



UNIVERSIDADE FEDERAL DE TOCANTINS

**PROGRAMA PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS**

VÂNIA MARIA ALVES

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, QUÍMICA,
ANTINUTRICIONAL E TECNOLÓGICA DE
COPRODUTOS DE FRUTOS DA AMAZÔNIA LEGAL**

VÂNIA MARIA ALVES

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, QUÍMICA,
ANTINUTRICIONAL E TECNOLÓGICA DE
COPRODUTOS DE FRUTOS DA AMAZÔNIA LEGAL**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Tocantins, para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Linha de Pesquisa: Desenvolvimento de Novos Produtos

Orientadora: Dr.^a Clarissa Damiani

Co-Orientadora: Dr.^a Adriana Régia Marques de Souza; Dr.^a Glêndara Aparecida de Souza Martins

Palmas, TO

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

A474c Alves, Vânia Maria .
 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, QUÍMICA, ANTINUTRICIONAL E
 TECNOLÓGICA DE COPRODUTOS DE FRUTOS DA AMAZÔNIA LEGAL. /
 Vânia Maria Alves. – Palmas, TO, 2021.
 181 f.

 Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins
 – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em
 Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2021.

 Orientadora : Clarissa Damiani

 Coorientadora : Adriana Régia Marques de Souza; Glêndara Aparecida de
 Souza Martins

 1. Aproveitamento de coprodutos. 2. Frutos Amazônicos . 3.
 Caracterização nutricional e antinutricional. 4. Perfil de Fenólicos e pigmentos
 . I. Título

CDD 664

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer
forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte.
A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184
do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

VÂNIA MARIA ALVES

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, QUÍMICA,
ANTINUTRICIONAL E TECNOLÓGICA DE
COBPRODUTOS DE FRUTOS DA AMAZÔNIA LEGAL**

Dissertação DEFENDIDA e APROVADA em 11 de dezembro de 2020,
pela Banca Examinadora constituída pelos membros:



Prof. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas

DCA/UFLA



Prof. Dr. Eduardo Ramirez Asquieri

FF/UFG



Prof.^a Dr.^a Clarissa Damiani

Orientador EA/UFG

Agradeço e dedico este trabalho aos meus pais. “Esta Dissertação é a prova de que todo seu investimento e dedicação valeram a pena.”

AGRADECIMENTO

A Deus, todo poderoso e misericordioso, por me guiar e iluminar meus caminhos!

Aos amados pais, Ana Maria e Vicente, e amado irmão, Vandeilson, por serem as razões da minha vida e motivo maior de minhas lutas diárias. Obrigada minha família por todo amor, apoio, vibrações em forma de orações e paciência diante destes longos anos em que, na maior parte do tempo, minha ausência se fez presente. Amo vocês!

À minha orientadora de TCC e Mestrado, Prof.^a Dr.^a Clarissa Damiani, pela confiança que depositou em mim desde meu ingresso na iniciação científica em 2016. Sem dúvida, considero um enorme privilégio ter recebido sua orientação, pois assim, valiosas lições aprendi, as quais levarei por toda minha vida. Muito obrigada por tudo, professora Clarissa!

Ao estimado Prof. Dr. Eduardo Ramirez Asquieri, por todos os ensinamentos e por ter me concedido tão valiosa oportunidade, sobretudo pelo incentivo, além de disponibilizar uma excelente estrutura (Laboratório de Química e Bioquímica de Alimentos), viabilizando meu trabalho a campo. Foram anos valiosos de constante aprendizado em que pude crescer profissionalmente e pessoalmente.

À Universidade Federal do Tocantins, na pessoa do Prof. Dr. Alex, por todo empenho e ajuda concedida, mesmo à distância, e à CAPES pela concessão de bolsa de mestrado.

À Professora Dr.^a Ligia, Elias e Adriane pela parceria junto a USP, me possibilitando fazer análises que muito agregaram ao meu trabalho, além de todo conhecimento repassado!

Às queridas amigas de longa data: Jéssika Nunes, Iêda Gama.

Às minhas amigas do Mestrado que me receberam em suas vidas, casas: Valdira, Andressa, Samara e Daphynne, meu muito obrigado, e as portas da minha casa estão abertas para vocês virem a Goiás.

“Você nunca alcança o sucesso verdadeiro a menos que você goste do que está fazendo”!

Dale Carnegie

RESUMO

O estudo de frutos, provenientes da Amazônia legal, torna-se importante devido a atualização de conhecimento de seus benefícios, quer seja na área nutricional ou industrial. Frutos como o açaí, na última década, tiveram em evidência, devido à criação de empresas voltadas ao processamento de sua polpa, além de suas excelentes propriedades bioativas, entretanto, frutos como bacaba e tucumã, são ainda pouco conhecidos. Com a crescente industrialização na área de alimentos, tem-se notado o aumento dos resíduos/coprodutos, advindos da despolpa de frutos, como a casca e semente. Assim, o uso dessas cascas e sementes vem para agregar valor ao produto, já que oferece a possibilidade de aproveitar o fruto de forma integral. O objetivo do presente estudo foi caracterizar física, química, tecnológica e antinutricionalmente as cascas, polpas, sementes e as farinhas provenientes dos frutos da Amazônia Legal (Açaí, Bacaba e Tucumã). As amostras de açaí foram doadas pela Empresa FAST AÇAÍ®, e os frutos bacaba e tucumã foram comprados em feiras locais, de Itacajá-TO e Tefé-AM, respectivamente. Os resultados mostraram quantidade significativa de lipídios presentes nos 3 frutos, principalmente no Tucumã, no qual a casca, polpa e amêndoa possuem quantidades acima dos 26%, além da boa disponibilidade de fibras totais, acima de 20%, presentes em todos os frutos e suas respectivas frações. A quantidade de minerais, em todos os coprodutos (açaí, bacaba e tucumã), foi expressiva, principalmente nos elementos potássio, cálcio, magnésio, fósforo e ferro. Com relação a composição de flavonoides e ácidos fenólicos, o destaque foi para a presença de catequina, epicatequina, quercetina, rutina, ácido procatecuico e procianidina em ambas as frações estudadas. Não foi detectado compostos cianogênicos em qualquer uma das frações estudadas, apenas ácido fitico nas sementes. Por meio das propriedades tecnológicas avaliadas nas farinhas, foi possível sugerir algumas possibilidades de aplicação em produtos com água, leite e óleo em sua composição. Portanto, a recomendação do uso destes resíduos/coprodutos na alimentação humana, é promissor, tanto do ponto de vista nutricional quanto tecnológico.

Palavras-Chaves: aproveitamento de coprodutos; frutos amazônicos, caracterização de frutos.

ABSTRACT

PHYSICAL, CHEMICAL, ANTINUTRITIONAL AND TECHNOLOGICAL CHARACTERIZATION OF CO-PRODUCTS OF LEGAL AMAZONIA FRUITS

The study of fruits, from the legal Amazon, becomes important due to the updating of knowledge of its benefits, whether in the nutritional or industrial area. Fruits like açai, in the last decade, have been in evidence, due to the creation of companies focused on the processing of its pulp, in addition to its excellent bioactive properties, however, fruits such as bacaba and tucumã, are still little known. With the increasing industrialization in the food area, there has been an increase in waste / co-products, resulting from the pulping of fruits, such as peel and seed. Thus, the use of these peels and seeds comes to add value to the product, since it offers the possibility to fully enjoy the fruit. The objective of the present study was to characterize physically, chemically, technologically and anti-nutritionally the peels, pulps, seeds and flours from the fruits of the Legal Amazon (Açai, Bacaba and Tucumã) The samples of açai were donated by the company FAST AÇAÍ®, and the bacaba and tucumã fruits were purchased at local fairs, in Itacajá-TO and Tefé-AM, respectively. The results showed a significant amount of lipids present in the 3 fruits, mainly in Tucumã, in which the peel, pulp and almond have amounts above 26%, in addition to the good availability of total fibers, above 20%, present in all fruits and their respective fractions. The amount of minerals, in all co-products (açai, bacaba and tucumã), was expressive, mainly in the element's potassium, calcium, magnesium, phosphorus and iron. Regarding the composition of flavonoids and phenolic acids, the highlight was the presence of catechin, epicatechin, quercetin, rutin, procatechuic acid and procyanidin in both fractions studied. No cyanogenic compounds were detected in any of the fractions studied, only phytic acid in the seeds. Through the technological properties evaluated in the flours, it was possible to suggest some possibilities of application in products with water, milk and oil in their composition. Therefore, the recommendation for the use of these residues / co-products in human food is promising, both from a nutritional and technological point of view.

Key words: use of co-products; Amazonian fruits, fruit characterization.

SÚMARIO

PARTE 1.....	10
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	11
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	13
3 REFERÊNCIAS.....	21
PARTE 2.....	28
Artigo 1 - Resíduos oriundos do processamento industrial do açaí	29
4 (euterpe precatoria mart): teor nutricional, antinutricional, perfil de	
fenólicos e pigmentos	
Artigo 2 - Perfil químico, nutricional, antinutricional e tecnológico das	61
5 frações da bacaba (oenocarpus bacaba mart.), fruto promissor da	
amazonia legal brasileira.....	
Artigo 3 - Tucumã (astrocaryum vulgare), fruto nativo da amazonia	96
6 legal brasileira: caracterização química, nutricional, antinutricional e	
tecnológica de suas frações casca, polpa e semente.....	
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	130
ANEXOS.....	131

PARTE 1

1 INTRODUÇÃO

O bioma Amazônia é, predominantemente, coberto por floresta tropical úmida e densa, caracterizada por clima quente e úmido e chuvas fortes, que são frequentemente incidentes ao longo do ano (CHISTÉ; FERNANDES, 2016). Devido a esse ambiente específico, na Amazônia, coexistem diversas espécies de frutas e plantas que são amplamente aproveitadas pela população local, facilmente encontrada nos mercados locais e feiras, porém desconhecidas, principalmente, pela comunidade científica que, por vezes, sabem de sua existência, mas ainda não conhecem seus benefícios aliados a alimentação (MATOS et al., 2019).

As palmeiras apresentam grande importância para economia brasileira, apesar de possuírem poucos estudos referentes a caracterização de seus frutos como a bacaba, tucumã (SANTOS et al., 2018; DA SILVA, 2019) e açaí, ambos da região Amazônica do Brasil.

O açaizeiro (*Euterpe precatoria* Mart.), com origem na América Central e do Sul, é considerado a palmeira mais produtiva e conhecida da região amazônica. O açaí destaca-se por ser um fruto exótico que, na última década, ganhou notoriedade internacional, devido aos seus benefícios nutricionais e terapêuticos, os quais estão relacionados à capacidade antioxidante e sua composição fitoquímica, conferindo apelo de alimento funcional (BONOMO et al., 2014; MENEZES et al., 2008; BERNAUD). O Brasil, em 2017, processou 1.273.568 toneladas de açaí (SATO et al., 2019).

A *Oenocarpus bacaba* Mart., conhecida como bacabeira, é uma árvore que atinge de 7 a 22 metros de altura e 12 a 25 cm de diâmetro (HENDERSON, 1995). A polpa de seus frutos pode ser transformada em bebidas, geleias e sorvetes, que são consumidos pela população local (ABADIO et al., 2012).

O tucumãzeiro (*Astrocaryum aculeatum*) caracteriza-se como um fruto suculento, pouco ácido, com baixos teores de açúcar e alto valor energético. Sagrillo et al. (2015) mostraram que, a polpa desse fruto, é rica em compostos bioativos, como flavonóides (26,06 mg.100 g⁻¹) e beta-caroteno (20,97 mg.100 g⁻¹) e a concentração, deste último, está relacionada à capacidade antioxidante da fruta (COSTA; LEEUWEN, 2004; YUYAMA, et al., 2008).

Ribeiro et al. (2013) mostraram que as pessoas que residem nessas comunidades ribeirinhas, na floresta amazônica, vivem mais do que aquelas que habitam grandes cidades. Também mostraram que a prevalência de doenças como obesidade, hipertensão e diabetes tipo II é baixa nessas comunidades. Esses achados levantaram questões sobre

a contribuição de seu estilo de vida, atividade física e dieta para sua longevidade estendida e diminuição da morbidade.

O uso de coprodutos alimentares visa projetar e desenvolver alimentos inovadores com valor agregado, contribuindo para a sustentabilidade e redução de perdas de parte dos frutos não utilizados na indústria, gerando desperdício que criam impactos ambientais negativos. De fato, a produção sustentável de alimentos está se tornando um dos desafios mais importantes a serem enfrentados pela indústria em todo o mundo e deve ser baseada na redução de custos, no aumento da diferenciação de produtos e no atendimento às necessidades nutricionais dos consumidores (SILVA et al., 2020)

Alguns processamentos de frutas chegam a gerar até 70% de resíduos como cascas e sementes que são desperdiçados, os quais poderiam ser utilizados no desenvolvimento de novos produtos, enriquecendo-os nutricionalmente, ou sendo fontes de aromatizantes e corantes naturais, substituindo os de uso sintéticos (DAMIANI et al., 2020).

A possibilidade de utilização de resíduos de frutas tem como fator limitante a presença de fatores antinutricionais. Esses são descritos como compostos, ou classes de compostos, presentes em alimentos de origem vegetal, que reduzem o valor nutritivo, interferindo na digestibilidade, absorção ou utilização de nutrientes, e na eficiência dos processos biológicos do organismo animal (ANDRADE et al., 2015).

Estudos tem constatado que as farinhas de coprodutos (casca, sementes, bagaço) podem ser utilizadas como alternativa para substituição parcial da farinha de trigo, aveia, linhaça, quinoa, farinha de arroz, fécula de batata entre outras, na elaboração de produtos de panificação e massas alimentícias. As farinhas mistas, que são compostas por uma ou mais matérias-primas, são utilizadas, principalmente, na elaboração de bolos e biscoitos, já que esses produtos são aceitos e consumidos por um público diverso. Além disso, a alta durabilidade das farinhas permite que sejam produzidas em grandes quantidades e distribuídas a longas distâncias (PIOVESANA et al., 2013; SANTOS et al., 2011).

Porém, os estudos das propriedades tecnológicas dessas farinhas, geradas de coprodutos, são importantes, pois essas propriedades influenciam na aparência e comportamento de um produto (KAJISHIMA et al., 2001). Além de fornecer dados para a análise da viabilidade de acréscimo da farinha em produtos cárneos, pães e bolos, a partir do resultado desses estudos, é possível determinar a adição de água, a fim de facilitar o manuseio da massa e evitar seu ressecamento durante o armazenamento, com o objetivo de se obter um produto de alta qualidade sensorial e nutricional (CLERICI; EL-DASH, 2008; PORTE et al., 2011).

Assim, o estudo de coprodutos advindos das indústrias, ou mesmo do processamento caseiro, contribui para o aproveitamento total do alimento, evitando o desperdício e para a redução do lixo orgânico, muitas vezes depositado em ruas ou em aterros sanitários. Esses subprodutos são fonte nutritiva, de baixo custo, que podem ser utilizados na forma de farinhas a serem incorporadas aos produtos alimentícios, agregando-lhes valor.

Logo, o objetivo do presente estudo foi caracterizar, de forma física, química, antinutricional e tecnológicos, as cascas, polpas e as farinhas, provenientes da secagem das cascas e sementes de frutos da Amazônia Legal, a saber, açaí, bacaba e tucumã.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Açaí

O gênero *Euterpe*, da família *Arecaceae*, inclui oito espécies de palmeiras que são nativas da América Central e do Sul e é amplamente distribuído no norte da América do Sul, com sua maior abundância na floresta amazônica (SABBE et al., 2009) sendo a *Euterpe oleracea*, que produz o açaí, a espécie mais conhecida e explorada do gênero.

O açaizeiro é uma palmeira mono-caudal, com talo alto e delgado que cresce até 25 m de altura, sendo encontrada em áreas alagadas (LEE; BALICK, 2008). Os frutos formam cachos aglomerados, de coloração esverdeada, durante os estádios imaturos e, quando completamente maduros, tornam-se roxos, do tamanho aproximado de uma uva (POMPEU et al., 2009; ROGEZ, 2000), tendo cada baga uma única semente de tamanho médio entre 7 e 10 mm (SABBE et al., 2009). O epicarpo roxo duro é uma camada muito fina e o mesocarpo tem 1–2 mm de espessura; já a semente, representa a maior parte do volume da fruta (80-95%), conforme pode ser visualizado na Figura 1 (POMPEU et al., 2009; SABBE et al., 2009).



Figura 1: Frutos de açaí *in natura*.

Fonte: <https://www.jasminealimentos.com/wikinatural/acai-a-fruta-tropical-super-saborosa-e-que-e-aliada-de-atletas/>. Acesso em 19 de fevereiro de 2021.

Há relatos populares que sugerem o uso medicinal benéfico do suco de açaí. Habitantes das regiões Norte e Nordeste, por exemplo, utilizavam o suco para prevenir a gripe, febre e dor (MATHEUS et al., 2006). O óleo verde escuro da fruta é usado como medicamento popular, principalmente, como agente antidiarreico (SCHAUSS et al., 2006). Os curandeiros indígenas usavam as bagas para tratar complicações da pele, distúrbios digestivos e parasitas helmintas ou como eczema e diarreia (FONT QUER, 1962).

Acredita-se que o primeiro suco de açaí tenha sido preparado pela maceração da fruta em água morna, separando a polpa das sementes (POMPEU et al., 2009). Pesquisadores relataram que a fração polifenólica, não antocianina, do extrato de polpa de açaí, inibiu a proliferação de células de adenocarcinoma do cólon humano HT-29 (PACHECO-PALENCIA et al., 2008). O óleo de açaí, em contrapartida, parece ter influência na proliferação celular.

XIE et al. (2011) relataram que compostos presentes no suco de açaí auxiliaram na proteção contra a aterosclerose, em modelo com deficiência de hiperlipidemia, e tem efeito protector de ateromas. Isto seria, em parte, devido à redução da peroxidação lipídica e, também, por exercer efeito protetor contra o desenvolvimento da aterosclerose, inibindo citocinas pró-inflamatórias, regulando mediadores inflamatórios.

Outros estudos mostraram que compostos presente no açaí pode ser agente antitumoral, capaz de proteger o tecido lesionado e a atividade carcinogênica. O

mecanismo de ação, ainda, é desconhecido, entretanto, estudos estão em andamento, e resultados preliminares foram relatados, sugerindo que a polpa do açaí inibe o desenvolvimento do carcinoma de células transicionais em camundongos machos, provavelmente devido à sua capacidade antioxidante (FRAGOSO et al., 2012).

2.3 Bacaba

Oenocarpus bacaba Mart é uma palmeira lisa, sem espinhos, reta, com maior ocorrência no Pará, Maranhão, Mato Grosso, Rondônia e Tocantins. Essas plantas desempenham importante papel socioeconômico local, uma vez que foram exploradas, principalmente, para a produção de palmito e para o consumo de seus frutos (HENDERSON; SCARIOT, 1993; HENDERSON, 1995; ESTUPIÑÁN; JIMÉNEZ, 2010). Conforme Henderson (1995), seus caules são solitários, com altura variando de 7-22 m e o diâmetro de 12-25 cm, possuindo folhas crespadas, com 6-8 m de comprimentos e bem distribuídas.

O seu florescimento ocorre nos meses de julho e agosto, cujas flores são alvo-amareladas, os frutos arredondados, de coloração negro-violácea, o mesocarpo de 1,5 mm de espessura, brancacento, oleoso e a amêndoa é envolvida por endocarpo delgado e fibroso. No período entre dezembro e abril, os frutos atingem média de 20kg por palmeira (LORENZI,1996; MENDONÇAS; ARAUJO, 1999).

A bacaba (Figura 2) é consumida em forma de bebida, mais conhecida como “vinho da bacaba” ou fermentado alcoólico de bacaba. Essa bebida é produzida manualmente e sua aplicação pode ser variada, como em alimentos salgados ou até em uma espécie de purê, elaborada com as farinhas (SILVA et al., 2018). Estudos recentes mostraram que esta fruta pode ser fonte potencial de fitoquímicos com capacidade antioxidante, como os compostos orientin, quercetin, rutina, vitexina, em extratos de bacaba, além de 3-glicosídeo cianidina e 3-rutinosídeo cianidina na composição da fruta (CANUTO et al., 2010; FINCO et al.,2012).



Figura 2: Frutos de bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart) *in natura*

Fonte: <https://orlanoticias.com.br/surto-da-doenca-de-chagas-e-detectado-apos-moradores-consumirem-bacaba-35-casos-sao-investigados/>. Acessado 02 de março de 2021.

Os frutos dessa palmeira, também, são importantes fontes de óleos vegetais de alta qualidade, ricos em ácidos graxos insaturados de relevância nutricional (PUERARI et al.,2015). As propriedades químicas, físicas e biológicas, desses óleos, são determinadas pelo tipo de ácido graxo e sua distribuição nas moléculas de triglicerídeos (TG), que representam 95-98% da composição total do óleo (INDELICATO et al.,2017; GIAKOUMIS, 2018; PHAM; PHAM, 2012).

Diante deste cenário, esse fruto tem potencial para ser inserido na alimentação diária de diversas maneiras. A bacaba oferece alguns minerais como ferro e cálcio, importantíssimos para o crescimento de crianças que esteja, principalmente, na fase pré-escolar, pois pode ajudar no processo de aprendizagem (SILVA; PASSOS, 2018).

2.3 Tucumã

O tucumãzeiro é uma palmeira grande, com estipe vertical de 10 a 30 m, sendo coberto na metade superior por espinhos pretos ou marrons, dispostos em anéis. As folhas têm penas e espinhos, em todo o seu comprimento, medindo 4 a 5 m de comprimento (CAVALCANTE, 1991; SOUZA et al., 1996).

Os frutos de Tucumã (Figura 3) são drupas ovóides lisas (5–6 cm de diâmetro, 70–75 g de peso), com epicarpo e mesocarpo que variam de amarelo à laranja escura e vermelha (Craveiro et al., 2014). Existem duas espécies conhecidas como tucumã no norte do Brasil, a saber, *Astrocaryum vulgare* Mart, encontrada, principalmente, e comercializada no estado do Pará e *Astrocaryum aculeatum* G. Mey. (outro nome brasileiro = tucumã-açu), encontrado, principalmente, e comercializado no estado do Amazonas (DIDONET; FERRAZ, 2014).



Figura 3: Frutos de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G.)

Fontes: <https://amazonia.org.br/2015/12/tucuma-e-analisado-para-prevenir-e-tratar-obesidade-e-diabetes-no-amazonas/>. Acessado 02 de março de 2021.

O tucumã é comercializado de duas formas pela população local, ou seja, *in natura* (dúzia ou cento), ou processado pelos comerciantes, sendo sua polpa vendida por peso. De abril de 2011 a maio de 2012, o valor médio da saca de tucumã, vendida nas feiras da cidade de Manaus, no atacado, foi de 80 reais e, no varejo, o valor médio, da dúzia, foi de três reais e, do quilo da polpa, 30 reais, sendo os principais fornecedores do fruto os municípios de Itacoatiara-AM, Autazes-AM, Rio Preto da Eva-AM, Terra Santa-PA, Barreirinha-AM e Careiro Castanho-AM (DIDONET; FERRAZ, 2014).

O tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.) tem predominância em áreas abertas, pastagens, campos e em vegetações secundárias, com o consumo de sua polpa na produção de sorvetes, recheio de sanduíches, entre outros, além de ser utilizado em artesanato, em construções de casas e no engorde de animais (DA SILVA, 2019).

Esta fruta possui propriedades anti-inflamatórias e antioxidantes, provavelmente, devido a presença de β -caroteno e flavonóides. Além disso, ácidos graxos saturados podem ser extraídos de sua polpa e semente (SHANLEY et al., 2011). As sementes de

tucumã são empregadas na medicina tradicional para prevenir derrames e aliviar dores de ouvido (COELHO-FERREIRA, 2009). O endocarpo da fruta é, popularmente, usado contra a artrite reumatoide (RODRIGUES, 1998).

Bony et al. (2012b) demonstraram as propriedades anti-inflamatórias do óleo de tucumã contra macrófagos J774, *in vitro* e no modelo de choque de endotoxina em camundongos, bem como no modelo agudo e crônico de inflamação pulmonar (BONY et al., 2012a). Segundo esses autores, as propriedades anti-inflamatórias são, provavelmente, mediadas por ácido graxo e a presença de compostos antioxidantes, como carotenoides e moléculas anti-inflamatórias, como esteróis.

Foram encontrados poucos estudos sobre a utilização de farinha do resíduo de tucumã. Miller et al. (2013) avaliaram o desempenho zootécnico da farinha do resíduo de tucumã em rações para poedeiras comerciais e verificaram as características encontradas no resíduo de tucumã viabilizam a utilização deste em rações para animais.

2.4 Aproveitamento de resíduos e Saúde

Enquanto a população de alguns países em desenvolvimento está desnutrida e faminta, cresce o número de países desenvolvidos que lidam com obesidade, consumo excessivo de alimentos e aumento da produção de resíduos alimentares. De fato, o desperdício de alimentos é preocupação crescente em todo o mundo, pois representa problema social, econômico e ambiental (MIRABELLA et al., 2014). A gestão de resíduos alimentares aparece, portanto, como questão crucial para a segurança alimentar global (COMISSÃO EUROPEIA, 2017, pp. 1-14). Os resíduos alimentares são definidos como materiais alimentares crus ou cozidos, incluindo qualquer tipo de material descartado em qualquer ponto do ciclo de vida dos alimentos, entre a fazenda e o prato do consumidor (COMISSÃO EUROPEIA, 2010).

As indústrias de alimentos são responsáveis por gerar toneladas de resíduos compostos de cascas, sementes, caroços e polpa, dependendo do tipo de fruta, acarretando sérios problemas ambientais, devido à produção de lixo orgânico. O reaproveitamento de resíduos gerados pela agroindústria, que hoje é um dos maiores polos de investimentos, mesmo em países com alto desenvolvimento tecnológico, como França e Estados Unidos, tem motivado diversos estudos na área. Essas pesquisas contribuem para o acúmulo de informações sobre o potencial e valor nutricional desses resíduos, uma vez que estes contêm teores variáveis de nutrientes essenciais e compostos com potencial para auxiliar

no combate a doenças degenerativas, melhorando a saúde humana (FILHO; FRANCO, 2015).

O aproveitamento integral de frutas e hortaliças (polpa, cascas, talos e folhas), na elaboração de novos produtos, é alternativa tecnológica limpa que está ao alcance de todos, pois pode ser aplicada tanto no ambiente industrial como residencial. A utilização do alimento, de forma sustentável, reduz a produção de lixo orgânico, prolonga a vida útil do alimento, promove a segurança alimentar e beneficia a renda familiar (SILVA et al., 2009), além de terem, em suas frações sólida, fibra alimentar, compostos fenólicos e substancial capacidade antioxidante (RIBEIRO et al., 2020).

No Brasil, anualmente, desperdiça-se milhões de toneladas de alimentos e resíduos aproveitáveis nas indústrias de alimentos. Estudos com extratos provenientes dos resíduos do processamento industrial de frutos da manga (farinhas da casca e amêndoas) apresentaram teores importantes de compostos fenólicos, atividade antioxidante e antimicrobiano (ARBOS et al., 2013).

Para atender à crescente demanda dos consumidores por produtos saudáveis, o processamento industrial de frutas e vegetais aumentou (SAGAR et al., 2018). Isso produz grande quantidade de subprodutos (bagaço, casca, sementes, folhas etc.), que respondem por 60% dos resíduos/coprodutos, geralmente, descartados (AMAYA-CRUZ et al., 2015).

