

Chips de *Dioscorea bulbifera*: uma alternativa inovadora para o beneficiamento tecnológico de plantas alimentícias não convencionais da Amazônia

Chips of *Dioscorea bulbifera*: an innovative alternative for the technological processing of non-conventional food plants from Amazon

Chips de *Dioscorea bulbifera*: una alternativa innovadora para el beneficio tecnológico de plantas alimenticias no convencionales en la Amazonía

Recebido: 09/11/2021 | Revisado: 13/11/2021 | Aceito: 16/11/2021 | Publicado: 23/11/2021

Alexandra Galvao Maia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0271-9337>
Universidade Nilton Lins, Brasil
E-mail: alexandragalvao88@gmail.com

Nádia Gomes Mendes Melo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5241-5051>
Universidade Nilton Lins, Brasil
E-mail: nadya.mello@gmail.com

Larissa Oliveira Dantas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0733-4981>
Universidade Nilton Lins, Brasil
E-mail: larissadantas2630@gmail.com

Ruth Pimentel de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9027-1928>
Universidade Nilton Lins, Brasil
E-mail: ruth.p.s1338@gmail.com

Matheus Nunes Moreno

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3619-0294>
Universidade Nilton Lins, Brasil
E-mail: matheusnunes34@gmail.com

Nély Mara Vinhote Marinho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0822-2364>
Randox Science Park, United Kingdom
E-mail: nmsvinhote@gmail.com

Salomão Rocha Martim

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0789-2411>
Universidade Nilton Lins, Brazil
E-mail: salomao.martim@uniltonlins.edu.br

Resumo

Entre os tubérculos disponíveis na Amazonia, *Dioscorea bulbifera* tem se destacado por ser fonte de nutrientes benéficos à saúde humana. Entretanto, essa espécie não é explorada economicamente e há poucos registros reportando o aproveitamento tecnológico para a elaboração de produtos alimentícios. O objetivo desse trabalho foi elaborar chips de *D. bulbifera* por diferentes métodos de processamento térmico. Os tubérculos foram colhidos em estabelecimento domiciliar localizado na zona leste da cidade de Manaus-AM. Para elaboração dos chips, os tubérculos foram fatiados com auxílio de faca inoxidável em tamanhos de 2 mm de espessura e submetidos aos processos de assamento em forno a 180 °C, por 30 minutos e fritura em óleo de soja, a 180 °C por 2 minutos. Nos chips foram determinadas a composição centesimal (umidade, cinzas, lipídios, fibras, proteínas, carboidratos e valor calórico), características físico-químicas (pH e acidez) e a qualidade microbiológica (*Escherichia coli* e *Salmonella* sp.). O processamento influenciou na composição nutricional e nas propriedades físico-químicas dos chips. Valores significativos de umidade (26,47%), cinzas (2,23%) e proteínas (4,12%) foram verificados nos chips assados. Nas amostras fritas foram determinados teores expressivos de lipídios (3,47%), fibras (5,01%), carboidratos (81,25%) e valor energético (371,26 kcal/100g). Os valores de acidez das amostras assadas e fritas foram de 0,25% e 0,27%, respectivamente. Não houve diferença entre os valores de pH dos chips. Não foi verificado crescimento de *E. coli* e a presença de *Salmonella* sp. nas amostras. *Dioscorea bulbifera* da Amazônia constitui uma fonte alternativa e inovadora para a produção de chips.

Palavras-chave: Floresta amazônica; Fritura; Inhame; Secagem; Tubérculo.

Abstract

Among the tubers available in the Amazon, *Dioscorea bulbifera* has stood out as a source of nutrients beneficial for human health. However, this species is not economically exploited and there are few records reporting the technological utilization for the elaboration of food products. The objective of this work was to elaborate *D. bulbifera* chips by different thermal processing methods. The tubers were harvested in a household establishment located in the east zone of the city of Manaus-AM. To prepare the chips, the tubers were sliced with the help of a stainless knife in sizes of 2 mm thick and submitted to baking in an oven at 180 °C for 30 minutes and frying in soybean oil at 180 °C for 2 minutes. In the chips were determined the centesimal composition (moisture, ashes, lipids, fibers, proteins, carbohydrates and caloric value), physicochemical characteristics (pH and acidity) and microbiological quality (*Escherichia coli* and *Salmonella* sp.). Processing influenced the nutritional composition and physicochemical properties of the chips. Significant values of moisture (26.47%), ash (2.23%) and protein (4.12%) were verified in the baked chips. Fried samples had significant contents of lipids (3.47%), fibers (5.01%), carbohydrates (81.25%) and energetic value (371.26 kcal/100 g). The acidity values of the baked and fried samples were 0.25% and 0.27%, respectively. There was no difference between the pH values of the chips. *E. coli* growth and the presence of *Salmonella* sp. were not observed in the samples. *Dioscorea bulbifera* from the Amazon constitutes an alternative and innovative source for chip production.

Keywords: Amazon forest; Frying; Yam; Drying; Tuber.

