

Farinha de *Dioscorea bulbifera*: uma alternativa tecnológica para valorização de tubérculo disponível na Amazônia

Dioscorea bulbifera flour: a technological alternative for valuing the tuber available in the Amazon

Harina de *Dioscorea bulbifera*: una alternativa tecnológica para valorar el tubérculo disponible en la Amazonía

Recebido: 22/11/2021 | Revisado: 28/11/2021 | Aceito: 29/11/2021 | Publicado: 01/12/2021

Ruth Pimentel de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9027-1928>

Universidade Nilton Lins, Brasil

E-mail: ruth.p.s1338@gmail.com

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

Matheus Nunes Moreno

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3619-0294>

Universidade Nilton Lins, Brasil

E-mail: matheusnunes34@gmail.com

Salomão Rocha Martim

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0789-2411>

Universidade Nilton Lins, Brazil

E-mail: salomao.martim@uniniltonlins.edu.br

Resumo

Dioscorea bulbifera é fonte de nutrientes essenciais à manutenção da saúde humana. Porém, seu aproveitamento tecnológico para a elaboração de produtos alimentícios ainda é pouco explorado. O objetivo desse trabalho foi elaborar farinha de *D. bulbifera* (FDB) e avaliar suas características físico-químicas, microbiológicas e funcionais. Os tubérculos foram colhidos em estabelecimento domiciliar de Manaus-AM, submetidos à secagem em estufa, triturados e peneirados. Na farinha obtida foi avaliada a composição físico-química (umidade, cinzas, lipídios, fibras, proteínas, carboidratos, valor calórico, pH e acidez) e qualidade microbiológica (*Escherichia coli*, *Salmonella* sp., bolores e leveduras). Também foram determinadas as seguintes propriedades funcionais capacidade de absorção de água (CAA), capacidade de absorção de óleo (CAO), capacidade de inchaço (CI), capacidade de espuma (CE), estabilidade de espuma (EE) e densidade aparente (DA). A FDB apresentou a seguinte composição centesimal: umidade (5,27%), cinzas (3,44%), lipídios (0,93%), fibras (0,94%), proteínas (7,72%), carboidratos (81,70%) e valor energético (366,05 kcal/100g). As médias de pH e acidez titulável foram 0,31 e 6,58, respectivamente. Houve baixo crescimento de bolores e leveduras (1×10^2 UFC/g) e não foi verificado presença de *E. coli* e *Salmonella* sp. As propriedades tecnológicas verificadas foram: CCA (114,63%), CAO (62%), CI (212,44%), CE (8%), EE (98,10%) e DA (0,20g/mL). *Dioscorea bulbifera* da Amazônia constitui uma matéria prima promissora para obtenção de formulação de farinha com características potenciais para uso na indústria de alimentos, em especial no setor de panificação.

Palavras-chave: Físico-química; Inhame; Produto farináceo; Propriedades funcionais; Qualidade microbiológica.

Abstract

Dioscorea bulbifera is a source of essential nutrients for the maintenance of human health. However, its technological use for the preparation of food products is still little explored. The objective of this work was to prepare *D. bulbifera* flour (FDB) and evaluate its physicochemical, microbiological and functional characteristics. The tubers were harvested in a domestic establishment in Manaus-AM, submitted to drying in an oven, crushed and sieved. In the flour obtained, the physicochemical composition (moisture, ash, lipids, fiber, proteins, carbohydrates, caloric value, pH and

acidity) and microbiological quality (*Escherichia coli*, *Salmonella* sp., molds and yeasts) were evaluated. The following functional properties were also determined: water absorption capacity (CAA), oil absorption capacity (CAO), swelling capacity (CI), foam capacity (CE), foam stability (EE) and bulk density (DA). FDB presented the following proximate composition: moisture (5.27%), ash (3.44%), lipids (0.93%), fibers (0.94%), proteins (7.72%), carbohydrates (81.70%) and energy value (366.05 kcal/100g). The pH and titratable acidity means were 0.31% and 6.58, respectively. There was low growth of mold and yeast (1×10^2 CFU/g) and no presence of *E. coli* and *Salmonella* sp. The technological properties verified were: CCA (114.63%), CAO (62%), CI (212.44%), CE (8%), EE (98.10%) and DA (0.20g/mL). *Dioscorea bulbifera* from the Amazon is a promising raw material for obtaining a flour formulation with potential characteristics for use in the food industry, especially in the bakery sector.

Keywords: Physicochemistry; Yam; Farinaceous product; Functional properties; Microbiological quality.

