



Jacqueline Resende Sales Rodrigues

**Uso de polióis como solutos alternativos à sacarose para desidratação
osmótica de banana**

Lavras - MG

2021

**USO DE POLÍOIS COMO SOLUTOS ALTERNATIVOS À SACAROSE PARA
DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA DE BANANA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do
Curso de Engenharia Alimentos, para a
obtenção do título de Bacharel.

Dr. Leandro Levate Macedo

Orientador

Prof. Dr. Jefferson Luiz Gomes Corrêa

Coorientador

Lavras - MG

2021

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 BANANA.....	3
2.2 DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA.....	7
2.3 SACAROSE.....	9
2.4 AGENTES OSMÓTICOS ALTERNATIVOS.....	9
2.5 POLIÓIS.....	10
3 OBJETIVOS.....	11
3.1 OBJETIVO GERAL.....	11
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	12
4.1 OBTENÇÃO E SELEÇÃO DA MATÉRIA PRIMA.....	12
4.2 PREPARO DAS AMOSTRAS.....	13
4.3 PREPARO DAS SOLUÇÕES OSMÓTICAS.....	13
4.4 DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA.....	14
4.5 CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS.....	15
4.5.1 TEOR DE UMIDADE.....	15
4.5.2 ATIVIDADE DE ÁGUA.....	15
4.5.3 ENCOLHIMENTO.....	16
4.5.4 DUREZA.....	16
4.5.5 COR.....	16
4.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	17
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17

5.1 GANHO DE SÓLIDOS, PERDA DE ÁGUA E REDUÇÃO DE PESO.....	17
5.2 TEOR DE UMIDADE E ATIVIDADE DE ÁGUA.....	18
5.3 ENCOLHIMENTO E DUREZA.....	19
5.4 COR.....	20
6 CONCLUSÃO.....	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23

RESUMO

A banana é uma das frutas mais populares no Brasil, mas cerca de 50% da produção é perdida devido ao seu rápido processo de amadurecimento e condições inadequadas de transporte e armazenamento. A desidratação osmótica é uma operação unitária de troca de massa entre a solução osmótica e o alimento, usada para reduzir o teor de umidade e incorporar açúcar, visando preservar a qualidade do produto. Este trabalho objetivou avaliar os parâmetros de qualidade do processo de desidratação osmótica de fatias de banana da terra. As soluções utilizadas foram sacarose, eritritol, maltitol e xilitol. Os experimentos foram realizados com 5 repetições. A solução osmótica foi preparada com água destilada, de modo a ter a mesma atividade de água entre si ($p > 0.05$). As bananas foram cortadas em fatias de 5 mm de espessura e submetidas à desidratação nas soluções de sacarose e polióis. As soluções de maltitol e sacarose foram elaboradas na concentração de 50% (m/v) e as soluções de eritritol e xilitol na concentração de 30%, sob aquecimento e agitação manual. As fatias de banana foram colocadas em frascos individuais, onde ficaram imersas em 40 mL de solução osmótica com proporção de 1:20 (m/v). Posteriormente, foram mantidas em BOD por 5 h a temperatura de 30 °C. As respostas analisadas foram teor de umidade, atividade de água, ganho de sólidos, perda de água, redução de peso, encolhimento, dureza e parâmetros de cor (L^* , C^* , $^{\circ}h$ e ΔE). O encolhimento e o ganho de sólidos foram estatisticamente iguais em todos os pólios. Quanto a perda de água somente o xilitol apresentou diferença significativa, tendo uma redução maior de peso e umidade. Com isso, conclui-se que o processo de desidratação osmótica promoveu redução parcial da umidade da fruta, havendo alterações significativas na coloração. As características do produto foram influenciadas pela concentração. Dessa maneira, este estudo pode ser útil para desenvolvimento de processos de alimentos que utilizem a desidratação osmótica, e que tenham como enfoque a preservação das qualidades funcionais do produto processado.

Palavras-chave: Banana da terra, secagem, teor de umidade, encolhimento, textura.

ABSTRACT

Banana is one of the most popular fruits in Brazil, but around 50% of the production is lost due to its rapid ripening process and inadequate transport and storage conditions. Osmotic dehydration is a unitary mass exchange operation between the osmotic solution and the food, used to reduce the moisture content and incorporate sugar, in order to preserve the quality of the product. This work aimed to evaluate the quality parameters of the osmotic dehydration process of banana slices. The solutions used were sucrose, erythritol, maltitol and xylitol. The experiments were carried out with 5 repetitions. The osmotic solution was prepared with distilled water, so as to have the same water activity between them ($p > 0.05$). The bananas were cut into 5 mm thick slices and subjected to dehydration in a solution of sucrose and polyols. The maltitol and sucrose solutions were prepared at a concentration of 50% (w/v) and the erythritol and xylitol solutions at a concentration of 30%, under heating and manual stirring. Banana slices were placed in individual flasks, where they were immersed in 40 mL of osmotic solution with a 1:20 (m/v) ratio. Subsequently, they were kept in the BOD for a period of 5 hours at a temperature of 30°C. The analyzed responses were moisture content, water activity, solids gain, water loss, weight reduction, shrinkage, texture and color parameters (L^* , C^* , $^{\circ}h$ and ΔE). It was observed an increase in water loss, a reduction in the L^* parameter and an increase in solids gain with an increase in the concentration of the osmotic solution. The water activity of the osmotically dehydrated fruit was between 0.89 and 0.92. Thus, it can be concluded that the osmotic dehydration process promotes a partial reduction of fruit moisture, with significant changes in color. Product characteristics were influenced by concentration. Thus, this study can be useful for the development of food processes that use osmotic dehydration, and that focus on preserving the functional qualities of the processed product.

Keywords: Plantain, drying, moisture content, shrinkage, texture.

1 INTRODUÇÃO

A banana é uma fruta que apresenta alto valor energético e calórico. Está entre as cinco principais frutas, sendo um componente importante na dieta humana (IBGE; 2012). A banana da terra é uma das maiores entre as espécies mais conhecidas, podendo chegar a 30 cm e pesar 500 g. Outras características peculiares, são sua casca amarela escura, bem dura quando madura e o formato mais achatado, sendo mais rica em amido do que em açúcar, o que torna essa fruta ideal para cozinhar, assar ou fritar (SEBRAE NACIONAL;2016). É muito consumida e apreciada, por ser uma importante fonte de carboidrato, vitaminas e sais minerais, apresentando baixo custo ao consumidor.

Do ponto de vista biológico, a banana é uma das frutas que apresentam uma maior perda por deterioração após a colheita, por ser extremamente perecível e não ser possível o uso de congelamento para sua conservação. Seu comércio tem alguns problemas característicos: além do amadurecimento rápido, amassa com facilidade por ter casca pouco resistente (GOMES; 2017).

O amadurecimento é o resultado de mudanças que ocorrem nos frutos. Este fato se faz devido sua respiração e a forma como os frutos se comportam quanto ao fenômeno da respiração climatérica, que são aqueles que continuam o processo de amadurecimento após a colheita, como a banana (SIDDIKEE et al., 2011).