O tratamento desse material não representa, apenas, problema ambiental, mas também a perda de nutrientes importantes para a saúde humana. Hoje, o desafio mundial é a busca por um sistema alimentar, ambientalmente sustentável e, cada vez mais, estratégias que visam o processamento eficiente e a obtenção de produtos de valor agregado de alta qualidade a partir de matérias-primas não tradicionais (LAUB et al., 2018; PEREZ GUIMENEZ; LUCAS-GONZÁLEZ et al., 2015).

As indústrias de suco de frutas são as principais produtoras de resíduos de alimentos, devido às altas quantidades de cascas e sementes geralmente descartadas (MORAIS et al., 2015). No entanto, esses resíduos têm grande potencial para serem incluídos na dieta humana, especialmente aqueles ricos em vitaminas, minerais, fibras, óleos e compostos bioativos com propriedades funcionais (DA SILVA; JORGE, 2014; MORAIS et al., 2015). Esses resíduos podem, portanto, ser utilizados como fontes de renda, ao serem transformados em subprodutos ou mesmo coprodutos agrícolas.

Como exemplos, tem-se os coprodutos da manga e groselha, conhecidos por possuírem significativa quantidade de polifenóis, e as tâmaras, por possuírem quantidades apreciáveis de polifenóis e fibras (AL-FARSI et al., 2005; HABIB et al., 2014).

Campos et al. (2020) estudaram o efeito da farinha de cascas e caules de abacaxi, por meio da simulação da microbiota do trato gastrointestinal, seguida de ensaio de fermentação *in vitro* da microbiota intestinal humana e concluíram que as farinhas de coprodutos de abacaxi são um sistema natural de liberação controlada de compostos fenólicos, com alta capacidade antioxidante, com presença de fibra alimentar, podendo ser aplicada como ingrediente tecnológico em alimentos. Além disso, com elevadas propriedades funcionais e biológicas, as cascas e caules do abacaxi possibilitaram a modulação positiva em cada uma das fases do trato gastrointestinal superior, bem como, no intestino humano como um todo.

Martínez-Cervera et al. (2011) estudaram os efeitos da fibra alimentar solúvel do cacau, usada como substituto da gordura, em bolos de chocolate. Os autores avaliaram as propriedades da massa e as propriedades físicas e sensoriais dos bolos. Os resultados indicaram que a fibra alimentar solúvel, do cacau, é opção para substituir o óleo em formulação de bolos de chocolate. As principais vantagens foram maior umidade e textura mais macia e quebradiça. Além disso, foi observada redução nos sinais de endurecimento, durante o armazenamento, além de cor agradável.

2.5 Farinhas e Propriedades Tecnológicas

O acesso a produtos elaborados como substitutos da farinha de trigo, que apresentem valor nutricional e características sensoriais agradáveis, é uma dificuldade encontrada pelos celíacos e pela indústria alimentícia. Os biscoitos industrializados estão entre os mais consumidos pela sociedade, de uma maneira geral, o que é justificado pela facilidade de consumir e pelo custo acessível. Apesar da produção significativa de biscoitos, no Brasil, a oferta desse produto, isento de glúten, é muito limitada (MAURO et al., 2010).

Para que determinado ingrediente tenha aplicação alimentar, propriedades como hidratação, emulsificação, formação de espuma, absorção de água e óleo, solubilidade e geleificação, associadas ao valor nutricional, são características importantes a serem avaliadas (MIZUBUTI et al., 2000). A capacidade de absorção de água é propriedade relevante para aplicações em produtos cárneos, pães e bolos, cuja utilização dessas farinhas, nos sistemas alimentares, pode ser bastante desejável. As farinhas de semente podem não apresentar propriedades espumantes (capacidade de expansão de espuma e estabilidade de espuma), sugerindo sua inadequação, como ingredientes, em sistemas

alimentares que requeiram esta propriedade, como sorvetes, mousses, merengues e outros (PORTE et al., 2011).

As farinhas de coprodutos (casca, sementes, bagaço) podem ser utilizadas como alternativa para substituição parcial da farinha de trigo, na elaboração de produtos de panificação (biscoitos e pães) e massas alimentícias (PIOVESANA et al., 2013; SANTOS et al., 2011), ampliando a oferta de produtos com elevado teor de fibra, tanto para os consumidores saudáveis quanto para aqueles que apresentam algumas doenças crônicas não transmissíveis (GUIMARÃES et al., 2010).

Cazarin et al. (2014) demonstraram que a casca do maracujá pode ser usada na forma de farinha como fonte de fibras na alimentação, sendo que sua incorporação, na formulação de alimentos, deve considerar as suas características físicas, químicas e sensoriais, para garantir seu melhor aproveitamento e aceitação entre os consumidores.

De Almeida et al. (2020) estudaram a farinha da casca de feijão, com relação aos parâmetros químicos, físicos e propriedades tecnológicas. Os resultados sugeriram que tal produto serve como ingrediente funcional, com potenciais benefícios à saúde, sendo fonte de fibras alimentares e compostos bioativos, com aplicações promissoras no desenvolvimento de novos produtos funcionais e nutracêuticos, incluindo produtos sem glúten.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ABADIO FINCO, F.D.B.; KAMMERER, D. R.; CARLE, R.; TSENG, W.; BÖSER, S.; GRAEVE, L. Atividade antioxidante e caracterização de compostos fenólicos de bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.) de frutas por HPLC-DAD-MS (n). **Jornal de química agrícola e alimentar**. v.60, n. 31, p. 7665-7673, 2012.

AL-FARSI, M.; ALASALVAR, C.; MORRIS, A.; BARON, M.; SHAHIDI, F. Comparison of antioxidant activity, anthocyanins, carotenoids, and phenolics of three native fresh and sun-dried date (*Phoenix dactylifera* L.) varieties grown in Oman. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, n.19, p.7592-7599, 2005.

AMAYA-CRUZ, Diana María et al. Juice by-products as a source of dietary fibre and antioxidants and their effect on hepatic steatosis. **Journal of Functional Foods**, v. 17, p. 93-102, 2015.

ANDRADE, T. V.; SANTOS, R. N. V.; ARAUJO, D. J.; BRAULINO, D DE S.; MOURA, M. V. B. T. P. DE M.; BORGES, L. DA S. Efeito de fatores antinutricionais encontrados nos alimentos alternativos e seu impacto na alimentação de não ruminantes. **Revista Eletrônica NutriTime**.v. 12, n.6, 2015.

ARBOS, K. A.; STEVANI, P. C.; CASTANHA, R. F. Atividade antimicrobiana, antioxidante e teor de compostos fenólicos em casca e amêndoa de frutos de manga. **Revista Ceres**, v. 60, n. 2, 2013.

BERNAUD, R. F. S.; FUNCHAL, C. D. S. Atividade antioxidante do açaí. **Nutrição Brasil**, v. 10, n. 5, p. 310-316, 2011.

BONOMO, L. F.; SILVA, D. N.; BOASQUIVIS, P. F.; PAIVA, F. A.; GUERRA, J. F.; MARTINS, T. A.; TORRES, Á. G. J.; PAULA, I. T.; CANESCHI, W. L.; JACOLOT, P.; GROSSIN, N.; TESSIER, F. J.; BOULANGER, E.; SILVA, M. E.; PEDROSA, M. L.; OLIVEIRA, R. P. Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) modulates oxidative stress resistance in *Caenorhabditis elegans* by direct and indirect mechanisms. **PLoS One**, v. 9, n. 3, p. e89933, 2014.

BONY, E.; BOUDARD, F.; BRAT, P.; DUSSOSSOY, E.; PORTET, K.; POUCHERET, P.; GIAIMIS, J.; MICHEL, A. Awara (*Astrocaryum vulgare* M.) pulp oil: chemical characterization: and anti-inflammatory properties in a mice model of endotoxic shock and a rat model of pulmonary inflammation. **Fitoterapia**. v.83, p. 33-43, 2012a.

BONY, E.; BOUDARD, F.; BRAT, P.; DUSSOSSOY, E.; PORTET, K.; POUCHERET, P.; GIAIMIS, J.; MICHEL, A. Chemical composition and anti-inflammatory properties of the unsaponifiable fraction from Awara (*Astrocaryum vulgare*) pulp oil in activated J774 macrophages and in a mice model of endotoxic shock. **Plant Foods Hum. Nutrition**.v.67, p. 384-392, 2012b.

CAMPOS, D. A., COSCUETA, E. R., VILAS-BOAS, A. A., SILVA, S., TEIXEIRA, J. A., PASTRANA, L. M., & PINTADO, M. M. Impact of functional flours from pineapple by-products on human intestinal microbiota. **Journal of Functional Foods**, 67, 103830, 2020.

CANUTO, G. A. B.; XAVIER, A. A. O.; NEVES, L. C.; BENASSI, M. D. T. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 1196-1205, 2010.

CAVALCANTE, P.B. 1991. **Frutas comestíveis da Amazônia**. 5.ed. Belém: Edições CEJUP/Museu Paraense Emílio Goeldi. 279pp.

CAZARIN, C. B. B.; SILVA, J. K.; COLOMEU, T. C; ZOLLNER, L. R.; MARÓSTICA, M. R. J. Capacidade antioxidante e composição química da casca de maracujá (*Passiflora edulis*). **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 9, p. 1699-1704, 2014.

CHISTÉ, R.C.; FERNANDES, E. Compostos bioativos de frutas da Amazônia e suas propriedades antioxidantes. In: Silva, L.R.; SILVA, B.M. (Eds.). **Compostos bioativos naturais de frutas e vegetais como promotores de saúde**. Parte I, Bentham Science Publishers, Emirados Árabes Unidos.2016. p. 244 - 264

CLERICI, M. T. P. S.; EL-DASH, A. A. Características tecnológicas de farinhas de arroz pré gelatinizadas obtidas por extrusão termoplástica. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 5, p. 1543-1550, 2008.

COELHO-FERREIRA, M. Conhecimento medicinal e utilização de plantas em uma comunidade costeira amazônica de Marudá, Pará (Brasil). **J. Ethnopharmacol**, v.126, p. 159 – 175, 2009.

COMISSÃO EUROPEIA. **Relatório da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões sobre a execução do plano de ação economia circular**. 2017. Recuperado de http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/implementation_report.pdf

COMISSÃO EUROPEIA. **Comissão Europeia. Alimentos funcionais**. ISBN 978-92-79-14239-0. 2010, pp.1-24. Recuperado de http://www.eurosfair.eurosfair.fr/7pc/documents/1276590504_functional_foods_en_publication.pdf

COSTA, J. R; LEEUWEN, J. A. **Frutíferas e plantas úteis na vida amazônica**. São Paulo: Petrópolis Press, p. 193-200, 2004.

DA SILVA, A, J, B. Característica de alguns frutos das palmeiras nativas da Amazônia Brasileira. **Meio Ambiente, Sustentabilidade e Tecnologia**, v. 3, p. 18, 2019.

DA SILVA, A.C.; JORGE, N. Compostos bioativos das frações lipídicas de resíduos agroindustriais. **Food Research International**, v.66, p. 493 – 500, 2014.

DAMIANI, C; DE SOUZA MARTINS, G, A; BECKER, F, S. **Aproveitamento de resíduos vegetais: potenciais e limitações**. Editora, v. 1, n. 35, p. Lv35-Lv35, 2020.

DE ALMEIDA, J. D. S. O.; DIAS, C. O.; ARRIOLA, N. D.; DE FREITAS, B. S.; DE FRANCISCO, A.; PETKOWICZ, C. L.; AMBONI, R. D. Feijoa (*Acca sellowiana*) peel flours: A source of dietary fibers and bioactive compounds. **Food Bioscience**, v. 38, p. 100789, 2020.

DIDONET, A. A.; FERRAZ, I. D. K. Fruit trade of tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey - Arecaceae) at local marketplaces in Manaus (Amazonas, Brasil). **Revista Brasileira de Fruticultura**.v.36, p. 353-362, 2014.

ESTUPIÑÁN-GONZALEZ, A. C.; JIMÉNEZ-ESCOBAR, N.D. Uso de plantas por comunidades rurais na zona tropical do Parque Nacional Natural Paramillo (Córdoba, Colômbia). **Caldasia**, v 32. p. 21- 38, 2010.

FILHO, N. do B. W.; FRANCO, C. R. Avaliação do potencial dos resíduos produzidos através do processamento agroindustrial no Brasil. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 6, p. 1968-1987, 2015.

FINCO, F. D. B. A. et al. Antioxidant activity and characterization of phenolic compounds from bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.) fruit by HPLC-DAD-MS. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, n. 31, p. 7665-7673, 2012.

FONT QUER, P. I. O. **Plantas Medicinales - El Dioscórides renovado**. Ed. Botas. México: Labor, 1962; p. 406-407, 605-607.

FRAGOSO, M. F.; PRADO, M. G.; BARBOSA, L.; ROCHA, N. S.; BARBISAN, L. F. Inhibition of mouse urinary bladder carcinogenesis by açai fruit (*Euterpe oleracea* Martius) intake. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 67, p. 235-241, 2012.

GIAKOUMIS, E. G. Analysis of vegetable oils' physico-chemical properties and fatty acid composition on a statistical basis, and correlation with the degree of unsaturation. **Renewable energy**, 126, 403-419, 2018.

GUIMARÃES, R. R.; FREITAS, M. C. J. D.; & SILVA, V. L. M. D. Bolos simples elaborados com farinha da entrecasca de melancia (*Citrullus vulgaris*, sobral): avaliação química, física e sensorial. **Food Science and Technology**, 30(2), 354-363, 2010.

HABIB, H. M.; PLATAT, C.; MEUDEEC, E.; CHEYNIER, V.; IBRAHIM, W. H. Compostos polifenólicos em sementes de frutos de data (*Phoenix dactylifera*): caracterização e quantificação usando UPLC-DAD- ESI MS. **Jornal da Ciência da Alimentação e Agricultura**, v. 94, n. 6, p. 1084-1089, 2014.

HENDERSON, A. **The palms of the Amazon**. New York: Oxford, 1995.

HENDERSON, A.; SCARIOT, A. A flórua da Reserva Ducke, I: Palmae (Arecaceae). **Acta. Amazônica**. V.23. p. 349 – 369, 1993.

INDELICATO, S.; BONGIORNO, D.; PITONZO, R.; DI STEFANO, V.; CALABRESE, V.; INDELICATO, S.; AVELLONE, G. Triacilgliceróis em óleos comestíveis: determinação, caracterização, quantificação, abordagem quimiométrica e avaliação de adulterações. **Journal of Chromatography**, v. 1515, p. 1-16, 2017.

KAJISHIMA, S.; PUMAR, M.; GERMANI, R. Elaboração de pão de sal com farinha enriquecida de sulfato de cálcio. **Bol. CEPPA**, Curitiba, v. 19, n. 2, p. 157-168, 2001.

LAUB, R.; VAN OTTERDIJK, R.; ROLLE, R. Gender and food loss in sustainable food value chains. A guiding note. 2018.

LEE, R; BALICK, M. J. Palms, people, and health. **Explore**. v.4 n.1, p. 59-62,2008.

LORENZI, H. **Palmeiras no Brasil: Exóticas e Nativas**; Nova Odessa - SP; Ed. Plantarum, 1996.

LUCAS-GONZÁLEZ, R.; VIUDA-MARTOS, M.; ÁLVAREZ, J. A. P.; & FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. Changes in bioaccessibility, polyphenol profile and antioxidant potential of flours obtained from persimmon fruit (*Diospyros kaki*) co-products during in vitro gastrointestinal digestion. **Food chemistry**, 256, 252-258, 2018.

MAIA, G. C. H. M.; CAMPOS, M. DA S.; BARROS-MONTEIRO, J.; CASTILLO, J. E. L.; FALEIROS, M. S.; SALES, R. S. DE A.; GALENO, D. M. L.; LIRA, E.; SOUZA, F. DAS C. DO A.; ORTIZ, C.; MORALES, L.; CARVALHO, R. P. Effects of *Astrocaryum aculeatum* Meyer (Tucumã) on diet-induced dyslipidemic rats. **Journal of nutrition and metabolism**, 2014.

MARTÍNEZ-CERVERA, S., SALVADOR, A., MUGUERZA, B., MOULAY, L., & FISZMAN, S. M. Cocoa fibre and its application as a fat replacer in chocolate muffins. **LWT-Food Science and Technology**, 44(3), 729-736, 2011.

MATHEUS, M. E.; DE OLIVEIRA FERNANDES, S. B.; SILVEIRA, C. S.; RODRIGUES, V. P.; DE SOUSA MENEZES, F.; FERNANDES, P. D. Inhibitory effects of *Euterpe oleracea* Mart. on nitric oxide production and iNOS expression. **J. Ethnopharmacol.** v.107, p. 291-296, 2006.

MATOS, K. A. N.; LIMA, D. P.; BARBOSA, A. P. P.; MERCADANTE, A. Z.; CHISTÉ, R. C. Peels of tucumã (*Astrocaryum vulgare*) and peach palm (*Bactris gasipaes*) are by-products classified as very high carotenoid sources. **Food Chemistry.** v.272, p 216-221, 2019.

MAURO, A. K.; SILVA, V. L. M.; FREITAS, M. C. J. Caracterização física, química e sensorial de cookies confeccionados com Farinha de Talo de Couve (FTC) e Farinha de Talo de Espinafre (FTE) ricas em fibra alimentar. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** v. 30, n.3, p.719-28, 2010.

MENDONÇA, M. S.; ARAÚJO, M. G. P de. A semente de bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart. -ARECACEAE); aspectos morfológicos. **Revista Brasileira de Sementes.** v. 21, n. 1, p. 122-124, 1999.

MENEZES, E. M. S.; TORRES, A. T.; SRUR, A. U. S. Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) liofilizada. **Acta Amazônica.** v. 38, n. 2, p. 311-316, 2008.

MILLER, W. P. M.; CRUZ, F. G. G.; CHAGAS, E. O.; SILVA, A. F.; ASSANTE, R. T. Farinha do resíduo de tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.) na alimentação de poedeiras. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais,** v.11, n.1, p.105-114, 2013.

MIRABELLA, N.; CASTELLANI, V.; SALA, S. Opções atuais para a valorização de resíduos da fabricação de alimentos: Uma revisão. **Journal of Cleaner Production,** p.65, p. 28 – 41, 2014.

MIZUBUTI, I. Y.; BIONDO JR, O.; SOUZA, W. O.; SILVA, R. S. S.; IDA, E. I. Propriedades funcionais da farinha e concentrado proteico de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp). **Archivos Latinoamericanos de Nutrición,** v. 50, p. 274 – 280, 2000.

MORAIS, D.R.; ROTTA.; E.M.; SARGI, S.C.; SCHMIDT, E.M.; BONAFE, E.G.; EBERLIN, M.N.; VISENTAINER, J.V. Atividade antioxidante, fenólicos e UPLC-ESI (-) - MS de extratos de diferentes partes de frutas tropicais e cascas processadas. **Food Research International,** v.77, p. 392- 399, 2015.

PACHECO-PALENCIA, L. A.; MERTENS-TALCOTT, S.; TALCOTT, S. T. TALCOTT. Chemical composition, antioxidant properties, and thermal stability of a phytochemical enriched oil from Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** v. 56, p. 4631-4636, 2008.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J; VIUDA MARTOS, M. Introduction to the special issue Byproducts from agri-food industry: new strategies for their revalorization. 2015.

PHAM, L. J.; PHAM, P. J. Produção biocatalisada de triacilgliceróis estruturados em azeite. In: **Azeite-constituintes, qualidade, propriedades sanitárias e bioconversão.** InTech, Rijeka, Croácia, 2012. p. 447-456.

PIOVESANA, A.; BUENO, M. M.; KLAJN, V. M. Elaboration and acceptability of cookies enhanced with oat and flour grape pomace. **Brazilian Journal of Food Technology**. v. 16, n.1, p.68, 2013.

POMPEU, D. R.; SILVA, E.M.; ROGEZ, H. Optimisation of the solvent extraction of phenolic antioxidants from fruits of *Euterpe oleracea* using response surface methodology. **Bioresource Technol.** v. 100, p. 6076-6082, 2009.

PORTE, A.; SILVA, E. F.; ALMEIDA, V. D. S.; SILVA, T. X.; PORTE, L. H. M. Propriedades funcionais tecnológicas das farinhas de sementes de mamão (*Carica papaya*) e de abóbora (*Cucurbita* sp). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. v.13, n.1, p.91-96, 2011.

PUERARI, C.; MAGALHÃES-GUEDES, K. T.; SCHWAN, R. F. Bebida de bacaba produzida por indígenas brasileiros da Umutina: caracterização microbiológica e química. **Revista Brasileira de Microbiologia**, v. 46, n. 4, p. 1207-1216, 2015.

RIBEIRO, E.E.; AGUIAR, E.; RIBEIRO, M.; BRITO, E.; VIEGAS, K.; SILVA, T.; MOTA, K.M.; IZABEL, M.; MARQUE, D.U.; BELLÓ, C.; FEYH, G.; MÂNICA-CATTANI, M.F.; TRINDADE, L.; ALGARVE, D.; BEATRICE, I. Aspectos da saúde de idosos brasileiros residentes em um município ribeirinho da floresta amazônica. **Rev. Amazon. Geriatr. Gerontol**, v.1, p. 2 – 15,2013.

RIBEIRO, T. OLIVEIRA, L. A. COSTA, C. NUNES, J.; VICENTE, A.A; PINTADO, M. Valorização total e sustentável do bagaço de azeitona por fracionamento. **Ciências Aplicadas**, v. 10, n. 19, pág. 6785, 2020.

RODRIGUES, E. Etnofarmacologia no Parque Nacional do Jaú Sou. **Rev. Bras. Plantas Med**, v.1, p. 1 -14, 1998.

ROGEZ, H. **Açaí: prepare, composição, e melhoramento da conservação**. 1ed. Edufpa, Belém Brasil, 2000, 313p.

SABBE, S.; VERBEKE, W.; DELIZA, R.; MATTA, V.; VAN DAMME, P. Effect of a health claim and personal characteristics on consumer acceptance of fruit juices with different concentrations of açai (*Euterpe oleracea* Mart.). **Appetite**. v.53, p. 84-92, 2009.

SAGAR, N. A.; PAREEK, S.; SHARMA, S.; YAHIA, E. M.; & LOBO, M. G. Fruit and vegetable waste: Bioactive compounds, their extraction, and possible utilization. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, 17(3), 512-531, 2018.

SANTOS, A. A. O.; SILVA E CRISTINA, I.V.; DOS SANTOS, J. P. A.; SANTANA, D.G.; ALMEIRDA, M.L.; MARCELLINI, P. S. Elaboração de biscoitos de chocolate com substituição parcial da farinha de trigo por polvilho azedo e farinha de albedo de laranja. **Ciência Rural Santa Maria**. v.41, n.3, p.531-536. 2011.

SANTOS, M. M. R.; FERNANDES, D. S., CÂNDIDO, C. J.; CAVALHEIRO, L. F.; DA SILVA, A. F.; DO NASCIMENTO, V. A.; HIANE, P. A. Physical-chemical, nutritional and antioxidant properties of tucumã (*Astrocaryum huaimi* Mart.) fruits. **Semina: Ciências Agrárias**, 39(4), 1517-1532, 2018.

SATO, M. K.; de LIMA, H. V.; COSTA, A. N.; RODRIGUES, S.; PEDROSO, A. J. S.; de FREITAS MAIA, C. M. B. Biochar from Acai agroindustry waste: Study of pyrolysis conditions. **Waste Management**, v.96, p.158-167, 2019.

SCHAUSS, A.G.; WU, X.; PRIOR, R. L.; OU, B.; HUANG, D.; OWENS, J.; AGARWAL, A.; JENSEN, G. S.; HART, A. N.; SHANBROM, E. Antioxidant capacity and other bioactivities of the freeze-dried Amazonian palm berry, *Euterpe oleracea* Mart. (Açaí). **J. Agric. Food Chem.** v.54, n.22, p. 8604-8610, 2006.

SHANLEY, P. **Árvores frutíferas e plantas úteis na vida Amazônica**. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), 2011.

SILVA, I. Q.; LOPES, A.; OLIVEIRA, B. C. F.; PENA, R. S. Obtenção de barra de cereais adicionada do resíduo industrial de maracujá. **Alimentos e Nutrição, Araraquara**. v.20, n.2, p.321-329, 2009.

SILVA, M. A.; ALBUQUERQUE, T. G.; ALVES, R. C.; OLIVEIRA, M. B. P.; COSTA, H. S. Melon (*Cucumis melo* L.) by-products: Potential food ingredients for novel functional foods? **Trends in Food Science & Technology**, v. 98, p. 181-189, 2020.

SILVA, R. S. C.; PASSOS, T. U. Adequação dos cardápios da alimentação escolar de creches segundo a pirâmide alimentar infantil. **Jounal of Health & Biological Sciences**. v. 6, n. 3, 2018.

SOUZA, A. D. G. D.; SOUSA, N. R.; SILVA, S. D.; NUNES, C. D. M.; CANTO, A. D. C.; CRUZ, L. D. **Fruteiras da Amazônia**. Manaus: Embrapa-CPAA, 1996.

XIE, C.; KANG, J.; BURRIS, R.; FERGUSON, M. E.; SCHAUSS, A. G.; NAGARAJAN, S.; WU, X. Açaí juice attenuates atherosclerosis in ApoE deficient mice through antioxidant and antiinflammatory activities. **Atherosclerosis**. v.216, p. 327-333, 2011.

YUYAMA, L. K. O.; MAEDA, R. N.; PANTOJA, L.; AGUIAR, J. P. L.; MARINHO, H. A. Processamento e Avaliação da Vida de Prateleira do Tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer) desidratado e pulverizado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 2, p. 408- 412, 2008.

PARTE 2

29 e respectiva farinha. As frações foram analisados quanto a parâmetros físicos, químicos, tecnológicos,
30 compostos antinutricionais e perfil de antioxidantes. Os resultados demonstraram que a casca+polpa é
31 fonte de lipídios, de fibra solúvel e insolúvel, potássio, cálcio e magnésio e antioxidantes como
32 procianidina A2 e catequina; a borra *in natura* é fonte de fibra insolúvel; a farinha da borra é fonte de
33 carboidratos e de fibra insolúvel, possuindo boa solubilidade em leite; a semente e sua respectiva
34 farinha são fontes de carboidratos, de fibra insolúvel e solúvel, contém ácido fítico e taninos
35 condensados e antioxidantes como procianidina A2 e catequina. Tais resultados demonstram a
36 possibilidade de incorporação destes coprodutos em formulações alimentícias, com ganhos
37 nutricionais, além de possibilitar um destino eficiente aos resíduos dessa agroindústria.

38

39 Palavras chave: Frutos exóticos, frutos amazônicos; aproveitamento de coprodutos.

40

41 **1 Introdução**

42

43 O açaí (*Euterpe precatoria* Mart.) é uma palmeira nativa da floresta amazônica brasileira,
44 sendo o Brasil o seu principal produtor, consumidor e exportador. Os frutos medem,
45 aproximadamente, 1,0–2,0 cm de diâmetro, são esféricos e de cor roxa quando maduros (Gordon et
46 al., 2012). Nas últimas décadas, houve grande interesse científico pôr esse fruto, devido aos efeitos
47 benéficos à saúde humana, relacionados à sua composição fitoquímica e nutricional. Estes efeitos
48 estão relacionados, principalmente, à capacidade antioxidante, antiinflamatória, antiproliferativa e
49 cardioprotetora (Rodrigues-Baptista et al., 2018; Martins et al., 2018; Pala et al., 2018).