Resumen

Dioscorea bulbifera es una fuente de nutrientes esenciales para el mantenimiento de la salud humana. Sin embargo, su uso tecnológico para la preparación de productos alimenticios aún está poco explorado. El objetivo de este trabajo fue preparar harina de *D. bulbifera* (HDB) y evaluar sus características fisicoquímicas, microbiológicas y funcionales. Los tubérculos fueron recolectados en un establecimiento doméstico en Manaus-AM, sometidos a secado en horno, triturados y tamizados. En la harina obtenida se evaluó la composición fisicoquímica (humedad, cenizas, lípidos, fibra, proteínas, carbohidratos, valor calórico, pH y acidez) y calidad microbiológica (*Escherichia coli*, *Salmonella* sp., Mohos y levaduras). También se determinaron las siguientes propiedades funcionales: capacidad de absorción de agua (CAA), capacidad de absorción de aceite (CAA), capacidad de hinchamiento (CH), capacidad de espuma (CE), estabilidad de espuma (EE) y densidad aparente (DA). HDB presentó la siguiente composición próxima: humedad (5,27%), cenizas (3,44%), lípidos (0,93%), fibras (0,94%), proteínas (7,72%), carbohidratos (81,70%) y valor energético (366,05 kcal / 100g). Los promedios de pH y acidez titulable fueron 0,31% y 6,58, respectivamente. Hubo un crecimiento bajo de hongos y levaduras (1×10^2 UFC / g) y no hubo presencia de *E. coli* y *Salmonella* sp. Las propiedades tecnológicas verificadas fueron: CCA (114,63%), CAO (62%), IC (212,44%), CE (8%), EE (98,10%) y DA (0,20g / mL). *Dioscorea bulbifera* de la Amazonía es una materia prima prometedora para la obtención de una formulación de harina con características potenciales para su uso en la industria alimenticia, especialmente en el sector de la panadería.

Palabras clave: Ñame; Fisicoquímico; Producto farináceo; Propiedades funcionales; Calidad microbiológica.

1. Introdução

O gênero *Dioscorea* compreende mais de 600 espécies pertencentes à família Dioscoreaceae, encontradas em diversas áreas do mundo, principalmente em regiões de clima tropical (Ojinnaka, 2017). Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), na Região Nordeste do Brasil, em 2017, foram produzidas 16.994 toneladas de *Dioscorea*, com destaque para o Estado de Pernambuco, maior produtor e consumidor desses tubérculos (Silva *et al.*, 2020).

Dioscorea bulbifera é uma espécie conhecida popularmente como cará-moela, cará-borboleta, cará-do-ar e cará-de-corda. (Rodrigues *et al.*, 2020). Esses tubérculos recebem esses nomes devido à produção de bulbos aéreos semelhantes a batatas que se desenvolvem nas axilas das folhas dos caules entrelaçados (Nwachukwu *et al.*, 2020). Testes *in vitro* demonstraram que o consumo de *D. bulbifera* é seguro e pode trazer benefícios à saúde humana. Jayachandran, Vasanthi e Gurusamy (2016) relataram que as saponinas presentes em *D. bulbifera* possuem efeito protetor em células cardíacas. Ifeanacho, Ikewuchi e Ikewuchi (2017) citaram que os fitatos auxiliariam na proteção contra doenças cardíacas, câncer, diabetes mellitus, dislipidemias, formação de cárie e cálculos renais.

Segundo Bolaniran *et al.* (2019), *D. bulbifera* é fonte de amido, proteínas, lipídios, fibras e minerais (potássio, sódio, magnésio, cobre, manganês, zinco e enxofre). Sanful e Engmann (2016) relataram que essas propriedades nutricionais são vantajosas e qualificam esses tubérculos como matérias primas para formulação de diferentes produtos alimentícios. Olatoye e Arueya (2018) citaram que *D. bulbifera* apresenta alto rendimento agrônomico, condição que pode estimular o desenvolvimento socioeconômico regional.

D. bulbifera pode ser consumida cozida, em forma de purê ou utilizada como ingrediente na formulação sopas e ensopados (Sá *et al.*, 2019). Outra alternativa tecnológica consiste na elaboração de produtos farináceos ricos em carboidratos e fontes de minerais (Olatoye & Arueya, 2021). Amandikwa *et al.* (2015) e Müller (2017) demonstraram pães formulados com

farinha de *D. bulbifera* apresentaram características organolépticas satisfatórias e massa estruturada. Han et al. (2019) citaram que essa farinha, isenta de glúten, tem potencial como substituto do trigo, na formulação de alimentos destinados a indivíduos com doença celíaca.

Há poucos estudos reportando as propriedades tecnológicas da farinha de *D. bulbifera* disponível na Amazônia. Sendo assim, este estudo é importante porque pretende descrever informações em relação à farinha desse tubérculo como forma de sugerir aplicações biotecnológicas, industriais, bem como incentivar a produção desse tubérculo em larga escala na região amazônica.