Fisiologicamente, essas mudanças incluem perda de cor verde e provoca o amolecimento da parte carnosa da banana. O etileno é o responsável pela maturação das frutas no período pós-colheita, funcionando como um hormônio que é produzido a partir das células e se faz presente em toda a estrutura do fruto, desde a casca até seu interior (SIDDIKEE et al., 2011).

De um modo geral, frutas minimamente processadas são mais suscetíveis a alterações fisiológicas e bioquímicas e à deterioração microbiana, que podem levar à degradação da cor, textura e sabor causado por operações de descascamento e corte. No entanto, quando processos adicionais, como desidratação osmótica (DO) são realizados, sua vida útil e seu rendimento aumentam. O produto final pode ter características semelhantes às da fruta in natura, proporcionando uma maior praticidade na hora do consumo (STRINI; 2017).

A desidratação osmótica é um processo de redução parcial do teor de umidade dos alimentos pela imersão do produto em uma solução concentrada no soluto. Dois

fluxos principais simultâneos e opostos ocorrem: a água flui do produto para a solução e os solutos migram da solução para o produto. Com o fluxo de água e soluto, há uma alteração na membrana da fruta que pode interferir no ganho de sólidos, nas características físicas e nutricionais e na perda de água. As principais vantagens do processo de desidratação osmótica são a melhoria da qualidade e dos atributos sensoriais e preservação dos nutrientes (FREDO et al., 2019).

A sacarose tem sido o açúcar mais utilizado na maioria dos estudos que utilizam a técnica de desidratação osmótica. Nesse tipo de processo, características do agente osmótico usado, como o seu peso molecular e seu comportamento iônico, afetam fortemente a quantidade de água removida e o ganho de sólidos. Ainda devem ser considerados o custo do processo e as mudanças no valor nutritivo e nas propriedades sensoriais do produto final. Diante disso, a sacarose tem sido o soluto mais utilizado, principalmente em frutas, em virtude de sua eficiência, peso molecular adequado, disponibilidade, baixo custo e aroma desejável provocado na fruta (SERAVALLI; 2007).

A desidratação osmótica contribui na prevenção do escurecimento enzimático, na estabilidade de pigmentos e na retenção de compostos voláteis e de nutrientes durante a secagem convectiva de alimentos. Essa prevenção ocorre devido à formação de uma camada deste dissacarídeo na superfície do produto desidratado, constituindo um obstáculo ao contato com o oxigênio, o que minimiza ou impede o escurecimento enzimático, além da influência positiva sobre a manutenção de substâncias aromatizantes (DHINGRA et al., 2008).

Os polióis, também conhecidos como "álcoois de açúcares" são derivados de carboidratos que provêm de frutas, cereais, vegetais, entre outros. Em comparação com o açúcar, os polióis são pouco absorvidos pelo organismo, conseqüentemente, fornecem menos calorias e nível glicêmico mais baixo aos indivíduos que os ingerem, em comparação com a sacarose. Além disso, sua absorção no organismo ocorre de forma mais lenta (FDA; 2017).

Têm sido usados há muitos anos para substituir os açúcares em uma grande variedade de produtos como gomas de mascar, doces, sorvetes, produtos de panificação e geleias de frutas. A segurança e a variedade de polióis significa que mais e mais alimentos sem açúcar estão entrando no mercado (OPPELT et al., 2015).

Diante do exposto, esse trabalho teve como objetivo estudar a desidratação osmótica de fatias de banana da terra usando sacarose e polióis como agentes

osmóticos e avaliar as características da banana in natura e desidratada osmoticamente.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 BANANA

A bananeira (*Musa* spp.) pertence à classe Monocotyledoneae, a ordem Scitaminales, abrangendo entre 24 a 30 espécies. É uma planta herbácea da família Musaceae originária do continente Asiático. É uma fruta tropical, encontrada facilmente em todo território nacional e devido ao seu alto valor energético, por conter substâncias com propriedades nutricionais e devido ao seu baixo custo, é uma das mais populares do Brasil, consumida tanto na forma natural como na forma processada, podendo ser utilizada verde ou madura, crua ou processada (IBGE; 2012).

Segundo a FAO (2008), o Brasil é o quarto maior produtor de banana, perdendo apenas para Índia, Filipinas e China. De acordo com a Agência de Defesa Agropecuária de ADEPARÁ, São Paulo é o 1ª produtor de banana no ranking nacional. O estado possui 50.406 hectares de área de plantio e uma produção anual de 1.008.877 toneladas, o que o torna um dos maiores produtores de frutas do país.

Por ser uma planta tropical típica, necessita de calor contínuo, chuvas uniformes e alta umidade para se desenvolver e produzir. A faixa de temperatura ideal para seu desenvolvimento é de 15 a 30 °C. Em temperaturas baixas ou acima dessa faixa, as bananas interrompem seu crescimento. A baixa temperatura prejudica os tecidos e evita que a polpa da banana amoleça normalmente. Esse dano físico é chamado de chilling ou friagem. Por sua vez, temperaturas superiores a 35 °C podem prejudicar o desenvolvimento das plantas e a qualidade dos frutos, especialmente em condições de seca (EMBRAPA; 2016).

A banana da terra é bastante cultivada no território brasileiro, onde destacam-se os estados da Bahia, Goiás, Amazonas, Espírito Santo, Pará e Pernambuco. Estando presente em diversos pratos típicos do Brasil, este fruto possui grandes quantidades de vitaminas e minerais, além de ser rica em amido. Sua casca, tanto verde, quanto madura possui muitos nutrientes (REINHARDT; 2016).

A vida de prateleira da banana está relacionada com sua atividade respiratória. Quanto maior a atividade respiratória, mais rápido será seu amadurecimento. Devido a seu curto prazo de vida, apresenta uma grande perda por decomposição pós-colheita, visto ser extremamente perecível, sendo preciso armazená-la corretamente. Com isso, a industrialização é a forma mais indicada para um melhor aproveitamento da fruta, aumentando a vida de prateleira e agregando valor ao produto, diminuindo a perda pós colheita (GARCÍA-PATERNINA et al., 2015).

Durante seu processo de maturação ocorrem transformações que afetam os compostos químicos dos frutos. Uma das mudanças mais importantes que ocorrem durante o amadurecimento da banana, é a hidrólise do amido, que é a conversão do amido em açúcares pela ação da enzima amilase, promovendo alteração na textura da fruta. Após a colheita, a banana verde caracteriza-se pelo baixo teor de açúcares, alto teor de amido e adstringência devido aos compostos fenólicos presentes na polpa (MONTEIRO et al., 2016).

Existem outras transformações que ocorrem durante o processo de maturação, como a redução do teor de vitamina C, que se deve à ação direta da ascorbato oxidase (ácido ascórbico) ou à ação de oxidases como a peroxidase (CHITARRA; 2005). A concentração de vitamina C na banana terra verde equivale a 17 mg/100g e na banana madura esse valor é de 12,6 mg/100g (ZANIN, TATIANA; 2021).

As bananas verdes contêm uma média de 70% de umidade e quando a maturação é concluída, o valor aumenta para 75% (BERNARDES et al., 2011). A composição da polpa da banana da terra é apresentada na Tabela 1.

