, esteroides, triterpenos, alcaloides, saponinas, heterosídeos cardioativos e cianogênicos e açúcares redutores. Todas as análises foram realizadas em triplicatas seguindo metodologia adaptada por Matos (2009). Para a análise dos resultados foram observadas as alterações na cor e/ou precipitação quando comparado com o controle, e a leitura dos resultados foi adaptada de Fontoura et al (2015), considerando a presença e a frequência, como segue: positivo de grau extremamente forte (+++ = 100%), positivo de grau forte (++ = 75%), positivo de grau médio (+ = 50%), positivo de grau mediantemente fraco (+ = 25%), positivo de grau fraco (\pm = 15%), positivo e muito fraco (\pm = 5%), isto é, apenas turvou e/ou mudou parcialmente de cor e considerado negativo (-) quando ocorreu ausência de cor e/ou precipitação/turvação. A intensidade de cor e/ou precipitação indica o aumento da concentração da classe de metabólito secundário. Em função da prospecção fitoquímica (presença de compostos), seguiu-se para a análise quantificação destes.

2.3.3 Determinação de compostos fenólicos e flavonoides

Os teores de Compostos Fenólicos Totais (FT), utilizando o extrato hidroalcoólico da testemunha e das amostras de purês foram determinados pelo Método Folin-Ciocalteu, com ácido gálico (10 a 350 mg mL⁻¹) como padrão ($y = 0,1034 x - 0,00572$; $R^2 = 0,9989$) (SOUSA, et al., 2007). Para determinação dos teores de flavonoides (F), utilizou-se do método do cloreto de alumínio, metodologia adaptada de Peixoto Sobrinho et al (2008) para construir a curva de calibração a quercetina ($y = 0,032 x - 0,0160$; $R^2 = 0,9888$). Para estas análises foram utilizadas seis repetições.

2.3.4 Determinação da atividade antioxidante frente ao radical DPPH

A determinação da atividade antioxidante foi realizada seguindo a metodologia proposta por Brand-Williams et al. (1995) e adaptada por Rufino et al. (2007), que é baseada na captura do radical 2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl (DPPH Sigma-Aldrich®), por antioxidantes, produzindo um decréscimo da absorbância a 515 nm. Inicialmente foi elaborada uma solução mãe de DPPH (60 μ M), que é fracionada em diferentes concentrações (0, 10, 20, 30, 40, 50 e 60 μ M), logo após, em ambiente escuro transfere-se uma alíquota de 4 mL de cada uma das concentrações, para a elaboração de uma curva de calibração, com leitura das absorbâncias a 515 nm. Para cada amostra foi elaborada uma curva, onde foram utilizadas alíquotas de 0,1 mL dos extratos hidrometanólicos 1:1 dos purês (62,5; 156,25; 312,5; 468,75; 625 mg L⁻¹) em 3,9 mL da solução de DPPH (60 μ M) e, logo após, homogeneizou-se a amostra e deixou-a em ambiente escuro durante 30 minutos. A queda na leitura da absorbância das amostras foi correlacionada com o controle, estabelecendo-se a porcentagem de inibição do radical DPPH, conforme a Equação 1:

$$\text{Equação 1: \% inibição} = [(\text{Abs controle} - \text{Abs branco}) / \text{Abs controle}] \times 100.$$

O cálculo dos valores de EC50 (Concentração Efetiva 50 corresponde a quantidade de extrato necessário para reduzir 50 % do radical DPPH), foi feito de acordo com Rufino et al (2007) expresso em $\text{g}_{\text{extract}} \text{g}_{\text{DPPH}}^{-1}$.

2.4 Análises dos dados

Todos as avaliações foram realizadas com três, quatro ou seis repetições. Para as análises dos dados foi empregando o programa estatísticos Statsoft (2006), estabelecendo médias e estas comparadas pelo teste de Tukey 5% de probabilidade (0,05 < p). Para a plotagem gráfica multivariada - *heatmap*, foi empregado o software R.

3. Resultados e Discussão

As amostras de bananas verde e senescente apresentaram caracteres de tamanho, forma e coloração homogêneos (Figura 1), condizentes com os estágios fenológicos descritos por Alves et al., (1999). As amostras apresentaram total de matéria seca de 8,67 e 10,49% para as amostras de banana verde sem e com tratamento térmico pressurizado e 10,83 e 14,06% para as amostras de banana senescente, respectivamente.