2. Metodologia

2.1 Obtenção dos tubérculos

Os tubérculos de *D. bulbifera* foram obtidos 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, sanitizadas em solução de hipoclorito à 2% (v/v) e mantidas em água corrente para retirada do excesso de reagente. Em seguida, foram descascados com auxílio de faca de aço inox e cortado em cubos de 1 cm e mantidos em estufa a 60°C durante 18 horas (Silva et al., 2019).

2.2 Elaboração da farinha de *D. bulbifera* (FDB)

Após secagem em estufa, os tubérculos foram triturados em processador semi-industrial e peneirados em malhas de 3/8 mesh. A farinha obtida foi armazenada em recipiente de vidro com tampa de rosca para realização das análises (Teixeira et al., 2016). Esse produto foi avaliado quanto à composição centesimal e características físico-químicas, microbiológicas e tecnológicas. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

2.3 Características físico-químicas

Os teores de umidade, cinzas, lipídios, proteínas e fibras foram determinadas de acordo com AOAC (2012) e os carboidratos estimados por diferença entre as demais frações. O valor energético foi calculado utilizando-se os fatores de conversão de Atwater (carboidrato, 4,0 Kcal/g; lipídeos, 9,0 Kcal/g; proteínas, 4,0 Kcal/g) (Mendez, et al., 1995).

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 foi determinada por método titulométrico, utilizando solução de NaOH 0,1M e solução de fenolftaleína como indicador. Os resultados foram expressos em porcentagem (%) de ácido cítrico (IAL, 2008).

2.4 Análises microbiológicas

Na avaliação da qualidade microbiológica da FDB foram realizadas as contagens de bolores e leveduras, *Escherichia coli* e avaliação da presença de *Salmonella* sp., de acordo com as metodologias descritas por Silva et al. (2010).

2.5 Propriedades funcionais

A capacidade de absorção de água (CAA) foi determinada por meio de métodos descritos por Sosulski (1962). A alteração no peso foi expressa como porcentagem de absorção de água com base no peso da amostra original.

O método de Sosulski (1962) foi utilizado para a determinação da capacidade de absorção de gordura (CAG). O ganho de massa foi expresso como uma porcentagem de óleo ligado, e corresponde à capacidade de absorção de gordura da amostra.

A capacidade de inchaço (CI) foi determinada de acordo com o método descrito por Leach et al. (1959). A capacidade de espuma (CE), a estabilidade da espuma (EE) e a determinação da densidade aparente (DA), foram determinadas pelo método de Narayana e Narasinga-Rao (1982).

2.6 Análise estatística

Os dados obtidos em todos os experimentos serão 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

3.1 Composição centesimal e características físico-químicas da FDB

A tabela 1 apresenta os resultados das características físico-químicas da FDB. O conteúdo de umidade da FDB foi inferior quando comparado a outros produtos farináceos, conforme descrito na literatura científica. Obadina, Babatunde e Olotu (2014) verificaram umidade de 9,47% em farinhas de *Dioscorea rotundata*. Kayode et al. (2017) citaram quantitativo de 10,21% de umidade em farinha de *D. bulbifera* obtidas em mercados da Nigéria. Carneiro et al. (2020) verificaram umidade de 12,06% em farinhas obtidas da polpa de *D. bulbifera* adquiridas em Maringá-PR. Segundo Monteiro et al. (2020), conteúdo de umidade inferior a 14% dificulta o desenvolvimento microbiano, mantém a estabilidade química e enzimática, condições que prolongam a vida útil do produto. Neste contexto, o teor de umidade verificado no presente estudo demonstra que a FDB poderia manter estabilidade durante o armazenamento em condições ambientais adequadas.

Tabela 1 – Composição centesimal e características físico-químicas da farinha de *D. bulbifera*.

Parâmetros Físico-químicos	Média \pm desvio padrão
Umidade (%)	5,27 \pm 0,14
Cinzas (%)	3,44 \pm 0,12
Lipídios (%)	0,93 \pm 0,06
Fibras (%)	0,94 \pm 0,02
Proteína (%)	7,72 \pm 0,02
Carboidrato (%)	81,70 \pm 0,09
Valor energético (kcal/100g)	366,05 \pm 0,87
pH	6,58 \pm 0,00
Acidez titulável (%)	0,31 \pm 0,00

Fonte: Autores (2021).

O conteúdo de cinzas verificado na FDB (3,44%), sendo este resultado superior em 58,43% e 92,15%, aos determinados Dias et al. (2020) e Oluba et al. (2021) em farinhas de *Dioscorea L.* e *Dioscorea odoratissima*, respectivamente. Em contrapartida, Wanita et al. (2020) constataram conteúdo de cinzas superior (10,28%) em farinha de *D. alata* obtida por processo fermentativo. De acordo com Cerqueira (2015) elevados teores de cinzas em farinhas podem indicar alta extração durante a colheita, com inclusão de farelo, tornando insatisfatório por propiciar uma cor mais escura, interferindo nos processos de cocção.