Resumen

Entre los tubérculos disponibles en Amazonía *Dioscorea bulbifera* se ha destacado por ser una fuente de nutrientes beneficiosos para la salud humana. Sin embargo, esta especie no se explota económicamente y hay pocos registros que reporten el uso tecnológico para la preparación de productos alimenticios. El objetivo de este trabajo fue elaborar chips de *D. bulbifera* mediante distintos métodos de procesamiento térmico. Los tubérculos se cosecharon en una casa ubicada en la zona leste de la ciudad de Manaus-AM. Para la elaboración de los chips, los tubérculos se cortaron con la ayuda de un cuchillo de acero inoxidable en tamaños de 2 mm de espesor y se sometieron a horneado en un horno a 180 ° C durante 30 minutos y se frieron en aceite de soja a 180 ° C durante 2 minutos. En los chips, han sido determinados la composición centesimal (humedad, cenizas, lípidos, fibra, proteínas, carbohidratos y valor nutricional), características físico-químicas (pH y acidez) y la calidad microbiológica (*Escherichia coli* y *Salmonella* sp.). El procesamiento ha influenciado la composición nutricional y las propiedades físico-químicas de los chips. Valores significativos de humedad (26,47%), cenizas (2,23%) y proteínas (4,12%) han sido verificados en chips horneados. En las muestras fritas han sido determinados contenidos expresivos de lípidos (3,47%), fibras (5,01%), carbohidratos (81,25%) y valor energético (371,26 kcal/100g). Los valores de acidez de las muestras horneadas y fritas fueron de 0,25% e 0,27%, respectivamente. No hubo diferencia entre los valores de pH de los chips. No ha sido verificado crecimiento de *E. coli* y la presencia de *Salmonella* sp. en las muestras. *Dioscorea bulbifera* de la amazonía constituye una fuente alternativa y innovadora para la producción de los chips.

Palabras clave: Selva amazónica; Fritura; Ñame; El secado; Tubérculo.

1. Introdução

A região amazônica é fonte de uma imensa biodiversidade de plantas com potencial alimentar (Machado & Kinupp, 2020). Muitos desses produtos de origem vegetal, ainda são inexplorados economicamente porque não estão inclusos no mercado industrial, condição que contribui para ausência de informações relacionadas às características físico-químicas, nutricionais, microbiológicas e aproveitamento biotecnológico (Oliveira *et al.*, 2016; Jesus *et al.*, 2020).

Entre os vegetais, as plantas alimentícias não convencionais (PANCs) vêm ganhando destaque nos últimos anos (Casemiro & Vendramini, 2020). As PANCs são plantas que não fazem parte do cotidiano alimentar ou que não estão inseridas no sistema de produção da agricultura industrial. Entretanto, possuem partes comestíveis (raízes, tubérculos, bulbos, rizomas, folhas, frutos, sementes) consideradas essenciais para a promoção de uma alimentação saudável e com elevado valor nutricional (Tuler, 2019).

O gênero *Dioscorea* vêm sendo amplamente utilizado no setor alimentício em países de região de clima tropical (Ferreira *et al.*, 2020). Dados da literatura científica indicam que a farinha e o amido obtidos de espécies de *Dioscorea* apresentam características tecnológicas adequadas para uso na fabricação de produtos de panificação e constituem uma alternativa inovadora para substituir a farinha de trigo na indústria de alimentos (Costa *et al.*, 2019).

Dioscorea bulbifera é uma PANC conhecida popularmente como cará do ar, cará de sapateiro e cará de rama (Shinohara *et al.*, 2019). É um vegetal herbáceo, de característica trepadeira, apresenta tubérculos basais e aéreos que se originam do seu caule (Monteiro & Martinez, 2016). *Dioscorea bulbifera* possui quantitativos significativos de tiamina, vitaminas A e C, carboidratos, minerais e fibras, características nutricionais que qualificam o cará moela como um alimento vantajoso quando comparado a outros tubérculos (Ojinnaka *et al.*, 2016; Silva *et al.*, 2020).

Citações da literatura científica indicam que *D. bulbifera* pode ser consumida após cocção em água e sal ou na forma de preparações alimentícias como sopas, saladas e purês (Monteiro & Martinez, 2016). A ingestão desse tubérculo pode trazer benefícios à saúde humana, incluindo proteção contra o desenvolvimento de câncer, osteoporose, nefrite, asma, diabetes, além de doenças cardiovasculares (Kayode *et al.*, 2017).

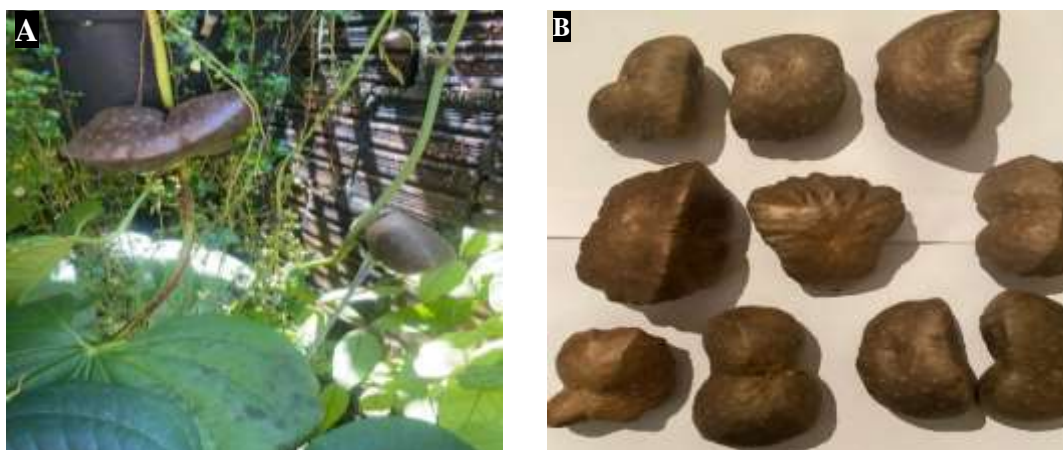
A mudança de estilo de vida e ritmo de trabalho das pessoas incentiva a busca por alimentos de consumo rápido e prático (Salomão *et al.*, 2017). A produção de chips constitui um mercado em expansão, pois esses alimentos são obtidos a partir de tecnologias simples, a baixo custo. Chips de batata (*Solanum tuberosum* L.) e mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) já vem sendo comercializados no Brasil (Caetano *et al.*, 2018). Entretanto, há poucos estudos reportando o aproveitamento tecnológico de *D. bulbifera* disponíveis na região Amazônica. Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo elaborar chips de *D. bulbifera* obtidos por diferentes métodos de processamento.