O rendimento prático da extração da polpa foi de 88,36 e 90,18% para a banana verde e 54,33 e 65,75% para banana senescente. Estes valores mostram a possibilidade de aproveitamento deste tipo de biomassa, em especial para as amostras de banana senescente, que em teoria não seriam aproveitadas. Os produtos elaborados, com e sem tratamento térmico também estão disponíveis na Tabela 1.

Tabela 1. Balanço de massa e rendimento de purê de banana ‘nanica’ verde e senescente com e sem processamento térmico pressurizado (média de três repetições).

Variáveis	Ausência de tratamento térmico e pressurização	Tratamento térmico e pressurização
Banana verde		
Massa Inicial (kg)	4,38	4,38
Umidade (%)	91,38	89,50
Matéria Seca (%)	8,67	10,40
Resíduo sólido (kg)	0,510	0,430
Resíduo sólido rendimento (%)	11,64	9,81
Massa úmida final (kg)	3,87	3,95
Massa seca final (kg)	0,33	0,41
Rendimento prático (%)	88,36	90,18
Solução de NaClO 2 mg L ⁻¹ (L)	6,13	3,55
Volume final de purê (L)	10,00	7,50
Concentração Final (kg L ⁻¹ MU)	0,63	1,11
Concentração Final (kg L ⁻¹ MS)	0,053	0,054
Banana senescente		
Massa Inicial (kg)	4,38	4,38
Umidade (%)	89,17	85,95
Matéria Seca (%)	10,83	14,06
Resíduo sólido (kg)	2,00	1,50
Resíduo sólido rendimento (%)	45,66	34,24
Massa úmida final (kg)	2,38	2,88
Massa seca final (kg)	0,25	0,40
Rendimento prático (%)	54,33	65,75
Solução de NaClO 2 mg L ⁻¹ (L)	0,42	0,50
Volume final de purê (L)	2,80	3,38
Concentração Final (kg L ⁻¹ MU)	5,66	5,76
Concentração Final (kg L ⁻¹ MS)	0,10	0,8

Em massa seca, a concentração final expressa em kg L^{-1} foi aparentemente baixa, mas é válido ressaltar que as amostras apresentaram capacidade de absorção e retenção de água diferentes, resultando em quantidades variadas de Solução de NaClO (2 mg L^{-1}) empregadas em cada amostra, até atingirem qualidade reológica característica de purês.

Os resultados são interessantes quanto as características físico-químicas e a qualidade nutricional dos purês elaborados a partir destas amostras (Tabela 2). Estes resultados estão em conformidade com os parâmetros técnicos estabelecidos pela legislação brasileira (Brasil, 2018). Os valores de pH de todas as amostras, tratadas ou não, apresentaram-se levemente acidificados, o que é aceitável do ponto de vista de conservação de alimentos. Segundo Cassani et al., (2020) a acidez titulável elevada em alimentos ocasiona maior controle do crescimento de microrganismos. Quanto a acidez titulável, as amostras senescentes apresentaram maiores valores, devido a conversão de carboidratos em ácidos orgânicos durante o processo de maturação dos pseudofrutos, o que também pode ser visualizado na redução calórica do produto final.

Os estágios de amadurecimento dos frutos de bananas resultam em alterações complexas no metabolismo, aumentando a taxa de respiração e formação de etileno, alterações nas concentrações de carboidratos, sais minerais, vitaminas, pigmentos, degradação de substâncias pécicas, além da formação de ácidos e compostos voláteis (Silva et al., 2004), estas condições também foram evidenciadas nesta pesquisa. Aquino, (2014) quantificou os teores de carboidratos na polpa e na casca de 15 cultivares de banana observou uma variação de 16,09 a 26,37% nos pseudofrutos verdes, valores estes inferiores ao observados no presente estudo. Dentre as diversas funções atribuídas aos carboidratos, a principal é a energética, possuem importância biológica, e são matérias-primas para a indústria de alimentos.

Os valores de carboidratos totais são maiores em amostras de purê de banana verde, devido a não conversão do amido em carboidratos mais simples, oligo, di e monossacarídeos, como dextrinas, sacarose e glicose. Assim, proporcionalmente os valores de proteínas, cinzas e outros constituintes, além disso a alteração dos constituintes pode estar relacionada com a interferência causada pelo tratamento térmico, uma vez que os métodos de cocção resultam em diferentes transferências de calor e consequentemente na composição final (Potter & Hotchkiss, 1995; García-Fernandez et al., 2003). Este fator resultou na alteração do potencial calórico destas amostras (Tabela 3).