O quantitativo de lipídios constatado na FDB foi 0,93%, resultado 91,40% superior aos reportados por Sá et al. (2019) em farinhas de *Dioscorea spp.* Kayode et al. (2017) verificaram teor de 3,63% de proteínas em farinhas de *D. bulbifera*. Oluba et al. (2021) determinaram conteúdo de 1,55% de lipídios em farinhas de *D. odoratissima*. A FDB possui baixo teor de lipídios, demonstrando potencial para uso em formulações alimentícias destinadas a indivíduos que possuem restrição alimentar a gorduras.

A FDB demonstrou baixo quantitativo de fibras (0,94%), sendo este resultado inferior aos reportados por Sá et al. (2019), Carneiro et al. (2020) e Oluba et al. (2021) que determinaram valores de 5% e 2,90% e 1,37% em farinhas de *Dioscorea* spp., *D. bulbifera* L. e *D. odoratissima*, respectivamente. Szűcs et al. (2017) citaram que a ingestão regular de fibras dietéticas é capaz de auxiliar na redução do risco de complicações de saúde como obesidade, diabetes tipo II, eventos cardiovasculares e alterações intestinais, favorecendo uma melhor qualidade de vida para os indivíduos.

A média de proteína da FDB foi de 7,72%, resultado similar aos determinados por Sá et al. (2019). Rosida et al. (2015) e Kayode et al. (2017) verificaram conteúdo proteico de 6,49% e 5,07% em farinhas de *D. alata* e *D. bulbifera*, respectivamente. Considerando os elevados teores de proteínas, a FDB poderia ser utilizada na fortificação de produtos alimentícios como forma de suprir as carências nutricionais de indivíduos subnutridos e desnutridos, conforme as citações de Nogueira, Oliveira e Steel (2020).

O valor de carboidratos (81,70%) da FDB foi semelhante ao reportado por Kumoro et al. (2020) em farinha de *Dioscorea hispida* Dennst. Kayode et al. (2017) e Marcatto et al. (2021) verificaram quantitativos de 70,24% e 73,05% de carboidratos em farinhas de *D. bulbifera* e *Dioscorea* spp., Nagy et al. (2021) citaram que os carboidratos são macronutrientes essenciais que além de serem fontes de energia, também atuam na formação de gel, absorção de água e influenciam na viscosidade, adesão e força de ligação entre moléculas, características importantes para a indústria de alimentos.

Nas condições avaliadas, o valor calórico encontrado na FDB foi de 366,83 kcal/100g. Sá et al. (2019) relataram valor energético de 363,96 kcal/100g em farinhas de *Dioscorea* spp. Digbeu, Due e Dabonne (2013) e Rosida et al. (2016) determinaram valores calóricos de 502,31 Kcal/100g e 384,36 Kcal/100g em farinhas de *Dioscorea cayenensis* e *D. alata*, respectivamente.

No presente estudo, a FDB demonstrou pH 6,58, sendo este resultado semelhantes aos determinados por Adewale, Babatunde e Olotu (2014) na farinha de *Dioscorea*. As farinhas de *D. bulbifera* e *Dioscorea* spp. apresentaram pH 28,57% e 15,04% inferiores quando comparados a FDB, de acordo com as citações de Carneiro et al. (2020) e Sá et al. (2019), respectivamente. O pH é um importante parâmetro intrínseco que influencia no crescimento microbiano, atividades enzimáticas, retenção de sabor e odor, escolha da embalagem de alimentos (Henrique, Ferreira & Nunes, 2017)

A média de acidez da FDB foi de 0,31%, sendo este resultado similar ao citado por Dias et al. (2020) para a farinha de *Dioscorea* L. e 83,90% superior aos verificados por Digbeu, Due e Dabonne (2013) na farinha de *D. cayenensis*.

3.2 Análise Microbiológica

Nas condições avaliadas foi verificada a presença de bolores e leveduras (1×10^2 UFC/g) e ausência de *E. coli* e *Salmonella*. Omohimi et al. (2019) também constataram a presença de fungos em farinhas de *D. rotundata* comercializadas em supermercados da Nigéria. Odu e Maduka (2019) observaram a presença de *E. coli* em farinhas de inhame comerciais. Digbeu, Due e Dabonne (2013) não verificaram a presença de *Salmonella* sp. em farinhas de *D. alata* e *D. cayenensis*.