2. Metodologia

2.1 Obtenção e tratamento da matéria-prima

Os tubérculos de *D. bulbifera* (Figura 1) foram colhidos em estabelecimento domiciliar localizado na zona leste da cidade de Manaus-AM, Bairro Alfredo Nascimento (3,01521°S,59,95448°O). As amostras foram conduzidas ao laboratório de Análise de Alimentos da Universidade Nilton Lins, onde foram sanitizadas em solução de hipoclorito 2% (v/v) por 15 minutos. Em seguida, mantidas em água corrente para retirada do excesso de reagente (Silva *et al.*, 2019).

Figura 1. Tubérculos aéreos de *Dioscorea bulbifera*.



A- Tubérculos aéreos, em cultivo domiciliar. **B-** Tubérculos após coleta.

Fonte: Autores (2021).

2.2 Elaboração dos chips de *D. bulbifera*

Para elaboração dos chips, um quantitativo de 1,5 kg de tubérculos foi fatiado com auxílio de faca inoxidável em tamanhos de 2 mm de espessura, temperado com 3g de sal e mantidos em papel absorvente para retirar o excesso de umidade. Em seguida, essas amostras foram submetidas a dois processos distintos e não consecutivos, a fritura em óleo e o assamento em forno, conforme as metodologias descritas por Caetano *et al.* (2018) e Brito *et al.* (2021)

No processo de fritura em óleo foi utilizado 1L de óleo de soja previamente aquecido a 180 °C. As amostras foram mantidas em aquecimento por 2 minutos e, após este período, foram colocadas em papel absorvente para a retirada do excesso de óleo e esfriamento dos chips.

Na elaboração dos chips por assamento foi usado forno doméstico pré-aquecido a 180 °C. Esses produtos alimentícios foram colocados em bandejas individuais, sem sobreposição de fatias e mantidos em aquecimento por 25 minutos. Em seguida, as amostras foram mantidas em papel absorvente para esfriamento das amostras.

Após esfriamento, tanto os chips fritos como os assados, foram acondicionados em frascos de vidro com tampa rosqueável e submetidos às análises físico-químicas e microbiológicas.

2.3 Análises físico-químicas

O pH foi avaliado através do método potenciométrico, utilizando equipamento (PHTEK- modelo PHS-3B[®]) previamente calibrado de acordo com as recomendações do fabricante. A acidez titulável, expressa em % de ácido cítrico por 100g de produto, foi determinada por volumetria potenciométrica (IAL, 2008).

2.4 Composição centesimal

A umidade foi determinada por gravimetria a 105 °C em estufa com circulação de ar até massa constante (Brasil, 2005). O teor de cinzas foi estimado pela incineração da amostra em forno mufla a 550 °C (AOAC, 2000). O teor de lipídios foi determinado em extrator Soxhlet utilizando-se éter etílico como solvente, por 6 horas (IAL, 2008). As proteínas foram quantificadas de acordo com o método de Kjeldahl, utilizando fator de conversão de 6,25 (AOAC, 2000). O teor de fibra alimentar foi determinado pelo método de Henneberg que consistiu de uma etapa de digestão ácida e outra básica (IAL, 2008). Os carboidratos foram calculados por diferença [100 – a soma do conteúdo de umidade, cinzas, lipídios e proteínas), conforme Taco-Unicamp (2006). O valor calórico foi determinado utilizando o fator Atwater, que considera 4 Kcal/g de carboidratos e proteínas e 9 Kcal/g para os lipídeos (Brasil, 2003).

2.5 Análises microbiológicas

A qualidade microbiológica dos chips foi avaliada de acordo com as exigências da Resolução RDC nº 331, de 23 de dezembro de 2019 que preconiza os padrões microbiológicos para produtos derivados de tubérculos fritos ou assados com ou sem a adição de outros ingredientes. Neste contexto, foram realizadas as contagens de *Escherichia coli* e avaliação da presença de *Salmonella* sp., seguindo as metodologias descritas por Silva et al. (2010).

Para a contagem de *E. coli*, um quantitativo de 25 g de chips foi homogeneizado em 225 mL de água peptonada 0,1% (p/v), correspondendo à diluição 10⁻¹. Diluições decimais 10⁻² e 10⁻³ foram preparadas com o mesmo diluente. Alíquotas de 1 mL de cada diluição foram inoculadas em três tubos com Caldo Lauril Sulfato contendo tubos de Durhan invertidos, seguido de incubação a 35 °C por 24 a 48 horas. Após este período, dos tubos com indicação de contaminação (turvos e com produção de gás), foi transferida uma alçada para tubos contendo caldo *E. coli* (EC), incubados a 45 °C, por 24 horas. Para contagem de *E. coli*, uma alçada dos tubos de E.C. com gás foi repicada na superfície de placas de Petri contendo Ágar Eosina Azul de Metileno (EMB) e incubadas a 35 °C, por 24 h.