50 Segundo Buratto, Cocero e Martin (2020), no processamento do açaí, a polpa é separada das
51 sementes (que constituem a primeira fração do resíduo). Em uma segunda etapa, a polpa passa por
52 peneiras, as quais retiram uma pasta constituída por fibras e outros resíduos sólidos produzidos
53 durante a separação da polpa do caroço, formando, assim, uma segunda fração do resíduo denominada
54 de borra.

55 Tais frações residuais podem ser de interesse econômico e ajudar na sustentabilidade do
56 processo (Buratto et al., 2020). Estudos recentes têm mostrado a aplicação desses resíduos/coprodutos
57 de açaí (sementes e borra) como matéria-prima para biorrefinaria (De Lima et al. 2019), porém, é
58 oportuno verificar a possibilidade desses como matéria prima alimentar, uma vez que é sabido que o
59 açaí é fonte de compostos bioativos (Pessoa et al.,2019), fibras (109,97 g/kg), cinzas (36,61 g/kg) e
60 proteínas (84,64 g/kg), conforme mostrado por Silva et al. (2019) ao estudarem polpas liofilizadas de
61 açaí. Suas sementes são compostas por celulose e hemicelulose (63–81%), proteínas (5–6%), lipídios
62 (2–3%) e minerais (2–6%), segundo estudo realizado por Rogez (2000).

63 Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o potencial nutricional,
64 antinutricional, propriedades tecnológicas e a capacidade antioxidante da casca+polpa *in natura* do
65 açaí (CP), da borra do açaí *in natura* (BA), da farinha da borra do açaí (FBA), da semente do açaí *in*
66 *natura* (SA) e da farinha da semente do açaí (FSA), com intuito de sugerir possíveis usos desses
67 resíduos/coprodutos para a indústria alimentícia mundial.

68

69 **2 Material e Métodos**

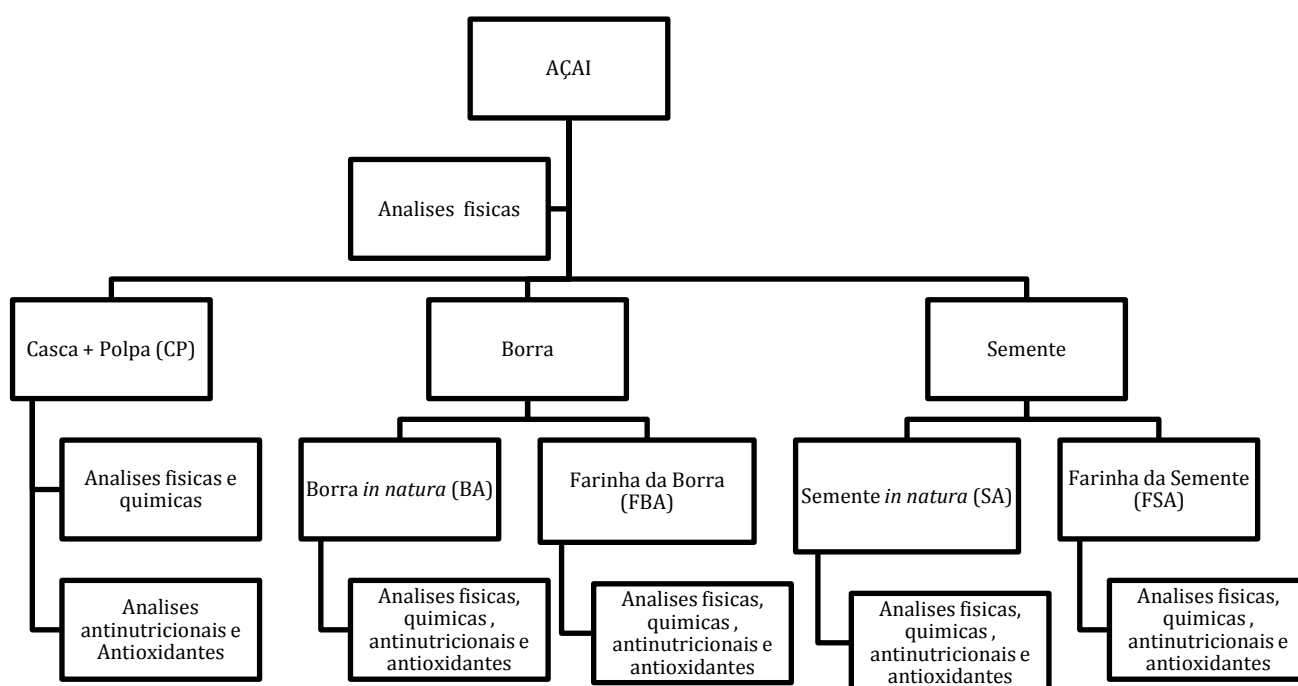
70

71 **2.1 Materiais e Reagentes**

72

73 Frutos inteiros de *Euterpe precatória*, bem como a borra e a semente (resíduos do
74 processamento) foram doados pela empresa brasileira FastAçaí[®]. A preparação para as análises fora
75 intrínseca a cada fração. Os frutos inteiros seguiram para análise de morfologia como massa,
76 diâmetro transversal e comprimento. A casca/polpa *in natura* (CP) foi obtida por meio de
77 despulpamento manual, sem uso de maceração, para preservar os nutrientes e compostos bioativos.
78 A borra *in natura* (BA) e a semente *in natura* (SA) foram divididos em 3 lotes: o primeiro seguiu
79 para análise de sólidos solúveis, pH, acidez e cor; o segundo, foi armazenado em temperatura de -
80 18°C, para realização das demais análises; o terceiro lote foi seco em estufa de circulação forçada de

81 ar (TE 394/4, Tecnal, Piracicaba, Brasil), à 60°C, até atingir 15% de umidade. Após seca, a borra foi
 82 triturada em moinho de facas (willye START FT 50-Brasil) para obtenção da farinha (FBA), com
 83 granulometria de 25,40mm. Já as sementes de açaí foram trituradas em moinho de facas e martelos
 84 (Nogueira OPM-JR-Brasil) e, posteriormente, foram novamente trituradas em moinho de facas
 85 (willye START FT 50-Brasil) para atingir granulometria de 25,40mm. Após esse procedimento, a
 86 polpa+casca do açaí *in natura* (CP), a borra *in natura* (BA) e a farinha da Borra (FBA), semente *in*
 87 *natura* (SA) e farinha da semente (FSA) foram armazenadas em sacos de polietileno de alta densidade
 88 e fechadas a vácuo, conforme mostra a Figura 1. Os sacos foram revestidos com folhas de papel
 89 alumínio e armazenados em congelador a -18°C, até o momento da realização das diversas análises
 90 (físicas, químicas, nutricionais, antinutricionais e tecnológicas).



91
 92 Figura 1: Fluxograma de experimento realizado com as frações casca+polpa (CP), borra *in natura*
 93 (BA), farinha da borra *in natura* (FBA), sementes (SA) e farinha da semente de açaí (FSA), advindos
 94 do processamento industrial do açaí.

95

96 2.2 Análises físicas do Açaí e suas frações

97

98 O fruto inteiro foi analisado em relação a sua massa, utilizando balança semi-analítica (Scientech
99 /SA 210); rendimento, pesando o fruto integral e após retirado a casca+polpa e semente, os quais
100 foram pesados separadamente, utilizando balança semi-analítica (Scientech /SA 210). Para o estudo
101 morfológico, referente ao diâmetro e comprimento, foi utilizado paquímetro digital (Vernier Caliper
102 ive, 0-150 mm), realizado em 30 frutos escolhidos ao acaso.

103 A atividade de água foi feita em aparelho AquaLab, digital, modelo CX-2, fabricado pela
104 DECAGON, a temperatura ambiente ($\pm 25^{\circ}\text{C}$). Os parâmetros instrumentais de cor foram
105 determinados em colorímetro (Color Quest, XE, Reston, EUA), de acordo com o sistema CIELab. Os
106 resultados foram expressos em valores L^* , a^* , b^* , sendo L^* (claridade), variando do preto (0) ao
107 branco (100), a^* variando do verde (-60) ao vermelho (+60) e b^* variando do azul (-60) ao amarelo
108 (+60). O Chroma (C) foi calculado, por meio da equação 1. Foram feitas 30 determinações em cada
109 uma das frações do açaí (CP, BA, FBA, SA e FSA).

110

$$\text{Equação 1: } C = \sqrt{a^2 + b^2}$$

111

112 2.3 Análises Químicas do Açaí

113

114 As determinações analíticas foram realizadas nas amostras de CP, BA, FBA, SA e FSA; o teor
115 de sólidos solúveis foi determinado, por meio de leitura da diluição (1:9) em refratômetro digital
116 (AR200, Reichert Analytical Instruments, Depew, Nova Iorque, Estados Unidos), sendo essa
117 diluição, também, utilizada para a leitura do pH, o qual foi determinado em potenciômetro (TEC5,
118 Tecnal, Piracicaba, São Paulo, Brasil), previamente calibrado com soluções de pH 7,0 e 4,0. A acidez
119 titulável, expressa em g/100g de ácido cítrico, foi realizada por titulometria, na diluição (1:9) com
120 solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 M; o teor de umidade e cinzas foi determinado por método
121 gravimétrico, no qual as amostras foram submetidas ao aquecimento em estufa a 105°C e
122 carbonizadas em placas elétricas, com posterior incineração em mufla a 550°C respectivamente

123 (AOAC, 2016 numero 930,16 e 942,05): proteínas pelo Método de microKjeldahl, de acordo com
124 AOAC (2016, número 929,152), utilizando o fator de conversão de 6,25; lipídeos totais por meio do
125 método de Bligh-Dyer (1959); carboidratos totais calculado por diferença segundo RDC nº360
126 (BRASIL, 2003); valor calórico calculado por meio da utilização dos coeficientes de Atwater
127 (carboidrato = 4,0 Kcal/g; lipídeos = 9,0 Kcal/g; proteínas = 4,0 Kcal/g) (Merril & Watt. 1973). Todas
128 as análises foram realizadas em 10 repetições. O teor de fibras solúveis e insolúveis foi determinado,
129 em 3 repetições, por método gravimétrico-enzimático, utilizando enzimas α -amilase, protease e
130 amiloglicosidase (AOAC, 2016 número 992,16). Os teores de açúcares redutores, não redutores e
131 totais foram determinados pelo método do ácido 3,5-dinitrossalicílico (ADNS), segundo metodologia
132 proposta por Silva et al. (2003), feitas em 10 repetições. Os minerais (cálcio, magnésio, fósforo,
133 cobre, ferro, manganês e zinco) foram determinados por espectrometria de chama (Malavolta *et al.*,
134 1997), em triplicata.

135

136 2.4 Fatores antinutricionais do Açaí e suas frações

137

138 A presença de ácido cianídrico foi avaliada nas frações CP, FBA e FSA, utilizando o teste
139 Guignard, técnica qualitativa que consiste na confirmação da presença ou não de cianetos. A semente
140 de ameixa foi utilizada como padrão comparativo, segundo Araújo (2011), a qual apresenta
141 glicosídeos cianogênicos precursores do ácido cianídrico. As análises foram realizadas em 3
142 repetições.

143 Para a determinação de ácido fítico, taninos condensados e taninos totais, foram feitos 3 extratos
144 e, a partir desses, foram realizadas 12 leituras nas frações CP, BA, FBA, SA e FSA separadamente.
145 O teor de inibidores de tripsina foi determinado, de acordo com Arcon (1979), com extração, apenas,
146 em pH neutro. O teor de ácido fítico foi determinado pelo método descrito por Latta e Eskin (1980),
147 utilizando a resina DOEX- Cellulose (ion-exchangersin), de acordo com Vilela et al. (1973). O teor
148 de taninos condensados foi estimado, espectrofotometricamente, cuja extração foi utilizando metanol,

149 pelo método adaptado por Barcia et al. (2012). O método proposto por Swain e Hills (1959) foi
150 utilizado para determinar o teor de taninos totais, utilizando água como agente extrator.

151

152 2.5 Análises tecnológicas da farinha da borra (FBA) e da semente (FSA) de Açaí

153

154 Para determinação do índice de absorção e água (IAA), solubilidade em água (ISA), absorção
155 em óleo (IAO) e para os índices de absorção e solubilidade em leite (IAL e ISL respectivamente), foi
156 utilizada metodologia descrita por Okezie e Bello (1988) e equação descrita por Anderson et al.
157 (1969). Ambas as análises foram realizadas em 10 repetições.

158

159 2.6 Extração e análise dos pigmentos

160

161 Para as análises descritas a seguir, foram feitas 3 extrações e leituras em 4 repetições nas
162 frações CP BA, FBA, SA e FSA. A quantificação de clorofila foi mensurada pela metodologia de
163 Engel e Poggiani (1991). O método adaptado por Barcia et al. (2012) foi utilizado para determinar o
164 teor total de antocianinas. Os carotenoides foram extraídos, conforme descrito por Serino et al.
165 (2009), e identificados e quantificados por Cromatografia líquida de alta eficiência CLAE, em
166 cromatógrafo (Shimadzu, série LC-20AT, Tokyo, Japan) equipado com sistema de bombas
167 isocráticas (LC-20AT), injetor automático (SIL 20A), sistema de detecção de UV-VIS (SPD-20A) e
168 forno para coluna (CTO 6A). A coluna C18 (LiChroCART 250-4 LiChrospher® 100 RP-18
169 endcapped 100x4,6mm- 5 µm - Merck) foi utilizada e o volume de injeção de extrato foi de 20 µL.
170 A fase móvel foi composta por acetonitrila: água: acetato de etila (53:7:40, v/v/v), em fluxo de 1
171 mL/min. Durante a análise, a temperatura foi mantida em 30°C. Espectros de absorbância foram
172 adquiridos por varredura (200-600 nm), com monitoramento em quatro comprimentos de onda: 474
173 nm para licopeno, 454 nm for β-caroteno, 286 nm para fitoeno, e 448 nm para luteína. A identificação

174 deu-se por meio da comparação com o tempo de retenção dos padrões e sua quantificação feita por
175 meio da utilização de curvas com cinco diferentes concentrações dos padrões.

176

177 2.7 Tocoferol

178

179 A cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) foi utilizada para a determinação da
180 vitamina E (α -, β -, γ -, δ -tocoferol) no açaí (casca+polpa) e seus coprodutos (BA, FBA, SA e FSA),
181 conforme descrito por Presoto, Rios e Almeida-Muradian (2000) e Melo e Almeida-Muradian (2010).
182 Para as análises, foram utilizados 5 g de amostra, e feitos 3 extratos. Foi utilizado um detector de
183 fluorescência (RF-10AXL), ajustado para excitação de 295 nm e emissão de 330 nm. Uma coluna de
184 sílica Shim-pack CLC-Sil (M) (25 × 4,6 mm de tamanho de partícula 5 μ m) com fase móvel pré-
185 filtrada e desgaseificada foi usada, consistindo em hexano e álcool isopropílico (99: 1) e 1,5 fluxo de
186 mL / min. Os tocoferóis foram identificados pela comparação do tempo de retenção dos padrões
187 sintéticos, e a quantificação foi realizada por curva de padronização externa, usando, pelo menos,
188 cinco níveis de concentração para cada padrão. Para calcular a vitamina E, presente nas amostras, foi
189 utilizado a equação descrita por Holland et al. (1991), que é baseado na atividade biológica da
190 vitamina E (tocoferol).

191

192 2.8 Antioxidantes do Açaí (casca+polpa) e suas frações (BA, FBA, SA e FSA)

193

194 2.8.1 Preparação dos extratos

195 Os compostos bioativos, de cada amostra, foram extraídos de acordo com protocolo descrito
196 por De Souza et al. (2018), utilizando proporção de 1:30 (amostra: solvente) e solução metanol: água
197 (60:40, v/v), em banho ultrassônico (USC2800A, Logen scientific, São Paulo, Brasil; frequência
198 40Khz; dimensão interna: 293x235x150mm), por 11 min. Os extratos foram centrifugados (3000g,
199 15 min, 4°C) em centrífuga (5403, Eppendorf AG, São Paulo, Brasil), filtrados em filtro de placa

200 sintetizada (G4) e armazenados em frascos âmbar sob temperatura de -18°C , até o momento das
201 análises espectrofotométricas e cromatográficas. As extrações foram realizadas em 3 repetições nas
202 frações CP, BA, FBA, SA e FSA.

203

204 2.8.2 Identificação e Quantificação dos Flavonoides e Ácidos Fenólicos

205 A separação, identificação e quantificação dos Flavonoides e Ácidos fenólicos foram
206 realizadas por CLAE-DAD-MS, utilizando coluna de fase reversa Luna C18 (2) HST ($100 \times 3,0$ mm,
207 $2,5 \mu\text{m}$; Phenomenex, Torrance, CA, EUA). Os extratos foram filtrados em filtros de nylon $0,22\mu\text{m}$
208 (Millipore) para vials e o volume injetado foi de $5\mu\text{L}$. A fase móvel foi constituída de água com ácido
209 fórmico a 0,1% (A) e acetonitrila (B). As separações cromatográficas foram realizadas em condições
210 gradientes, usando o solvente A e o solvente B a vazão de $0,5 \text{ mL min}^{-1}$. Um programa de gradiente
211 de 22 minutos foi utilizado no estudo, começando com ácido fórmico à 0,1% e acetonitrila (95: 5, v
212 / v), seguido de aumento de até 8% de acetonitrila em 5,0 min, e aumento para 15% em 8 minutos,
213 mantendo-se nessa proporção por 2 minutos e, em seguida, aumentando para 20% de acetonitrila em
214 12 minutos; a proporção de acetonitrila foi novamente aumentada para 35% em 15 minutos e
215 mantendo em 3 minutos, finalmente foi diminuída a proporção de acetonitrila para 5% e mantendo-
216 se em 2 min. As amostras foram injetadas em triplicata e os flavonoides e ácido fenólico foram
217 identificados, de acordo com o tempo de retenção e quantificados por meio de curva de padrões
218 comerciais (Sigma Aldrich, St. Louis, EUA).

219

220 2.8.3 Capacidade antioxidante

221 A capacidade antioxidante foi determinada, usando os ensaios DPPH, FRAP e ABTS. A
222 capacidade de eliminação de radicais livres (DPPH) foi determinada de acordo com método descrito
223 por Rufino et al. (2010), nas frações BA, FBA, SA e FSA. A capacidade antioxidante, avaliada quanto
224 ao poder de redução do Ferro (FRAP) foi determinada, de acordo com Rufino et al. (2006) somente
225 na fração casca+polpa (CP). As limitações de análises por DPPH e FRAP, nas demais frações, foi

226 devido a pigmentação dessas. Para o ensaio da capacidade de redução do radical ABTS, essa foi
 227 determinada de acordo o método com Rufino et al. (2007) nas frações CP, BA, FBA, AS e FSA.

228

229 3.3 Análises estatísticas

230 O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com
 231 repetições, cujos tratamentos foram às frações CP, BA, FBA, SA e FSA. Para as análises físicas, as
 232 médias foram apresentadas com seus respectivos desvios padrão. Para as comparações entre frações,
 233 as médias das análises foram submetidas à análise de variância e, quando significativas, aplicados
 234 teste de Tukey ou teste t (Student), utilizando nível de confiança de 95%. Foi utilizado, para auxílio,
 235 o programa SISVAR (Ferreira, 2014).

236

237 3. Resultados e Discussão

238

239 Os dados, apresentados na Tabela 1, mostram as características morfológicas do fruto açaí,
 240 coletados na Amazônia Brasileira. Nota-se, por suas dimensões transversais/horizontais (13,04/11,49
 241 mm respectivamente) e massa (1,46g), que o fruto é pequeno, semelhante ao relatado por Gordon et
 242 al., (2012), cujos frutos de açaí estudados variaram entre 10 a 20mm. A massa da semente de açaí
 243 (1,21 g) mostrou ser bem maior que a massa da casca/polpa (0,31g). Quanto ao rendimento do fruto,
 244 o açaí, colhido no Amazonas brasileiro, apresentou 21,52% em casca+polpa e 78,14% em sementes,
 245 ou seja, após sua industrialização, é grande o percentual de resíduos que são descartados, chamando
 246 a atenção para o aproveitamento de forma integral dessa espécie vegetal.

247 **Tabela 1.** Características físicas do açaí Amazônico Brasileiro, safra 2018/2019, coletados no estado
 248 do Pará (BR).

Parâmetros	Açaí
Massa (g)	1,46 ± 0,26
Diâmetro transversal (mm)	13,04 ± 0,88
Diâmetro horizontal (mm)	11,49 ± 2,09

Casca/polpa (g)	0,31 ± 0,04
Semente (g)	1,21 ± 0,25
Frações	Rendimento
Casca/Polpa (%)	21,52 ± 5,55
Semente (%)	78,14 ± 18,53

249 ¹Os valores correspondem às médias ± desvio padrão de 30 repetições, escolhidos de um lote ao acaso.

250 A avaliação da composição proximal das frações do açaí pode ser observada na Tabela 2. A
 251 fração BA apresentou a mais elevada umidade (61,55 g/100) e Aw (0,99), quando comparada as
 252 demais frações, justamente pela adição de água utilizada no processo de despulpa. Sugere-se secar
 253 essa fração para evitar crescimento microbiano e reações químicas que irão degradar, facilmente, esse
 254 coproduto, impossibilitando seu uso vindouro. Com relação à fração em forma de farinhas (FBA e
 255 FSA), essas ficaram abaixo de 15% de umidade (4,5% e 5,53% respectivamente), sendo possível seu
 256 armazenamento e vida útil mais prolongada. O teor de umidade inferior a 15% é recomendado pela
 257 legislação brasileira em farinhas no geral (Brasil, 2005). A umidade é uma variável importante no
 258 armazenamento de farináceos, pois altos níveis podem proporcionar crescimento de fungos e
 259 produção de micotoxinas (Hadaruga et al., 2016). Logo, a secagem dos resíduos/coprodutos de açaí
 260 a 60°C por, no mínimo, 24 horas foi eficaz para redução da umidade.

261 O teor de cinzas encontrado na fração CP foi de 2,36 g/100g, maior do que os encontrados nas
 262 outras frações estudadas. Resultado semelhante foi observado no teor de proteínas, a qual foi maior
 263 na fração CP (8,26 g/100g), quando comparado com a semente (1,52 g/100g) e sua respectiva farinha
 264 (1,64 g/100g), e com a borra (1,24 g/100g) e sua respectiva farinha (1,30 g/100g). A média de
 265 proteínas, observada para o açaí, foi inferior à relatada por Gordon et al. (2012), ao estudarem a fração
 266 casca/polpa de açaí do estado de Amazonas (12 g/100g), possivelmente, devido a diferenças do solo,
 267 clima, já que os frutos, objetos deste estudo, foram coletados no estado do Pará.

268 Segundo Cardoso et al. (2019), os lipídios são variáveis que têm relevância nutricional e
 269 fisiológica nos alimentos, porque são fontes de ácidos graxos essenciais e energia. Além disso, eles
 270 desempenham papel fundamental na qualidade dos alimentos, pois podem causar gostos e odores

271 desagradáveis nas farinhas armazenadas. Com isso em mente, a fração de maior preocupação é a CP,
272 com teor de lipídios de 25,12 g/100g, seguido pela fração FBS (4,06 g/100g) e, finalmente, pelas
273 demais frações, que não diferiram entre si, com média de 2,61 g/100g. Os menores teores de lipídios
274 encontrados nas frações de açaí podem contribuir para que, ao longo do armazenamento, as
275 modificações sensoriais e químicas, relacionadas à rancidez, fiquem menos susceptíveis.

276 A fração CP (64,26 g/100g) apresentou o menor teor de carboidratos totais, porém teve o valor
277 calórico superior (515,92 Kcal/100g), quando comparado às demais frações do açaí. Isso pode ser
278 explicado pela elevada quantidade de lipídios nessa fração, quando comparado com as outras, ou seja,
279 o valor calórico acentuado do açaí está, sem dúvida nenhuma, em sua porção casca e polpa *in natura*.
280 Mais um motivo para ser submetida ao processo de secagem e armazenada adequadamente.

281 **Tabela 2.** Composição nutricional (g/100g), valor calórico (kcal/100g), composição física e minerais (mg/100g) da fração CP (casca e polpa), borra *in*
 282 *natura* (BA), farinha da borra de açaí (FBA), semente *in natura* (SA) e farinha da semente de açaí (FSA) e propriedades tecnológicas da FBA e FSA,
 283 em base seca.