O baixo conteúdo de umidade na FDB pode ter contribuído para a contaminação de bolores e leveduras, visto que esses tipos de microrganismos são capazes de se desenvolver nessas condições ambientais (Rodrigues *et al.*, 2015). Considerando a baixa contagem de fungos e ausência de *Salmonella* e *E. coli*, pode-se inferir que a FDB atende aos padrões estabelecidos da Instrução Normativa Nº 60 de 23 de dezembro de 2019 que preconiza ausência de *Salmonella*/25g e 10 *E. coli*/g em farinhas (Brasil, 2019)

3.3 Propriedades Funcionais da FDB

As propriedades funcionais das farinhas são influenciadas pelos teores de carboidratos, proteínas, lipídios, umidade, fibras e cinzas (Awuchi *et al.*, 2019). A tabela 2 demonstra os resultados das propriedades tecnológicas da FDB. No presente

estudo, foi verificado da CAA de 114,63%, valor superior ao determinado em farinha de *D. bulbifera* (5,75%), conforme relatado por Kayode et al. (2017). Awoyale et al. (2016) e Kimbonguila et al. (2019) verificaram que as farinhas de *D. alata* demonstraram CAA de 260 % e 247%, respectivamente. A capacidade de absorção de água é uma propriedade essencial na indústria de alimentos, em especial para a produção de pães e bolos. Valores elevados de CAA favorecem a retenção de umidade, aumentam o rendimento dos produtos finais, além de influenciarem na textura e palatabilidade dos alimentos (Silva et al., 2020; Schopf & Scherf, 2021).

Tabela 2 - Propriedades funcionais da farinha de *D. bulbifera*.

Propriedades funcionais	Média ± desvio padrão
CAA (%)	114,63 ± 0,00
CAO (%)	62 ± 0,00
CI (%)	212,44 ± 0,08
CE (%)	8 ± 0,00
EE (%)	98,10 ± 0,00
DA (g/mL)	0,20 ± 0,09

CAA: capacidade de absorção de água; CAO: capacidade de absorção de óleo; CI: capacidade de inchaço; CE: capacidade de espuma; EE: estabilidade da espuma; DA: densidade aparente. Fonte: Autores (2021).

A CAO verificada no presente estudo foi de 62,86%, valor superior as reportados por Achy et al. (2017) e Nwafor et al. (2021) que determinaram CAO de 35% e 2,21% em farinhas de *D. bulbifera* e *D. rotundata*, respectivamente. Entretanto, Awoyale et al. (2016) verificaram CAO de 213% em farinhas de *D. alata*. De acordo com Sohaimy et al. (2018) o óleo age como retentor de sabor, potencializa a textura dos alimentos, além de atuar na melhoria da vida de prateleira e palatabilidade. Neste sentido, a FDB pode apresentar vantagem na retenção de sabor quando comparado às farinhas de *D. bulbifera* e *D. rotundata*.

Em relação à CI, foi verificado quantitativo de 212,44% na FDB, dado superior ao determinado nas farinhas de *D. bulbifera* (70,25%), *D. dumetorum* (14,50%) e *D. rotundata* (3,30%), conforme citado por Ani, Onwurafor e Ogunseye (2020), Makanjuola e Coker (2019) e Nwafor et al. (2021), respectivamente. A CI está relacionada com a capacidade do amido de absorver água e inchar, e também reflete a extensão das forças associativas nos grânulos de amido. Essa propriedade tecnológica é influenciada pelo tamanho da partícula, variedade de espécies e método de processamento ou operações unitárias (Awuchi et al., 2019).

Na FDB foi constatada CE de 8%, resultado similar aos encontrados por Makanjuola e Coker (2019) em farinha de *D. dumetorum*. Achy et al. (2017) e Mahilang, Tiwari e Sharma (2018) verificaram CE de 26,67% e 25,67% em farinhas de *D. bulbifera*.

O valor de EE verificado na FDB foi de 98,10%, resultado superior ao verificado farinha de *D. dumetorum* (93,64%), conforme reportado por Makanjuola e Coker (2019). Koné et al. (2014) e Achy et al. (2017) relataram que as EE das farinhas de *Dioscorea cayenensis-rotundata* e *D. bulbifera* reduziram em 80% e 100% após 30 minutos e 1 hora, respectivamente. Os resultados obtidos no presente estudo demonstram que a FDB possui maior EE quando comparado às farinhas de outras de *Dioscorea*.

A concentração de proteínas influencia diretamente na CE e EE, sendo que essas características tecnológicas desejadas em farinhas utilizadas na formulação de produtos de panificação, como bolos de anjo, *muffins* e biscoitos (Awuchi et al., 2019). As matérias primas alimentícias contendo proteínas flexíveis, capazes de se adaptar a interface ar-líquido e formar ligações hidrofóbicas na superfície, são indicadas para aplicação na indústria de alimentos (Silva et al., 2019).