Na maioria das frutas, quando amassadas ou cortadas, ocorre uma redução dos compostos fenólicos. Esses compostos são estruturas químicas que apresentam hidroxilas e anéis aromáticos contendo poder antioxidante, ou seja, são substratos para o escurecimento enzimático, realiza a oxidação dos compostos fenólicos em o-quinonas mediados pela enzima polifenoloxidase. O mecanismo de ação dos antioxidantes possui um importante papel de reduzir a oxidação de lipídios em tecidos vegetais e animais, então, quando incorporado na alimentação humana, previne o risco de desenvolvimento de doenças como arteriosclerose, câncer, envelhecimento prematuro e doenças cardiovasculares (BERNARDES et al., 2011).

Tabela 1 - Composição centesimal, minerais e vitaminas presentes em 100 g de polpa de banana da terra

Componente	Concentração	Componente	Concentração
Umidade (%)	63.9	Ferro (mg)	0.3
Energia (Kcal)	128	Sódio (mg)	Traço
Proteína (g)	536	Potássio (mg)	328
Lipídio (g)	1.4	Cobre (mg)	0.05
Colesterol (mg)	0.2	Zinco (mg)	0.2
Fibra alimentar (g)	33.7	Tiamina (mg)	0.03
Cinzas (g)	1.5	Riboflavina (mg)	0.02
Cálcio (mg)	0.8	Piridoxina (mg)	0.14
Magnésio (mg)	4	Niacina (mg)	Traço
Manganês (mg)	24	Vitamina C (mg)	15.7
Fósforo (mg)	26		

Fonte: Adaptado de TACO (2011).

Além dos compostos fenólicos, existem outras substâncias bioativas que apresentam atividade antioxidante, como os carotenoides, tendo uma grande importância nutricional para a dieta humana, minimizando os efeitos dos radicais livres no organismo. Essas moléculas existem em muitas formas de vegetais, e podem ser encontradas nas raízes, cascas, folhas, frutas, sementes e na seiva (FARMING BRASIL; 2016).

De acordo com Landim (2016), as bananas são ricas em taninos, que são polifenóis de origem vegetal distribuídos em plantas, alimentos e bebidas. Quimicamente, são classificados em hidrolisáveis e condensados. Os primeiros são constituídos por diversas moléculas de ácidos fenólicos, como o gálico e o elágico, que estão unidos

a um resíduo de glucose central (Figura 1). Já os taninos condensados incluem todos os outros taninos verdadeiros. Suas moléculas são mais resistentes à fragmentação e estão relacionadas com os pigmentos flavonoides, tendo uma estrutura "polimérica" do flavan-3-ol, como a catequina, ou do flavan-3,4-diol, da leucocianidina (Figura 2).

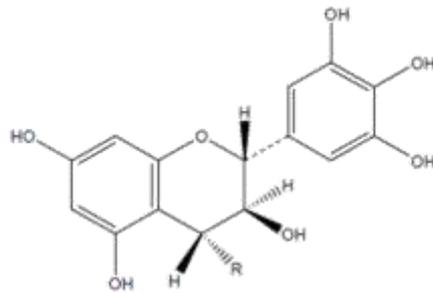


Figura 1 - Estruturas de Galocatequina

Fonte: (LOPES et al., 2003).

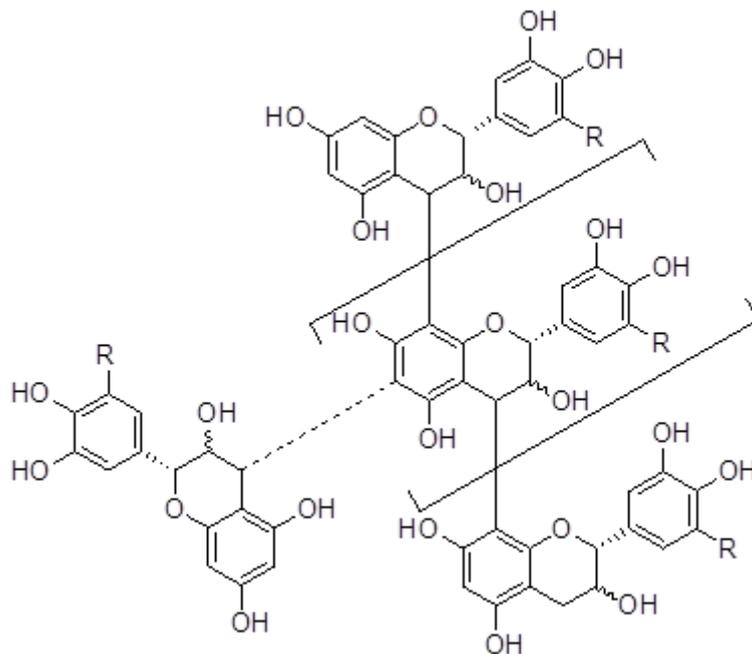


Figura 2 - Estruturas de Taninos Hidrolisáveis

Fonte: (LOPES et al., 2003).

As frutas com baixo teor de taninos possuem características sensoriais ideais, pois a presença de altas concentrações oferece um sabor adstringente. A

adstringência é fornecida pelas propriedades de precipitação de proteínas dos taninos, sendo o contato do complexo insolúvel formado pela proteína com a saliva (LECH; 2014).

Plantas ricas em taninos podem ser usadas para tratar várias doenças, como diarreia, hipertensão, reumatismo, sangramento, feridas, queimaduras, problemas estomacais (azia, náusea, gastrite e úlcera gástrica), rins e sistema urinário e processos inflamatórios gerais (JACOB, GOPINATHAN; 2012).

A banana in natura sofre deterioração devido ao seu rápido amadurecimento e apresenta cerca de 50% de perda da produção, assim como outras frutas tropicais. Desta forma, é crescente o interesse dos produtores por tecnologias que permitam a obtenção da banana com maior prazo de validade. A desidratação osmótica, por ser um processo que prolonga a vida de prateleira do produto, apresenta-se como uma possível solução para este problema (ANDRADE et al., 2008).

2.2 DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA

A desidratação por osmose consiste na imersão do alimento sólido, inteiro ou em pedaços, em soluções aquosas concentradas de açúcares ou sais (SILVA NETO; 2018).

Quando o alimento é imerso em uma solução hipertônica de um determinado soluto como a sacarose, ocorre a desidratação osmótica devido ao gradiente de concentração entre o fruto e a solução. Então, simultaneamente, estabelece fenômenos caracterizados por dois fluxos: transferência de água do produto para a solução e transferência de soluto da solução para o produto (SILVA et al., 2016a).

Essas transferências ocorrem através da membrana celular semipermeável do alimento, pois os vegetais possuem uma parede celular complexa e não são completamente seletivos aos íons e compostos presentes na solução osmótica e no alimento. Devido à seletividade das membranas celulares e às diferentes taxas de difusão de água e solutos, a velocidade de transferência da água do alimento para a solução é maior do que a velocidade de incorporação do soluto (CAETANO et al., 2018).