Parâmetros	CP	BA	FBA	SA	FSA
Umidade	39,80 ± 0,57 ^b	61,46 ± 0,39 ^a	4,50 ± 0,21 ^e	33,69 ± 0,29 ^c	5,53 ± 0,28 ^d
Cinzas	2,36 ± 0,25 ^a	1,24 ± 0,12 ^d	1,30 ± 0,13 ^{dc}	1,52 ± 0,16 ^{cb}	1,64 ± 0,29 ^b
Proteínas	8,26 ± 0,39 ^a	3,6 ± 0,44 ^c	3,12 ± 0,19 ^c	5,02 ± 0,45 ^b	5,32 ± 0,15 ^b
Lipídios	25,12 ± 1,54 ^a	3,00 ± 1,14 ^{cb}	4,06 ± 0,23 ^b	2,03 ± 0,47 ^c	2,80 ± 0,58 ^c
Carboidratos Totais	64,26 ± 1,65 ^c	92,16 ± 1,38 ^a	91,52 ± 0,33 ^{ab}	91,40 ± 0,41 ^{ab}	90,24 ± 0,5 ^b
Valor calórico Total	515,92 ± 7,98 ^a	410,08 ± 5,83 ^{bc}	413,74 ± 2,07 ^b	404,06 ± 2,25 ^c	407,43 ± 3,63 ^{bc}
Fibra Insolúvel	43,72 ± 0,36 ^d	33,32 ± 0,70 ^e	86,89 ± 1,81 ^a	53,77 ± 0,00 ^c	80,77 ± 0,00 ^b
Fibra Solúvel	3,10 ± 0,68 ^{ab}	0,46 ± 0,23 ^d	1,19 ± 0,59 ^{cd}	2,24 ± 0,14 ^{bc}	3,37 ± 0,21 ^a
Fibra alimentar total	46,82 ± 1,04 ^d	33,78 ± 0,92 ^e	88,07 ± 2,4 ^a	55,81 ± 0,14 ^c	84,14 ± 0,21 ^b
Açúcares Redutores	2,29 ± 0,16 ^a	0,28 ± 0,00 ^c	0,29 ± 0,00 ^c	1,60 ± 0,09 ^b	1,69 ± 0,10 ^b
Sacarose	0,39 ± 0,23 ^c	1,42 ± 0,09 ^a	1,49 ± 0,09 ^a	0,60 ± 0,13 ^b	0,64 ± 0,14 ^b
Açúcares total	2,68 ± 0,30 ^a	1,70 ± 0,09 ^c	1,78 ± 0,09 ^c	2,20 ± 0,17 ^b	2,33 ± 0,18 ^b
pH	4,87 ± 0,14 ^c	4,63 ± 0,02 ^d	4,70 ± 0,02 ^d	5,23 ± 0,04 ^b	5,82 ± 0,02 ^a
AT ²	1,68 ± 0,08 ^d	1,36 ± 0,25 ^c	2,43 ± 0,47 ^b	3,13 ± 0,30 ^a	3,34 ± 0,03 ^e
SS ³	5,85 ± 1,20 ^b	2,34 ± 0,46 ^d	3,60 ± 0,00 ^c	8,28 ± 0,38 ^a	8,10 ± 0,00 ^a
Aw	0,98 ± 0,00 ^a	0,99 ± 0,00 ^a	0,38 ± 0,03 ^c	0,94 ± 0,00 ^b	0,36 ± 0,01 ^d
L	24,86 ± 2,10 ^e	28,27 ± 1,13 ^d	43,16 ± 2,16 ^c	48,63 ± 0,78 ^b	54,55 ± 1,22 ^a

A*	1,54 ± 0,32 ^c	8,89 ± 0,87 ^c	6,90 ± 0,31 ^d	12,08 ± 0,30 ^a	11,29 ± 0,41 ^b
b*	-1,12 ± 0,31 ^e	6,15 ± 0,76 ^d	11,92 ± 0,49 ^c	22,36 ± 0,32 ^a	18,96 ± 1,03 ^b
Chroma	1,94 ± 0,21 ^e	10,81 ± 1,12 ^d	13,77 ± 0,55 ^c	25,42 ± 0,40 ^a	22,07 ± 1,09 ^b
Potássio	659,24 ± 125,83 ^a	220,00 ± 0,00 ^c	230,37 ± 0,00 ^c	340,00 ± 11,5 ^b	359,90 ± 12,22 ^b
Fósforo	75,88 ± 0,72 ^b	26,00 ± 7,09 ^c	27,23 ± 7,43 ^c	104,00 ± 7,55 ^a	110,09 ± 7,99 ^a
Cálcio	385,59 ± 7,18 ^a	100,00 ± 0,00 ^b	104,71 ± 0,00 ^b	ND	ND
Magnésio	211,46 ± 7,18	ND	ND	ND	ND
Ferro	5,61 ± 0,06 ^c	ND	ND	6,65 ± 0,85 ^a	7,04 ± 0,90 ^a
Cobre	2,10 ± 0,00 ^a	0,90 ± 0,14 ^b	0,94 ± 0,15 ^b	1,20 ± 0,23 ^b	1,27 ± 1,24 ^b
Manganês	43,53 ± 0,402 ^a	5,95 ± 1,45 ^c	6,23 ± 1,52 ^c	9,8 ± 1,20 ^b	10,37 ± 1,27 ^b
Zinco	2,84 ± 0,06 ^a	0,35 ± 0,11 ^c	0,37 ± 0,12 ^c	1,12 ± 0,15 ^b	1,19 ± 0,16 ^b
Enxofre	497,54 ± 16,17 ^a	33,00 ± 2,08 ^c	34,55 ± 2,18 ^c	116,00 ± 32,33 ^b	122,79 ± 34,32 ^b
Parâmetros tecnológicos					
	ISA⁴ (%)	IAA⁵ (g. gel/g)	CAO⁶ (%)	ISL⁷ (%)	IAL⁸ (g. gel/g)
FBA	3,94 ± 1,54 ^b	3,12 ± 0,25 ^a	2,47 ± 0,15 ^a	30,45 ± 1,53 ^a	1,25 ± 0,09 ^b
FSA	8,69 ± 0,75 ^a	2,77 ± 0,15 ^b	1,99 ± 0,10 ^b	3,41 ± 0,22 ^b	2,03 ± 0,11 ^a

284 ¹Os valores correspondem às médias ± desvio padrão. Letras minúsculas na mesma linha, e na mesma coluna para os parâmetros tecnológicos não diferem entre si
285 estatisticamente no teste de Tukey a 5% (p <0,05). ²Acidez titulável expressa em g ácido cítrico/100g. ³Sólidos Solúveis (°Brix). ⁴Índice de solubilidade em água.
286 ⁵Índice de absorção em água. ⁶Capacidade de absorção de óleo. ⁷Índice de solubilidade em leite. ⁸Índice de Absorção em leite. ND (não detectado).

287 As farinhas FBA (88,07g/100g) e FSA (81,14 g/100g) apresentaram teores de fibras alimentares
288 superiores as demais frações, indicando, mais uma vez, a vantagem de secar os coprodutos do açaí
289 como borra e semente. O valor de referência de ingestão diária de fibra total, para homens e mulheres,
290 entre 19 e 50 anos, varia entre 25 e 38 g/dia, segundo o Institute of Medicine (2010). Logo, a ingestão
291 de 100 g das farinhas FBA ou FSA, provem 88% da recomendação diária para fibras. Vale ressaltar
292 que as fibras insolúveis são as predominantes em qualquer uma das frações estudadas e estas ajudam
293 no trânsito intestinal, colaborando com a prevenção de várias doenças relacionadas à digestão dos
294 alimentos. O mesmo comportamento de fibras foi observado em estudo de polpa de açaí, realizado
295 por Maria do Socorro et al., (2011), cuja presença de fibra insolúvel (64,49 g/100g) foi maior que a
296 fibra solúvel (2,75 g/100g).

297 Com relação à quantidade de açúcares, quer sejam eles totais, redutores ou simplesmente
298 sacarose, ambas as frações são pobres nesses componentes, sendo um fator agregador na conservação,
299 pois reduzida quantidade de açúcares emprega em reduzida possibilidade de fermentação. Esses
300 dados são semelhantes ao encontrado por Silva et al., (2019), em polpa liofilizada de açaí, que variou
301 de 3,74 a 8,50° Brix.

302 Observou-se que entre as frações estudadas do fruto açaí, a semente e sua respectiva farinha,
303 possuem pH mais elevado (5,23 e 5,82 respectivamente). Segundo Santos et al., (2008), as frações do
304 açaí são classificadas como alimento de baixa acidez ($\text{pH} \geq 4,50$), o que pode possibilitar o
305 desenvolvimento de formas microbianas esporulantes, requerendo, portanto, cuidados no
306 armazenamento e escolha adequada na embalagem. Quanto aos valores de pH e acidez encontrados
307 na fração casca+polpa deste trabalho (4,87 e 1,68 g/100g ácido cítrico), são condizentes aos
308 encontrados por Santos et al., (2008), em polpas comerciais de açaí, variando de 3,55 a 4,80 para pH
309 e 0,20 a 0,94 g/100g para ácido cítrico respectivamente. Quanto ao teor de açúcares totais, a variação
310 encontrada neste trabalho (1,70 a 2,68 g/100g) condiz com o previsto na legislação brasileira (Brasil,
311 2018) que determina valor máximo de açúcares totais para o açaí grosso, médio e fino de até 40,00
312 g/100g, justamente para evitar ou inibir futuras fermentações microbianas.

313 Com relação à coloração das amostras, o valor de L* na fração CP (24,86), como esperado,
314 foi menor, demonstrando menos claridade quando comparado com a fração semente (48,63) e sua
315 respectiva farinha (54,55), fato reforçado pelo valor negativo de b* (-1.12) na CP; já para a fração
316 BA (28,27) e FBA (43,16), os valores de L* comprovam que a secagem alterou a cor, quer seja na
317 farinha da borra ou na farinha da semente de açaí. Os valores positivos de a* e b* indicam tom marrom
318 em ambas as amostras. Quanto ao Chroma, quanto maior seu valor, maior a intensidade da cor, logo,
319 observou-se que entre as frações de resíduos do açaí, a semente (25,42) e sua farinha (22,07) possuem
320 coloração mais acentuada em relação a casca+polpa (1,94), borra (10,81) ou farinha da borra (13,77).
321 Em geral, a causa do escurecimento nos produtos secos, termicamente, é principalmente devido às
322 reações de Maillard, caramelização e a oxidação do ácido ascórbico que ocorrem, normalmente,
323 durante o processo de secagem térmica (Michalska et al., 2018). Esse escurecimento, porém, não
324 inviabiliza a utilização dos coprodutos do açaí, uma vez que a inclusão de ingredientes, com coloração
325 escura em produtos alimentícios, pode ser associada, pelos consumidores, como ingredientes integrais
326 e, portanto, mais saudáveis (Walker et al., 2014),

327 As necessidades médias diárias de minerais, para adultos de 19 a 70 anos (homens e mulheres),
328 segundo o Institute of Medicine (2006) são as seguintes: manganês, 1,8 a 2,3 mg por dia; cobre 0,9
329 mg / dia; ferro 14 mg / dia; magnésio 260 mg / dia; fosforo 700 mg / dia; cálcio 1000 gm/dia e potássio
330 (4700 mg/dia). Sendo assim, consumindo 100g, da CP, tem-se a necessidade diária suprida em 10,84
331 % para o potássio; 14,02 % para cálcio; 81,33% para magnésio; já para as frações SA ou FSA,
332 considerando que são iguais estatisticamente, nota-se que são supridas, ao ingerir 100g de qualquer
333 uma delas, as necessidades diárias de 15,72% para o fosforo e 50% para o ferro. O fósforo é essencial
334 ao crescimento dos tecidos, manutenção do pH normal, além de integrante na composição dos
335 fosfolipídios da membrana celular (Oliveira et al., 2010), bem como o magnésio, que atua na
336 manutenção dos tônus vasomotores e reguladores fisiológicos da função hormonal e imunológica
337 (Volpe, 2013). Já o cálcio, tem papel importante na coagulação sanguínea, contração muscular,
338 função miocárdica, transmissão neuromuscular e suporte estrutural do osso (Oliveira et al. 2014) e o

339 ferro, por sua vez, possui papel primordial na composição das proteínas e enzimas. (WHO, 2001).
340 Portanto, independente da fração descartada do fruto açaí, todas possuem minerais relevantes para a
341 saúde humana, sendo promissora o uso delas na alimentação.

342 Analisando os parâmetros tecnológicos (Tabela 2), sabe-se que o índice de solubilidade em
343 água (ISA) refere-se à quantidade de sólidos solúveis, em amostra seca, que se dissocia na molécula
344 de água, indicando possível degradação das moléculas de amido, permitindo verificar o grau de
345 severidade do tratamento, em função da degradação, gelatinização, dextrinização e,
346 conseqüentemente, solubilização desse componente (Hatamian et al.,2020); já o índice de absorção
347 de água (IAA), mede a quantidade de água absorvida pelo amido e pode ser usado como índice de
348 gelatinização (Turan et al.,2015). Vale lembrar, também, que IAA depende da presença e
349 disponibilidade de grupos hidrofílicos, bem como da capacidade de formação de gel macromolecular
350 (Hatamian et al.,2020). Neste contexto, observa-se que a FSA (8,69 %) dilui-se melhor que a FBA
351 (3,94 %), em se tratando de ISA, porém a FBA (3,12 g.gel/g) é melhor para absorver água do que a
352 FSA (2,77 g.gel/g). Em estudos conduzidos por Santana et al., (2017), o IAA de farinhas de aveia
353 (0,85% a 1,20%) foi quase 2 vezes menor que o IAA das farinhas FBA ou FSA, sugerindo substituição
354 eficaz da farinha de aveia por farinhas de coprodutos do açaí em produtos alimentícios. Segundo
355 Brandão et al. (2019), a farinha de trigo, mundialmente utilizada em diversos segmentos alimentícios,
356 apresenta ISA de 13,2 e IAA de 1,68%, índices menores que os encontrados para as frações FBA e
357 FSA, mostrando, mais uma vez, a eficiência dessas farinhas na substituição total ou parcial da farinha
358 de trigo em alimentos como bolos integrais, pães, biscoitos, macarrão etc.

359 A Capacidade de Absorção de Óleo (CAO) é conferida, principalmente, à ligação de partes
360 proteicas da amostra às moléculas do óleo, sendo fator importante na utilização das farinhas em
361 produtos cárneos ou em produtos emulsionados como massas de bolos, maionese ou molhos para
362 saladas, sopas, queijos processados e extensores de carne (Silva-Sánchez et. al., 2004; Porte et al.,
363 2011). Observa-se que a fração FBA (2,47%) obteve resultados melhores que a FSA (1,99%) para
364 CAO, mostrando a preferência desta primeira, na utilização como ingrediente em alimentos

365 emulsionados ou cárneos como hamburgueres, nuggets, salsichas etc. Di Cairano et al. (2020), ao
366 estudarem farinha de trigo sarraceno, encontraram uma CAO de 1,06 %, valor este menor aos
367 encontrados na fração FBA (2,47%) e na fração FSA (1,99%).

368 O índice de absorção em leite (IAL) é um parâmetro crucial para a elaboração de produtos à
369 base de leite como sobremesas, requeijão, doces ou alimentos instantâneos infantis (Morais et al.,
370 2019). De acordo com a tabela 2, nota-se que a ISL da FBA (30, 45 g.gel/g) foi substancialmente
371 maior que a FSA (3,41 g.gel/g), em contrapartida a FBA (1,25%) absorve menos leite que a FSA
372 (2,03%). Ou seja, o uso da farinha da borra do açaí é bem interessante em produtos que necessitam
373 de solubilidade de fibras insolúveis.

374 Com relação aos antinutricionais, presentes nas frações dos coprodutos do açaí (Tabela 3),
375 pode-se notar ausência total de compostos cianogênicos. Quanto a presença de ácido fitico e taninos
376 condensados, esses estão presentes somente nas sementes (141, 87 mg/100g e 43,92 mg ácido
377 tânico/100g) e em suas respectivas farinhas (150,24mg/100g e 45,54 mg ácido tânico/100g). Há
378 relatos na literatura de métodos de redução desse composto, como o de Mohamed et al. (2007), que
379 autoclavou o milho e, após 24hs, houve redução de até 28% nos fitatos. Segundo Coullibaly e
380 Kouakou (2011), a ingestão média de fitatos, nos Estados Unidos e no Reino Unido, varia entre 631
381 e 746 mg/dia respectivamente; a média na Finlândia é de 370 mg/dia, na Itália é de 219 mg/dia e na
382 Suécia, apenas, 180 mg/dia. Logo, se aplicado um processo de fermentação ou até de maceração,
383 possivelmente, o teor de fitatos reduziria. Por outro lado, estudos mostram que esse composto tem
384 seu lado benéfico, atuando como antioxidante, inibindo as reações oxidativas, mediadas pelo ferro e,
385 também, limitando o dano ao DNA (Midorikawa, Murata, Oikawa, Hiraku, & Kawanishi, 2001). Os
386 taninos condensados, também, têm mostrado ser benéficos à saúde humana, pois pode estar ligada a
387 presença de procianidinas (Tabela 4), grande grupo de polifenóis, presentes em plantas lenhosas e
388 algumas herbáceas (Ferreira et al., 2010). Estudo realizado por Zhang et al. (2011) observaram efeito
389 antidiabético de sementes de uva ou procianidinas da casca, por meio da inibição da atividade da α -

390 glucosidase. Logo, a presença de ácido fítico e/ou taninos na semente e sua farinha não limita seu uso
391 na alimentação humana.

392 Quanto ao inibidor de tripsina, não há relatos na literatura da quantificação em açaí e/ou suas
393 frações. Quando utilizamos a farinha de soja como parâmetro (8 a 10 UIT/100g) (He e Chen, 2013),
394 já que essa é uma das leguminosas com maior quantidade de inibidor de tripsina, nota-se a semelhança
395 com a fração FSA (10,11 UIT/100g). Esse valor pode ser reduzido, em até 50%, se aplicado
396 tratamento com ultrassom, a 20 kHz por cerca de 20 min, como sugerido por Huang et al. (2008), os
397 quais testaram a técnica com feijões selvagens com sucesso, uma vez que a atividade inibitória é
398 diretamente proporcional às amplitudes do ultrassom e à duração da sonicação, pois esses atuam
399 nas ligações dissulfeto, e em várias mudanças conformacionais dentro da estrutura da proteína,
400 inativando-a.

401 Não foram encontrados clorofila e α -Tocoferol capazes de serem quantificados, nos métodos
402 adotados neste trabalho em todas as frações analisadas. Os carotenoides foram encontrados, em
403 quantidades iguais, na BA (16,52 mg β -caroteno/mg) e FBA (16,95 mg β -caroteno/mg), cujos valores
404 foram inferiores ao encontrado por Lucas et al. (2016) em polpa de açaí (41,43 mg β -caroteno/mg).
405 Com relação às antocianinas, destaca-se a concentração na fração CP (48,53 mg cianidina 3-
406 glicosídeo), na fração SA (15,92 mg cianidina 3-glicosídeo) e na fração FSA (16,86 mg cianidina 3-
407 glicosídeo). As frações de BA e FBA (2,52 e 2,63 mg cianidina 3-glicosídeo respectivamente) foram
408 menores devido à degradação desse pigmento ser proporcional à taxa de exposição térmica (Pacheco-
409 Palencia, Duncan e Talcott, 2009).

410 O método de DPPH, para avaliar a atividade antioxidante das frações do açaí, não foi eficiente,
411 sendo detectados valores muito baixos, assim como o método por FRAP. Já pelo método ABTS, foi
412 observado teores significativos de atividade antioxidante na fração FSA (10679,30 μ M Trolox/mg),
413 seguido da fração SA (10142,21 μ M Trolox/mg) e da CP (3510,02 μ M Trolox/mg). A hipótese é que
414 a alta concentração e variedade de compostos fenólicos encontrados na FSA podem ser a base para

415 sua alta capacidade antioxidante, principalmente catequina (138,93 mg/100g) e procianidina A2
416 (250,63mg/100g) (Tabela 4).

417 **Tabela 3.** Compostos antinutricionais, pigmentos, taninos condensados totais (mg/100g) e antioxidantes, na fração CP (casca e polpa), borra *in natura*
 418 (BA), farinha da borra de açaí (FBA), semente *in natura* (AS) e farinha da semente de açaí (FSA) em base seca.

Parâmetros	CP	BA	FBA	SA	FSA
Ácidos cianogênicos	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Ácido Fitíco (mg ácido fitico)	ND	ND	ND	141,87 ± 23,57 ^a	150,24 ± 25,22 ^a
Inibidor de Tripsina (UI)	1,83 ± 0,85 ^c	1,95 ± 0,52 ^c	2,04 ± 0,42 ^c	9,54 ± 0,05 ^b	10,11 ± 0,08 ^a
Taninos Condensados (mg catequina)	ND	ND	ND	43,92 ± 7,16 ^a	45,54 ± 7,43 ^a
Taninos Totais (mg ácido tânico)	2,76 ± 0,26 ^b	0,54 ± 0,01 ^c	0,56 ± 0,01 ^c	12,21 ± 0,76 ^a	12,93 ± 0,84 ^a
Clorofila	ND	ND	ND	ND	ND
Antocianinas (mg cianidina 3-glicosídeo)	48,53 ± 3,00 ^a	2,51 ± 0,65 ^c	2,63 ± 0,68 ^c	15,92 ± 2,10 ^b	16,86 ± 2,20 ^b
Carotenoides (mg β-caroteno/mg)	ND	16,52 ± 1,12	16,95 ± 1,15 ^b	ND	ND
α-Tocoferol (mg/g)	ND	ND	ND	ND	ND
DPPH (EC ₅₀ mg/L)	-	5,90 ± 0,30 ^a	6,95 ± 2,09 ^a	0,10 ± 0,01 ^b	0,10 ± 0,00 ^b
FRAP (μM de sulfato ferroso/mg)	4719,01 ± 365,21	-	-	-	-
ABTS (μM Trolox/mg)	3510,02 ± 303,13 ^c	254,50 ± 72,29 ^d	266,58 ± 68,78 ^d	10142,21 ± 337,32 ^b	10679,30 ± 359,11 ^a

419 ¹Os valores correspondem às médias ± desvio padrão de dez repetições. UIT (unidade inibidora de tripsina). *Letras minúsculas na mesma linha não diferem entre si
 420 estatisticamente no teste de Tukey a 5% (p <0,05) ou no teste de T a 5% (p <0,05). (-) Análise não realizada por conta da pigmentação da fração.

421 Além disso, os extratos de sementes de açaí são ricos em proantocianidinas (PAs), classe de
422 polifenóis, também conhecidos como taninos condensados (Barros et al., 2015 ; Melo et al., 2021)
423 De acordo com Martins et al. (2020), as procianidinas das sementes de açaí estão presentes, apenas,
424 no tegumento dentro do endosperma, ou seja, esses compostos não estão dispersos por toda a estrutura
425 da semente, o que pode facilitar sua extração vindoura.

426 Portanto, dentre as frações do açaí estudadas, a semente, sua farinha e a casca+polpa, são os
427 constituintes de maior atividade antioxidante, podendo ser fator auxiliar na manutenção da qualidade
428 com o tempo de armazenamento dessas frações.

429 O perfil de compostos fenólicos pode ser visualizado na Tabela 4. Dentre as várias substâncias
430 detectadas, a procianidina A2 e catequina chamam a atenção, estando presentes na casca+polpa
431 (687,29 e 957,51mg/100g), sementes (236,68 e 125,58mg/100g) e farinha da semente (250,53 e
432 132,93 mg/100g). Soares et al. (2017) constataram que epicatequina (473,96mg/100g) e catequina
433 (419,30mg/100g) foram os principais fenólicos presentes nas sementes de açaí, seguidos por ácido
434 gálico (2,39 mg/100g) e ácido 3,4 dihidroxibenzóico (3,41mg/100g). A diferença nos resultados pode
435 ser devido ao local, forma, transporte e, até mesmo, pelo manuseio dos frutos até o momento da
436 análise. Cada vez mais, a composição em substâncias antioxidantes chama a atenção da
437 comunidade científica, pois, teores significativos podem preservar a matéria prima por mais tempo,
438 inibindo ou retardando os efeitos da oxidação hidrolítica e/ou oxidativa.

439 **Tabela 4.** Ácidos Fenólicos e Flavonoides, identificados e quantificados (mg/100 g de amostra) por HPLC-DAD, na fração CP (casca e polpa), borra *in*
 440 *natura* (BA), farinha da borra de açaí (FBA), semente *in natura* (AS) e farinha da semente de açaí (FSA) em base seca.

	RT (min)	λ (nm)	CP	BA	FBA	SA	FSA
Ácido Gálico	2,3	271	2,78 ± 0,20 ^a	0,68 ± 0,06 ^b	0,72 ± 0,06 ^b	ND	ND
Ácido protocatecuico	4,4	259	ND	1,16 ± 0,11 ^b	1,21 ± 0,12 ^b	4,22 ± 0,77 ^a	4,46 ± 0,82 ^a
Ácido <i>p</i> -hidroxibenzóico	7,1	254	ND	3,84 ± 0,12 ^b	4,02 ± 0,13 ^b	9,87 ± 2,50 ^b	10,45 ± 2,65 ^a
Ácido Vanílico	9,1	259	7,58 ± 0,67 ^c	3,15 ± 0,07 ^b	3,30 ± 0,07 ^b	1,02 ± 0,28 ^c	1,07 ± 0,30 ^c
Ácido ferúlico	13,4	322	0,65 ± 0,02 ^c	0,89 ± 0,27 ^c	0,93 ± 0,0,29 ^c	3,63 ± 0,98 ^b	3,84 ± 1,04 ^a
Ácido Elágico	13,4	270	0,67 ± 0,06 ^a	0,23 ± 0,01 ^b	0,24 ± 0,01 ^b	0,27 ± 0,02 ^b	0,28 ± 0,02 ^b
Ácido <i>p</i> -cumárico	11,1	305	1,89 ± 0,23 ^a	0,75 ± 0,09 ^b	0,78 ± 0,09 ^b	ND	ND
Ácido Clorogênico	8,6	326	3,36 ± 0,44	ND	ND	ND	ND
Ácido sinápico	13,4	324	2,19 ± 0,07 ^b	ND	ND	11,98 ± 2,80 ^a	12,68 ± 2,96 ^a
Epicatequina	10,2	276	7,38 ± 0,89 ^b	ND	ND	17,57 ± 2,93 ^a	18,60 ± 3,11 ^a
Procianidina A2	8,1	235	687,29 ± 54,01 ^a	ND	ND	236,68 ± 20,68 ^b	250,53 ± 21,89 ^b
Procianidina B2	10,2	235	19,84 ± 2,05 ^a	ND	ND	27,04 ± 12,69 ^a	28,62 ± 13,43 ^a
Catequina	8,3	276	957,51 ± 77,69 ^a	ND	ND	125,58 ± 41,87 ^b	132,93 ± 44,32 ^b

441 ¹Os valores correspondem às médias ± desvio padrão. Letras minúsculas na mesma linha não diferem entre si estatisticamente no teste de Tukey a 5% (p <0,05) ou
 442 teste T de Student a 5% (p <0,05).

443 **Conclusão**

444

445 Dentre as frações analisadas do fruto açaí, todas possuem componentes em destaque. A fração
446 casca+polpa é fonte de lipídios, de fibra solúvel e insolúvel, de minerais como potássio, cálcio e
447 magnésio, possuindo antocianinas e antioxidantes como procianidina A2 e catequina; a fração borra
448 *in natura* é fonte de fibra insolúvel, contendo carotenoides; a farinha da borra é fonte de carboidratos
449 e fibra insolúvel, possuindo carotenoides e boa solubilidade em leite e em óleo; a semente e sua
450 respectiva farinha é fonte de carboidratos, de fibra insolúvel, contendo ácido fítico e taninos
451 condensados, antocianinas e antioxidantes como procianidina A2 e catequina.

452 Os antinutricionais de maior impacto foi o inibidor de tripsina, o qual foi encontrado em todas as
453 frações avaliadas e, quanto ao impacto tecnológico, as farinhas da borra e/ou da semente possuem
454 solubilidade e absorvem água, assim como solubilidade e absorção em óleo e/ou em leite.

455 Portanto, o uso das frações descartadas da agroindústria do açaí pode ser viável do ponto de vista
456 nutricional e tecnológico, podendo ser usado na composição de alimentos, colaborando com a
457 desnutrição mundial e redução do lixo orgânico.

458

459 **Reconhecimentos**

460 Os autores agradecem à USP e UFG pela estrutura oferecida, permitindo a realização de todas
461 as análises e ao *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico* (CNPq, Brasil) pelo
462 apoio financeiro, por meio da concessão da bolsa de mestrado e bolsa produtividade.

463

464 **Referências**

465 Anderson, R.A., Conway, V.F.P., & Griffin, E.L. 1969. Gelatinization of Corn Grits by Roll- and
466 Extrusion-Cooking. *Cereal Science Today*. 14, 4-7.
467 AOAC. Association of official analytical chemists (United States of America). Official methods of
468 analysis, Washington, ed. 18, 2016.

- 469 Araújo, J. M. A. (2011). Química de Alimentos: teoria e prática. atual. ampl. Viçosa, MG. UFV.
- 470 Arcon, R. P. (1979). *Methods in Enzimology*, 19, 226- 234.
- 471 Barcia, M. T., Pertuzatti, P. B., Jacques, A. C., Godoy, H. T., ZAMBIAZI, R. 2012. Bioactive
472 compounds, antioxidant activity and percent composition of jambolão fruits (*Syzygium*
473 *cumini*). *The Natural Products Journal*, 2(2), 129-138.
- 474 Barros, L., Calhella, R. C., Queiroz, M. J. R., Santos-Buelga, C., Santos, E. A., Regis, W. C., &
475 Ferreira, I. C. (2015). The powerful in vitro bioactivity of *Euterpe oleracea* Mart. seeds and
476 related phenolic compounds. *Industrial Crops and Products*, 76, 318-322.
- 477 Bligh, E. G., & Dyer, W. J. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian*.
478 *Journal of biochemistry and physiology*, 37(8), 911-917.
- 479 Brasil. (2003). Resolução RDC nº. 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento Técnico sobre
480 Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. *Diário Oficial da República Federativa do*
481 *Brasil*.
- 482 Brasil. (2005). Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005: Aprova o "Regulamento técnico
483 para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos". *Diário Oficial da República Federativa*
484 *do Brasil*, 142(184).
- 485 Brasil. (2018). Instrução Normativa nº 37 de 1º de outubro de 2018. Aprova o "Regulamento técnico
486 de padrões de identidade e qualidade de sucos de frutas e polpas de frutas". *Diário Oficial da*
487 *República Federativa do Brasil*, anexo II, p 39-77.
- 488 Brandão, A. D. C. A. S., Campos, C. D. M. F., Sousa, D. J., da Silva, D. T. S., Gonçalves, M. F. B.,
489 Araújo, M. L. L. M., & dos Reis Moreira-Araújo, R. S. 2019. Composição centesimal, índice
490 de absorção em água e índice de solubilidade em água de farinha de trigo comercializada em
491 teresina-PI, 1-388. *A Produção do Conhecimento nas Ciências da Saúde*; v. 2, p. 1-388.
- 492 Buratto, RT, Cocero, MJ, & Martín, Á. (2020). Caracterização de resíduos da polpa industrial de Açaí
493 e valorização por extração assistida por microondas. *Engenharia Química e Intensificação do*
494 *Processo de Processamento*, 108269.