A FDB apresentou valores de DA de 0,20 g/mL, resultado inferior aos determinados por Kayode et al. (2017), Lawal e Akinoso (2019) e Ani, Onwurafor e Ogunseye (2020) que verificaram DA de 0,52 g/mL, 0,69 g/mL e 0,71 g/mL, respectivamente, em farinhas de *D. bulbifera*. A densidade das farinhas é importante, pois afeta a mistura, embalagem e transporte (Awuchi *et al.*, 2019).

4. Conclusão

A farinha de *Dioscorea bulbifera* é fonte de cinzas, proteínas e carboidratos. Esse produto alimentício possui quantitativos de umidade, fibras e lipídios, além de ser demonstrar baixos teores de acidez. A qualidade microbiológica atende aos padrões exigidos pela legislação vigente e as propriedades tecnológicas indicam sua aplicação na indústria de alimentos, em especial para elaboração de produtos de panificação. Novos estudos devem ser realizados visando à aplicação tecnológica da farinha de *D. bulbifera* na formulação de produtos alimentícios inovadores como forma de estimular o consumo e a formação de uma cadeia de produção desse tubérculo disponível na Amazônia.

Referências

- Achy, J. Y., Ekissi, G. S. E., Kouadio, P. B. K., Koné, F. M. T., & Kouamé, L. P. (2017). Effect of boiling and baking times on the functional properties of aerial yam (*Dioscorea bulbifera*) flours cv Dugu-won harvested in Côte d'Ivoire. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 10(2), 1-12.
- Adewale, O., Babatunde, B. O. & Olotu, I. (2014). Changes in nutritional composition, functional, and sensory properties of yam flour as a result of presoaking. *Food Science & Nutrition*, 2(6), 676-681.
- Amandikwa, C., Iwe, M. O., Uzomah, A., & Olawuni, A. I. (2015). Physico-chemical properties of wheat-yam flour composite bread. *Nigerian Food Journal*, 33(1), 12-17.
- Ani, J. C., Onwurafor, E. U., & Ogunseye, Y. Y. (2020). Effect of boiling and roasting on the nutrients, phytochemical and functional properties of red and green cultivars of *D. bulbifera* flours. *Journal of Food Technology Research*, 7(1), 88-99.
- AOAC - Association Of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of the AOAC International. 19th edition. Washington: AOAC, 2012.
- Awoyale, W., Maziya-Dixon, B., Sanni, L. O., & Shittu, T. A. (2016). Effect of water yam (*Dioscorea alata*) flour fortified with distiller's spent grain on nutritional, chemical, and functional properties. *Food science & nutrition*, 4(1), 24-33.
- Awuchi, C. G., Igwe, V. S., & Echeta, C. K. (2019). The functional properties of foods and flours. *International Journal of Advanced Academic Research*, 5(11), 139-160.
- Bolaniran, T., Ogidi, O. & Akinyele, B. (2019). Nutritional value and safety of air potato *Dioscorea bulbifera* L. fermented with *Pleurotus ostreatus* and *Calocybe indica*. 6. 467-482. 10.21472/bjbs.061314.
- Brasil. (2019). Instrução Normativa N° 60, de 23 de dezembro de 2019, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF.
- Carneiro, G., Crema, N., Bosmuler, L., & Ribeiro, Leomara. (2020). Physical and chemical evaluation of husk and pulp flours of *Dioscorea bulbifera* L. With the possibility of application in bakery. *Brazilian Journal of Development*. 6(1), 96201-96211.
- Carneiro, T. S., de Oliveira, G. L. S., dos Santos, J., Constant, P. B. L., & Carneossi, M. A. G. (2020). Avaliação da farinha de banana verde com aplicação de antioxidantes. *Brazilian Journal of Development*, 6(5), 28634-28643.
- Carqueira, P. M. (2015). Análise físico-química de farinha de trigo tradicional. *Nutrição Brasil*, 14(1).
- Digbeu, D. Y., Due, A. E., & Dabonne, S. (2013). Biochemical characteristics of composite flours: influence of fermentation. *Food Science and Technology*, 33(4), 599-604.
- Dias, J. D. S. R., Mendes, F. Z. C., Nolasco, M. V. F. M., & Bogo, D. (2020). Obtenção de farinha de inhame para elaboração de barra de cereal como suplemento alimentar e funcional. *Brazilian Journal of Development*, 6(3), 15716-15735.
- Han, A., Romero, H. M., Nishijima, N., Ichimura, T., & Zhang, Y. (2019). Effect of egg white solids on the rheological properties and bread making performance of gluten-free bater. *Food Hydrocolloids*, 87, 287-96.
- 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.
- Ifeanacho, M. O., Ikewuchi, C. C., & Ikewuchi, J. C. (2017). Proximate and antinutrient profiles of tubers of *Dioscorea bulbifera* from Rivers State, Nigeria: Nutritional and health implications of consumption. *Elixir Food Science*, 109, 47847-47850.

- Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz, (2008). Métodos físico-químicos para análises de alimentos. 4ª ed. (1ª Edição digital), 2008. 1020 p.
- Jayachandran K. S., Vasanthi, A. H. R. & Gurusamy N. (2016). Steroidal saponin diosgenin from *Dioscorea bulbifera* protects cardiac cells from hypoxia-reoxygenation injury through modulation of pro-survival and pro-death molecules. *Pharmacognosy magazine* 12(45), 14-20.
- 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.
- Kimbonguila, A., Matos, L., Petit, J., Scher, J., & Nzikou, J. M. (2019). Effect of physical treatment on the physicochemical, rheological and functional properties of yam meal of the cultivar "Ngumvu" from *Dioscorea alata* L. of Congo. *Int. J. Recent Sci. Res.*, 8, 22213-22217.
- Koné, D., Koné, M. F., Djè, K. M., Dabonné, S., & Kouamé, L. P. (2014). Effect of cooking time on biochemical and functional properties of flours from yam "kponan" (*Dioscorea cayenensis-rotundata*) tubers. *British Journal of Applied Science & Technology*, 4(23), 3402-3418.
- Kumoro, A. C., Widiyanti, M., Ratnawati, R. & Retnowati, D. S. (2020). Nutritional and functional properties changes during facultative submerged fermentation of gadung (*Dioscorea hispida* Dennst) tuber flour using *Lactobacillus plantarum*. *Heliyon*, 6(3), 3631–3638.
- Lawal, A. I., & Akinoso, R. (2019). Physical properties, proximate composition and antioxidant activities of aerial yam (*Dioscorea bulbifera*) bulbils grown in Nigeria. *Acta Periodica Technologica*, (50), 143-151.
- Leach, H. W.; McCowen, L. D.; Schoch, T. J.; *Cereal Chemistry*.36(1), 534, 1959.
- Müller, M. S. (2017). *Cará-moela (Dioscorea bulbifera L.): composição centesimal e mineral, extração e quantificação de polissacarídeos e cinética de secagem* (Bachelor's thesis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná).
- 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.
- Makanjuola, O. M., & Coker, O. J. (2019). Assessment of sensory, functional and pasting properties of different yam cultivar flours subjected to the same processing condition. *Global Scientific Journal*, 7(10), 672-687.
- Marcato, A. R., Wahanik, A. L., Pastore, G. M., Neri-Numa, I. A., Felisberto, M. H. F., Campelo, P. H., & Clerici, M. T. P. S. (2021). Yam flour in integral fresh pasta: technological and functional quality assessment. *Research, Society and Development*, 10(2), 1-12.
- Mendez, M. H. M.; Fernandes, M. L.; Rodrigues, M. C. R.; Derivi, S. C. N. Tabela de Composição de Alimentos. Niterói: Editora da Universidade Federal Fluminense, 1995. p. 41.
- 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, P. L., Santos, A. F. B., Pires, C. R. F., Pereira, A. S., Kato, H. C. A., Sousa, D. N. de, & Fogaça, F. H. dos S. (2020). Enriquecimento de massa fresca tipo talharim com farinha de marisco (*Anomalocardia brasiliana*). *Research, Society and Development*, 9(8), 1-18.
- Müller, M. S. (2017). *Cará-moela (Dioscorea bulbifera L.): composição centesimal e mineral, extração e quantificação de polissacarídeos e cinética de secagem* (Bachelor's thesis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná).
- Nagy, R., Máthé, E., Csapó, J., & Sipos, P. (2021). Modifying effects of physical processes on starch and dietary fiber content of foodstuffs. *Processes*, 9(1), 17.
- Nogueira, A. D. C., Oliveira, R. A. D., & Steel, C. J. (2020). Protein enrichment of wheat flour doughs: empirical rheology using protein hydrolysates. *Food Science and Technology*, 40, 97-105.
- Nwachukwu, C. N., Njoku, C. C., & Anusionwu, J. C. (2020). Anti-Nutrient Composition Of Aduh (*Dioscorea bulbifera*) And Its Performance As Wheat Substitute In Bread Production. *International Journal of Innovative Food, Nutrition & Sustainable Agriculture* 8(3), 36-42.
- Nwafor, J. O., Onyegbula, O. D., Ezebuio, V. N., & Onwuneme, N. A. (2021). Effect of Drying methods on the nutritional composition of some selected yam varieties cultivated in Umudike, Abia State, Nigeria. *Nigeria Agricultural Journal*, 52(2), 321-324.
- Obadina, A. O., Babatunde, B. O., & Olotu, I. (2014). Changes in nutritional composition, functional, and sensory properties of yam flour as a result of presoaking. *Food science & nutrition*, 2(6), 676-681.
- Odu, N. N., & Maduka, N. (2019). Microbiological analysis and molecular characterization of bacterial and fungal isolates present in exposed and packaged cassava, plantain and yam flour sold in selected markets in Port Harcourt, Rivers State, Nigeria. *American Journal of Microbiological Research*, 7(2), 63-72.
- 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, 10-16.
- Olatoye, K. K., & Arueya, G. L. (2018). Toxicological parameters of albino rats fed with extruded snacks from Aerial yam (*Dioscorea bulbifera*) and African breadfruit seed (*Treculia africana*). *Food science & nutrition*, 6(1), 94-100.
- Olatoye, K. K., & Arueya, G. L. (2021). Chemical and Sensory Characteristics of extruded snack from selected aerial yam (*Dioscorea bulbifera*) Cultivar and African Breadfruit (*Treculia Africana*) Seed. *Journal of Culinary Science & Technology*, 1-17.
- Oluba, O. M., Babatunde, E. B., Akpor, O. B., Olajide, O. P., Ogunremi, F. J., & Babatola, L. J. (2021). Compositional and functional analyses of *Dioscorea Odoratissima* (Bush Yam) flour and starch as influenced by pre-treatment. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 9(1), 100-110.