Para avaliação da presença de *Salmonella* sp. foi realizado o pré-enriquecimento, homogeneizando-se 25 g dos chips em 225 mL de caldo de pré-enriquecimento que foi incubado a 35 °C por 24 horas. Em seguida, foi realizado o enriquecimento em caldos seletivos, inoculando-se 1 mL do pré-enriquecimento em tubos com 10 mL dos caldos Selenito-Cistina e 0,1 mL no caldo Rappaport, incubados a 35 °C (24 horas) e 42 °C (24 horas), respectivamente, em banho-maria. Após incubação, foi

realizado o plaqueamento seletivo diferencial em placas contendo ágar Hektoen-Enteric (HE), ágar Xilose Lisina Desoxicolato (XLD), ágar Bismuto Sulfito (BS), incubadas a 35 °C por 24 horas.

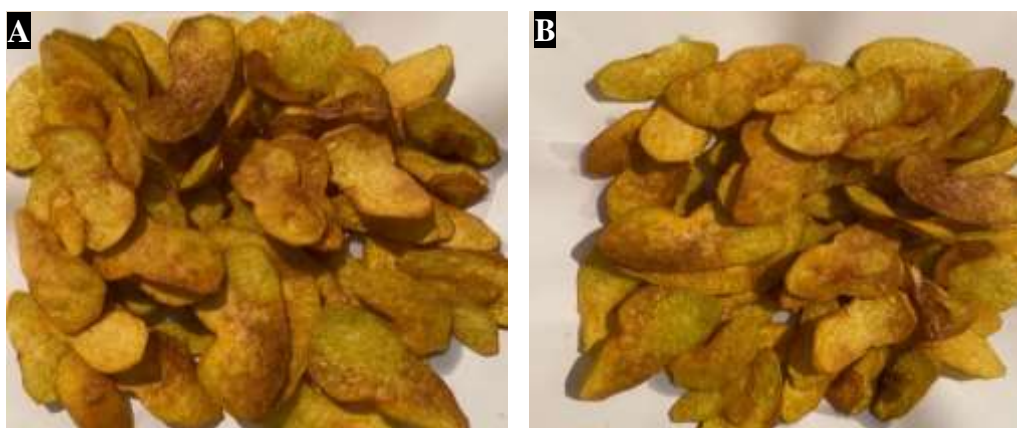
2.6 Análise estatística

Os dados obtidos em todos os experimentos, em triplicata, foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) utilizando programa Minitab, versão 18.0 (MINITAB, 2017).

3. Resultados e Discussão

No presente estudo foi observado que *D. bulbifera* disponível na Amazônia brasileira tem potencial para a elaboração de chips utilizando os processamentos por assamento em forno e fritura em óleo, conforme demonstrando na Figura 2. Dados da literatura também demonstraram que espécies de *Dioscorea* podem ser utilizadas na produção de chips: *Dioscorea rotundata* (Omojasola & Sanu, 2013), *D. bulbifera* (Mahilang *et al.*, 2018) e *Dioscorea esculenta* (Hilman, Harmayani & Cahyanto, 2018).

Figura 2 - Chips de *D. bulbifera* obtidos por diferentes processamentos.



A- Chips obtidos por assamento em forno; **B**- Chips obtidos por fritura em óleo.
Fonte: Autores (2021).

3.1 Composição Centesimal

A tabela 1 demonstra os resultados da composição centesimal dos chips de *D. bulbifera*. Nas condições avaliadas as amostras submetidas ao processo de assamento apresentaram conteúdo de umidade 79,87% superior quando comparado aos chips fritos. Mahilang *et al.* (2018) relataram umidade de 49,70% em chips formulados com *D. bulbifera*, resultado diferente ao encontrado no presente estudo. Caetano *et al.* (2018) verificaram valores de 7% e 8% de umidade em chips de batata doce obtidos por assamento e fritura, respectivamente. Brito *et al.* (2021) determinaram umidade de 8,0 a 10% para chips de batata jicama (*Pachyrhizus erosus*) elaborados por desidratação e secagem. Grizotto (2005) citou que o conteúdo de umidade de chips pode variar de acordo com o cultivar do tubérculo, o que influencia nas características sensoriais como cor, sabor e textura. Zambrano *et al.* (2019) relataram que níveis elevados de umidade em alimentos desidratados favorecem a deterioração e proliferação microbiana, causando redução da vida útil do produto.

Tabela 1 - Caracterização da composição centesimal dos chips de *D. bulbifera* (Média ± DP).

Análise centesimal	Chips assado	Chips frito
Umidade (%)	26,47 ± 1,46 ^a	3,32 ± 0,13 ^b
Cinzas (%)	2,23 ± 0,02 ^a	1,85 ± 0,13 ^b
Lipídios (%)	0,38 ± 0,04 ^b	3,47 ± 0,11 ^a
Proteínas (%)	4,12 ± 0,00 ^a	3,75 ± 0,01 ^b
Fibras (%)	0,56 ± 0,00 ^b	5,01 ± 0,09 ^a
Carboidratos (%)	66,21 ± 1,49 ^b	81,25 ± 1,19 ^a
Valor energético (kcal/100g)	284,84 ± 5,68 ^b	371,26 ± 4,89 ^a

Médias seguidas das mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\rho < 0,05$).

Fonte: Autores (2021).

Em relação ao teor de cinzas, os valores determinados foram de 2,23% e 1,85% para os chips fritos e assados, respectivamente, resultados superiores aos reportados para os chips industrializados de *D. rotundata* (Omojasola & Sanu, 2013). Silva (2019) verificou conteúdo de 2,41% em chips de *Dioscorea* obtido por secagem em estufa. Bessa et al. (2016) teor de 2,40% nos chips de *Arracacia xanthorrhiza* Bancroft. De acordo com Yaseen et al. (2020) os alimentos obtidos por fritura possuem maior conteúdo de cinzas devido ao tipo de lipídio e a temperatura utilizados nesse processamento, além do conteúdo de umidade dos tubérculos.