- 495 Cardoso, R. V., Fernandes, H. S. A, Rodrigues, P., González-Paramás, A. M., Barros, L., & Ferreira,
496 I. C. (2019). Caracterização físico-química e microbiologia de farinhas de trigo e centeio. *Dood*
497 *Chemistry*, 280, 123-129.
- 498 Costa, A. F. (2001). *Fármacos com heterósidos in Farmacognosia*. 3. Ed. Lisboa: Ed. Gulbekian,
499 3(cap. 13), 700-701.
- 500 Coulibaly, A., Kouakou, B, Chen, J. (2011). Ácido fítico em grãos de cereais: maneiras saudáveis ou
501 prejudiciais de reduzir o ácido fítico em grãos de cereais e seus efeitos na qualidade
502 nutricional. *Am J planta Nutr Fert Technol*. 1, 1–22.
- 503 De Lima, A. C. P., Bastos, D. L. R., Camarena, M. A., Bon, E. P. S., Cammarota, M. C., Teixeira, R.
504 S. S., & Gutarra, M. L. E. (2019). Physicochemical characterization of residual biomass (seed
505 and fiber) from açai (*Euterpe oleracea*) processing and assessment of the potential for energy
506 production and bioproducts. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 1-11.
- 507 De Sousa, S. H. B., de Andrade Mattietto, R., Chisté, R. C., & Carvalho, A. V. (2018). Phenolic
508 compounds are highly correlated to the antioxidant capacity of genotypes of *Oenocarpus*
509 *distichus* Mart. fruits. *Food Research International*, 108, 405-412.
- 510 Di Cairano, M., Condelli, N., Caruso, M. C., Marti, A., Cela, N., & Galgano, F. (2020). Functional
511 properties and predicted glycemic index of gluten free cereal, pseudocereal and legume
512 flours. *LWT*, 133, 109860.
- 513 Engel, V.L., & Poggiani, F. 1991. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de
514 absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais. *Revista*
515 *Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 1, 39 - 45.
- 516 Ferreira, D. F. (2014). Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência*
517 *e agrotecnologia*. 38, 109-112.
- 518 Ferreira, D., Marais, J. P., Coleman, C. M., & Slade, D. (2010). Proanthocyanidins: chemistry and
519 biology.

- 520 Food Forum Staff, Food and Nutrition Board Staff, & Institute of Medicine Staff. (2001). *Food*
521 *Safety Policy, Science, and Risk Assessment: Strengthening the Connection: Workshop*
522 *Proceedings*. National Academies Press.
- 523 Gordon, A., Cruz, A. P. G., Cabral, L. M. C., de Freitas, S. C., Taxi, C. M. A. D., Donangelo, C. M.,
524 Mattietto, R. de A., Friedrich, M., & Marx, F. (2012). Chemical characterization and evaluation
525 of antioxidant properties of Açaí fruits (*Euterpe oleraceae* Mart.) during ripening. *Food*
526 *chemistry*, 133(2), 256-263.
- 527 Hadaruga, DI, Costescu, CI, Corpaş, L., Hadarega, NG e Isengard, HD (2016). Diferenciação da
528 farinha de centeio e trigo, bem como misturas, usando a cinética da titulação da água por Karl
529 Fischer. *Food Chemistry*, 195, 49-55.
- 530 Hatamian, M., Noshad, M., Abdanan-Mehdizadeh, S., & Barzegar, H. (2020). Effect of roasting
531 treatment on functional and antioxidant properties of chia seed flours. *NFS Journal*, 21, 1-8.
- 532 Holland, B., McCance, R. A., Widdowson, E. M., Unwin, I. D., & Buss, D. H. (1991). *Vegetables,*
533 *herbs and spices: Fifth supplement to McCance and Widdowson's The Composition of*
534 *Foods* (Vol. 5). Royal Society of Chemistry.
- 535 Huang, H., Kwok, KC, & Liang, HH (2008). Atividade inibitória e alterações de conformação de
536 inibidores de tripsina de soja induzidas por ultrassom. *Ultrasonics sonochemistry*, 15 (5), 724-
537 730.
- 538 Latta, M. & Eskin, M. (1980). A simple and rapid colorimetric method for phytate determination.
539 *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 28(6), 1313-1315. Doi: 10.1021/jf60232a049.
- 540 Lima, N. B. F., Silva, L. B., Borges, M. V., Neves, R. R., Vera, R., & Ferreira, G. A. (2019).
541 Caracterização do amido de araruta orgânica e potencial para aplicação tecnológica em
542 alimentos. *DESAFIOS-Revista Interdisciplinar Da Universidade Federal Do*
543 *Tocantins*, 6(Especial), 118-126.
- 544 Malavolta, E., Vitti, G. C., & Oliveira, S. A. 1997. *Avaliação do estado nutricional das plantas:*
545 *princípios e aplicações*. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 319 p.

- 546 Maria do Socorro, M. R., Pérez-Jiménez, J., Arranz, S., Alves, R. E., de Brito, E. S., Oliveira, M. S.,
547 & Saura-Calixto, F. (2011). Açai (Euterpe oleraceae) 'BRS Pará': A tropical fruit source of
548 antioxidant dietary fiber and high antioxidant capacity oil. *Food Research International*, *44*(7),
549 2100-2106.
- 550 Martins, G. R., do Amaral, F. R. L., Brum, F. L., Mohana-Borges, R., de Moura, S. S., Ferreira, F.
551 A., ... & da Silva, A. S. A. (2020). Chemical characterization, antioxidant and antimicrobial
552 activities of açai seed (Euterpe oleracea Mart.) extracts containing A-and B-type
553 procyanidins. *LWT*, *132*, 109830.
- 554 Martins, I.C., Borges, N.A., Stenvinkel, P., Lindholm, B., Rogez, H., Pinheiro, M.C., Mafra, D.
555 (2018). The value of the Brazilian açai fruit as a therapeutic nutritional strategy for chronic
556 kidney disease patients. *International urology and nephrology*, *50* (12), 2207-2220.
- 557 Matias dos Santos, G., Arraes Maia, G., Machado de Sousa, P. H., Correia da Costa, J. M., Wilane
558 de Figueiredo, R., & Matias do Prado, G. (2008). Correlação entre atividade antioxidante e
559 compostos bioativos de polpas comerciais de açai (Euterpe oleracea Mart). *Archivos*
560 *latinoamericanos de nutricion*, *58*(2), 187-192
- 561 Mattioli, S., Cardinali, R., Balzano, M., Pacetti, D., Castellini, C., Dal Bosco, A., & Frega, NG
562 (2017). Influência da suplementação alimentar com prebiótico, extrato de orégano e vitamina
563 E no perfil de ácidos graxos e no estado oxidativo da carne de coelho. *Journal of Food*
564 *Quality*, 2017.
- 565 Melo, I. L. P. D., & Almeida-Muradian, L. B. D. (2010). Stability of antioxidants vitamins in bee
566 pollen samples. *Química Nova*, *33*(3), 514-518.
- 567 Melo, P. S., Selani, M. M., Gonçalves, R. H., de Oliveira Paulino, J., Massarioli, A. P., & de Alencar,
568 S. M. (2021). Açai seeds: An unexplored agro-industrial residue as a potential source of lipids,
569 fibers, and antioxidant phenolic compounds. *Industrial Crops and Products*, *161*, 113204.
- 570 Merrill, A. L.; Watt, B. K. *Energy value of foods: basis and derivation*. Washington, DC: United
571 States Department of Agriculture, 1973. (Agriculture handbook, 74).

- 572 Michalska, A., Wojdyło, A., Honke, J., Ciska, E., & Andlauer, W. (2018). Alterações físico-químicas
573 induzidas pela secagem em produtos de cranberry. *Química de alimentos*, 240, 448-455.
- 574 Midorikawa, K., Murata, M., Oikawa, S., Hiraku, Y., & Kawanishi, S. (2001). Protective effect of
575 phytic acid on oxidative DNA damage with reference to cancer chemoprevention. *Biochemical
576 and biophysical research communications*, 288(3), 552-557.
- 577 Mohamed, ME, Amro, BH, Mashier, AS, & Elfadil, EB (2007). Efeito do processamento seguido de
578 fermentação no teor de fatores antinutricionais em cultivares de milho (Pennisetum glaucum
579 L.). *Pakistan Journal of Nutrition*, 6 (5), 463-467.
- 580 Morais, M. L., Silva, A. C. R., Araújo, C. R. R., Esteves, E. A., & Dessimoni-Pinto, N. A. V. (2013).
581 Determinação do potencial antioxidante in vitro de frutos do Cerrado brasileiro. *Revista
582 Brasileira de Fruticultura*, 35(2), 355-360.
- 583 Morais, RA, de Sousa Melo, KK, de Oliveira, TTB, Teles, JS, Peluzio, JM, & de Souza Martins, GA
584 (2019). Caracterização Química, física e tecnologia da farinha obtida a partir da casca de Buriti
585 (Mauritia flexuosa L. f.). *Jornal Brasileiro de Desenvolvimento*, 5 (11), 23307-23322.
- 586 Okezie, B. O., & Bello, A. E. 1988. Physicochemical and functional properties of winged bean flour
587 and isolate compared with soy isolate. *Journal of Food Sciences*, 53, 450-455.
- 588 Oliveira, C. F. D., Silveira, C. R. D., Beghetto, M., Mello, P. D. D., & Mello, E. D. D. (2014).
589 Avaliação do consumo de cálcio por adolescentes. *Revista Paulista de Pediatria*, 32(2), 216-
590 220.
- 591 Oliveira, M. E. B. D., Guerra, N. B., Maia, A. D. H. N., Alves, R. E., Matos, N. M. D. S., Sampaio,
592 F. G. M., & Lopes, M. M. T. (2010). Chemical and physical-chemical characteristics in pequi
593 from the Chapada do Araripe, Ceará, Brazil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32(1), 114-
594 125.
- 595 Pacheco-Palencia, L. A., Duncan, C. E., & Talcott, S. T. (2009). Phytochemical composition and
596 thermal stability of two commercial açai species, Euterpe oleracea and Euterpe
597 precatoria. *Food chemistry*, 115(4), 1199-1205.

- 598 Pala, D., Barbosa, P. O., Silva, C.T., Souza, M.O de., Freitas, F. R., Volp, S.C.P., Maranhão, R, C.,
599 & Freitas, R. N de.2018. Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) dietary intake affects plasma lipids,
600 apolipoproteins, cholesteryl ester transfer to high-density lipoprotein and redox metabolism: A
601 prospective study in women. *Clinical Nutrition*, 37(2), 618-623.
- 602 Pessoa, T. S., de Lima Ferreira, L. E., da Silva, M. P., Neto, L. M. P., do Nascimento, B. F., Fraga,
603 T. J. M., Jaguaribe, E. F., Cavalcanti, J. V., & da Motta Sobrinho, M. A. (2019). Açai waste
604 benefiting by gasification process and its employment in the treatment of synthetic and raw
605 textile wastewater. *Journal of Cleaner Production*, 240, 118047.
- 606 Porte, A., Silva, E. F. D., Almeida, V. D. D. S. D., Silva, T. X. D., & Porte, L. H. M. (2011).
607 Propriedades funcionais tecnológicas das farinhas de sementes de mamão (*Carica papaya*) e de
608 abóbora (*Cucurbita* sp). *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 13(1), 91-96.
- 609 Presoto, A. E. F., Rios, M. D. G., & de Almeida-Muradian, L. B. (2000). HPLC determination of
610 alpha-tocopherol, beta-carotene and proximate analysis of Brazilian parsley leaves. *Bollettino*
611 *dei chimici igienisti-parte scientifica*, 51(3), 127-130.
- 612 Rodrigues-Baptista, K. C., Machado, D. E., Nasciutti, L. E., & Perini, J. A. (2018). Anticancer
613 potential, molecular mechanisms and toxicity of *Euterpe oleracea* extract (açai): a systematic
614 review. *PloS one*, 13(7).
- 615 Rogez, H. (2000). Açai: preparo composição e melhoramento da conservação.
- 616 Rufino, M. D. S. M., Alves, R. E., de Brito, E. S., de Moraes, S. M., Sampaio, C. D. G., Pérez-Jimenez,
617 J., & Saura-Calixto, F. D. (2007). Metodologia científica: determinação da atividade
618 antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. *Embrapa Agroindústria*
619 *Tropical-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)*.
- 620 Rufino, M. D. S. M., Alves, R. E., De Brito, E. S., De Moraes, S. M., Sampaio, C. D. G., Pérez-
621 Jiménez, J., & Saura-Calixto, F. D. (2006). Metodologia científica: determinação da atividade
622 antioxidante total em frutas pelo método de redução do ferro (FRAP). *Embrapa Agroindústria*
623 *Tropical-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)*.

- 624 Rufino, M. S. M., Alves, R. E., Brito, E. S., Morais, S. M., Sampaio, C. G., Pérez-Jiménez, J., &
625 Saura-Calixto, F. D. (2007). Metodologia Científica: determinação da atividade antioxidante
626 total em frutas pela captura do radical livre ABTS•+. *Embrapa Agroindustrial Tropical:
627 Comunicado Técnico 128*. Fortaleza - CE. 4p.
- 628 Santana, G. S., de Oliveira Filho, J. G., & Egea, M. B. (2017). Características tecnológicas de farinhas
629 vegetais comerciais. *JOURNAL OF NEOTROPICAL AGRICULTURE*, 4(2), 88-95.
- 630 Sérino, S., Gomez, L., Costagliola, G. U. Y., & Gautier, H. (2009). HPLC assay of tomato
631 carotenoids: validation of a rapid microextraction technique. *Journal of agricultural and food
632 chemistry*, 57(19), 8753-8760.
- 633 Silva, M. P., Cunha, V. M. B., Sousa, S. H. B., Menezes, E. G. O., do Nascimento Bezerra, P., de
634 Farias Neto, J. T., ... & de Carvalho Jr, R. N. (2019). Supercritical CO2 extraction of
635 lyophilized Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp oil from three municipalities in the state of Pará,
636 Brazil. *Journal of CO2 Utilization*, 31, 226-234.
- 637 Silva, R. D. N., Monteiro, V. N., Alcanfor, J. D., Assis, E. M., & Asquieri, E. R. (2003). Comparação
638 de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em mel. *Food Science and
639 Technology*, 23(3), 337-341.
- 640 Silva-Sánchez, C., González-Castañeda, J., De León-Rodríguez, A., & De La Rosa, A. B. (2004).
641 Functional and rheological properties of amaranth albumins extracted from two Mexican
642 varieties. *Plant Foods for human nutrition*, 59(4), 169-174.
- 643 Soares, E. R., Monteiro, E. B., Grazielle, F., Inada, K. O., Torres, A. G., Perrone, D., ... & Daleprane,
644 J. B. (2017). Up-regulation of Nrf2-antioxidant signaling by Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.)
645 extract prevents oxidative stress in human endothelial cells. *Journal of functional foods*, 37,
646 107-115.
- 647 Swain, T., & Hillis, W. E. (1959). The phenolics constituents of *Prunus domestica*: the quantitative
648 analysis of phenolic constituents. *Journal of the Science of food and agriculture*, 10(1), p 63-
649 68. doi: 10.1002/jsfa.2740100110

- 650 Turan, D., Capanoglu, E., & Altay, F. (2015). Investigating the effect of roasting on functional
651 properties of defatted hazelnut flour by response surface methodology (RSM). *LWT-food*
652 *science and technology*, 63(1), 758-765.
- 653 Volpe, S.L. 2013. Magnesium in disease prevention and overall health. *Adv Nutr*, 4(3):378S–83S.
- 654 Walker, R., Tseng, A., Cavender, G., Ross, A., & Zhao, Y. (2014). Physicochemical, nutritional, and
655 sensory qualities of wine grape pomace fortified baked goods. *Journal of Food Science*, 79(9),
656 S1811-S1822.
- 657 World Health Organization. (2001). Iron deficiency anemia. assessment, prevention, and control. A
658 guide for programme managers, 47-62.
- 659 Zhang, L., Hogan, S., Li, J., Sun, S., Canning, C., Zheng, SJ, & Zhou, K. (2011). O extrato de pele
660 de uva inibe a atividade da α -glucosidase intestinal de mamíferos e suprime a resposta
661 glicêmica pós-prandial em camundongos tratados com estreptozocina. *Food*
662 *Chemistry*, 126 (2),466-471.
- 663

Artigo 2**PERFIL QUÍMICO, NUTRICIONAL, ANTINUTRICIONAL E TECNOLÓGICO DAS FRAÇÕES
DA BACABA (*Oenocarpus bacaba* Mart.), FRUTO PROMISSOR DA AMAZONIA LEGAL
BRASILEIRA**

Vânia Maria Alves^a, Eduardo Ramirez Asquieri^b, Elias da Silva Araújo, Adriana Regia Marques de Souza^d, Adriane Alexandre Machado de Melo^e, Lídia Bicudo de Almeida Muradim^f, Clarissa Damiani^{g*}

^aPrograma de Pós graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 77001-090, Brasil, e-mail: vanialvees@gmail.com;

^bFaculdade de Farmácia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 76605-170, Brasil, email: asquieri@gmail.com;

^cDepartamento de Alimentos e Nutrição Experimental, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 05508-000, Brasil, e-mail: esacamel@usp.br;

^dEscola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, 74690-900, Brasil, e-mail: drilavras@yahoo.com.br;

^ePrograma de Pós graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, 74690-900, Brasil, e-mail: adriane.melo83@gmail.com;

^fDepartamento de Alimentos e Nutrição Experimental, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 05508-000, Brasil, e-mail: ligia.muradian@gmail.com;

^{g*}Bolsista produtividade CNPq, Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, 74690-900, Brasil, e-mail: damianiclarissa@hotmail.com.

Artigo a ser submetido na ISBN: 1096-1127: FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY (ONLINE) -
Qualis A1

Resumo

Da mesma família do Açaí, a Bacaba é consumida, apenas, pela população local da região Amazônica do Brasil, possuindo significativo potencial para inserção em diversos alimentos. Nesta perspectiva, o presente trabalho objetivou caracterizar a casca+polpa, semente e suas respectivas farinhas, com

694 intuito de oferecer, ao mercado agroindustrial, mais uma alternativa de consumo de fruto exótico,
695 auxiliando na proposta de consumo integral dos alimentos. As frações casca+polpa, farinha da
696 casca+polpa, semente e farinha da semente foram analisadas quanto aos parâmetros químicos, físicos,
697 tecnológicos e compostos antinutricionais. Os resultados mostraram que a bacaba casca+polpa e suas
698 frações apresentam quantidades de fibras totais acima de 20g/100g, teores de lipídios consideráveis
699 e elevada concentração de magnésio e ferro. Houve a identificação, na casca+polpa, semente e sua
700 farinha, de compostos bioativos como epicatequina e procianidina A2; a farinha da fração
701 casca+polpa é fonte de proteínas, fibras, possuindo boa solubilidade em leite; a semente é fonte de
702 carboidrato e potássio e a farinha da semente é fonte de proteína, fibras e com boa solubilidade em
703 água. Tanto a semente quanto sua farinha contém ácido fítico e inibidor de tripsina. Nota-se que a
704 bacaba e suas frações são passíveis de serem aplicadas em produtos alimentícios, principalmente, em
705 forma de farinhas, agregando-lhes valor nutricional, além de contribuir com o aproveitamento integral
706 dos frutos.

707
708 Palavras chaves: frutos amazônicos; coprodutos; aproveitamento integral.

709

710 **1 Introdução**

711

712 A região amazônica do Brasil possui grande diversidade de vegetação, incluindo muitas frutas
713 indígenas, dentre elas a bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.) (Figura 1). Esta é uma fruta brasileira
714 nativa, encontrada na região amazônica do Brasil, cujos frutos são roxos, redondos, com cerca de 1,5
715 cm de diâmetro. Quando misturado com água, produz bebida oleaginosa e mucilaginosa, de cor
716 branco-amarelada, podendo ser consumido na forma de bebidas, sorvetes e geleias (Finco et al.,
717 2012).



718

719 Figura 1: Polpa de bacaba *in natura*720 Fonte: [https://orlanoticias.com.br/surto-da-doenca-de-chagas-e-detectado-apos-moradores-consumirem-](https://orlanoticias.com.br/surto-da-doenca-de-chagas-e-detectado-apos-moradores-consumirem-bacaba-35-casos-sao-investigados/)
721 [bacaba-35-casos-sao-investigados/](https://orlanoticias.com.br/surto-da-doenca-de-chagas-e-detectado-apos-moradores-consumirem-bacaba-35-casos-sao-investigados/). Acessado 02 de março de 2021.

722

723 No processamento geral de frutas, cascas e sementes são os principais coprodutos descartados,
724 possuindo quantidades consideráveis de compostos bioativos (Bataglion et al., 2015; Van der Goot
725 et al., 2016). Neste sentido, alternativas de valorização que permitam a utilização destes coprodutos,
726 como fontes de nutrientes, poderiam melhorar seu valor econômico, bem como o grau de valorização
727 das frutas exóticas, além de possibilitar o desenvolvimento de novos produtos alimentícios,
728 corroborando com os aspectos nutricionais e de segurança alimentar, assim como a redução nos
729 impactos ambientais (EFFPA, 2018).

730 Apesar do conhecimento limitado sobre a bacaba, principalmente sobre as opções de consumo,
731 o levantamento de informações é importante, pois pode indicar possíveis propriedades funcionais da
732 fruta e sua semente, gerando novas alternativas de uso com potencial a serem explorado na
733 alimentação humana. Segundo Carvalho et al (2016), a bacaba tem grande potencial como fornecedor
734 de ácidos fenólicos e flavonóides para a dieta humana, com teores comparáveis ou superiores a outras
735 frutas da mesma família, como o açaí. Segundo Barros et al. (2017), o fruto possui atividade
736 antioxidante nos ensaios para ORAC ($15.285,51 \pm 20,38 \mu\text{mol TE} / 100 \text{ g}$) e FRAP ($16.916,37 \pm$
737 $10,01 \mu\text{mol TE} / 100 \text{ g}$), e compostos fenólicos totais ($1537,45 \pm 73,35 \text{ mg GAE} / 100 \text{ g}$), sendo o
738 resíduo (casca) mais promissor em relação à presença de compostos bioativos e sua capacidade
739 antioxidante.

740 Santos et al. (2021), ao estudarem alternativas de consumo para a fruta, desenvolveram a bacaba
741 em pó, utilizando diferentes métodos de secagem. O estudo indicou que o método por liofilização
742 pode ser particularmente útil para conservação dos biocompostos e obtenção da fruta na entressafra,
743 e que a própria bacaba, como matéria-prima, pode ser explorada por diversos segmentos industriais.

744 Portanto, o objetivo do trabalho foi caracterizar as frações cascas+polpa (CB) da bacaba, a
745 semente (SB) e suas respectivas farinhas (FCPB e FSB), a fim de oferecer possibilidade integral de
746 uso dessa fruta amazônica, tanto para a população regional, como para a indústria de alimentos no
747 geral.

748

749 **2 Matérias e Métodos**

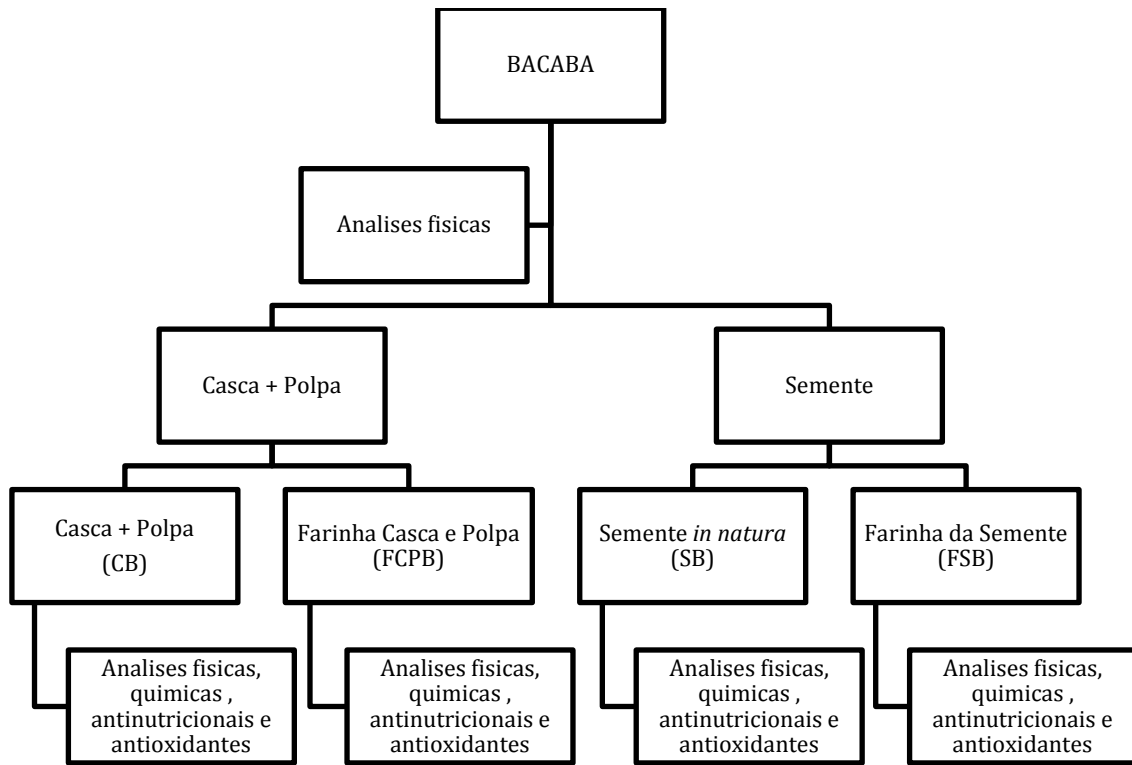
750

751 **2.1 Material e Reagentes**

752

753 Os frutos inteiros de *Oenocarpus bacaba*, foram adquiridos em feira livre em Itacajé-To, Brasil
754 e seguiram para análise de morfologia como massa, diâmetro transversal e comprimento. Parte da
755 casca+polpa *in natura* (CB), obtida por meio de despolpa manual, usando o processo de maceração
756 em água por 30 min e a semente *in natura* (SB) foram divididas em 3 lotes: o primeiro foi destinado a
757 análise de sólidos solúveis, pH, acidez e cor; o segundo, foi armazenado em temperatura de -18°C
758 para realização das demais análises químicas (nutricional e antinutricional); o terceiro lote foi seco
759 em estufa de circulação forçada de ar (TE 394/4, Tecnal, Piracicaba, Brasil), à 60°C, até atingir 15%
760 de umidade. Após secos, a CB foi triturada em moinho de facas (willye START FT 50-Brasil) para
761 obtenção da farinha da casca+polpa (FCPB), com granulometria de 25,40mm. Já as sementes foram
762 trituradas em moinho de facas e martelos (Nogueira OPM-JR-Brasil) e, posteriormente, foram
763 novamente trituradas em moinho de facas (willye START FT 50-Brasil) para obtenção da farinha da
764 semente (FSB), com de granulometria de 25,40mm. Após este procedimento, a polpa+casca da
765 bacaba *in natura* (CB), farinha da casca+polpa (FCPB), semente *in natura* (SB) e farinha da semente
766 (FSB) foram armazenadas em sacos de polietileno de alta densidade e fechadas a vácuo, conforme

767 figura 2. Os sacos foram revestidos por folhas de papel alumínio e armazenados em congelador a -
 768 18°C, até o momento da realização das diversas análises (físicas, químicas, nutricionais,
 769 antinutricionais e tecnológicas).