Entretanto, existe um terceiro tipo de fluxo, que é a transferência de solutos (açúcares, ácidos orgânicos, minerais, etc.) do produto para a solução, como mostra

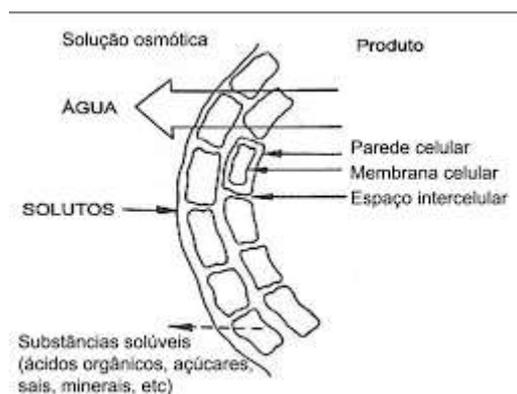


Figura 3 - Principais fluxos que ocorrem durante o processo de desidratação osmótica.

Fonte: (RODRIGUES, 2005).

Este método é usado como um pré-tratamento para operações de secagem, reduzindo o tempo de processamento, o consumo de energia, melhorando algumas das propriedades nutricionais, sensoriais e funcionais do produto final. A secagem com ar quente, secagem a vácuo, secagem por micro-ondas, pasteurização ou congelamento podem ser usadas como processos adicionais, obtendo um produto com boas características (REINHARDT; 2016).

Durante o processo de desidratação osmótica, ocorrem transferências que são afetadas pela temperatura, concentração da solução osmótica, tempo de desidratação, agitação, características do tecido vegetal cru, tamanho de partícula do soluto do agente osmótico, proporção fruto/solução e geometria da amostra (OLIVEIRA; 2016).

A temperatura da solução é um parâmetro muito importante da cinética de desidratação osmótica, onde a temperatura mais alta aumentará a transferência de massa entre a fruta e a solução. Possivelmente, um aumento na temperatura irá promover uma diminuição na viscosidade da solução osmótica, proporcionando assim um aumento na perda de umidade e aumento no ganho de sólidos. Também pode causar o colapso celular ao expor os grânulos de amido na área periférica e a diminuição do inchaço celular na área central causado pela desidratação osmótica e transferência de massa. Pode afetar a taxa de permeação e difusão da reação química e físico-química, podendo causar alterações no sabor da fruta (PONTING et al., 1966).

2.3 SACAROSE

A sacarose é um dissacarídeo não redutor formado a partir de uma unidade de glicose ligado à uma unidade de frutose através da ligação O-glicosídica da reação entre o grupo hidroxila de um tipo de glicose e o carbono anomérico de outro tipo de glicose (LEHNINGER et al., 2006).

É um carboidrato com a fórmula química $C_{12}H_{22}O_{11}$, com um peso molecular de 342 u, é facilmente solúvel em água devido à sua polaridade e promover o agrupamento de ligações de hidrogênio, absorção de umidade e facilmente hidrolisado em solução ácida para produzir glicose e frutose (GONÇALVES; 2006).

Pode ser derivada da cana-de-açúcar, beterraba sacarina, sorgo sacarino e bordo canadense. As principais fontes são a cana-de-açúcar e a beterraba sacarina, enquanto outras fontes são muito escassas (SALINAS; 2002).

Dentre todas as substâncias orgânicas produzidas na indústria, a sacarose é o açúcar obtido em maior quantidade. É famoso por um grande número de nomes comerciais como: cristal, delicada, marrom, demerara, etc., onde estas denominações referem-se à sua classificação, relacionada a, por exemplo, ao grau de pureza, tamanho e forma das partículas e uso industrial ou comercial (BELITZ e GROSCH, 1988).

Considerado o produto mais popular na indústria de alimentos e é o adoçante mais comumente usados em todos os tipos de alimentos. A doçura é uma de suas propriedades funcionais mais conhecida e agradável. Devido a sua propriedade osmótica, também é utilizado como conservante e possui função semelhante ao do sal de cozinha. É amplamente utilizado na alimentação para reduzir a atividade de água e prolongar a vida útil (SALINAS; 2002).

2.4 AGENTES OSMÓTICOS ALTERNATIVOS

De acordo com Singh et al. (2010), no processo de desidratação osmótica, a remoção de água, o aumento de sólidos e o equilíbrio do teor de água são fortemente afetados pelo tipo, concentração, peso molecular e comportamento iônico do agente osmótico.

Ao escolher um agente desidratante, existem alguns fatores que precisam ser considerados, como mudanças no valor nutricional e nas características sensoriais do produto final, bem como no custo do processo e sua solubilidade em água (CORRÊA; 2012).

A sacarose é considerada o melhor agente desidratante. Sua presença na superfície do material representa um obstáculo ao contato com o oxigênio, resultando em uma redução do escurecimento enzimático (SINGH, KUMAR; 2007).

Segundo Gomes (2007) a sacarose é facilmente disponível e barata. Mesmo em soluções altamente concentradas, seu sabor particularmente agradável é uma das características marcantes em relação aos outros açúcares.

Os dissacarídeos, como a sacarose, reduzem o ganho de sólidos e aumentam a perda de água, enquanto os açúcares de baixo peso molecular, como glicose, frutose e sorbitol, contribuem para o aumento dos sólidos porque as moléculas penetram nos tecidos vegetais mais rapidamente e reduzem a perda de água. Em comparação com os agentes osmóticos de alto peso molecular, os de baixo peso molecular penetram nas células com mais facilidade (DIONELLO et al., 2007).

A solubilidade do agente osmótico também afeta sua capacidade de desidratação, pois quanto mais insolúvel, maior será a barreira formada ao redor do alimento (casca), o que impede que a água flua para a solução, alterando também o sabor e a cor. Comparando o produto desidratado com o fresco, a combinação de dois ou mais agentes osmóticos geralmente pode otimizar o processo, enquanto o produto desidratado apresenta menos alterações (DIONELLO et al., 2007; PHISUT, 2012).

2.5 POLIÓIS

Os polióis constituem uma categoria especial de carboidratos, incluindo monossacarídeos (sorbitol, manitol, xilitol, eritritol), dissacarídeos (maltitol, lactitol, isomalte), açúcares e mistura de polissacarídeos hidrogenados (xarope de glicose hidrogenada (SAHIN; 2018).

Os polióis monossacarídeos são encontrados naturalmente em frutas e verduras como produto intermediário no metabolismo de carboidratos de animais, incluindo o homem (JESKE; 2018).

Uma das principais utilizações dos polióis está relacionada à propriedade destes compostos de conferir corpo aos alimentos. Na indústria alimentícia, são empregados em mistura com edulcorantes intensos quando há necessidade de restrição de açúcar (GÄNZLE; 2015) se estabeleceram como atores importantes na indústria de alimentos e são usados como adoçantes, intensificadores de sabor, agentes de resfriamento, umectantes e espessantes, encontrando aplicações em produtos de panificação, doces, patês, entre outros. Suas semelhanças com os açúcares, tanto no sabor doce quanto nas propriedades físicas, para serem usados como adoçantes de baixa caloria e, ao contrário dos adoçantes de alta intensidade, os polióis podem ser usados para grandes quantidades substituição de açúcar. Consequentemente, polióis e adoçantes de alta intensidade são frequentemente usados em combinação em formulações de alimentos (SAHIN et al., 2018).