Em relação aos lipídios, no chip frito foi constatado teor significativo de lipídios (3,47%) quando comparado ao produto alimentício assado (0,39%). Sato et al. (2017), Ozcan et al. (2020) e Bovi et al. (2019) determinaram valores de 6,75%, 3,65% e 2,1%, em chips de *I. batatas*, *Lupinus albus* L e *Beta vulgaris*, respectivamente. A diferença entre o conteúdo de lipídios dos chips de *D. bulbifera* em relação a outros produtos semelhantes descritos na literatura científica pode ter relação com o tempo de fritura, o método de processamento, além das características físico-químicas do meio de fritura e das matérias primas (Rogério, Leonel & Oliveira, 2005).

O conteúdo de proteínas dos chips formulados no presente estudo foi de 3,75 e 4,12% para as amostras fritas e assadas, respectivamente. Estes resultados são similares aos determinados por Omohimi et al. (2018) ao analisarem a composição centesimal de chips de *Dioscorea* spp. Soibam, Singh e Mitra (2017) determinaram teores de 1,23% de proteínas em chips de *D. rotundata* cv. I-212 desidratados. Mapiemfu-Lamare et al. (2018) constataram conteúdo de 1,13% em chips de *Manihot esculenta* Crantz. A diferença nos valores de proteínas entre os chips de *D. bulbifera* pode ser atribuída às condições distintas de processamento utilizadas durante as formulações das amostras.

Nas condições avaliadas foi verificada diferença significativas no teor de fibra dos chips formulados. Os chips de *D. bulbifera* fritos demonstraram valores superiores aos reportados Osiriphun et al. (2018) que reportaram valores de fibra bruta de chips de batata 1,39% obtido por processo de fritura. Borges et al. (2013) e Pinto et al. (2015) relataram quantitativo de 1,79% e 0,83% para chips de *A. xanthorrhiza* Bancroft e snack de milho extrusado, respectivamente. Gomez et al. (2007) citaram que o consumo de fibras é importante porque esses carboidratos atuam na proteção contra doenças cardiovasculares, diverticulose, constipação, cólon irritável, câncer de cólon e diabetes.

O conteúdo de carboidratos dos chips de *D. bulbifera* assados foram semelhantes aos reportados por Djeri et al. (2015) e Campos e Calliari (2016) que elaboraram *snacks* de *Dioscorea cayenensis* e *Ipomoea batatas*, respectivamente, pelo método de secagem em forno. Porém, a tabela de composição de alimentos (Taco, 2011) descreve valor de 51,2% para batata chips industrializados.

O valor calórico dos chips oscilou de 284,84 kcal/100 g para chips assado, e 371,26 Kcal/100 g para os chips frito. Ali et al. (2019) na formulação de chips usando farinha de batata, ervilha e tremoço relataram valor energético variando de 346,29 e 319,52 Kcal/100g.

Os chips de *Dioscorea* apresentaram características nutricionais que os qualificam para consumo humano e produção em larga escala. O baixo conteúdo de umidade indica que esses produtos são pouco susceptíveis à contaminação microbiana, característica essencial para a sua preservação e tempo de armazenamento (Okello *et al.*, 2018). O chips assado é fonte de proteínas e minerais, nutrientes essenciais para a manutenção das funções vitais e funcionamento do corpo humano. Além disso, possuem baixo teor de lipídios e valor energético, características que indicam esse alimento para o consumo por indivíduos que mantêm dietas de restrição calórica. O chips frito é fonte de fibra alimentar, nutriente que auxilia na manutenção da saúde humana (Jansen, *et al.*, 2017; Moraes *et al.*, 2020).

3.2 Caracterização físico-química

A Tabela 2 demonstra os resultados das análises físico-químicas dos chips de *D. bulbifera*. Nas condições avaliadas, não houve diferença significativa entre o conteúdo de acidez dos chips de *D. bulbifera*. Grizotto e Menezes (2003) verificaram valor de acidez titulável 93% superior nos chips de *A. xanthorrhiza Bancroft*. Pessoa et al. (2017) determinaram teor de 0,55% de acidez em palitos fritos de *Dioscorea* sp. Silva et al. (2018) obtiveram 0,71% de acidez para chips de *I. batatas* L.

Tabela 2 - Resultados das análises físico-químicas dos chips de *D. bulbifera* (Média ± Desvio padrão).

Análise físico-química	Chips assado	Chips frito
Acidez em ácido cítrico (%)	0,25 ± 0,30 ^a	0,27 ± 0,29 ^a
pH	7,00 ± 0,03 ^a	7,02 ± 0,01 ^a

Médias seguidas das mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).
Fonte: Autores (2021).

Conforme mostra a Tabela 2, o pH das amostras apresentaram média de 7.01, resultado superior em 6,56% aos determinados em chips de *D. esculenta* elaborados por secagem, conforme citado por Hilman, Harmayani e Cahyanto (2018). Pessoa et al. (2017) determinaram pH de 6,33 em palitos fritos de *Dioscorea* sp. Santos e Souza (2020) encontraram média de pH 5,89% em chips de *Musa* spp. De acordo com Henrique, Ferreira e Nunes (2017), o pH influencia no desenvolvimento de microrganismos, na atividade enzimática e nas propriedades organolépticas de produtos alimentícios.