Steiner-Asiedu et al., (1991) relatam que o cozimento altera os teores de proteína, gordura, cinzas e matéria seca, entre outros, devido à incorporação do meio de cocção e a perda de nutrientes e água para o mesmo. Mas com a utilização da água do cozimento durante a produção do purê com tratamento térmico estas perdas são minimizadas.

Observa-se que nos resultados obtidos, o percentual de proteína no purê integral de banana verde com e sem tratamento térmico foi superior ao que se encontra na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos-TACO (2011), onde para a banana nanica o teor é de $1,4 \text{ g. } 100 \text{ g}^{-1}$.

Tabela 2. Caracterização físico-química de purê de banana ‘nanica’ verde e senescente com e sem processamento térmico pressurizado (média de três repetições).

Variáveis	Padrão	Ausência de tratamento térmico e pressurização	Tratamento térmico e pressurização
Banana verde			
Potencial Hidrogeniônico (pH)	5,93 ± 0,02 a	5,50 ± 0,01 Ab	5,33 ± 0,00 Bc
Ácido Titulável (mL NaOH 100g ⁻¹)	7,60 ± 0,01 a	2,50 ± 0,01 bB	2,80 ± 0,01bB
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	1,38 ± 0,25 c	2,00 ± 0,00 Bb	3,63 ± 0,25 Aa
Cinzas (g 100g ⁻¹)	1,19 ± 0,01 a	0,50 ± 0,03 Bb	0,47 ± 0,03 Bb
Carboidratos (g 100g ⁻¹)	77,78 ± 3,18 a	71,31 ± 1,47 Ab	66,02 ± 6,16 Ab
Proteínas (g 100g ⁻¹)	3,48 ± 0,33 b	6,15 ± 0,69 Aa	5,15 ± 0,75 Aa
Lipídeos (g 100g ⁻¹)	1,14 ± 0,06 a	0,88 ± 0,54 Ba	0,72 ± 0,32 Ba
Fibra Bruta (g 100g ⁻¹)	16,41 ± 0,10 c	21,16 ± 0,10 Bb	27,64 ± 0,10 Ba
Banana senescente			
Potencial Hidrogeniônico (pH)	5,93 ± 0,56 a	5,42 ± 0,01 Bb	5,44 ± 0,00 Ab
Ácido Titulável (mL NaOH 100g ⁻¹)	7,60 ± 0,67 a	5,40 ± 0,56 bA	4,20 ± 0,45 cA
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	1,38 ± 0,25 c	3,00 ± 0,00 Ab	3,50 ± 0,00 Aa
Cinzas (g 100g ⁻¹)	1,19 ± 0,01 a	0,99 ± 0,01 Ab	0,69 ± 0,03 Ac
Carboidratos (g 100g ⁻¹)	77,78 ± 3,18 a	30,14 ± 1,74 Bb	27,26 ± 0,75 Bb
Proteínas (g 100g ⁻¹)	3,48 ± 0,33 b	6,00 ± 1,15 Aa	5,68 ± 0,76 Aa
Lipídeos (g 100g ⁻¹)	1,14 ± 0,06 c	1,64 ± 0,05 Ab	1,90 ± 0,12 Aa
Fibra Bruta (g 100g ⁻¹)	16,41 ± 0,10 c	61,23 ± 0,10 Ab	64,47 ± 0,10 Aa

Fonte: Autores (2021).

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha (comparação entre diferentes tratamentos) não diferem estatisticamente entre si e médias seguidas pela mesma letra maiúscula em coluna (comparação entre diferentes amostras) não diferem estatisticamente entre si, ambos pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Os resultados indicam que os purês de banana verde e senescente apresentaram estáveis após os tratamentos térmicos, sendo alterado apenas as concentrações de carboidratos não estruturais (purê de banana verde com redução de 7,41% e purê de banana senescente com redução de 9,55%) e carboidratos estruturais – fibra bruta (purê de banana verde com aumento de 30,62% e purê de banana senescente com aumento de 5,29%). Os valores de fibra bruta encontrados nesse trabalho foram superiores aos observados por Franca et al. (2020), que trabalhando a farinha de banana verde c.v. Pacovan, c.v. Prata e c.v. Willians constaram 0,81; 0,66 e 0,51, respectivamente, os mesmos autores consideram os valores de fibra bruta baixos.