- Omohimi, C., Piccirillo, C., Ferraro, V., Roriz, M. C., Omemu, M. A., Santos, S. M. D., ... & Pintado, M. M. (2019). Safety of yam-derived (*Dioscorea rotundata*) foodstuffs—chips, flakes and flour: effect of processing and post-processing conditions. *Foods*, 8(1), 12.
- Rodrigues, E. B., Araujo, A. M., Sobral, F. D. O. S., & Romão, N. F. (2015). Avaliação da Presença de Bolores e Leveduras em Farinha de Mandioca (*Manihot esculenta* Cratz) Comercializadas a granel em feiras livres do município de Ji-Paraná-RO. *South American Journal of Basic Education, Technical and Technological*, 2(2).
- Rodrigues, L. L., de Sousa, M. M. D., do Nascimento Silva, J., de Jesus Marques, M., de Sousa, P. B., Viana, L. T. M., ... & Lima, A. (2020). Cará Moela (*Dioscorea bulbifera*): estudo físico-químico e avaliação fitoquímica. *Brazilian Journal of Development*, 6(11), 89233-89241.
- Rosida, Harijono, Estiasih, T., & Sriwahyuni, E. (2016). Physicochemical properties and starch digestibility of autoclaved-cooled water yam (*Dioscorea alata* L.) flour. *International Journal of Food Properties*, 19(8), 1659-1670.
- Sá, A. R. A., de Lima, M. B., Garcia, E. I., Mendes, M. L. M., & de Omena Messias, C. M. B. (2019). Caracterização físico-química e nutricional de farinhas obtidas de inhame (*Dioscorea* spp.) e taro (*Colocasia esculenta*) comercializados em Petrolina-PE. *Saúde (Santa Maria)*, 3(44).
- Sanful, R. E., & Engmann, F. N. (2016). Physico-chemical and pasting characteristics of flour and starch from aerial yam. *American Journal of Food Science and Nutrition*, 3(1), 1-7.
- Schopf, M., & Scherf, K. A. (2021). Water absorption capacity determines the functionality of vital gluten related to specific bread volume. *Foods*, 10(2), 228.
- Silva, E. N. L., da Silva Araújo, J. F., & Pires, C. R. F. (2020). Caracterização nutricional das espécies cará-moela (*Dioscorea bulbifera*) e cará (*Dioscorea* spp.). *Desafios-Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins*, 7(3), 357-366.
- 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. (2019). 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. *Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água*. Ed. 4 São Paulo, Varela, 2010.
- Sohaimy, S. A., Mohamed, S. E., Shehata, M. G., Mehany, T., & Zaitoun, M. A. (2018). Compositional analysis and functional characteristics of quinoa flour. *Annual Research & Review in Biology* 22(1), 1-11.
- Sosulski, F. W. (1962). The centrifuge method for determining flour absorption in hard red spring wheats. *Cereal Chem.*, 39, 344-350.
- Szücs, V., Guiné, R.; Leal, M.; Ferreira, M.; Correia, P.; Duarte, J. (2017). Dietary fibre: eating habits and knowledge in different regions of the globe. *Millenium* 2(2), 61-71.
- Teixeira, L. S., Martim, S. R., Silva, L. S. C., Kinupp, V. F., Teixeira, M. F. S., & Porto, A. L. F. (2016). Efficiency of Amazonian tubers flours in modulating gut microbiota of male rats. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 38, 1-6.
- Wanita, Y. P., Indrasari, S. D., Wiranti, E. W. & Kristantini. (2020). The quality improvement of yam flour (*Dioscorea alata*) through the fermentation process. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 759(1), 1-9.