Segundo Meng (2017) são excelentes agentes redutores de atividade de água. São mais estáveis na presença de ácido, base e calor do que o açúcar. Em geral, os polióis podem ser aquecidos à temperatura entre 165 °C e 200 °C.

Os polióis ou álcoois de açúcar são derivados pela redução de grupos aldeídos ou cetona para um grupo hidroxila. Eles são produzidos naturalmente por micro-organismos e organismos superiores, onde eles oferecem várias funções (O'DONNELL; 2012).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a desidratação osmótica de fatias de banana usando sacarose e polióis e verificar as características do produto final.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar a desidratação osmótica de fatias de banana usando sacarose, eritritol, maltitol e xilitol;
- Avaliar a perda de água, o ganho de sólidos e a redução de peso após a desidratação osmótica;

- Avaliar os aspectos relacionados à característica do produto final como: perda de água, ganho de sólidos, redução de peso, teor de umidade, atividade de água, encolhimento, dureza e cor.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Secagem de Alimentos, da Universidade Federal de Lavras, UFLA.

4.1 OBTENÇÃO E SELEÇÃO DA MATÉRIA PRIMA

As bananas da terra foram adquiridas no comércio da cidade de Lavras-MG. As frutas foram selecionadas de acordo com o tamanho e grau de maturação (mais amarelo do que verde), de acordo com a figura 4.

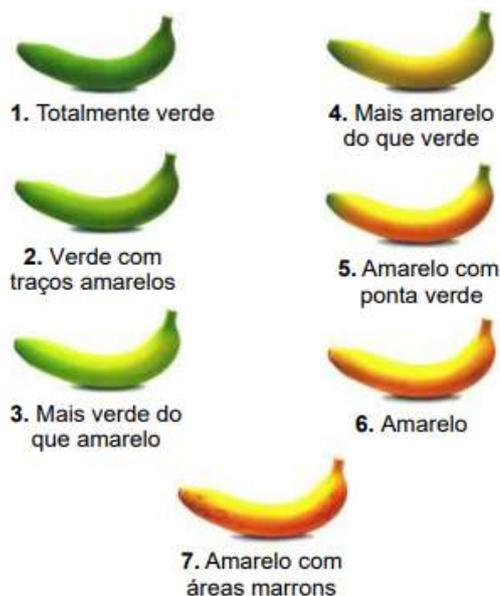


Figura 4 - Classe da banana de acordo com sua maturação

Fonte: Normas de Classificação de Banana do Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura & Produção Integrada de Frutas (PBMH & PIF; 2006).

Foram utilizados quatro agentes osmóticos neste experimento, sendo eles a sacarose, maltitol, eritritol e xilitol, adquiridos no comércio da cidade de Lavras-MG.

4.2 PREPARO DAS AMOSTRAS

As bananas foram descascadas e a polpa cortada no sentido transversal, através de utensílio composto por duas facas de aço inoxidável, em uma espessura de aproximadamente 5 mm. Todas as fatias foram pesadas em balança analítica antes de serem submetidas à desidratação osmótica.

4.3 PREPARO DAS SOLUÇÕES OSMÓTICAS

As soluções osmóticas usadas foram preparadas de modo a ter a mesma atividade de água entre si ($p > 0.05$). As soluções de maltitol e sacarose foram elaboradas na concentração de 50% (m/v) e as soluções de eritritol e xilitol na concentração de 30% (Tabela 2), sendo diluídas em água destilada sob aquecimento e agitação manual.

Tabela 2 – Massa molecular dos solutos, concentração e atividade de água das soluções osmóticas

Amostra	Massa molecular (g/mol)	Concentração (%)	Atividade de água
Sacarose	342,3	50	0,944±0,002 ^A
Maltitol	344,3	50	0,943±0,001 ^A
Xilitol	152,2	30	0,944±0,001 ^A
Eritritol	122,1	30	0,942±0,001 ^A

Médias seguidas da mesma letra verticalmente não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

4.4 DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA

As soluções osmóticas foram preparadas em recipientes de vidro de 500 mL, com agitação manual, temperatura controlada e devidamente identificados. A agitação foi feita de forma constante até a solubilização total do soluto. As fatias de banana pesavam em média 3,976 g cada uma, foram colocadas em frascos individuais e desidratadas em 40 mL de solução osmótica em uma proporção de fruta/solução de 1:20 (m/v) e acondicionadas na BOD durante o tempo de experimento previamente estabelecido de 5 h.

Decorrido o intervalo de tempo programado, os frascos foram removidos e as amostras foram drenadas, imersas em banho de gelo e secas em papel toalha a fim de remover o excesso de água superficial, em seguida foram pesadas e analisadas quanto ao ganho de sólidos, perda de água, redução de peso, umidade, textura, cor e encolhimento. As etapas do processo de desidratação osmótica de banana estão ilustradas na Figura 5.

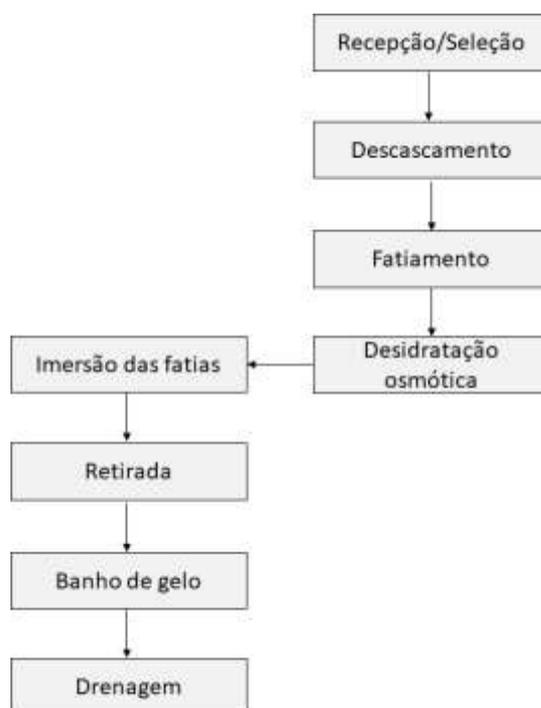


Figura 5 - Fluxograma do processamento da banana desidratada.

O ganho de sólidos (GS), perda de água (PA) e redução de peso (RP) foram calculados de acordo com as equações 1, 2 e 3, respectivamente.

$$GS(\%) = \frac{M_f(1-U_f) - M_0(1-U_0)}{M_0} \times 100 \quad (1)$$

$$PA(\%) = \frac{M_0 U_0 - M_f U_f}{M_0} \times 100 \quad (2)$$

$$RP(\%) = \frac{M_0 - M_f}{M_0} \times 100 \quad (3)$$

Em que, M é o peso da amostra (kg); U é o teor de umidade da amostra (kg água kg amostra⁻¹); os sub índices “0” e “f” indicam as amostras inicial e final, respectivamente.