As características de acidez e pH de um alimento influenciam nas características sensoriais de produtos alimentícios. A acidez titulável consiste em um valor aproximado da acidez total de uma amostra, pois não determina todos os ácidos, apenas mede os íons de hidrogênio ligados e livres em solução. Em determinados valores de pH, ocorre o aumento na intensidade do sabor azedo devido ao incremento da acidez (Silva *et al.*, 2021). Neste sentido, os chips de *Dioscorea*, que possuem baixos teores de acidez titulável e de pH, teriam boa aceitação sensorial, condição que poderia incentivar a produção desses alimentos em larga escala.

3.3 Análise microbiológica

Na avaliação da qualidade microbiológica dos chips de *D. bulbifera* não foi evidenciado crescimento de *E. coli* e *Salmonella* sp. Resultado similar foi reportado por Silva et al. (2021) que não verificaram a presença de *Salmonella* sp. em chips de banana adicionados de fios de chocolate. Entretanto, Omojasola e Sanu (2013) observaram crescimento de *E. coli* em chips de *D. rotundata* vendidos em Ilorin, Nigéria. Ahmed et al. (2020) verificaram contagens de 2×10^4 UFC/g e 7×10^4 UFC/g para *E. coli* e *Salmonella* spp., respectivamente, em chips de batata comercializados na cidade de Dhaka, Bangladesh. Os

resultados do presente estudo demonstram que os chips de *D. bulbifera* foram elaborados de acordo com a boas práticas de fabricação de alimentos e são considerados seguros para consumo humano.

4. Conclusão

Dioscorea bulbifera da Amazônia tem potencial como matéria prima para a produção de chips assados em forno e fritos em óleo. O método de processamento influencia nas características nutricionais e físico-químicas dos produtos que apresentam qualidade microbiológica adequada ao consumo humano. Sugere-se a realização de estudos de avaliação sensorial dos chips de formulados com *D. bulbifera*. Novos estudos são necessários para indicar o uso de *D. bulbifera* na formulação de outros produtos alimentícios inovadores, como forma de valorizar esse tubérculo e incentivar o desenvolvimento de pesquisas que demonstrem a potencialidade tecnológica de outras plantas alimentícias não convencionais encontradas na região amazônica, visando ao incremento da economia regional.

Referências

- Ahmed, T.; Akter, S., A., Dipu, M. R. & Islam, T. (2020). Microbiological quality analysis of different types of popular dried food items. *Food Research*, 4(4), 1297-1302.
- Ali, M., Mousa, E. A. M., Hassan, N. A. A (2019). Production of healthy chips ready to eat using potato, green pea and lupine flour for malnourished children. *International Journal of Food Science and Biotechnology*, 4, 26-34.
- AOAC (2000) Official Methods of Analysis. 17ª Edição, The Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, EUA. Métodos 925,10, 65,17, 974,24, 992,16.
- Bessa, L. A. S., Jardim, F. B. B., Dias, L. C. F. C. & Costa, L. L. (2016). Avaliação físico-química e sensorial de chips de mandioca-salsa. *Revista Raízes e Amidos Tropicais*, 12(1) 83-95.
- Borges, J., De Paula, C. & Pirozi, M. Composição físico-química, qualidade física e sensorial de chips de mandioca-salsa. *Revista Ingeniería e Innovación*, 1(2) 59-69.
- Bovi, D. C. M. L., Correia, A. F. K., Gutierrez, E. M.R., Bovi, V. M. L. & Harder, M. N. C. (2019). Determinação dos teores de betalaína e composição centesimal de beterraba in natura e tipo chips. *Brazilian Journal of Food Research*, 10(2) 80-92.
- Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF.
- Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instituto Adolfo Lutz. (2005). Métodos Físicos e Químicos para Análise de Alimentos. 4. ed. Brasília.
- Brito, C. M., Boitrago, W. J., Almeida, E. S., Melo, C. M. T. & Queiroz, C. R. A. A. Extensão Rural: práticas e pesquisas para o fortalecimento da agricultura familiar - Elaboração e caracterização de Chips de batata jicama (*Pachyrhizus erosus*). (2021). (Vol. 1, cap. 21, p. 282 – 297) Editora Científica.
- Caetano, P. K., Mariano-Nasser, F. A. C., Mendonça, V. Z., Furlaneto, K. A., Daiuto, E. G., Vieites, R. L. (2018). Physicochemical and sensory characteristics of sweet potato chips undergoing different cooking methods. *Food Science and Technology*, 38(3), 434-440.
- Campos, V. R. & Calliari, C. M. (2016). "Elaboração de Snack de Batata-Doce (*Ipomoea Batatas*). Tópicos em Ciências e Tecnologia de Alimentos: Resultados de Pesquisas Acadêmica, 2(1), 263 -284.
- Casemiro, I. P. & Vendramini, A. L. A. (2020). 10 anos de PANC (Plantas alimentícias não convencionais) – Análise e tendências sobre o tema? *Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente*, 15(3), 1-17.
- Costa, S. C. F. C., Batista, S. C. P., Pereira, C. V. L. & Bonatto, E. C. S. (2019). Desenvolvimento de biscoito tipo "cookie" de farinha de cará-roxo enriquecida com aveia, granola e farinha de amêndoas: avaliação físico-química e sensorial. *Revista Terceira Margem Amazônia*, 4(12), 84-96.
- Djeri, B., Tchobo, P. F., Adjrah, Y., Karou, D. S., Ameyapoh, Y., Soumanou, M. M. & Souza, C. (2015). Nutritional potential of yam chips (*Dioscorea cayenensis* and *Dioscorea rotundata* Poir) obtained using two methods of production in Togo. *African Journal of Food Science*, 9(5), 278- 284.
- Ferreira, A. B., Ming, L. C., Haverroth, M.; Lima, M. S. & Nascimento, M. M. (2020). Manejo de variedades locais de *Dioscorea* spp. em comunidades tradicionais da Baixada Cuiabana em Mato Grosso, Brasil. *Scientia Naturalis. Rio Branco*, (2)1, 204-219.
- Gomez, M., Ronda, F., Coballera, A. P.; Blanco, A. C. & Rosell, C. M. (2007) Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf life of yellow layer cakes. *Food Hydrocolloids*, 21(2), 167– 173.
- Grizotto, K. R. & Menezes, H. C. (2003). Avaliação da aceitação de" chips" de mandioca. *Food Science and Technology*, 23, 79-86.
- Grizotto, R. K. (2005) Processamento e rendimento industrial da batata chips e palha. Itapetininga: ABBA. Retrieved from.