770

771 Figura 2: Fluxograma de experimento realizado com as frações casca+polpa (CB), farinha da casca
 772 + polpa (FCPB), sementes (SB) e farinha da semente de bacaba (FSB), advindos do processamento
 773 manual da bacaba.

774

775 2.2 Análises físicas da Bacaba e suas frações

776 A massa do fruto inteiro foi analisada, utilizando balança semi-analítica (Scientch /SA 210). O
 777 rendimento foi calculado pesando o fruto integral e, posteriormente, a casca+polpa e semente
 778 separadamente. Para o estudo morfológico, referente ao diâmetro e comprimento, foi utilizado
 779 paquímetro digital (Vernier Caliper ive, 0-150 mm), com leituras em 30 frutos escolhidos ao acaso.

780 A atividade de água foi feita em aparelho Aqualab, digital, modelo CX-2, fabricado pela
 781 DECAGON, a ($\pm 25^{\circ}\text{C}$). Os parâmetros instrumentais de cor foram determinados, utilizando
 782 colorímetro (Color Quest, XE, Reston, EUA), de acordo com o sistema CIELab. Os resultados foram

783 expressos em valores L^* , a^* , b^* , sendo L^* (claridade), variando do preto (0) ao branco (100), a^*
784 variando do verde (-60) ao vermelho (+60) e b^* variando do azul (-60) ao amarelo (+60). O Chroma
785 (C) foi calculado por meio da equação 1. Foram feitas 30 determinações, em cada uma das frações da
786 bacaba (CB, FCPB, SB e FSB).

787 Equação 1: $C = \sqrt{a^2 + b^2}$

788

789 2.3 Análises Químicas da Bacaba e suas frações

790

791 As determinações analíticas foram realizadas nas frações de CB, FCPB, SB e FSB: o teor de
792 sólidos solúveis foi determinado na diluição (1:9) em refratômetro digital (AR200, Reichet Analytical
793 Instruments Depew, Nova Iorque, Estados Unidos); a mesma diluição, também, foi utilizada na leitura
794 do pH, o qual foi determinado em potenciômetro (TEC5, Tecnal, Piracicaba, São Paulo, Brasil),
795 previamente calibrado com soluções de pH 7,0 e 4,0. A acidez titulável, expressa em g/100g de ácido
796 cítrico, foi realizada por titulometria, na diluição 1:9, com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1
797 M; o teor de umidade e cinzas foram determinados por método gravimétrico, no qual as amostras
798 foram submetidas ao aquecimento em estufa a 105 °C e carbonizadas em placas elétricas, com
799 posterior incineração em mufla a 550 °C respectivamente (AOAC, 2016 numero 930,16 e 942,05):
800 proteínas pelo Método de microKjeldahl, de acordo com AOAC (2016, número 929,152), utilizando
801 o fator de conversão de 6,25; lipídeos totais por meio do método de Bligh-Dyer (1959); carboidratos
802 totais calculado por diferença, segundo RDC nº360 (BRASIL, 2003); valor calórico calculado por
803 meio da utilização dos coeficientes de Atwater (carboidrato = 4,0 Kcal/g; lipídeos = 9,0 Kcal/g;
804 proteínas = 4,0 Kcal/g) (Merril & Watt. 1973).

805 O teor de fibras solúveis e insolúveis foi determinada, em 3 repetições, por método
806 gravimétrico-enzimático, utilizando enzimas α -amilase, protease e amiloglicosidade (AOAC, 2016
807 número 992,16). Os teores de açúcares redutores, não redutores e totais foram determinados pelo
808 método do ácido 3,5-dinitrossalicílico (ADNS), segundo metodologia proposta por Silva et al.,

809 (2003), feitas em 10 repetições. Os minerais (cálcio, magnésio, fósforo, cobre, ferro, manganês e
810 zinco e enxofre) foram determinados por Malavolta et al. (1997), utilizando espectrometria de chama,
811 todos em triplicata.

812

813 2.4 Fatores antinutricionais da Bacaba e suas frações

814 A presença de ácido cianídrico foi avaliada, nas frações CB, FCPB, SB e FSB, utilizando o
815 teste Guignard, técnica qualitativa que consiste na confirmação da presença ou não de cianetos. A
816 semente de ameixa foi utilizada como padrão comparativo (Araújo, 2011), a qual apresenta
817 glicosídeos cianogênicos precursores do ácido cianídrico. As análises foram realizadas em 3
818 repetições.

819 Para determinação de ácido fítico, taninos condensados e totais foram feitos 3 extratos,
820 conforme relatafo a seguir e, partir destes extratos, foram feitas 12 leituras nas frações CB, FCPB,
821 SB e FSB. O teor de inibidores de tripsina foi determinado, de acordo com Arcon (1979), com
822 extração apenas em pH neutro; os teores de ácido fítico foi determinado pelo método descrito por
823 Latta e Eskin (1980), utilizando a resina DOEX- Cellulose (ion-exchangeresin), de acordo com Vilela
824 et al (1973). O conteúdo de taninos condensados foi estimado, espectrofotometricamente, utilizando
825 metanol, pelo método adaptado por Barcia et al. (2012). O método proposto por Swain e Hills (1959)
826 foi utilizado para determinar o teor de taninos totais, utilizando água como agente extrator.

827

828 2.5 Análises tecnológicas da farinha da casca+polpa (FCPB) e da semente (FSB) de Bacaba

829

830 Para determinação do índice de absorção de água (IAA), solubilidade em água (ISA), absorção
831 de óleo (IAO) e para os índices de absorção e solubilidade em leite (IAL) e (ISL), foi utilizada
832 metodologia descrita por Okezie e Bello (1988) e a equação descrita por Anderson et al. (1969).
833 Ambas as análises foram realizadas em 10 repetições.

834

835 2.6 Extração e análise dos pigmentos

836

837 Para as análises descritas a seguir, foram feitas 3 extrações (como ???) e leituras em 4
838 repetições nas frações CB, FCPB, SB e FSB. A quantificação de clorofila foi mensurada pela
839 metodologia de Engel e Poggiani (1991). O método adaptado de Barcia et al. (2012) foi utilizado para
840 determinar o teor total de antocianinas. Os carotenoides foram extraídos, conforme descrito por
841 Serino et al. (2009) e identificados e quantificados por Cromatografia líquida de alta eficiência CLAE,
842 em cromatógrafo (Shimadzu, série LC-20AT, Tokyo, Japan), equipado com sistema de bombas
843 isocráticas (LC-20AT), injetor automático (SIL 20A), sistema de detecção de UV-VIS (SPD-20A), e
844 forno para coluna (CTO 6A). Uma coluna C18 (LiChroCART 250-4 LiChrospher® 100 RP-18
845 endcapped 100x4,6mm- 5 µm - Merck) foi utilizada, e o volume de injeção de extrato foi de 20 µL.
846 A fase móvel foi composta por acetonitrila: água: acetato de etila (53:7:40, v/v/v), em fluxo de 1
847 mL/min. Durante a análise, a temperatura foi mantida em 30°C. Espectros de absorbância foram
848 adquiridos por varredura (200-600 nm), com monitoramento em quatro comprimentos de onda: 474
849 nm para licopeno, 454 nm for β-caroteno, 286 nm para fitoeno, e 448 nm para luteína. A identificação
850 deu-se por meio da comparação com o tempo de retenção dos padrões e sua quantificação foi feita
851 por meio da utilização de curvas com cinco diferentes concentrações dos padrões.

852

853 2.7 α-Tocoferol

854

855 A cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) foi utilizada para a determinação da
856 vitamina E (α-, β-, γ-, δ-tocoferol) na bacaba (casca+polpa), FCPB e seus coprodutos (SB e FSB),
857 conforme descrito por Presoto, Rios e Almeida-Muradian (2000) e Melo e Almeida-Muradian (2010).
858 Para as extrações, foram utilizados, aproximadamente, 5 g de amostra, e feitos 3 extratos. Foi
859 utilizado detector de fluorescência (RF-10AXL), ajustado para excitação de 295 nm e emissão de 330
860 nm. Coluna de sílica Shim-pack CLC-Sil (M) (25 × 4,6 mm de tamanho de partícula 5 µm) com fase

861 móvel pré-filtrada e desgaseificada foi usada, consistindo em hexano e álcool isopropílico (99: 1) e
862 1,5 fluxo de mL / min. Os tocoferóis foram identificados pela comparação do tempo de retenção dos
863 padrões sintéticos, e a quantificação foi realizada por curva de padronização externa, usando, pelo
864 menos, cinco níveis de concentração para cada padrão. Para calcular a vitamina E nas amostras, foi
865 utilizado a equação descrita por Holland et al. (1991), que é baseado na atividade biológica da
866 vitamina E.

867

868 2.8 Antioxidantes da Bacaba (casca+polpa - CB) e suas frações (FCPB, SB, FSB)

869

870 2.8.1 Preparação dos extratos

871 Os compostos bioativos, de cada amostra, foram extraídos de acordo com protocolo descrito
872 por De Souza et al. (2018), utilizando proporção de 1:30 (amostra; solução) e solução (60:40, v/v)
873 metanol: água, em banho ultrassônico (USC2800A, Logen scientific, São Paulo, Brasil; frequência
874 40Khz; dimensão interna: 293x235x150mm) por 11 min. Os extratos centrifugados (3000g 15 min
875 a 4 °C) em centrífuga (5403, Eppendorf AG, São Paulo, Brasil) e filtrados em filtro de placa
876 sintetizada (G4) e mantidos a -18 °C em fracos âmbar, até o momento das análises
877 espectrofotométrica e cromatográfica. As extrações foram realizadas em 3 repetições na CB, FCPB,
878 SB e FSB.

879

880 2.8.2 Identificação e Quantificação dos Flavonoides e Ácidos Fenólicos

881 A separação, identificação e quantificação dos flavanóides e ácidos fenólicos foram realizadas
882 por CLAE-DAD-MS, utilizando coluna de fase reversa Luna C18 (2) HST (100 × 3,0 mm, 2,5 µm;
883 Phenomenex, Torrance, CA, EUA), cujos extratos foram filtrados em filtros de nylon 0,22µm
884 (Millipore) para vials e volume injetado foi de 5µL. A fase móvel foi constituída de água com ácido
885 fórmico a 0,1% (A) e acetonitrila (B). As separações cromatográficas foram realizadas em condições
886 gradientes, usando o solvente A (água com ácido fórmico a 0,1%) e o solvente B (100% acetonitrila)

887 a vazão de 0,5 mL/min. Um programa de gradiente de 22 minutos foi utilizado no estudo, começando
888 com ácido fórmico à 0,1% e acetonitrila (95: 5, v/v), seguido de aumento de até 8% de acetonitrila
889 em 5,0 min, e aumento para 15% em 8 minutos, mantendo-se nessa proporção por 2 minutos e, em
890 seguida, aumentando para 20% de acetonitrila em 12 minutos; a proporção de acetonitrila foi
891 novamente aumentada para 35% em 15 minutos e mantendo em 3 minutos; finalmente, foi diminuída
892 a proporção de acetonitrila para 5% e mantendo-se em 2 min. As amostras foram injetadas em
893 triplicata e os flavonoides e ácido fenólico foram identificados de acordo com o tempo de retenção e
894 quantificados por meio de uma curva de padrões comerciais (Sigma Aldrich, St. Louis, EUA).

895

896 2.8.3 Atividade antioxidante

897 A atividade antioxidante foi determinada usando os ensaios DPPH e ABTS. A capacidade de
898 eliminação de radicais livres (DPPH) foi determinada de acordo com método descrito por Rufino et
899 al. (2010) e para o ensaio da capacidade de redução do radical (ABTS), foi utilizado o método de
900 Rufino et al. (2007), ambos métodos nas frações CB, FCPB, SB e FSB

901

902 2.9 Análises Estatística

903

904 O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC). Para as
905 análises físicas, as medias foram apresentadas com seus respectivos desvios padrão. Para a
906 comparação entre as frações (CB e FCPB / SB e FSB), às medias das análises foram submetidos à
907 análise de variância. Quando significativos, foi aplicado teste t (Student), utilizando nível de
908 confiança de 95%. Foi utilizado, para auxílio, o programa SISVAR (Ferreira, 2014).

909

910 **3 Resultados e Discussão**

911

912 Os dados apresentandos na tabela 1, mostram as características morfológicas do fruto bacaba,
913 coletados na Amazonia Brasileira. As dimensões transversais/horizontais foram de 16,97 e 21,65mm

914 respectivamente e massa de 3,73 g, sendo superior ao encontrado por Seixas et al., (2016), no qual o
 915 mesmo fruto apresentou parâmetros transversais/horizontais médio de 18,00 e 19,00mm e massa de
 916 2,20g. Na maioria das espécies, essas variações são decorrentes do fato de que são oriundos de
 917 diferentes plantas-mães, além de condições edofoclimáticas também diferentes (Villachica et al.,
 918 1996).

919 Estes dados de biometria dos frutos fornecem informações para a conservação e exploração dos
 920 recursos de valor econômico, permitindo incremento contínuo da busca racional e uso eficaz dos
 921 frutos, além de verificar a possibilidade de uso nos mais diversos tipos de processamento (Lima,
 922 1985). Vale ressaltar que a massa da semente de bacaba (1,26 g), foi maior que da casca+polpa
 923 (2,38g). Observa-se, ainda, que a semente concentra 63,41% do fruto, sendo que a valorização desse
 924 coproduto poderia reduzir os problemas ambientais, e servir como potencial fonte de compostos
 925 bioativos (Satari e Karimi, 2018).

926 **Tabela 1.** Características morfológicas da bacaba da safra 2018/2019, coletadas no estado do
 927 Tocantins, Brasil.

Parâmetros	Bacaba
Massa (g)	3,73 ± 0,45
Diâmetro (mm)	16,97 ± 1,24
Comprimento (mm)	21,65 ± 1,33
Casca/polpa (g)	1,26 ± 0,37
Semente (g)	2,38 ± 0,36
Rendimento (g)	
Casca/Polpa (%)	34,36 ± 8,84
Semente (%)	63,41 ± 3,68

928 ¹Os valores correspondem às médias ± desvio padrão de 30 repetições, escolhidas de um lote ao acaso.

929

930 A avaliação da composição proximal das frações de bacaba pode ser observada na tabela 2. Os
 931 valores de umidade para a CB (42,85 %), aliados a baixa acidez (4,96 g/100g) e atividade de água
 932 (0,988), indicam que a bacaba tem maior propensão ao desenvolvimento de bolores e leveduras, além
 933 de ser desafio para armazenamento e transporte, logo, a secagem é um método indicado para esta

934 fração, a fim de conservar e reter compostos nutricionais (Wojdylo et al., 2014), fato observado
935 quando comparado ao teor de umidade encontrado na fração FCPB (1,64%). Com relação à SB e
936 FSB, a redução na umidade (38,84% para 7,83%) e atividade de água (0,938 e 0,546), da fração *in*
937 *natura* para a farinha, também, sugere a necessidade de secar e armazenar a semente em forma de
938 farinha, pois terá maior estabilidade química e microbiológica (Canuto et al., 2010). Vale ressaltar
939 que os valores de umidade das farinhas (FCPB e FSB) estão de acordo com legislação brasileira
940 vigente, pois são inferiores a 15% (BRASIL, 2005), logo, a secagem dos resíduos/coprodutos a 60°C,
941 além de ter sido eficaz na redução da umidade pode trazer estabilidade e aumentar a conservação
942 desse material.

943 A quantidade de cinzas representa o total de minerais presentes nos alimentos e é, também,
944 considerando como medida geral de qualidade, sendo frequentemente utilizado como critério na
945 identificação dos alimentos (Mesquita et al., 2014). Com relação a esse parametro, a fração FCPB
946 apresentou 1,83 g/100g e a fração CB 1,70 g/100g de cinzas. Como já era esperado, a secagem
947 concentrou os teores de cinzas nas farinhas da semente de bacaba. Domingues et al. (2014), em seu
948 estudo, encontraram valores de 2,20 g/100g de cinzas na polpa do Bacabi (*Oenocarpus mapora* H.
949 Karsten), fruto pertencente ao mesmo gênero, porém de espécie diferente. Quanto a SB (1,46 g/100g)
950 e FSB (1,98 g/100g), ambos apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$), porém, a fração farinha
951 da semente de bacaba possui teor de cinza superior ao encontrado por Ribeiro et al. (2017) em
952 sementes de bacaba *in natura* (1,65 g/100g).

953 O teor de proteína, encontrado na fração CB (5,74g/100g), foi superior ao encontrado na FCPB
954 (5,13 g/100g), porém inferior ao encontrado no fruto Bacabi (*Oenocarpus mapora* H. Karsten) (6,64
955 g/100g) por Domingues et al. (2014). Quanto aos valores encontrados nas frações SB e FSA, ambos
956 não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), sendo superiores a 5,0 g/100g, que corresponde a
957 10,41% de proteína da quantidade requerida, por dia, em pessoa adulta, segunda Ervin (2004), no
958 qual estipulou 0,8 g/ Kg/dia, considerando um adulto de 60 Kg. Logo, a inserção, tanto da

959 casca+polpa, semente ou suas respectivas farinhas, na alimentação humana, é promissora e chama a
960 atenção para verificar, em próximos estudos, a qualidade proteica existentes nessas frações da bacaba.

961 **Tabela 2.** Composição proximal (g/100g), química, física, minerais (mg/100g) e propriedades tecnológicas das frações casca+polpa *in natura* de bacaba
 962 (CB), farinha da casca+polpa de bacaba (FCPB), semente *in natura* (SB) e farinha da semente de bacaba (FSB), em base seca, safra 2018/2019, coletadas
 963 no estado do Tocantins, Brasil.

Parâmetros	CB	FCPB	SB	FSB
Umidade (%)	42,85 ± 0,36 ^a	1,64 ± 0,11 ^b	38,84 ± 0,22 ^A	7,83 ± 0,23 ^B
Cinzas	1,70 ± 0,11 ^b	1,83 ± 0,16 ^a	1,46 ± 0,11 ^B	1,98 ± 0,20 ^A
Proteínas	5,74 ± 0,38 ^a	5,13 ± 0,20 ^b	5,14 ± 0,36 ^A	5,41 ± 0,10 ^A
Lipídios	31,83 ± 1,34 ^a	29,11 ± 0,09 ^b	1,41 ± 0,27 ^B	2,77 ± 0,47 ^A
Carboidratos Totais	60,73 ± 1,57 ^a	63,93 ± 0,28 ^b	91,99 ± 0,42 ^A	89,84 ± 0,53 ^B
Valor calórico Total (Kcal.100g ⁻¹)	552,28 ± 6,37 ^a	538,23 ± 0,61 ^b	401,15 ± 1,43 ^B	405,90 ± 2,60 ^A
Fibra Insolúvel	21,26 ± 0,31 ^b	37,18 ± 2,20 ^a	39,03 ± 1,31 ^B	63,75 ± 2,87 ^A
Fibra Solúvel	1,09 ± 0,24 ^b	1,34 ± 0,29 ^a	0,91 ± 0,34 ^B	1,49 ± 0,55 ^A
Fibra alimentar total	22,35 ± 1,55 ^b	38,52 ± 2,59 ^a	39,94 ± 1,65 ^B	65,23 ± 2,69
Açúcares Redutores	0,56 ± 0,01 ^b	0,98 ± 0,02 ^a	1,46 ± 0,11 ^A	1,58 ± 0,12 ^A
Açúcares não redutores	0,02 ± 0,01 ^a	0,02 ± 0,01 ^a	2,14 ± 0,23 ^A	2,32 ± 0,32 ^A
Açúcares totais	0,58 ± 0,01 ^b	1,00 ± 0,02 ^a	3,60 ± 0,22 ^A	3,90 ± 0,24 ^B
pH	4,94 ± 0,01 ^b	5,35 ± 0,00 ^a	5,27 ± 0,00 ^A	5,24 ± 0,10 ^B
ATT ² (g.100g ⁻¹)	5,40 ± 0,99 ^a	0,70 ± 0,03 ^b	0,61 ± 0,02 ^A	0,71 ± 0,04 ^A
SS ³ (°Brix)	6,30 ± 0,87 ^a	2,7 ± 0,38 ^b	5,80 ± 0,46 ^A	5,31 ± 0,43 ^B
Aw	0,988 ± 0,002 ^a	0,326 ± 0,017 ^b	0,938 ± 0,00 ^A	0,546 ± 0,015 ^B
L*	40,42 ± 2,47 ^a	26,53 ± 0,33 ^b	53,20 ± 0,75 ^A	53,06 ± 0,23 ^A
a*	5,93 ± 1,16 ^a	3,49 ± 0,17 ^b	6,81 ± 0,16 ^A	6,67 ± 0,14 ^A

b*	11,23 ± 2,48 ^a	2,24 ± 0,26 ^b	16,00 ± 0,22 ^A	12,46 ± 0,20 ^B
Croma	12,85 ± 2,68 ^a	4,12 ± 0,29 ^b	17,44 ± 0,25 ^A	14,13 ± 0,23 ^B
Potássio	47,72 ± 4,38 ^b	50,45 ± 4,63 ^a	380,00 ± 50,33 ^B	412,28 ± 54,66 ^A
Fósforo	33,40 ± 0,00 ^a	35,32 ± 0,00 ^a	111,00 ± 0,58 ^B	120,43 ± 0,63 ^A
Cálcio	136,34 ± 11,81 ^b	144,14 ± 12,58 ^a	ND	ND
Magnésio	102,26 ± 3,94 ^b	108,11 ± 4,16 ^a	ND	ND
Ferro	6,09 ± 0,39 ^b	6,44 ± 0,42 ^a	7,26 ± 0,05 ^B	8,52 ± 0,05 ^A
Cobre	0,83 ± 0,00 ^a	0,88 ± 0,00 ^b	0,92 ± 0,07 ^B	1,08 ± 0,08 ^A
Manganês	3,35 ± 0,05 ^b	3,54 ± 0,01 ^a	1,39 ± 0,18 ^B	1,63 ± 0,22 ^A
Zinco	0,98 ± 0,00 ^b	1,03 ± 0,00 ^b	0,86 ± 0,03 ^B	1,01 ± 0,03 ^A
Enxofre	ND	ND	ND	ND
ISA ² (%)	-	6,88 ± 1,31 ^b	-	10,51 ± 0,95 ^a
IAA ³ (g. gel/g)	-	3,76 ± 0,24 ^a	-	3,38 ± 0,11 ^b
CAO ⁴ (%)	-	2,64 ± 0,24 ^a	-	2,02 ± 0,05 ^b
ISL ⁵ (%)	-	33,96 ± 5,11 ^a	-	2,90 ± 0,97 ^b
IAL ⁶ (g. gel/g)	-	1,59 ± 0,64 ^a	-	1,30 ± 0,36 ^a

964 ¹Os valores correspondem às médias ± desvio padrão. *Letras minúsculas e maiúsculas na mesma linha não diferem entre si estatisticamente no teste de T a 5% (p
965 <0,05).² Acidez titulável expressa em ácido cítrico. ²Índice de solubilidade em água. ³Índice de absorção em água. ⁴Capacidade de absorção de óleo. ⁵ Índice de
966 solubilidade em leite. ⁶Índice de Absorção em leite. (-) não realizado. ND (não detectado).

967 A fração CB apresentou elevado teor de lipídios (31,83 g/100g), assim como a fração FCPB
968 (29,11 g/100g), ambos teores superiores ao encontrado por Seixas et al. (2016), na casca e polpa da
969 bacaba (21,02 g/100g), oriunda de Pimenta Bueno – Rondonia, Brasil. Com relação à SB (1,41
970 g/100g) e FSA (2,77g/100g), os teores de lipídios foram menores que na polpa+casca e sua respectiva
971 farinha, o que nos leva a ter maior atenção, nestas últimas frações (CB e FCPB), quanto ao
972 armazenamento, pois quanto maior o teor de lipídio, maior a possibilidade de rancidez e redução na
973 conservação do produto final.

974 A fração CB (60,73 g/100g) apresentou o menor teor de carboidratos totais, porém teve o valor
975 calórico superior (552,28 Kcal/100g), quando comparado a fração FCPB (538,23 Kcal/100g), devido
976 ao teor de lipídio maior nesta fração. Com relação a esses mesmos teores, nas frações SB (91,99
977 g/100g e 401,15 Kcal/100g) e FSB (89,84 g/100g e 405,90 Kcal/100g), os valores foram mais
978 próximos, apesar de estatisticamente diferentes ($P < 0,05$). Percebe-se que a semente e sua farinha, são
979 ricas em carboidratos, sendo fator atraente na incorporação de alimentos infantis, pois confere
980 significativa energia.

981 As fibras apresentam efeitos benéficos à saúde humana, devido ao aumento da saciedade e do
982 volume e peso da matéria fecal. Também reduz o risco e a ocorrência de obesidade, hiperglicemia,
983 hipercolesterolemia, constipação, doença cardíaca coronariana, hemorróidas e câncer de cólon
984 (Dhingra, Michael, Rajput, & Patil, 2012). A ingestão diária, recomendada pelo Institute of Medicine
985 é de 25 a 38g/dia para homens e mulheres, entre 19 e 50 anos. Diante desses dados, a ingestão de 98
986 g da fração FCPB e 58g da fração FSB, provem 100% da recomendação de fibras alimentares por
987 dia. Nota-se, ainda, que com essa concentração de fibras alimentares disponível, a FSB pode ser
988 incorporada em produtos alimentícios, como agentes de volume não calóricos e baratos, como
989 substituto parcial de farinha de trigo, gordura ou açúcar, ou como potenciadores da retenção de água
990 e óleo e para aumentar a emulsão ou a estabilidade oxidativa (Elleuch et al., 2010).

991 A quantidade de açúcares totais, encontrados na CB (0,58 g/100g) foi menor ao encontrado na
992 FCPB (1,00 g/100g), sendo condizente ao encontrado por Santos Filho et al. (2020), em polpas de

993 bacaba (*Oenocarpus Bacaba* Mart.) (0,68 g/100g). Nas frações SB (3,60 g/100g) e FSB (3,90
994 g/100g), os teores foram iguais ($p < 0,05$), mostrando que a quantidade de açúcares totais, quer seja
995 redutores ou não redutores, em todas as frações da bacaba, são baixas, impossibilitando seu uso para
996 produtos fermentados por exemplo, os quais requeririam uma quantidade significativa de açúcares
997 fermentecíveis. Os teores de sólidos solúveis confirmam essa inferência, pois os teores encontrados,
998 nas diferentes frações, foram inferiores a 6 ° Brix.