4.5 CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS

4.5.1 TEOR DE UMIDADE

O teor de umidade foi determinado pelo método gravimétrico estabelecido pelo método 934,06 da AOAC (2010), onde as amostras foram colocadas sob pressão ≤100 mmHg, a 70 °C, até atingir massa constante. As amostras foram pesadas em balança analítica digital.

4.5.2 ATIVIDADE DE ÁGUA

A a_w das amostras foi determinada em higrômetro eletrônico (Aqualab, série 3TE, Washington, EUA), com controle de temperatura a 25 °C e precisão de ± 0,003, como ilustrado na Figura 6.



Figura 6 - Aqualab digital de bancada 3TE do Laboratório de Secagem de Alimentos da Universidade Federal de Lavras.

Fonte: *bid spotter*.

4.5.3 ENCOLHIMENTO

Foi medido a largura e a espessura das fatias da banana antes e após a desidratação osmótica utilizando o paquímetro. O cálculo foi realizado de acordo com a Equação 4.

$$\text{Encolhimento} = \left(1 - \frac{v}{v_0}\right) \times 100 \quad (4)$$

4.5.4 DUREZA

A dureza foi avaliada nas amostras de banana logo após passarem pelo processo da desidratação. A determinação da dureza foi feita usando um analisador de textura (Stable Micro Systems, TA-X2T, Surrey, Inglaterra), sendo expressa em Newton (N).

4.5.5 COR

O aparelho utilizado para fazer as medições de cor das bananas após passarem pelo processo de desidratação osmótica foi o colorímetro.

O parâmetro L^* indica a luminosidade (branco a preto), o parâmetro a^* representa o índice de saturação vermelha (vermelho a verde) e o parâmetro b^* indica o índice de saturação amarelo (amarelo a azul). A leitura foi realizada diretamente sobre a superfície de 5 fatias diferentes. A variação da cor das fatias desidratadas osmoticamente foi avaliada pelo parâmetro ΔE .

$$\Delta E = \sqrt{(L^* - L_0^*)^2 + (a^* - a_0^*)^2 + (b^* - b_0^*)^2} \quad (5)$$

4.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em cinco repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância, seguida do teste de Tukey. O teste de Dunnett foi utilizado para comparar a amostra controle (banana in natura) com cada tratamento individualmente. As análises estatísticas foram

realizadas ao nível de 5% de probabilidade de erro, com auxílio do software Statistica (StatSoft Inc., Tulsa, OK, USA).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 GANHO DE SÓLIDOS, PERDA DE ÁGUA E REDUÇÃO DE PESO

Podemos perceber que o ganho de sólido foi estatisticamente igual em todos os polióis. A perda de água teve uma diferença somente quando utilizada o xilitol.

Os valores experimentais encontrados para as análises de ganho de sólidos, perda de água e redução de peso soluções osmóticas estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Ganho de sólidos, perda de água e redução de peso das amostras desidratadas osmoticamente

Amostra	GS %	PA %	RP %
Sacarose	2,75±0,51 ^A	24,85±2,56 ^A	23,67±0,84 ^A
Maltitol	3,37±0,55 ^A	22,04±0,72 ^A	21,15±1,07 ^{AB}
Xilitol	3,33±1,33 ^A	18,18±2,32 ^B	17,54±2,01 ^B
Eritritol	3,04±0,81 ^A	24,62±2,39 ^A	24,08±3,68 ^A

PA: perda de água; GS: ganho de sólidos; RP: redução de peso.

Médias seguidas da mesma letra verticalmente não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). O sinal de mais (+) indica uma diferença significativa entre cada tratamento e a amostra fresca, pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$).

A massa molecular do agente osmótico está relacionada com a incorporação de sólidos no produto a ser desidratado. Polióis com baixo peso molecular acarretam maiores níveis de impregnação de sólidos na matriz do produto. No entanto, a entrada desses solutos diminui o gradiente de pressão osmótico entre o alimento e a solução, minimizando o fluxo de perda de água. Além disso, solutos de grande massa molecular são facilmente bloqueados na superfície do produto, aumentando a concentração osmótica nessa região obtendo uma desidratação mais intensa. Isto

também pode ser interpretado em razão da difusividade do soluto na banana, pois maiores difusividades ocasionam maiores ganhos de sólidos e menores índices de desidratação (CHAUHAN et al., 2011). Portanto, quanto menor o ganho de sólidos, melhor a preservação das características originais do alimento. A desidratação osmótica causou redução de peso nas amostras, entre 17,54% e 24,08% (Tabela 3). Isso é devido ao fato de o fluxo de perda de água ser maior que o fluxo de ganho de sólidos. A sacarose, maltitol e o eritritol resultaram em reduções de peso estatisticamente iguais.

5.2 TEOR DE UMIDADE E ATIVIDADE DE ÁGUA

Ao realizar a desidratação osmótica da banana da terra, verificou-se que a umidade foi igual estatisticamente em todos os poliois exceto para xilitol. Quanto a atividade de água sacarose e xilitol foram iguais.

Conforme apresentado na Tabela 4, as bananas in natura apresentaram conteúdo de umidade e atividade de água maiores que as bananas desidratadas osmoticamente.

Tabela 4 – Umidade e atividade de água das amostras in natura e desidratadas osmoticamente

Amostra	Umidade (%)	Atividade de água
In natura	72,90±0,38	0,953±0,006
Sacarose	62,94±3,15 ^{B+}	0,917±0,005 ^{A+}
Maltitol	64,50±0,63 ^{B+}	0,892±0,017 ^{B+}
Xilitol	66,34±1,84 ^{A+}	0,924±0,005 ^{A+}
Eritritol	63,59±0,51 ^{B+}	0,896±0,016 ^{B+}

Médias seguidas da mesma letra verticalmente não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). O sinal de mais (+) indica uma diferença significativa entre cada tratamento e a amostra fresca, pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$).

Na desidratação osmótica em consequência dos gradientes de concentração, ocorrem dois fluxos principais, em contracorrente: fluxo de água do alimento para a solução, e de soluto no sentido oposto, justificando assim a menor umidade e composição de água da banana desidratada osmoticamente com polióis em função da banana in natura (Mendonça; 2014).

5.3 ENCOLHIMENTO E DUREZA

O resultado do encolhimento foi igual em todos os polióis. Em relação a dureza o polioliol que se mostrou diferente foi a sacarose.

Os resultados de encolhimento e dureza para as fatias in natura e após o tratamento osmótico, estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Encolhimento e dureza das amostras in natura e desidratadas osmoticamente

Amostra	Encolhimento (%)	Dureza (N)
In natura	-	2,24±0,06
Sacarose	24,64±5,19 ^A	7,36±0,89 ^{A+}
Maltitol	24,14±3,49 ^A	3,12±0,36 ^B
Xilitol	26,83±1,13 ^A	2,64±0,84 ^B
Eritritol	25,09±1,17 ^A	3,83±1,64 ^B

Médias seguidas da mesma letra verticalmente não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). O sinal de mais (+) indica uma diferença significativa entre cada tratamento e a amostra in natura, pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$).