Do ponto de vista tecnológico, purês de banana apresentam alta viscosidade (Figura 1) e são passíveis de produção em escala industrial, especialmente pela viscosidade aparente pouco variável em função da temperatura (Carvalho-Filho & Massaguer, 1997). E ainda segunda Rezende et al. (2021) a banana verde cozida perde a adstringência o que possibilita sua utilizada como ingrediente em diversas formulações, pois não altera sabor, aumenta o rendimento e a qualidade nutricional do produto. A caracterização nutricional indica uma redução do potencial calórico em função do grau de maturidade das bananas e em função do tratamento térmico pressurizado (Tabela 3). Do ponto de vista de saudabilidade estes valores são interessantes, pois a qualidade nutricional é alcançada com a redução energética e manutenção de compostos bioativos.

Tabela 3. Caracterização nutricional (quilocalorias - kcal) de purê de banana ‘nanica’ verde e senescente com e sem processamento térmico pressurizado (média de três repetições).

Variáveis	Padrão	Ausência de tratamento térmico e pressurização	Tratamento térmico e pressurização
Banana verde			
Carboidratos (kcal 100g ⁻¹)	311,12 a	285,24 Ab	264,08 Ab
Proteínas (kcal 100g ⁻¹)	13,92 b	24,60 Aa	20,60 Aa
Lipídeos (kcal 100g ⁻¹)	10,26 a	7,92 Ba	6,48 Ba
Total (kcal 100g ⁻¹)	335,30 Aa	317,76 Ab	291,16 Ac
Banana senescente			
Carboidratos (kcal 100g ⁻¹)	311,12 a	120,56 Bb	109,04 Bb
Proteínas (kcal 100g ⁻¹)	13,92 b	24,00 Aa	22,72 Aa
Lipídeos (kcal 100g ⁻¹)	10,26 a	14,76 Ab	17,10 Aa
Total (kcal 100g ⁻¹)	335,30 Aa	159,32 Bb	148,86 Bc

Fonte: Autores (2021).

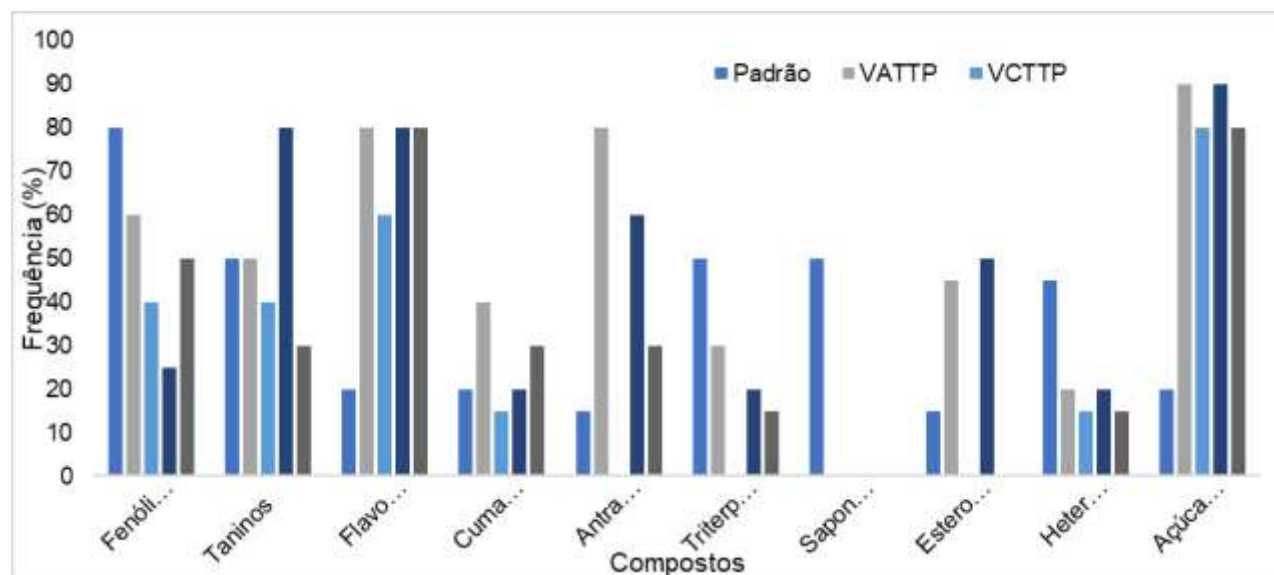
Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha (comparação entre diferentes tratamentos) não diferem estatisticamente entre si e médias seguidas pela mesma letra maiúscula em coluna (comparação entre diferentes amostras) não diferem estatisticamente entre si, ambos pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Além do valor calórico dos purês produzidos, é extremamente importante relacionar o potencial efeito bioativos com o seu consumo. O *screening* fitoquímico para as amostras é evidenciado na Figura 3, e a quantificação dos compostos fenólicos totais e flavonoides estão disponíveis na Tabela 4.