- Henrique, V. A., Ferreira, L. P. & Nunes, R. C. (2017). Análise físico-química e antioxidante de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) Orgânico. *Revista Interdisciplinar Pensamento Científico*, 3(2), p. 85-97.
- Hilman, A., Harmayani, E. & Cahyanto, M. (2018). Inulin Extraction and Characterisation of Fresh and Chip Gembili (*Dioscorea esculenta*) Extract by Ultrasound-assisted Extraction Proceedings of the International Conference of Science, Technology, Engineering, *Environmental and Ramification Researches*, 1(1), 47-53.
- Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos. (2008). 4ª ed.
- Jansen, A. K., Generoso, S. D. V., Guedes, E. G., Rodrigues, A. M., Miranda, L. A. V. D. O., & Henriques, G. S. (2017). Development of enteral homemade diets for elderly persons receiving home care and analysis of macro and micronutrient composition. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*, 20, 387-397.
- Jesus, B. B. S., Santana, K. S. L., Oliveira, V. J. S., Carvalho, M. J. S. & Almeida, W. A. B. (2020). PANCs – Plantas alimentícias não convencionais, benefícios nutricionais, potencial econômico e resgate da cultura: uma revisão sistemática. *Enciclopédia Biosfera*, 17(33), 309-322.
- Kayode, M. O., Buhari, O. J., Otutu, L. O., Ajibola, T. B., Oyeyinka, S. A., Opaleke, D. O. & Akeem, S. A. (2017). Physicochemical Properties of Processed Aerial Yam (*Dioscorea bulbifera*) and Sensory Properties of Paste (Amala) Prepared with Cassava Flour. *The Journal of Agricultural Sciences*, 12(2) 84-94.
- Machado, C. & Kinupp, V. F. (2020). Plantas alimentícias na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus, Amazônia Central. *Rodriguésia*, 7(1)1-12.
- Mapiemfu-Lamare, D., Josiane, M., Ngome, A., Dingwan, M. & Eliane, E. (2018). The quality of fried chips varies with cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Varieties and Soaking Regime. *Journal of Food Technology Research*, 5(1), 1-9.
- Mahilang, T. T., Tiwari, S. & Sharma, B. (2018). Study of physicochemical and functional properties of *Dioscorea bulbifera* (tuber) chips and their characterizations. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(6), 673-676.
- Minitab. (2017). Identificação de outliers. Retrieved October 10, 2017, from <https://support.minitab.com/ptbr/minitab/18/help-and-how-to/graphs/supporting-topics/exploring-data-and-revising-graphs/identifyingoutliers/>
- Monteiro, M. J. & Martínez, A. A. (2016). Estudio etnobotánico de la papa de aire (*Dioscorea bulbifera* L.) Endonoso (colón, república de panamá). *Luna Azul*. 42(6), 54-67.
- Monteiro, M. J. & Martínez, A. A. (2016). Evaluación morfoagronómica de la papa de aire (*Dioscorea bulbifera* L.) en Panamá. *Cultrop*, 37(1), 14 a 21.
- Moraes, D. P., Lozano-Sánchez, J., Machado, M. L., Vizzotto, M., Lazzaretti, M., Leyva-Jimenez, F. J. J., ... & Barcia, M. T. (2020). Characterization of a new blackberry cultivar BRS Xingu: Chemical composition, phenolic compounds, and antioxidant capacity in vitro and in vivo. *Food Chemistry*, 322, 126783.
- Ojinnaka, M. C., Okudu, H. & Uzosike, F. (2017). Nutrient Composition and Functional Properties of Major Cultivars of Aerial Yam (*Dioscorea bulbifera*) in Nigeria. *Food Science and Quality Management*, 62(1), 10-16.
- Okello, J., Okullo, J. B. L., Eilu, G., Nyeko, P., & Obua, J. (2018). Proximate composition of wild and on-farm Tamarindus indica LINN fruits in the agro-ecological zones of Uganda. *J Nutr Health Food Eng*, 8(4), 310-317.
- Oliveira, L. A., Fernandes, O. C., Jesus, M. A., Bentes, J. L. S., Andrade, S. L., Souza, A. Q. L. & SANTOS, C. (2016). Diversidade Microbiana da Amazônia. Manaus. Ed. INPA.
- Omohimi, C. I., Piccirillo, C., Roriz, M., Ferraro, V., Vasconcelos, M. W., Sanni, L. O., Tomlins, K., Pintado, M. M. & Abayomi, L. A. (2018). Study of the proximate and mineral composition of different Nigerian yam chips, flakes and flours. *Journal of Food Science and Technology*, 55(1), 42-51.
- Omojasola, P. F. & Sanu, F. T. (2013). Microbiological quality assessment of dried yam chips (*Dioscorea rotundata*) during Storage. *Food Sciences*, 3(3), 208-213.
- Osiriphun, S., Wongsuriyasak, S. & Chakrabhandhu, Y. (2018). "Development of Potato Chips (Alou) With Northern Thai Green Chili Paste (Nam Phrik Noom) Flavor". *Food and Applied Bioscience Journal*, 6(2), 76-84.
- Ozcan, M. M., Ipek, D., Ghafoor, K., Al Juhaimi, F., Uslu, N., Babiker, E. E., Mohamed Ahmed, I. A. & Alsawmahi, O. N. (2020). Physicochemical and sensory properties of chips produced using different lupin (*Lupinus albus* L.) flour formulations and cooking methods. *International Journal of Food Science & Technology*, 56(6), 1-9.
- Pessoa, T., Silva, D. R. S., Duarte, M. E. M., Mata, M. E. R. M. C., Gurjão, F. F. & MIRANDA, D. S. A. (2017). Características físicas e físico-químicas de palitos de inhame submetidos à desidratação osmótica em soluções salinas. *HOLOS*, 7(1), 30-38.
- Pinto, L. A. M., Tavares, F. O., Pinto, M. M., Hirata, A. K., Mateus, G. A. P. (2015). Desenvolvimento e caracterização de salgadinho produzido a partir de griz de milho nixtamalizado. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 10(4), 12 – 16.
- Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 331, de 23 de Dezembro de 2019. http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/4660474/RDC_331_2019_COMP.pdf/c9282210-371f-4fb6-b343-7622ca9ec493.
- Rogério, W. F., Leonel, M. & Oliveira, M. A. (2005). Production and characterization of fried savoury chips from tropical tubers. *Revista Raízes e Amidos Tropicais Botucatu*, 1(1), 76-85.
- Salomão, D. U., Ferreira, A. R., Neves, E. C. A., Luiz, A. C. M. R., Barbin, D. F. & Clerici, M. T. P. S. (2017). Batatas chips: Características de embalagem, tecnológicas e de imagem. *Agrotecnologia*, 8(2), 61-70.