O fenômeno do encolhimento foi observado em todas as condições de processo estudadas, e possivelmente está relacionado com a deformação do produto e colapso da estrutura celular. (RAMALLO; 2012) argumenta que o encolhimento de materiais biológicos aumenta com o aumento do volume de água removida, uma vez que, quanto maior a quantidade de água removida do material, maior serão as tensões de contração originadas no interior do mesmo.

Avaliando a dureza, pôde-se verificar que as maiores forças encontradas foram nos frutos desidratados, com a variação entre $2,64 \pm 0,84$ a $7,36 \pm 0,89$.

A firmeza do material ocorre pela maior incorporação do açúcar no processo osmótico, o que pode ser uma condição importante e desejável no desenvolvimento de novos produtos prontos para consumo ou como ingrediente em bolos, sorvetes e iogurte, dentre outros (MIRANDA et al., 2015).

5.4 COR

Os parâmetros colorimétricos das bananas in natura e desidratadas osmoticamente são apresentados na Tabela 6.

O parâmetro L^* das bananas osmoticamente desidratadas apresentou-se menor estatisticamente em relação a banana in natura, indicando redução da luminosidade da banana com os processos osmóticos.

O parâmetro C^* indica a saturação de cor. Para todas as amostras desidratadas, o valor de C^* foi maior que o da banana in natura. Isso se deve a concentração da amostra devido aos fluxos de massa que ocorreram durante o processo.

Tabela 6 - Parâmetros colorimétricos das amostras in natura e desidratadas osmoticamente

Amostra	L^*	C^*	h°	ΔE
In natura	$77,22 \pm 0,21$	$43,26 \pm 0,78$	$84,52 \pm 0,11$	-
Sacarose	$68,80 \pm 0,60^{B+}$	$5189 \pm 1,01^{BC+}$	$78,03 \pm 0,08^{B+}$	$13,21 \pm 1,09^B$
Maltitol	$54,23 \pm 0,82^{C+}$	$61,44 \pm 3,79^{A+}$	$69,66 \pm 0,77^{C+}$	$32,29 \pm 2,61^A$
Xilitol	$68,28 \pm 0,20^{B+}$	$53,03 \pm 0,37^{B+}$	$77,67 \pm 0,01^{B+}$	$14,43 \pm 0,38^B$
Eritritol	$75,90 \pm 0,06^{A+}$	$48,43 \pm 0,22^{C+}$	$82,66 \pm 0,07^{A+}$	$5,55 \pm 0,17^C$

Médias seguidas da mesma letra verticalmente não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). O sinal de mais (+) indica uma diferença significativa entre cada tratamento e a amostra in natura, pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$).

O h° indica a tonalidade do material. Pode ser observado que as bananas desidratadas apresentaram menor h° que a banana in natura, indicando a redução da tonalidade amarela da amostra (Tabela 6).

De acordo com Pathare et al. (2013), a diferença perceptível na cor pode ser classificada como pequena diferença ($\Delta E < 1,5$), distinta ($1,5 < \Delta E < 3$) e muito distinta ($\Delta E > 3$). Conforme a Tabela 6, pode-se observar que as bananas desidratadas apresentaram cor muito distinta em relação a banana in natura. Entre os tratamentos, o uso do maltitol resultou na maior alteração de cor. Por outro lado, o emprego do xilitol resultou em menor variação de cor das amostras tratadas osmoticamente.

6 CONCLUSÃO

Em geral, o uso de agentes osmóticos alternativos à sacarose foi bem-sucedido. A fatia de banana desidratada osmoticamente em solução de xilitol apresentou uma menor perda de água em relação aos demais agentes osmóticos.

Em relação à atividade de água, o emprego de todos os agentes osmóticos resultou em menor atividade de água das amostras em relação à banana in natura.

O encolhimento foi observado em todas as fatias de banana desidratadas, sofrendo alterações por influência do teor de água final das amostras.

A dureza da banana da terra não diferiu entre a banana in natura e osmoticamente desidratada, exceto quando sacarose foi utilizada como agente osmótico, aumentando a dureza. Os parâmetros colorimétricos foram afetados durante o tratamento osmótico, resultando em diferença de cor em todas as amostras de banana desidratadas quando comparadas com a banana in natura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEPARÁ, V. M.; Pará tem destaque na produção de banana, a segunda fruta mais consumida no mundo; disponível em: [//agenciapara.com.br/noticia/25480/](http://agenciapara.com.br/noticia/25480/); atualizada em 01/03/2021.

ANDRADE, S. A. C.; GUERRA, T. M. B.; RIBEIRO, M. A.; GUERRA, N. B. Emprego de revestimentos comestíveis de alginato e pectina de baixa metoxilação em alimentos: Revisão. B.CEPPA, Curitiba, v. 26, p. 41-50, 2008.

AOAC. (2010). Official methods of analysis (18th ed.). AOAC Internacional Association of Official Analytical Chemists.

BELITZ, H. D.; GROSCH, W. Química de los alimentos. Zaragoza: Editorial Acribia S.A., 1988. 813 p.

BERNARDES, N.R.; TALMA, S.E.V, SAMPAIO, SH. NUNES, C.R., ALMEIDA, J.A.R., OLIVEIRA, D.B. (2011). Atividade antioxidante e fenóis totais de frutas de campos dos goytacazes RJ. *Biológicas e Saúde*, 1 (1).

BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S (Ed). O cultivo da bananeira - Cruz das Almas: mandioca e Fruticultura. 2004.

Caetano, P. K., Mariano-Nasser, F. A. D. C., Mendonça, V. Z. D., Furlaneto, K. A., Daiuto, E. R., Vieites, R. L. (2018). Physicochemical and sensory characteristics of sweet potato chips undergoing different cooking methods. *Food Science and Technology*, 38(3), 434-440.

CHAUHAN, O. P. et al. Effects of osmotic agents on colour, textural, structural, thermal, and sensory properties of apple slices. *International Journal of Food Properties*, Philadelphia, v. 14, n. 5, p. 1035-1048, 2011.

DHINGRA, D.; SINGH, J.; PATIL, R. T.; UPPAL, D. S. Osmotic dehydration of fruits and vegetables: a review. *Journal of Food Science and Technology*, v. 45, n. 3, p. 209-217, 2008.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Mamão Formosa desidratado incorporado de fruto oligossacarídeo, 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/153436/1/fo-der-mamao-desidratado-ElisethRonielli.pdf>. Acesso em: 09 de julho de 2021.

Farming Brasil, 2016. Disponível em: <https://sfagro.uol.com.br/banana/>. Acesso em: 11 de julho de 2021.

FDA – FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. Code of Federal Regulations. Title 21, v. 2. Revisado em 1 abril 2017. Disponível em: Gänzle, M. G. 2015. Lactic metabolism revisited: Metabolism of lactic acid bacteria in food fermentations and food spoilage. *Current Opinion in Food Science* 2:106–17. Acesso em: 21 julho 2021.