O perfil fitoquímico dos extratos hidroalcoólicos do purê de banana verde sem tratamento térmico e a amostra padrão, indicou a presença de dez classes metabólitos secundários, enquanto o purê com tratamento térmico sete classes. Quando submetidos ao tratamento térmico observou-se redução da intensidade destes grupos químicos, assim como das demais classes, contudo observa-se que as alterações foram mais acentuadas para as antraquinonas e esteroides.

Das classes de substâncias encontradas a testemunha foi superior ao purê analisado apenas para os compostos fenólicos, triterpenos e heterosídeos cardioativos. Estes resultados indicam que a procedência da amostra utilizada como testemunha em relação as amostras dos experimentos podem ter interferido na intensidade dos constituintes encontrados. No trabalho realizado por Garcia (2017), o purê de banana verde, mostrou grande quantidade de compostos fenólicos (ácido ferúlico e ácido sinápico) e de flavonoides (rutina e Kaempferol 3-O-rutinose, conhecido como (nicotiflorina), como encontrado nas amostras analisadas, além das antraquinonas e menor intensidade para os taninos e esteroides, seguido das cumarinas e os demais constituintes com intensidade igual e inferior a 25%.

Figura 3. *Screening* de compostos fitoquímicos de purê de banana ‘nanica’ verde e senescente com e sem processamento térmico pressurizado (validação em três repetições). VATT: Verde Ausência de Tratamento Térmico e Pressurização; VCTT: Verde Com de Tratamento Térmico e Pressurização; SATTP: Senescente Ausência de Tratamento Térmico e Pressurização; SCTTP: Senescente Com Tratamento Térmico e Pressurização.



Fonte: Autores (2021).

Tabela 4. Teores de Compostos Fenólicos Totais e Flavonoides em extrato hidroalcoólico de purê de banana ‘nanica’ verde e senescente com e sem processamento térmico pressurizado (média de três repetições).

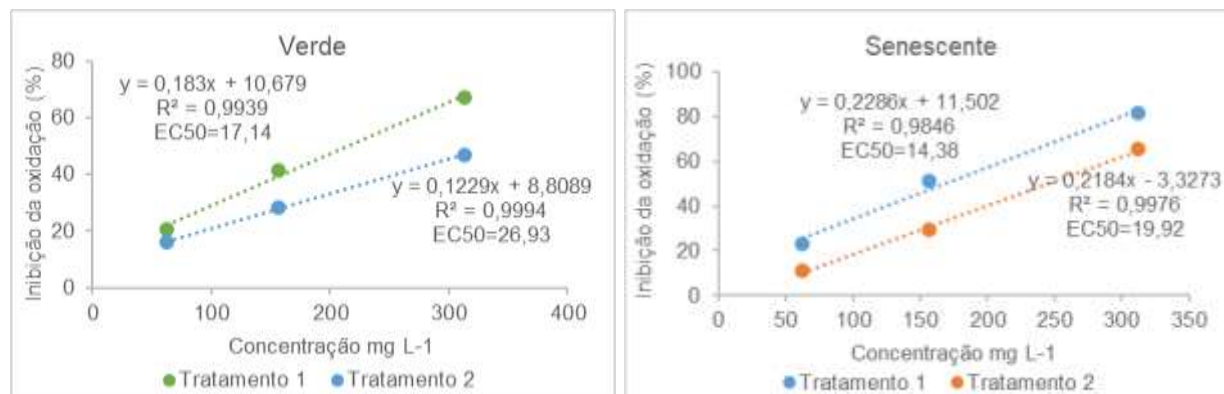
Variáveis	Padrão	Ausência de tratamento térmico e pressurização	Tratamento térmico e pressurização
Banana verde			
Fenólicos Totais (mg de EAG g ⁻¹)	45,83 ± 8,9 b	54,41 ± 0,01 a	52,91 ± 0,01 a
Flavonoides (mg EQ g ⁻¹)	31,01 ± 3,34 a	28,76 ± 0,02 a	19,03 ± 0,03 b
Banana senescente			
Fenólicos Totais (mg de EAG g ⁻¹)	45,83 ± 8,9 b	55,24 ± 0,15 a	54,89 ± 0,02 a
Flavonoides (mg EQ g ⁻¹)	31,01 ± 3,34 a	23,63 ± 0,02 b	22,60 ± 0,01 b

Fonte: Autores (2021).