- Santos, M. R. L. & Souza, P. B. (2020). Avaliação físico-química, microbiológica e sensorial de chips de banana verde (*Musa* spp.). *Científica Multidisciplinar Journal*, 7(1), 1-7.
- Sato, A., Truong, V., Johanningsmeier, S. D., Reynolds, R., Pecota, K. V. & Yencho, G. C. (2017). Chemical Constituents of sweetpotato genotypes in relation to textural characteristics of processed french fries. *Journal of Food Science*, 83(1), 60-73.
- Silva, G. A. A. Elaboração e caracterização de chips de inhame (Dioscoreaceae). 2019, 46 f. Trabalho de conclusão de curso. Tecnologia de Alimentos, do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional, da Universidade Federal da Paraíba, 2019.
- Silva, L. B., Silva, E. N., Carvalho, E. A., Neto, B. A. M. & Rocha, S. A. S. (2021). Aceitação da aplicação de fios de chocolate em chips de banana. *Brazilian Journal of Development*, 7(3), 30678-30693.
- Silva, L. S. C., Martim, S. R., de Souza, R. A. T., Machado, A. R. G., Teixeira, L. S., de Sousa, L. B., ... & Teixeira, M. F. S. (2020). Extração e caracterização de amido de espécies de *Dioscorea* cultivadas na Amazônia. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi-Ciências Naturais*, 14(3), 439-452.
- Silva, N., Junqueira, V. C. A., Silveira, N. F. A., Taniwaki, M. H., Santos, R. F. S. & Gomes, R. A. R. (2010). Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água. Ed. 4 São Paulo.
- Silva, P. I. S., Oriente, S. F., Gouveia, D. S., Mota, M. M. A., Dantas, R. L. & Rodrigues, C. G. (2018). Efeito da desidratação osmo-convectiva nas características físicas e físico-químicas de chips de batata doce saborizados. *Revista Agropecuária Técnica*, 39(3), 264-269.
- Silva, V., Pereira, S., Vilela, A., Bacelar, E., Guedes, F., Ribeiro, C., ... & Gonçalves, B. (2021). Preliminary insights in sensory profile of sweet cherries. *Foods*, 10(3), 612.
- Shinohara, N. K. S., Conceição, J. M., Padilha, M. R. F., Oliveira, F. E. P. C., Shinohara, G. M. & Matsumoto, M. (2019). Competência Técnica e Responsabilidade Social e Ambiental nas Ciências Agrárias. Atena Editora, Ponta Grossa – Paraná.
- Soibam, H., Ayam, V. & Mitra, S. (2017). Effect of temperature treatment on the chemical composition, microbiology and sensory evaluation of Yam chips during storage. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 6(5), 1705-1711.
- Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) 2ª ed. (2006). Campinas: NEPA - UNICAMP.
- Tabela Brasileira de composição de alimentos. (TACO) 4ª ed. (2011). Campinas: NEPA - UNICAMP.
- Tuler, A. C., Peixoto, A. L. & Silva, N. C. B. (2019). Plantas alimentícias não convencionais (PANC) na comunidade rural de São José da Figueira, Durandé, Minas Gerais, Brasil. *Rodriguésia*, 70(1), 1-12.
- Yaseen, S. S., Khalf, A. A. & Ai-Hadidy, y. I. (2020). A study of chemical composition and determination of acrylamide in fried potato chips. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 928(2), 1-6.
- Zambrano, M., Dutta, B., Mercer, D., Maclean, H. & Touchie, M. (2019). Assessment of moisture content measurement methods of dried food products in small-scale operations in developing countries: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 88(1), 484- 496.