GARCÍA-PATERNINA, M.; ALVIS-BERMUDEZ, A.; GARCIA-MOGOLLON, C. A. Evaluation of the Osmotic Dehydration Pretreatment and Microwave in the Obtaining of Flakes of Mango (Tommy Atkins). *Información tecnológica*, v. 26, n. 5, p. 63-70, 2015.

GOMES, M. A produção brasileira de banana atinge R \$14 bilhões por ano. *Correio Braziliense*, 23 de outubro de 2017. *Economia–Correio Braziliense*. Disponível em: <https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/economia/2017/10/23/internas/economia,635500/produção-brasileira-de-banana-atinge-r-14-bilhões-por-.shtml>. Acesso Em: 09 julho 2021.

GOMES, A. T.; CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. Desidratação osmótica: uma tecnologia de baixo custo para o desenvolvimento da agricultura família. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, v.3, n.3, p.212-226, 2007.

GONÇALVES, E. C. B. A. *Análise de alimentos: uma visão química da nutrição*. 2. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2006. 274 p.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes. IBGE. Rio de Janeiro, p. 1-101, v. 39. 2012.

JACOB, Jissy K.; GOPINADHAN Paliyathb. Infusion of fruits with nutraceuticals and health regulatory components for enhanced functionality. Food Research International, v. 45, p. 93-102, 2012.

Jeske, S., E. Zannini, K. M. Lynch, A. Coffey, and E. K. Arendt. 2018. Polyol-producing lactic acid bacteria isolated from sourdough and their application to reduce sugar in a quinoa-based milk substitute. International Journal of Food Microbiology 286:31–6.

LANDIM, Ana Paula Miguel. Desidratação osmótica de banana utilizando soluções de fruto-oligossacarídeos e xarope de milho em diferentes temperaturas. 2016. 97 p. Orientadora: Maria Ivone Martins Jacintho Barbosa. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2016

LECH, Krzysztof; Figiel, Adam. Influence of osmodehydration combined drying method on the bioactive potential of sour cherry fruits. Food and Bioprocess Technology, v. 8, p. 824-36, 2014.

LEHNINGER, A. L., NELSON, D. L.; COX, M. M. Principles of biochemistry. 4. ed. New York: Worth Publishers, 2006.

LOPES, C. G.; NAKAMURA, C. V.; DIAS FILHO, B. P.; MELO, J. C. P. (2003) Estudo físico-químico, químico e biológico de extrato das cascas de Stryphnodendron polyphyllum mart.(leguminosae). Revista Brasileira de Farmacognosia, 13(2).

MAIA, G. A.; SOUZA, P. H. M.; LIMA, A. S.; CARVALHO, J. M.; FIGUEREDO, R. W. (2009) Processamento de frutas tropicais; nutrição, produtos e controle de qualidade. 1 ed., Fortaleza: Edições UFC.

MENDONÇA, K. S. DE. Otimização Da Desidratação Osmótica De Yacon Assistida Por Ultrassom. LAVRAS - MG: Universidade Federal de Lavras, 2014.

MONTEIRO R. L.; CARCIOFI B. A. M.; LAURINDO J. B. A microwave multi-flash drying process for producing crispy bananas. *Journal of Food Engineering*, v. 178, 2016.

Meng, Q., T. Zhang, W. Wei, W. Mu, and M. Miao. 2017. Production of mannitol from a high concentration of glucose por *Candida parapsilosis* SK26.001. *Applied Biochemistry and Biotechnology* 181 (1):391–406. doi: Crossref. Van Der Meulen, R., I. Scheirlinck, A. Van Schoor, G. Huys, M. Vancanneyt, P. Vandamme, and L. De Vuyst. 200.

O'Donnell, K., and M. W. Kearsley. 2012. Sweeteners and sugar alternatives in food technology. *Sweeteners and Sugar Alternatives in Food Technology*.

Oliveira, D. S, Leite, N. D. Santos, P. A., Egea, M. B. (2018). Propriedades químicas e físicas. *Segurança Alimentar e Nutricional*, 25(1), 65-75.

OPPELT, S. A. et al. Aldolase-B Knockout in Mice Phenocopies Hereditary Fructose Intolerance in Humans. *Molecular Genetics and Metabolism*. 2015. v. 114, issue 3, pág. 445-450. 2015. Disponível em: Acesso em: 23 julho 2021.

PHISUT, N. MiniReview: Factors affecting mass transfer during osmotic dehydration of fruits. *International Food Research Journal*, v.19, n.1, p.7-18, 2012.

PONTING, J. D.; WATTERS, R. R.; JACKSON, R.; STANLEY, W. L. (1966). Osmotic dehydration of fruits. *Food Technology*, v.20, n.10, p.1365-1368.

PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA & PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS - PBMH & PIF. Normas de Classificação de Banana. São Paulo: CEAGESP, 2006. Documentos, 29.

Ramallo, L. A., Mascheroni, R. H. (2012). Quality evaluation of pineapple fruit during the drying process. *Food and bioproducts processing*. 90:275–283.

REINHARDT, D. H. Cultivo De Plátanos (Bananeiras Tipo Terra). Embrapa Mandioca e Fruticultura, [s. l.], 2016. Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemaasdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaold=8701&p_r_p_-996514994_topicold=9901. Acesso em: 10 julho 2021.

Sahin, A. W., C. Axel, E. Zannini, and E. K. Arendt. 2018. Xylitol, mannitol and maltitol as potential sucrose replacers in burger buns. *Food & Function* 9 (4):2201–12.

SALINAS, R. D. Alimentos e nutrição: introdução à bromatologia. 3 eds. Porto Alegre: Artmed, 2002. 278 p.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Conheça o mercado da bananicultura, 2016. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/conheca-o-mercado-da-bananicultura,187b9e665b182410VgnVCM100000272010ARCRD>. Acesso em: 09 de julho de 2021.

SERAVALLI, E. A. G. Química de alimentos. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2007. 184 p.

SIDDIKEE, M. A.; CHAUHAN, O. S.; TONGMIN, S. A. Regulation of ethylene biosynthesis under salt stress in Red Pepper (*Capsicum annuum* L.) by 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) deaminase producing halotolerant bacteria. *Plant Growth Regulation* v.10, p.1-8, 2011.

SILVA NETO, H. C. et al. Modelagem matemática dos grãos de urucum. Revista Agrotecnologia, v. 9, n. 1, p. 34-45, 2018.

Silva, W. P.; Silva, C. M. D. P. S.; Gama, F. J. A.; Gomes, J. P. (2014). Mathematical models to describe thin-layer drying and to determine drying rate of whole bananas. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 13, 67-74.

SINGH, B.; KUMAR, A.; GUPTA, A.K. Study of mass transfer kinetics and effective diffusivity during osmotic dehydration on carrot cubes. Journal of Food Engineering, Oxford, v.79, n.3, p. 471- 480, 2007.

STRINI, S. Banana é uma fruta versátil de alto consumo populacional.100% CAIPIRA®, v.5, n.46, p. 8-13, 2017.

TACO, NEPA. Tabela brasileira de composição de alimentos. Revista Ampliada NEPA, 2011.

ZANIN, TATIANA; (2021) Benefícios da banana para a saúde do consumidor.