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha (comparação entre diferentes tratamentos) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Estudos apontando os fitoconstituintes de bananas verde e madura *in natura* e processada são ainda pouco explorados. Porém os autores Haslinda et al. (2009), Bertolini et al. (2010), Vernaza et al., (2011), Sarawong et al., (2014) apontaram a presença de fitoesteróis e de compostos fenólicos para o gênero em estudo e a capacidade destas classes, em especial os derivados fenólicos, em atuarem como antioxidantes, o que pode ser visto na Figura 4.

Figura 4. Atividade antioxidante de extratos metabólicos (50:50 v:v) de purê de banana ‘nanica’ verde e senescente com e sem processamento térmico pressurizado (validação em três repetições) frente ao radical DPPH.



Fonte: Autores (2021).

Os purês de banana senescente sem tratamento térmico apresentaram nove classes de metabólitos secundários e os com tratamento térmico oito classes. As saponinas foram indicadas na amostra padrão e ausente nas amostras de purê de banana senescente. Este tipo de componente apresenta poder emulsificante, sendo valorizado na indústria de alimentos devido a característica de redução de perda de sólidos e manutenção da propriedade de textura. Há vários emulsificantes naturais e aprovados por órgãos regulamentadores de vários países, dentre eles as “saponinas da casca de Quillaja (*Quillaja saponaria* Molina)” (Wojciechowski et al., 2014). Com base nestas informações e nos resultados de saponinas obtidos para testemunha é possível indicar uma possível adição de agentes emulsificantes em purês, garantindo as características reológicas.

As propriedades físico-químicas e bioatividade aqui avaliadas mostraram a potencialidade de produção e utilização de purês de banana ‘nanica’ verde e senescente com e sem tratamentos térmicos.

4. Conclusão

As análises físico-químicas indicaram teores de carboidratos, proteínas e lipídeos, compostos que auxiliam uma dieta equilibrada e saudável, demonstrando assim que os purês possuem potencialidade nutricional, independentemente de tratamento térmico.

Os resultados mais promissores estão relacionados aos compostos bioativos, mesmo apresentando redução de três classes após processamento térmico nas amostras de purês de banana verde, houve considerável ação antioxidante destes componentes. Os purês apresentam potencialidade de uso em aplicações industriais, devido a estabilidade físico-química.

Como sugestão para pesquisas futuras, podem ser realizados preparos utilizando-se o purê de banana em receitas tais como, bolos, pães, tortas, entre outros, analisando-se os parâmetros sensoriais e aceitabilidade dos produtos com adição do purê de banana.

Referências

- Alves, E. J. *A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais*. (2a ed.), EMBRAPA-SPI
- Aquino, C. F., Salomão, L. C. C., & Siqueira, D. L. De. (2014). Cecon, P. R. Mineral content in the pulp and peel of banana cultivars. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 49, 546–553. 10.1002/star.200900216
- Bertolini, A. C., Bello-Pérez, L. A., & Méndez-Montealvo, G., Almeida, C. A. S., & Lajolo, F. (2010). Rheological and functional properties of flours from banana pulp and peel. *Starch - Stärke*, 62, 277–284.

Brand-Williams, W.; Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28, 25–30. [10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)

Brasil. Instrução normativa nº 37, de 1º de outubro de 2018. 2018. <https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/44304943/do1-2018-10-08-instrucao-normativa-n-37-de-1-de-outubro-de-2018-44304612>.

Carvalho-Filho, C. D., & Massaguer, P. R. (1997). Thermal processing of banana puree (*Musa cavendishii*, Lamb.) in retortable pouches. *Food Science and Technology*, 17, 213–218. [10.1590/S0101-20611997000300004](https://doi.org/10.1590/S0101-20611997000300004)

Cassani, L., Gomez-Zavaglia, A., & Simal-Gandara, J. (2019). Technological strategies ensuring the safe arrival of beneficial microorganisms to the gut: from food processing and storage to their passage through the gastrointestinal tract. *Food Research International*, 108852.

Censi, S. A. (2011). *Processamento mínimo de frutas e hortaliças: tecnologia, qualidade e sistemas de embalagem*. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos.

Ditchfield, C., & Tadini, C. C. (2002). Acompanhamento do processo de amadurecimento da banana nanicação (*Musa cavendishii* Lamb.). In: *ANAIS DO XVIII Congresso BRASILEIRO De Ciência e Tecnologia de Alimentos 2002*, Campinas. Anais... Campinas: Unicamp, 2002: <<https://www.unicamp.br/anuario/2002/FEA/DCA/DCA-0013.html>>.