999 O pH encontrado na fração CB (4,94) e FCPB (5,25) foram semelhantes àqueles encontrados
1000 por Canuto et al. (2010) em polpa de bacaba (5,3). Com relação as frações SB (5,27) e FSB (5,24),
1001 ambas foram semelhantes ao pH das sementes de bacaba *in natura* (5,12), pesquisadas por Ribeiro et
1002 al. (2017). Todas as frações da bacaba, aqui pesquisadas, tiveram seus pHs próximo a 5 e, segundo
1003 Franco e Landgraf (2008), alimentos com pH acima de 4,5 são considerados de baixa acidez ou
1004 levemente ácidos.

1005 A acidez titulavel na fração CB (5,40 g ácido cítrico /100g) e FCPB (0,70 g ácido cítrico /100g)
1006 foram inferiores aos encontrado por Ribeiro et al. (2017) na polpa de bacaba (1,48 g ácido cítrico
1007 /100g) (*Oenocarpus distichus*). Já para a fração semente e sua farinha, a acidez titulável não se
1008 diferenciou ($p < 0,05$), obtendo média de 0,66 g ácido cítrico/100g, valor este muito menor ao
1009 encontrado por Ribeiro et al. (2017), em sementes de bacaba *in natura* (3,26 g/100g ácido cítrico).
1010 Percebe-se que, dentre as frações estudadas da bacaba, a casca+polpa é a única que tem quantidade
1011 de ácido cítrico, chamando atenção para uma barreira de conservação além da simples secagem.

1012 Com relação as características físicas, o processo de secagem da casca+polpa afetou todos os
1013 parâmetros de cor na fração FSCB; já nas sementes, a alteração ficou a cargo dos parâmetros *b e
1014 Chroma, resultados satisfatórios quando se pensa na secagem com pouca alteração nas cores das
1015 farinhas em relação a matéria prima. Ribeiro et al. (2017) encontraram parâmetros de cor para a polpa
1016 de bacaba de 10,12 para L*, 3,59 para a*, 1,75 para b* e 4,08 para o Chroma; já para a semente, os
1017 valores foram: 7,74 para L*, 4,35 para a*, 8,57 para b* e 9,04 para o Chroma.

1018 Com relação ao perfil de minerais, as necessidades médias diárias, para adultos de 19 a 70 anos
1019 (homens e mulheres), segundo o Institute of Medicine (2006) são as seguintes: manganês, 1,8 a 2,3
1020 mg/dia; cobre 0,9 mg/dia; ferro 14 mg/dia; magnésio 260 mg/dia; fosforo 700 mg/dia; cálcio 1000
1021 mg/dia e potássio 4700 mg/dia. Os resultados para o perfil de minerais corroboram com a análise de
1022 cinzas, mostrando maior quantidade destes nas frações FCPB e FSB. Sendo assim, consumindo 100g
1023 de FCPB tem-se a necessidade diária suprida em 1,01 % para o potássio; 13,65% para cálcio e 39,33%
1024 para magnésio, já para a fração FSB, ao ingerir 100g são supridas 17,14% para o fosforo e 60,85 %
1025 para o ferro. O magnésio é considerado nutriente essencial para a estrutura do esqueleto e músculos
1026 (Offor et al., 2014); o fósforo, desempenha papel essencial na manutenção e crescimento dos tecidos
1027 corporais (Arnarson, 2015), bem como o cálcio, que é essencial e necessário para músculos fortes,
1028 crescimento ideal e bom esqueleto. A deficiência do ferro é a mais comum das deficiências
1029 nutricionais do mundo, ressaltando-se que metade das pessoas afetadas apresenta-se anêmicas, a
1030 manifestação mais severa, além de relatada em várias mulheres grávidas e/ou idosas, resultando na
1031 dissolução dos ossos (Black, 2003; Beto 2015). Logo, a inserção das farinhas FCPB e FSB, além de
1032 ricas em fibras alimentares, também são potenciais fontes de magnésio e ferro.

1033 A solubilidade de uma farinha relaciona-se à quantidade de sólidos solúveis na amostra
1034 (Ferreira et al., 2015). Diante disso, verificou-se que o ISA da fração FCPB foi 6,88%, menor ao
1035 encontrado para a FSB (10,51 %), ou seja, a farinha da fração casca+polpa pode ser usada, com maior
1036 facilidade, em produtos alimentícios mais aquosos. A farinha de trigo branca e a farinha de linhaça,
1037 para efeito de comparação, possui ISA de 1,15%, segundo dados de Santana et al. (2017), logo, tanto
1038 a fração FCPB como FSB são ótimas possibilidade de substituição da farinha de trigo branca em
1039 produtos panificáveis no quesito absorção de água.

1040 O IAA, que indica a massa de água absorvida por unidade de massa da farinha (Sogi et al.,
1041 2013), está relacionado à disponibilidade de grupos hidrofílicos em se ligar às moléculas de água e à
1042 capacidade de formação de gel das moléculas de amido (Filli: Nkama, 2007). A absorção de água é
1043 desejável para a utilização em produtos em que se requer boa viscosidade, como sopas, molhos e

1044 produtos instantâneos (Torres et al., 1999) e naqueles que necessitam hidratação e de retenção da
1045 umidade em sua estrutura, como os produtos cárneos e de panificação, podendo, ainda, melhorar o
1046 rendimento e modificar a textura (Wang et al., 2006). Os valores encontrados, neste trabalho, para
1047 IAA, foram maiores na fração FCPB (3,76 g.gel/g), o que pode estar ligado a grupos hidrofílicos
1048 presentes nessas farinhas, conferindo-lhe maior capacidade em absorver água (ISA). Segundo
1049 Trombini et al. (2013), analisando misturas de fécula e bagaço de mandioca e farelo de soja, relataram
1050 variações de IAA de 2,35-2,92 g.gel/g e Santana et al. (2017) encontraram para farinha de linhaça
1051 IAA de 14,0 g.gel/g, ou seja, as farinhas, tanto das frações casca+polpa ou sementes de bacaba podem
1052 ser tranquilamente incorporadas em diversos produtos alimentícios com intuito de absorver e reter
1053 água.

1054 A absorção de óleo está relacionada aos grupos hidrofóbicos dos produtos e à capacidade de
1055 aprisionar óleo em sua estrutura (Ravi; Suselamma, 2005). A quantidade de óleo, absorvida por grama
1056 de amostra, é característica importante nas formulações de alimentos, pois melhora a saciedade, o
1057 sabor e a sensação na boca dos alimentos (Odoemelam, 2005; Omosulis et al., 2011). O índice de
1058 absorção de óleo (CAO) foi maior na FCPB (2,64 %), quando comparado a FSB (2,02 %), semelhante
1059 ao encontrado em farinha de linhaça (2,39 g.gel/g), estudada por Santana et al. (2017).

1060 O melhor valor para ISL foi encontrado, também, na fração FCPB (33,69 %), sendo este fator
1061 tecnológico importante para a aplicação desta farinha em cereais matinais ou à base de leite, como
1062 refeições instantâneas para crianças, sobremesas e bebidas lácteas, cremes, queijos e doces (Becker
1063 et al. 2014).

1064 Portanto, a fração FCPB foi melhor na solubilidade em leite e a fração FSB em solubilidade em
1065 água; em relação a solubilidade em óleo, a diferença foi muito sutil. Quando avalia-se as propriedades
1066 tecnológicas, somadas com a composição proximal e perfil de minerais, o uso dos coprodutos,
1067 oriundos do processamento do fruto bacaba é promissor e viável.

1068 Não foram encontrados compostos cianogênicos nas CB, FCPB, SB e FSB (tabela 3). Com
1069 relação ao ácido fítico, estes estão presentes somente nas sementes e suas farinhas (115,92 mg ácido

1070 fítico/100g e 125,80 mg ácido fítico/100g respectivamente). Tal presença pode ser reduzida, como
1071 proposto por Vadivel e Biesalski (2012), que verificaram que, quando aplicados métodos como a
1072 imersão em solução alcalina de NaHCO₃ (0,2%) e processo de cocção, ocorre perda de 30-41% de
1073 ácido fítico em sementes. Fato ser explicado devido à lixiviação deste composto para o meio de
1074 imersão alcalino ou formação de complexos insolúveis entre o ácido fítico e outros nutrientes, como
1075 complexos fitato-proteína e fitato-proteína-mineral sob ambiente de imersão alcalino ou
1076 processamento hidrotérmico (Vadivel e Biesalski, 2012). Contudo, estudos mostram o fitato como
1077 componente benéfico, conforme relatos de Kim et al. (2010), no controle glicêmico, atividade
1078 antineoplásica e ação antioxidante.

1079 **Tabela 3.** Compostos antinutricionais, pigmentos e atividade antioxidante da casca+polpa *in natura* de bacaba (CB), farinha da casca+polpa de bacaba
 1080 (FCPB), semente *in natura* (SB) e farinha da semente de bacaba (FSB), em base seca, safra 2018/2019, coletadas no estado do Tocantins, Brasil.

Parâmetros	CB	FCPB	SB	FSB
Ácidos cianogênicos	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Ácido Fitico (mg ácido fitico/100g)	ND	ND	115,92 ± 18,06 ^A	125,80 ± 19,73 ^A
Inibidor de Tripsina (UTI/100mg)	0,51 ± 0,12 ^a	0,52 ± 0,12 ^a	1,01 ± 0,48 ^A	1,09 ± 0,49 ^A
Taninos Condensados (mg catequina/100mg)	ND	ND	15,08 ± 3,90 ^A	15,09 ± 3,93 ^A
Taninos Totais (mg ácido tânico/100g)	0,46 ± 0,07 ^a	0,47 ± 0,08 ^a	1,31 ± 0,08 ^B	1,42 ± 0,10 ^A
Antocianinas (cianidina 3-glicosídeo/ 100g)	3,27 ± 0,77 ^a	3,33 ± 0,78 ^a	4,78 ± 1,05 ^B	5,19 ± 1,14 ^A
Carotenoides (mg β-caroteno/mg)	11,60 ± 0,37 ^a	11,90 ± 0,38 ^a	ND	ND
DPPH (IC ₅₀ mg/L)	18,68 ± 0,85 ^a	2,89 ± 0,33 ^a	0,26 ± 0,12 ^A	0,20 ± 0,12 ^A
ABTS (μM Trolox/mg)	910,04 ± 53,33 ^b	939,82 ± 51,36 ^a	4494,47 ± 79,94 ^B	5307,87 ± 75,78 ^A

1081 ¹Os valores correspondem às médias ± desvio padrão de dez repetições. UIT (unidade inibidora de tripsina). *Letras minúsculas e maiúsculas na mesma linha não
 1082 diferem entre si estatisticamente no teste de Tukey a 5% (p <0,05) ou no teste de T a 5% (p <0,05). ND (não detectado).

1083

1084 Com relação aos inibidores de tripsina, esses foram encontrados nas diversas frações da bacaba
1085 em quantidades muito pequenas, quando comparados com as farinhas tradicionalmente
1086 comercializadas de soja (33,63UIT/mg) e de grão de bico (23,05 UIT/mg), segundo dados reportados
1087 por Aviles-Gaxiola et al (2018). Os teores encontrados na bacaba, após secagem, corroboram com
1088 trabalhos de Del-Vechio et al., (2007) ao avaliarem sementes cruas de abóbora *cucurbita spp.* (0,88
1089 UTI/mg a 6,24 UTI/mg) e submetidas ao processo de cocção por 10 minutos. Ao final, verificaram
1090 redução nesse antinutricional (0,19 UTI/mg a 1,39 UTI/mg) com a aplicação de calor. De fato, é sabido
1091 que os inibidores de tripsinas possuem base proteica, logo, o calor desnatura tal componente, inibindo
1092 sua ação no corpo humano. Vale ressaltar que a aplicação de calor (60 °C, até atingir 15% de umidade)
1093 na FSB não foi insuficiente para inativar tal composto, sugerindo uma temperatura mais alta para a
1094 produção de farinha de semente de bacaba.

1095 Não foram encontrados taninos condensados nas frações CB e FCPB, porém os totais estão
1096 presentes em todas as partes do fruto bacaba, conforme tabela 3. Com relação aos condensados, foram
1097 encontrados teores de 15,08 e 15,09 mg Catequina/100g nas frações SB e FSB respectivamente. Não
1098 há relatos, na literatura, quanto ao limite de taninos condensados em semente *in natura* ou farinha de
1099 bacaba, porém, estes valores estão abaixo do encontrado em frutos comuns como as espécies de
1100 cajueiros nativos do Cerrado Brasileiro, a saber, de 134 mg de CAE/100g para polpa de *A. nanum* e
1101 112 mg de CAE/100g para polpa *A. othonianum* (Rocha et al.,2011). Os taninos totais, assim como
1102 os fitatos, tem mostrado efeito benéfico à saúde, como relatado em trabalhos de Anunciação et al.
1103 (2019), Gibson et al. (2017) e Courtney et al. (2015). Logo, o consumo das frações do fruto bacaba
1104 não pode ser considerado prejudicial.

1105 Com relação aos pigmentos, os teores de carotenoides foram encontrados, apenas, nas frações
1106 CB e FCPB, não sendo percebida diferença significativa ($p < 0,05$) entre eles, cuja média foi de 11,75
1107 mg β -caroteno/mg. Tais resultados foram semelhantes aos encontrados por Barros et al. (2017), em
1108 seu estudo sobre resíduos de frutos exóticos, incluindo casca, polpa e semente de bacaba, com teor
1109 médio de 15,47 mg β -caroteno/mg. Frutos com coloração semelhante a bacaba são amora-preta

1110 (Rubus spp.) com 8,65mg/100g de carotenóides (Ferreira et al., 2010) e jabuticaba com 71,8mg/100g
1111 de carotenoides (Lemos et al., 2019).

1112 A atividade antioxidante mostrou ser mais efetiva nas frações semente (SB) e sua farinha (FSB)
1113 em ambas as metodologias aplicadas. Quando comparado ao açaí *in natura* (15,1 μ M Trolox/mg)
1114 (Maria do Socorro et al.,2010), fruto da mesma família que a bacaba, observa-se teor bem maior deste
1115 último na fração CB (910,04 μ M Trolox/mg). As farinhas, também, obtiveram teores considerados
1116 de atividade antioxidante, mostrando que a aplicação do calor, para sua obtenção, foi eficaz e ampliou
1117 a função antioxidante. Do ponto de vista de conservação de farinhas, a existência destas substâncias
1118 pode ampliar a vida útil do produto final. Os antioxidantes naturais são usados para prevenir a auto-
1119 oxidação e oxidação dos alimentos, estabilizar os lipídios e outros compostos alimentares, além de
1120 retardar reações de oxidação (Carocho, Morales & Ferreira, 2018).

1121 Dentre as substâncias antioxidantes, verifica-se a presença de ácidos fenólicos e flavonóides
1122 (Tabela 4).

1123 **Tabela 4.** Ácidos Fenólicos e Flavonoides quantificados (mg/100 g de amostra) por HPLC-DAD, em base seca, na casca+polpa *in natura* de bacaba
 1124 (CB), farinha da casca+polpa de bacaba (FCPB), semente *in natura* (SB) e farinha da semente de bacaba (FSB), safra 2018/2019, coletadas no
 1125 estado do Tocantins, Brasil.

	T _R (min)	λ (nm)	CB	FCPB	SB	FSB
Ácido Gálico	2,3	271	0,33 ± 0,11 ^a	0,21 ± 0,12 ^a	ND	ND
Ácido protocatecuico	4,4	259	5,18 ± 0,26 ^b	9,99 ± 0,70 ^a	4,56 ± 0,52 ^A	4,95 ± 0,57 ^A
Ácido p-hidroxibenzóico	7,1	254	0,97 ± 0,01 ^b	2,94 ± 0,17 ^a	3,76 ± 0,42 ^A	4,07 ± 0,46 ^A
Ácido Vanílico	9,1	259	1,58 ± 0,20 ^a	1,57 ± 0,11 ^a	0,75 ± 0,05 ^A	0,81 ± 0,05 ^A
Ácido ferúlico	13,4	322	2,57 ± 0,38 ^a	1,10 ± 0,03 ^b	ND	ND
Ácido sinápico	13,4	324	8,00 ± 0,68	ND	ND	ND
Epicatequina	10,2	276	8,04 ± 0,36 ^a	6,16 ± 0,53 ^a	32,64 ± 2,59 ^A	35,41 ± 2,81 ^A
Procianidina A2	8,1	235	13,32 ± 0,98	ND	45,75 ± 12,53 ^A	49,64 ± 13,60 ^A
Rutina	13,9	354	1,53 ± 0,26	ND	ND	ND
Catequina	8,3	276	4,72 ± 0,58	ND	14,26 ± 2,51 ^A	15,47 ± 2,72 ^A

1126 ¹Os valores correspondem às médias ± desvio padrão de dez repetições. *Letras minúsculas e letras maiúsculas na mesma linha não diferem entre si
 1127 estatisticamente no teste de Tukey a 5% (p <0,05) ou no teste de T a 5% (p <0,05). ND (não detectado).

1128 O perfil de ácidos fenólicos e flavonoides detectaram a presença de 10 compostos na
1129 Bacaba, semelhante ao trabalho realizado por Finco et al. (2012), também no fruto bacaba, os
1130 quais identificaram 14 compostos.

1131 Dentre os compostos, destacaram-se a presença dos ácidos protocatecico (5,18
1132 mg/100g), ácido sináptico (8,0 mg/100g), epicatequina (8,04 mg/100g) e procianidina A2
1133 (13,32 mg/100g) na fração casca+polpa (CB). Com relação a semente e sua farinha, os
1134 destaques foram para epicatequina (32,64 mg/100g e 35,4 mg/100g respectivamente),
1135 procianidina A2 (45,75 mg/100g e 49,64 mg/100g respectivamente) e catequina (14,26
1136 mg/100g e 15,47 mg/100g respectivamente). Esses resultados corroboram com os de atividade
1137 antioxidante, os quais mostraram mais ação nas frações semente e sua farinha.

1138 Zanwar et al. (2014) relatam que a capacidade antioxidante das catequinas e
1139 epicatequinas, como polifenóis, tem sido estudada em detalhes, confirmando, em várias
1140 metodologias *in vitro* e *in vivo* a atuação promissora de cada uma delas. Logo, o consumo das
1141 frações do fruto bacaba é interessante, mesmo na forma de farinhas, pois sua presença, além de
1142 ser benéfica a saúde pode atuar no próprio alimento, evitando sua oxidação e estabilizando os
1143 lipídios, evitando perdas na qualidade nutricional, sensorial e/ou tecnológica.

1144

1145 **Conclusão**

1146

1147 Após a caracterização química, nutricional, antinutricional e tecnológica das frações do
1148 fruto Amazonico Brasileiro bacaba, alguns resultados chamam a atenção para sua utilização
1149 integral, colaborando com a fome no mundo, o impacto de resíduos orgânicos no ambiente e
1150 com mais uma alternativa de industrialização de frutos da Amazonia Legal Brasileira.

1151 A casca+polpa (CB) é rica em lipídios e sua farinha promissora fonte de fibras
1152 alimentares, com predomínio de minerais como cálcio e magnésio e boa solubilidade em leite;
1153 já a semente de bacaba e sua farinha possuem elevado teor de carboidratos totais, fibras

1154 alimentares, potássio e fosforo, com destaque para a solubilidade em água da farinha. Ambas
1155 as frações possuem atividade antioxidante, com presença de compostos como epicatequina e
1156 procianidina A2.

1157 Com relação aos antinutricionais, não foram detectados ácidos cianogênicos em
1158 nenhuma das frações avaliadas, contudo, presença de inibidor de tripsina e taninos totais na
1159 casca+polpa e ácido fítico, inibidor de tripsina e taninos nas sementes e sua farinha.

1160

1161 **Reconhecimentos**

1162

1163 Os autores agradecem à USP e UFG pela estrutura oferecida, permitindo a realização
1164 de todas as análises e ao *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e*
1165 *Tecnológico* (CNPq, Brasil) pelo apoio financeiro, por meio da concessão da bolsa de mestrado
1166 e bolsa produtividade.

1167

1168 **Referências**

1169

1170

1171 Anderson, R.A., Conway, V.F.P., & Griffin, E.L. 1969. Gelatinization of Corn Grits by Roll-
1172 and Extrusion-Cooking. *Cereal Science Today*. 14, 4-7.

1173 Anunciação, PC, de Moraes Cardoso, L., Alfenas, RDCG, Queiroz, VAV, Carvalho, CWP,
1174 Martino, HSD, & Pinheiro-Sant'Ana, HM (2019). O consumo de sorgo extrusado
1175 associado a uma dieta com restrição calórica reduz a gordura corporal em homens com
1176 sobrepeso: um ensaio clínico randomizado. *Food Research International* , 119 , 693-700.

1177 AOAC. Association of official analytical chemists (United States of America). Official methods
1178 of analysis, Washington, ed. 18, 2016.

1179 Araujo, J. M. A. (2011). *Química de Alimentos: teoria e prática*. atual. ampl. Viçosa, MG. UFV.

- 1180 Arcon, R. P. (1979). *Methods in Enzimology*. 19, 226- 234.
- 1181 Arnarson, A. (2019). Milk 101: Nutrition facts and health effects.
- 1182 Avilés-Gaxiola, S., Chuck-Hernández, C., del Refugio Rocha-Pizaña, M., García-Lara, S.,
1183 López-Castillo, L. M., & Serna-Saldívar, S. O. (2018). Effect of thermal processing and
1184 reducing agents on trypsin inhibitor activity and functional properties of soybean and
1185 chickpea protein concentrates. *Lwt*, 98, 629-634.
- 1186 Barcia, M. T., Pertuzatti, P. B., Jacques, A. C., Godoy, H. T., Zambiasi, R. 2012. Bioactive
1187 compounds, antioxidant activity and percent composition of jambolão fruits (*Syzygium*
1188 *cumini*). *The Natural Products Journal*, 2(2), 129-138.
- 1189 Barros, RGC, Andrade, JKS, Denadai, M., Nunes, ML, & Narain, N. (2017). Avaliação do
1190 potencial de compostos bioativos e da atividade antioxidante em alguns resíduos de frutas
1191 exóticas brasileiras. *Food Research International* , 102 , 84-92.
- 1192 Bataglion, G. A., da Silva, F. M., Eberlin, M. N., & Koolen, H. H. (2015). Determination of the
1193 phenolic composition from Brazilian tropical fruits by UHPLC–MS/MS. *Food*
1194 *chemistry*, 180, 280-287.
- 1195 Becker, F. S., Damiani, C., de Melo, A. A. M., Borges, P. R. S., & Boas, E. V. D. B. V. (2014).
1196 Incorporation of buriti endocarp flour in gluten-free whole cookies as potential source of
1197 dietary fiber. *Plant foods for human nutrition*, 69(4), 344-350.
- 1198 Beto, J. A. (2015). The role of calcium in human aging. *Clinical nutrition research*, 4(1), 1.
- 1199 Black, M. M. (2003). Micronutrient deficiencies and cognitive functioning. *The Journal of*
1200 *nutrition*, 133(11), 3927S-3931S.
- 1201 Bligh, E. G., & Dyer, W. J. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification.
1202 *Canadian. Journal of biochemistry and physiology*, 37(8), 911-917.

- 1203 Brasil. (2003). Resolução RDC nº. 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento Técnico
1204 sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. *Diário Oficial da República*
1205 *Federativa do Brasil*.
- 1206 Brasil. (2005). Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005: Aprova o " Regulamento
1207 técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos". *Diário Oficial da República*
1208 *Federativa do Brasil*, 142(184).
- 1209 Canuto, G. A. B., Xavier, A. A. O., Neves, L. C., & Benassi, M. D. T. (2010). Caracterização
1210 físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-
1211 radical livre. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32(4), 1196-1205.
- 1212 Carochó, M., Morales, P., & Ferreira, I. C. (2018). Antioxidants: Reviewing the chemistry, food
1213 applications, legislation and role as preservatives. *Trends in Food Science &*
1214 *Technology*, 71, 107-120.
- 1215 Carvalho, A. V., da Silveira, T. F., de Sousa, S. H. B., de Moraes, M. R., & Godoy, H. T. (2016).
1216 Phenolic composition and antioxidant capacity of bacaba-de-leque (*Oenocarpus*
1217 *distichus* Mart.) genotypes. *Journal of Food Composition and Analysis*, 54, 1-9.
- 1218 Courtney, R., Sirdarta, J., Matthews, B., & Cock, IE (2015). Componentes taninosos e
1219 atividade inibitória de extratos de folhas de ameixa Kakadu contra desencadeadores
1220 microbianos de doenças inflamatórias autoimunes. *Pharmacognosy Journal* , 7 (1).
- 1221 De Sousa, S. H. B., de Andrade Mattietto, R., Chisté, R. C., & Carvalho, A. V. (2018). Phenolic
1222 compounds are highly correlated to the antioxidant capacity of genotypes of *Oenocarpus*
1223 *distichus* Mart. fruits. *Food Research International*, 108, 405-412.
- 1224 Del-Vechio, G., Corrêa, A. D., Abreu, C. M. P. D., & Santos, C. D. D. (2005). Efeito do
1225 tratamento térmico em sementes de abóboras (*Cucurbita* spp.) sobre os níveis de fatores
1226 antinutricionais e/ou tóxicos. *Ciência e Agrotecnologia*, 29(2), 369-376.

- 1227 Dhingra, D., Michael, M., Rajput, H., & Patil, RT (2012). Fibra dietética em alimentos: uma
1228 revisão. *Journal of Food Science and Technology*, 49 (3), 255-266.
- 1229 Domingues, A. F. N., Carvalho, A. V., & Barros, C. R. (2014). Caracterização físico-química
1230 da polpa de bacabi (*Oenocarpus mapora* H. Karsten). *Embrapa Amazônia Oriental-
1231 Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)*.
- 1232 EFFPA. 2018. Associação Européia de Ex-Processadores de Alimentos. Reduzindo o
1233 desperdício de alimentos. <https://www.effpa.eu/reducing-food-waste/>. Acessado em
1234 03/01/2021
- 1235 Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C., & Attia, H. (2011). Fibra
1236 dietética e subprodutos ricos em fibras do processamento de alimentos: Caracterização,
1237 funcionalidade tecnológica e aplicações comerciais: Uma revisão. *Química de
1238 alimentos*, 124 (2), 411-421.
- 1239 Engel, V.L., & Poggiani, F. 1991. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro
1240 de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais.
1241 *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 1, 39 - 45.
- 1242 Ervin, R. B. (2004). *Dietary Intake of Selected Minerals for the United States Population, 1999-
1243 2000* (No. 341). US Department of Health and Human Services, Centers for Disease
1244 Control and Prevention, National Center for Health Statistics.
- 1245 Ferreira, D. F. (2014). Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons.
1246 *Ciência e agrotecnologia*. 38, 109-112.
- 1247 Ferreira, D. S., Rosso, V. V. D., & Mercadante, A. Z. (2010). Compostos bioativos presentes
1248 em amora-preta (*Rubus* spp.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32(3), 664-674.
- 1249 Ferreira, M. S., Santos, M. C., Moro, T. M., Basto, G. J., Andrade, R. M., & Gonçalves, É. C.
1250 (2015). Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable
1251 residue flour. *Journal of food science and technology*, 52(2), 822-830.