EMBRAPA. *Produção brasileira de banana em 2018*, Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2018: <http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/banana/b1_banana.pdf>.

Espín, J. C., García-Conesa, M. T., & Tomás-Barberán, F. A. (2007). Nutraceuticals: Facts and fiction. *Phytochemistry*, 68, 2986–3008. [10.1016/j.phytochem.2007.09.014](https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2007.09.014)

Fellows, P. (2000). *Food processing technology: principles and practice*. Boca Raton, Fla.; Cambridge, England: CRC Press; Woodhead Pub. <<http://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpFPTPE01/food-processing-technology>>.

Folegatti, M. I. S. & Matsuura, F. C. A. U. (2004). Processamento. In: Borges, A. L.; Souza, L. S. (Eds.). *O cultivo da bananeira*. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura.

Franca, L G, Holanda, N. V, Aguiar, R. A. C, Reges, B. M, Costa, F. B, Souza, P. A, Silva, A. G. F, Sales, G. N. B., & Moura, C. F H. (2020). Elaboration and characterization of green banana flours. *Research, Society and Development*, 9(7): 1-13, e271973798.

Frazier, W. C. & Westhoff, D. C. (1993). *Microbiología de los alimentos*. Acribia.

Freitas, M. C. J. & Tavares, D. de Q. (2005) Characterization of starch granules from bananas musa aaa-nanicação and musa aab-terra. *Food Science and Technology*, 25, 217–222. [10.1590/S0101-20612005000200005](https://doi.org/10.1590/S0101-20612005000200005)

García-Fernández, M. C., & Sánchez-Muniz, F. J. (2003). Cooking–freezing–reheating (Cfr) of sardine (*Sardina pilchardus*) fillets. Effect of different cooking and reheating procedures on the proximate and fatty acid compositions. *Food Chemistry*, 83, 349–356. [10.1016/S0308-8146\(03\)00095-5](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00095-5)

Haslinda, W. H., Cheng, L. H., Chong, L. C., & Noor Aziah, A. A. (2009). Chemical composition and physicochemical properties of green banana (*Musa acuminata* x *balbisiana* Colla cv. Awak) flour. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60 232–239. [10.1080/09637480902915525](https://doi.org/10.1080/09637480902915525)

Instituto Adolfo Lutz. (2008). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. (5a ed.), *Instituto Adolfo Lutz - IAL*: <http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf>.

Lako, J., Trenerry, V. C., Wahlqvist, M., Wattanapenpaiboon, N., Sotheeswaran, S., & Premier, R. (2007). (Phytochemical flavonols, carotenoids and the antioxidant properties of a wide selection of Fijian fruit, vegetables and other readily available foods. *Food chemistry*: <<https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300742377>>.

Lima, O. S.; Souza, E. G.; Amorim, E. P.; & Pereira, M. E. C. (2014). [Http://www. Scielo. Br/scielo. Php? Script=sci_abstract&pid=s0103-84782014000400027&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?Script=sci_abstract&pid=s0103-84782014000400027&lng=en&nrm=iso&tlng=en). *Ciência Rural*, 44, 734–739.

Matos, F. J. A. (2009). *Introdução à fitoquímica experimental*. Edições UFC.

Matsuura, F. C. A. U. (2001). Banana pós-colheita. *Embrapa Informação Tecnológica*; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura.

NEPA – Núcleo De Estudos e Pesquisas Em Alimentação. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO. (4a ed.), UNICAMP, 2017: <http://www.nepa.unicamp.br/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf>.

Nogueira, S. R., Macedo, P. E. F. de, Cavalcante, M. de J. B., Andrade-neto, R. de C., Siviero, A., Nascimento, G. C. do. (2013) *Doenças da Bananeira no Acre*. Embrapa Acre.

Oliveira, D. A. S. B. D., Müller, P. S., Franco, T. S., Kotovicz, V., & Waszczynskij, N. (2015). Avaliação da qualidade de pão com adição de farinha e purê da banana verde. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 37, 699–707. <https://doi.org/10.1590/0100-2945-176/14>

Oliveira, G. P. De. *Avaliação da produtividade inicial e caracteres agrônômicos de bananeira (Prata Anã e BRS Conquista) em função de diferentes níveis de água e adubação*. 2015. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2015: <<http://dx.doi.org/10.26512/2015.06.D.19584>>.

- Peixoto S., T. J. S., Silva, C. H. T. P. Da., Nascimento, J. E. Do., Monteiro, J. M., Albuquerque, U. P. De., & Amorim, E. L. C. De. (2008). Validation of spectrophotometric methodology for quantify flavonoid content in *Bauhinia cheilantha* (Bongard) Steudel. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, 44, 683–689. <https://doi.org/10.1590/S1516-93322008000400015>
- Pereira, K. D. (2007). Amido resistente, a última geração no controle de energia e digestão saudável. *Food Science and Technology*, 27, 88–92. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000500016>
- Potter, N. N., & Hotchkiss, J. H. (2007). *Ciencia de los alimentos*. Acribia.
- Rezende, AC dos R, Pires, CV, Silva, LS, Gonçalves, ACA & Silva, WA da. (2021). Desenvolvimento e caracterização de queijo *Petit suisse* adicionado de biomassa de banana verde com cobertura de calda de maracujá, *Society and Development*, 10, e27410615833.
- Rufino, M. do S. M., Alves, R. E., Brito, E. S. de., Morais, S. M. de., Sampaio, C. de G., Pérez-Jiménez, J., & Saura-Calixto, F. D. (2007). *Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH*. - Portal Embrapa. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/426953/metodologia-cientifica-determinacao-da-atividade-antioxidante-total-em-frutas-pela-captura-do-radical-livre-dpph>>.
- Sanches, J. *Qualidade pos-colheita de bananas (Musa cavendishii) "nanicão", através da classificação de defeitos físicos, embalagens e tecnologia do frio*. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, <<http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/257319>>.
- Sarawong, C.; Schoenlechner, R., Sekiguchi, K., & Berghofer, E.; NG, P. K. W. (2002). Effect of extrusion cooking on the physicochemical properties, resistant starch, phenolic content and antioxidant capacities of green banana flour. *Food Chemistry*, 143, 33–39. 10.1016
- Silva, M. B. de L. Da., & Ramos, A. M. (2009). Composição química, textura e aceitação sensorial de doces em massa elaborados com polpa de banana e banana integral. *Revista Ceres*, 56, 551–554.
- Sousa, C. M. M., Silva, H. R. E., Vieira-JR., G. M., Ayres, M. C. C., Costa, C. L. S., Araújo, Delton, S., Cavalcante, L. C. D., Barros, E. D. S., Araújo, P. B. M., Brandão, M. S., & Chaves, M. H. (2007). Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. *Química Nova*, 30, 351-355, <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422007000200021&lng=pt&nrm=iso>. <https://doi.org/10.1590/S010040422007000200021>.
- STATSOFT. (2008). *Statistica data analysis software system*. 7.0. Statsoft Inc.
- Steiner-Asiedu, M., Julshamn, K., & LIE, Ø. (1991). Effect of local processing methods (Cooking, frying and smoking) on three fish species from Ghana: Part I. Proximate composition, fatty acids, minerals, trace elements and vitamins. *Food Chemistry*, 40, 309–321. 10.1016/0308(91)90115-5
- Vasconcelos, M. A. S., & Melo Filho, A. B. De. (2010). *Conservação de Alimentos*. EDUFPRPE. <http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_prod_alim/tec_alim/181012_con_alim.pdf>.
- Vernaza, M. G., Gularte, M. A., & Chang, Y. K (2011). Addition of green banana flour to instant noodles: rheological and technological properties. *Ciência e Agrotecnologia*, 35, 1157–1165. URL: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/26587/1/S1413-70542011000600016.pdf>
- Vizzotto, M., Krolow, A. C. R., & Weber, G. E. B. (2010). *Metabólitos secundários encontrados em plantas e sua importância*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/886074>>.
- Walter, M., Silva, L. P. Da., & Emanuelli, T. (2005). Amido resistente: características físico-químicas, propriedades fisiológicas e metodologias de quantificação. *Ciência Rural*, 35, 974–980.
- Wojciechowski, K., Kezwon, A., Lewandowska, J., & Marcinkowski, K. (2014). Effect of β -casein on surface activity of Quillaja bark saponin at fluid/fluid interfaces. *Food Hydrocolloids, Food Colloids 2012: Creation and Breakdown of Structure*. 34, 208–216. 10.1016
- Yang, X., Zhang, Z., Joyce, D., Huang, X., Xu, L., & Pang, X. (2009). Characterization of chlorophyll degradation in banana and plantain during ripening at high temperature. *Food Chemistry*, 114, 383–390.