- 1252 Filli, K. B., & Nkama, I. (2007). Hydration properties of extruded fura from millet and
1253 legumes. *British Food Journal*.
- 1254 Finco, F. D. B. A., Kammerer, D.R., Carle, R., Tseng, W., Böser, S. & Graeve, L.
1255 (2012). Atividade antioxidante e caracterização de compostos fenólicos de frutos de
1256 bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.) por HPLC-DAD-MS. *Journal of Agricultural and*
1257 *Food Chemistry*, 60 (31), 7665-7673.
- 1258 Food. Forum Staff, Food and Nutrition Board Staff, & Institute of Medicine Staff. (2006). *Food*
1259 *Safety Policy, Science, and Risk Assessment: Strengthening the Connection: Workshop*
1260 *Proceedings*. National Academies Press.
- 1261 Franco, B. D. G. M; Landgraf, M. Microbiologia de alimentos. São Paulo: Editora Atheneu,
1262 2008. 182p.
- 1263 Gibson, GR, Hutkins, R., Sanders, ME, Prescott, SL, Reimer, RA, Salminen, SJ, ... & Reid, G.
1264 (2017). Documento de consenso de especialistas: Declaração de consenso da Associação
1265 Científica Internacional para Probióticos e Prebióticos (ISAPP) sobre a definição e o
1266 escopo dos prebióticos. *Nature reviews Gastroenterology & hepatology* , 14 (8), 491.
- 1267 Holland, B., McCance, R. A., Widdowson, E. M., Unwin, I. D., & Buss, D. H.
1268 (1991). *Vegetables, herbs and spices: Fifth supplement to McCance and Widdowson's*
1269 *The Composition of Foods* (Vol. 5). Royal Society of Chemistry.
- 1270 Kim, S. M., Rico, C. W., Lee, S. C., & Kang, M. Y. (2010). Modulatory effect of rice bran and
1271 phytic acid on glucose metabolism in high fat-fed C57BL/6N mice. *Journal of Clinical*
1272 *Biochemistry and Nutrition*, 1004080015-1004080015.
- 1273 Latta, M. & Eskin, M. (1980). A simple and rapid colorimetric method for phytate
1274 determination. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 28(6), 1313-1315. Doi:
1275 10.1021/jf60232a049.

- 1276 Lemos, D. M., Rocha, A. P. T., Gouveia, J. P. G. D., Oliveira, E. N. A. D., Sousa, E. P. D., &
1277 Silva, S. F. D. (2019). Elaboração e caracterização de geleia prebiótica mista de
1278 jabuticaba e acerola. *Brazilian Journal of Food Technology*, 22.
- 1279 Lima, M. P. M. D. (1985). Morfologia dos frutos e sementes dos gêneros da tribo Mimoseae
1280 (Leguminosae-Mimosoideae) aplicada à sistemática. *Rodriguésia*, 37(62), 53-78.
- 1281 Malavolta, E., Vitti, G. C., & Oliveira, S. A. 1997. *Avaliação do estado nutricional das plantas:*
1282 *princípios e aplicações*. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 319 p.
- 1283 Maria do Socorro, M. R., Alves, R. E., de Brito, E. S., Pérez-Jiménez, J., Saura-Calixto, F., &
1284 Mancini-Filho, J. (2010). Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-
1285 traditional tropical fruits from Brazil. *Food chemistry*, 121(4), 996-1002.
- 1286 Melo, I. L. P. D., & Almeida-Muradian, L. B. D. (2010). Stability of antioxidants vitamins in
1287 bee pollen samples. *Química Nova*, 33(3), 514-518.
- 1288 Merrill, A. L.; Watt, B. K. *Energy value of foods: basis and derivation*. Washington, DC:
1289 United States Department of Agriculture, 1973. (Agriculture handbook, 74).
- 1290 Mesquita, F. R., Lima, M. O., Araújo, J. M., Ribeiro, O. A. S., & Craveiro, R. L. (2014).
1291 Composição centesimal de frutos típicos da região do Vale do Juruá-Amazônia
1292 Ocidental. *Enciclopédia Biosfera*, 10(19), 2849.
- 1293 Odoemelam, S. A. (2005). Functional properties of raw and heat processed jackfruit
1294 (*Artocarpus heterophyllus*) flour. *Pakistan Journal of Nutrition*, 4(6), 366-370.
- 1295 Offor, I. F., Ehiri, R. C., & Njoku, C. N. (2014). Proximate nutritional analysis and heavy metal
1296 composition of dried *Moringa oleifera* leaves from Oshiri Onicha LGA, Ebonyi State,
1297 Nigeria. *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 8(1), 57-
1298 62.
- 1299 Okezie, B. O., & Bello, A. E. 1988. Physicochemical and functional properties of winged bean
1300 flour and isolate compared with soy isolate. *Journal of Food Sciences*, 53, 450-455.

- 1301 Omosulis, V., Ibrahim, T. A., Oloye, D. A., Aladekoyi, G., & Ogundowole, O. (2011).
1302 Functional properties of roasted and defatted cashew nut (*Anarcadium occidentale*)
1303 flour. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 10(4),
1304 2135-2138.
- 1305 Presoto, A. E. F., Rios, M. D. G., & de Almeida-Muradian, L. B. (2000). HPLC determination
1306 of alpha-tocopherol, beta-carotene and proximate analysis of Brazilian parsley
1307 leaves. *bollettino dei chimici igienisti-parte scientifica*, 51(3), 127-130.
- 1308 Ravi, R., & Susheelamma, N. S. (2005). Simultaneous optimization of a multi-response system
1309 by desirability function analysis of boondi-making: A case study. *Journal of Food*
1310 *Science*, 70(8), s539-s547.
- 1311 Ribeiro, C. L., Pereira, R. J., Pires, C. R. F., Lacerda, G. E., & do Nascimento, G. N. L. (2017).
1312 Composição centesimal e aspectos físico-químicos dos frutos da bacaba (*Oenocarpus*
1313 *distichus* Mart.). *Revista Cereus*, 9(3), 153-170.
- 1314 Rocha, W. S., Lopes, R. M., Silva, D. B. D., Vieira, R. F., Silva, J. P. D., & Agostini-Costa, T.
1315 D. S. (2011). Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do
1316 cerrado. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33(4), 1215-1221.
- 1317 Rufino, M. D. S. M., Alves, R. E., de Brito, E. S., de Moraes, S. M., Sampaio, C. D. G., Pérez-
1318 Jimenez, J., & Saura-Calixto, F. D. (2007). Metodologia científica: determinação da
1319 atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. *Embrapa*
1320 *Agroindústria Tropical-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)*.
- 1321 Rufino, M. S. M., Alves, R. E., Brito, E. S., Moraes, S. M., Sampaio, C. G., Pérez-Jiménez, J.,
1322 & Saura-Calixto, F. D. (2007). Metodologia Científica: determinação da atividade
1323 antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS•+. *Embrapa*
1324 *Agroindustrial Tropical: Comunicado Técnico 128*. Fortaleza - CE. 4p.

- 1325 Santana, G. S., de Oliveira Filho, J. G., & Egea, M. B. (2017). Características tecnológicas de
1326 farinhas vegetais comerciais. *Journal of neotropical agriculture*, 4(2), 88-95.
- 1327 Santos Filho, A. F., Toro, M. U., & Ferreira, I. C. (2020). Estudo fitoquímico, enzimático e
1328 capacidade antioxidante da polpa de bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.)
1329 paraense. *Científic@-Multidisciplinary Journal*, 7(2), 1-17.
- 1330 Santos, O. V. D., Viana, A. A., Soares, S. D., Vieira, E. L. S., Martins, M. G., Nascimento, F.
1331 D. C. A. D., & Texeira-Costa, B. E. (2021). Industrial potential of Bacaba (*Oenocarpus*
1332 *bacaba*) in powder: antioxidant activity, spectroscopic and morphological
1333 behavior. *Food Science and Technology*, (AHEAD).
- 1334 Satari, B., & Karimi, K. (2018). Resíduos do processamento de citros: impactos ambientais,
1335 avanços recentes e perspectivas futuras de valorização total. *Recursos, Conservação e*
1336 *Reciclagem*, 129, 153-167.
- 1337 Seixas, F. R. F., Sesquim, E. A. R., Raasch, G. S., & Cintra, D. E. (2016). Physicochemical
1338 characteristics and lipid profile of the bacaba occurring in the western
1339 Amazon. *REBRAPA-Brazilian Journal of Food Research*, 7(3), 105-116.
- 1340 Sérino, S., Gomez, L., Costagliola, G. U. Y., & Gautier, H. (2009). HPLC assay of tomato
1341 carotenoids: validation of a rapid microextraction technique. *Journal of agricultural and*
1342 *food chemistry*, 57(19), 8753-8760.
- 1343 Silva, R. D. N., Monteiro, V. N., Alcanfor, J. D., Assis, E. M., & Asquiere, E. R. (2003).
1344 Comparação de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em
1345 mel. *Food Science and Technology*, 23(3), 337-341.
- 1346 Sogi, DS, Siddiq, M., Greiby, I., & Dolan, KD (2013). Fenólicos totais, atividade antioxidante
1347 e propriedades funcionais da casca e do caroço de manga 'Tommy Atkins' afetadas por
1348 métodos de secagem. *Química alimentar*, 141 (3), 2649-2655.

- 1349 Swain, T., & Hillis, W. E. (1959). The phenolics constituents of *Prunus domestica*: the
1350 quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal of the Science of Food and*
1351 *Agriculture*, 10(1), p 63-68. doi: 10.1002/jsfa.2740100110.
- 1352 Torres, R.L.; González, R.J.; Sánchez, H.D.; Osella, C.A.; Torre, M.A.G. Comportamiento de
1353 variedades de arroz en la elaboración de pan sin gluten. *Arch Latinoam Nutr.*
1354 v.9.n.2.p.162-165.
- 1355 Trombini, F. R. M., Leonel, M., & Mischán, M. M. (2013). Desenvolvimento de snacks
1356 extrusados a partir de misturas de farinha de soja, fécula e farelo de mandioca. *Ciência*
1357 *Rural*, 178-184.
- 1358 Vadivel, V., & Biesalski, H. K. (2012). Effect of certain indigenous processing methods on the
1359 bioactive compounds of ten different wild type legume grains. *Journal of Food Science*
1360 *and Technology*, 49(6), 673-684.
- 1361 Van der Goot, A. J., Pelgrom, P. J., Berghout, J. A., Geerts, M. E., Jankowiak, L., Hardt, N. A.,
1362 ... & Boom, R. M. (2016). Concepts for further sustainable production of foods. *Journal*
1363 *of Food Engineering*, 168, 42-51.
- 1364 Villachica, H., de Carvalho, J. E. U., Mercado, R. S., Izquierdo, J., & Egg, A. B.
1365 (1996). *Frutales y hortalizas promisorios de la Amazonia* (Vol. 44). Lima: Tratado de
1366 Cooperación Amazonica, Secretaría Pro-Tempore
- 1367 Wang, S. H., Rocha, G. O., Nascimento, T. P., & Ascheri, J. L. (2006). Absorção de água e
1368 propriedades espumantes de farinhas extrusadas de trigo e soja. *Food Science and*
1369 *Technology*, 26(2), 475-481.
- 1370 Wojdyło, A., Figiel, A., Lech, K., Nowicka, P., & Oszmiański, J. (2014). Effect of convective
1371 and vacuum–microwave drying on the bioactive compounds, color, and antioxidant
1372 capacity of sour cherries. *Food and Bioprocess Technology*, 7(3), 829-841.

- 1373 Zanwar, A.A, Badole, S.L, Shende, P.S, Hegde, M.V e Bodhankar, S.L (2014). Papel
1374 antioxidante da catequina na saúde e na doença. Em *Polyphenols in human health and*
1375 *disease* (pp. 267-271). Academic Press.

1 **Artigo 3**

2 TUCUMÃ (*Astrocaryum vulgare*), FRUTO NATIVO DA AMAZONIA LEGAL
3 BRASILEIRA: CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, NUTRICIONAL, ANTINUTRICIONAL
4 E TECNOLÓGICA DE SUAS FRAÇÕES CASCA, POLPA E SEMENTE

5
6 Vânia Maria Alves^a, Eduardo Ramirez Asquiere^b, Elias da Silva Araújo^c, Lídia Bicudo de
7 Almeida Muradim^d, Adriane Alexandre Machado de Melo^e, Clarissa Damiani^{f*}

8
9 ^a Programa de Pós graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Tocantins, Palmas,
10 77001-090, Brasil, e-mail: vanialvees@gmail.com;

11 ^b Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 76605-170, Brasil, email: asquiere@gmail.com;

12 ^c Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de
13 São Paulo, São Paulo, 05508-000, Brasil, e-mail: esacamel@usp.br.

14 ^d Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de
15 São Paulo, São Paulo, 05508-000, Brasil, e-mail: ligia.muradian@gmail.com;

16 ^e Programa de Pós graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, 74690-900,
17 Brasil, e-mail: adriane.melo83@gmail.com;

18 ^f Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, 74690-900, Brasil, e-mail: damianiclarissa@hotmail.com.
19 Bolsista produtividade CNPq.

20
21 Artigo a ser submetido na ISBN: 0963-9969 FOOD RESEARCH INTERNATIONAL A1

22
23 **Resumo**

24
25 O tucumã é um fruto natural da região Norte do Brasil, cuja polpa é de coloração amarelo
26 alaranjado intenso, rica em carotenoides e muito consumido na forma *in natura*. O presente
27 trabalho objetivou caracterizar os resíduos da despolpa deste fruto, a saber, casca, polpa e
28 amêndoa (semente) e a farinha obtida da casca. As frações foram analisados quanto a

29 parâmetros físicos, químicos, nutricionais, antinutricionais e tecnológicos. Os resultados
30 demonstraram que todas as frações do tucuma possuem elevado teor de óleo (26 a 53,86 g/100g);
31 a casca, sua farinha e polpa são fontes de proteínas, fibras insolúveis e apresentam procianidina
32 A2/B2 e catequina; a amêndoa é fonte de mineiras como potássio, cálcio e magnésio e contém
33 ácido fitico e inibidor de tripsina. As propriedades tecnológicas da farinha da casca mostraram-
34 se adequadas para produtos a base de leite, água e/ou óleo. Logo, o tucumã desponta como fruto
35 promissor, cujos coprodutos podem ser inseridos em vários alimentos, fornecendo adendo
36 nutricional, além de possibilitar o consumo integral, colaborando com o meio ambiente, ao
37 evitar o acúmulo de lixo orgânico.

38

39 Palavras chaves: antinutricionais; aproveitamento integral; farinhas; frutos amazônicos

40

41 1. Introdução

42

43 A região amazônica, no Brasil, é considerada preciosa reserva natural de alimentos e
44 plantas medicinais em todo o mundo. Estima-se que 44% das frutas nativas estejam localizadas
45 nessa região (Neves et al., 2015).

46 Entre essas espécies está o Tucumã (*Astrocaryum vulgare*), pertencente à família
47 arecaceae, sendo popular no norte do Brasil, cujos frutos comestíveis estão disponíveis em
48 feiras locais e consumidos *in natura* ou usados para preparar pratos regionais. Os frutos de
49 tucumã (Figura 1) são drupas ovóides lisas (5–6 cm de diâmetro, 70–75 g de peso), com
50 epicarpo e mesocarpo que variam de amarelo a laranja escuro e vermelho (Maia et al.,
51 2014). Estudo realizado por Sagrillo et al. (2015) mostraram que a polpa do tucumã é rica
52 em compostos bioativos como flavonoides (26,06 mg.100 g⁻¹), b-caroteno (20,97 mg.100 g⁻¹)
53 e rutina (14,51 mg.100 g⁻¹).

54



55

56 Figura 1: Frutos de tucuma

57 Fontes: [https://amazonia.org.br/2015/12/tucuma-e-analisado-para-prevenir-e-tratar-obesidade-](https://amazonia.org.br/2015/12/tucuma-e-analisado-para-prevenir-e-tratar-obesidade-e-diabetes-no-amazonas/)
58 [e-diabetes-no-amazonas/](https://amazonia.org.br/2015/12/tucuma-e-analisado-para-prevenir-e-tratar-obesidade-e-diabetes-no-amazonas/). Acessado 02 de março de 2021.

59

60 O consumo da polpa de tucumã gera coprodutos como cascas e sementes e, embora a
61 casca não seja habitualmente consumida como alimento, sua composição é rica em compostos
62 bioativos, em proporções maiores até do que a polpa, possibilitando sua utilização como fonte
63 de matéria-prima para a indústria farmacêutica e de alimentos, quer seja para humanos ou
64 animal (De Souza Filho et al., 2013; Jobim et al., 2014; Matos et al., 2019; Sagrillo et al.,
65 2015).

66 A aplicação de ingredientes alimentícios alternativos, como a casca de frutos, é
67 considerada estratégia potencial, pois pode aumentar o valor agregado ao produto
68 final. Anualmente, 95% dos coprodutos de vegetais (cascas, caules, sementes e folhas) são
69 descartados durante o preparo e processamento (Melikoglu et al., 2013). Pesquisas apontam
70 que o conteúdo nutricional das cascas de vegetais é benéfico para a saúde humana, pois contém
71 vitaminas, minerais e fibras, sendo grande desperdício eliminá-lo na natureza (Moo-Huchin et
72 al., 2014).

73 Nessa perspectiva, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial nutricional
74 e tecnológico, assim como os fatores antinutricionais das frações do fruto tucumã (casca *in*

75 *natura*, farinha da casca (FCT), polpa e amêndoa *in natura*), com intenção de propor possíveis
76 usos desses coprodutos para a indústria alimentícia.

77

78 **2 Matérias e Métodos**

79

80 **2.1 Material e Reagentes**

81

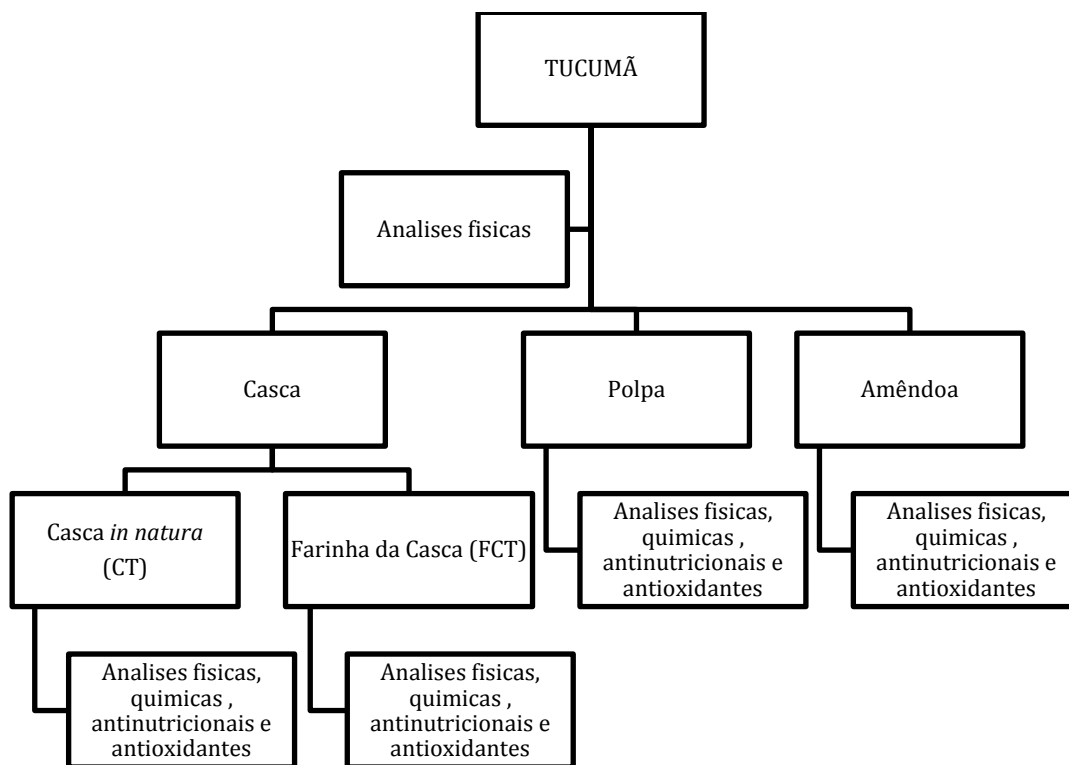
82 Frutos inteiros de tucumã (*Astrocaryum vulgare*) foram adquiridos, por meio de compra
83 em feira local de Tefé- AM, Brasil. Os frutos inteiros seguiram para análise morfológica como
84 massa, diâmetro transversal e comprimento. A etapa de separação das frações do tucumã foi
85 feita de modo manual, com o auxílio de faca, separando a casca, polpa e pirenio+amêndoa
86 (Figura 1), sendo que para obtenção da amêndoa, esta foi levada a estufa a 60°C, com circulação
87 de ar (TE 394/4, Tecnal, Piracicava, Brasil) por 24hrs e, depois, com o auxílio de martelo, o
88 pirenio foi quebrado, obtendo somente a amêndoa, a qual, posteriormente, foi triturada em
89 moinho de facas (willye START FT 50). As Frações foram divididas em 3 lotes: o primeiro
90 seguiu para análises de sólidos solúveis, pH, acidez e cor; o segundo foi armazenado em
91 temperatura de -18°C, para realização das demais análises químicas e físicas; o terceiro lote,
92 composto apenas da *casca in natura*, foi seco em estufa à 60°C, com circulação de ar (TE 394/4,
93 Tecnal, Piracicava, Brasil), ate atingir 15% de umidade. Após secas, as cascas foram tritutada
94 em moinho de facas (willye START FT 50), com granulometria de 25,40mm. Após este
95 procedimento, a casca *in natura* (CT), farinha da casca (FCT), polpa *in natura* (Polpa) e
96 amêndoa *in natura* (Amêndoa), foram armazenadas em sacos de polietileno de alta densidade,
97 fechada a vácuo, conforme mostra a Figura 2. Os sacos foram revestidos com folhas de papel
98 alumínio e armazenados em congelador a -18°C, até o momento da realização das diversas
99 análises (químicas, físicas e tecnológicas).



100

101 Figura 2: Pirenio e amêndoa (semente) do tucumã, após processamento: Fonte: autor 2019.

102



103

104 Figura 3: Fluxograma de experimento realizado com as frações casca (CT), farinha da casca
 105 (FCT), polpa e amêndoa, advindas do processamento de tucumã.

106

107 2.2 Análises físicas do Tucumã e suas frações

108

109 A massa do fruto inteiro foi analisada com respeito à sua massa, utilizando balança semi-analítica (Scientch /SA 210). O rendimento foi calculado, pesando o fruto integral e,

110 posteriormente, a casca e semente separadamente. Para o estudo morfológico, referente ao
111 diâmetro e comprimento, foi utilizado paquímetro digital (Vernier Caliper ive, 0-150 mm), em
112 30 frutos escolhidos ao acaso.

113 A atividade de água foi feita em aparelho Aqualab, digital, modelo CX-2, fabricado pela
114 DECAGON, a ($\pm 25^{\circ}\text{C}$). Os parâmetros instrumentais de cor foram determinados, utilizando
115 colorímetro (Color Quest, XE, Reston, EUA), de acordo com o sistema CIELab. Os resultados
116 foram expressos em valores L^* , a^* , b^* , sendo L^* (claridade), variando do preto (0) ao branco
117 (100), a^* variando do verde (-60) ao vermelho (+60) e b^* variando do azul (-60) ao amarelo
118 (+60). O Chroma (C) foi calculado por meio da equação 1. Foram feitas 30 determinações, nas
119 frações de tucumã (CT, FCT, polpa e amêndoa).

120 Equação 1: $C = \sqrt{a^2 + b^2}$

121

122 2.3 Análises Químicas da Bacaba e suas frações

123

124 As determinações analíticas foram realizadas nas amostras de CT, FCT, polpa e
125 amêndoa. O teor de sólidos solúveis foi determinado, após diluição (1:9), em refratômetro
126 digital (AR200, Reichet Analytical Instruments Depew, Nova Iorque, Estados Unidos); com a
127 mesma diluição, foi medido o pH, o qual foi determinado em potenciômetro (TEC5, Tecnal,
128 Piracicaba, São Paulo, Brasil), previamente calibrado com soluções de pH 7,0 e 4,0. A acidez
129 titulável, expressa em g/100g de ácido cítrico, foi realizada por titulometria, na diluição (1:9)
130 com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 M; o teor de umidade e cinzas foi determinado
131 por método gravimétrico, no qual as amostras foram submetidas ao aquecimento em estufa a
132 105°C e carbonizadas em placas elétricas, com posterior incineração em mufla a 550°C
133 respectivamente (AOAC, 2016 numero 930,16 e 942,05): proteínas pelo Método de
134 microKjeldahl, de acordo com AOAC (2016, número 929,152), utilizando o fator de conversão

135 de 6,25; lipídeos totais, por meio do método de Bligh-Dyer (1959); carboidratos totais,
136 calculado por diferença, segundo RDC n° 360 (Brasil, 2003); valor calórico, calculado por meio
137 dos coeficientes de Atwater (carboidrato = 4,0 Kcal/g; lipídeos = 9,0 Kcal/g; proteínas = 4,0
138 Kcal/g) (Merril & Watt, 1973), sendo ambas as análises realizadas em 10 repetições. Os teores
139 de fibras solúveis e insolúveis foram determinados, em 3 repetições, por método gravimétrico-
140 enzimático, utilizando enzimas α -amilase, protease e amiloglicosidade (AOAC 2016, número
141 992,16). Os teores de açúcares redutores, não redutores e totais foram determinados pelo
142 método do ácido 3,5-dinitrossalicílico (ADNS), segundo metodologia proposta por Silva et al.,
143 (2003), feitas em 10 repetições. Os minerais (cálcio, magnésio, fósforo, cobre, ferro, manganês
144 e zinco) foram determinados por Malavolta et al. (1997), por espectrometria de chama, todos
145 em triplicata.

146

147 2.4 Fatores antinutricionais do Tucumã e suas frações

148 A presença de ácido cianídrico foi avaliada, nas frações de CT, FCT, polpa e amêndoa do
149 tucumã, utilizando o teste Guignard, técnica qualitativa que consiste na confirmação da
150 presença ou não de cianetos. A semente de ameixa foi utilizada como padrão comparativo
151 (Araújo, 2011), a qual apresenta glicosídeos cianogênicos precursores do ácido cianídrico. As
152 análises foram realizadas em 3 repetições.

153 Para determinação de ácido fítico, taninos condensados e totais foram feitos 3 extratos,
154 conforme descrito a seguir e, a partir destes, foram feitas 12 leituras nas frações CT, FCT, polpa
155 e amêndoa. O teor de inibidores de tripsina foi determinado, de acordo com Arcon (1979), com
156 extração apenas em pH neutro; os teores de ácido fítico foi determinado pelo método descrito
157 por Latta e Eskin (1980), utilizando a resina DOEX- Cellulose (ion-exchangeresin), de acordo
158 com Vilela et al (1973). O conteúdo de taninos condensados foi estimado,
159 espectrofotometricamente, com extração em metanol, pelo método adaptado por Barcia et al.

160 (2012). O método proposto por Swain e Hills (1959) foi utilizado para determinar o teor de
161 taninos totais, utilizando água para a extração.

162

163 2.5 Análises tecnológicas da farinha da casca (FCT) de Tucumã

164

165 Para determinação do índice de absorção de água (IAA), solubilidade em água (ISA),
166 absorção de óleo (IAO) e para os índices de absorção e solubilidade em leite (IAL) e (ISL), foi
167 utilizada metodologia descrita por Okezie e Bello (1988) e a equação descrita por Anderson et
168 al. (1969). Ambas as análises foram realizadas em 10 repetições.

169

170 2.6 Extração e análise dos pigmentos

171

172 Para as análises descritas a seguir, foram feitas 3 extrações e leituras em 4 repetições
173 nas frações CT, FCT, polpa e amêndoa. A quantificação de clorofila foi mensurada pela
174 metodologia de Engel e Poggiani (1991). O método adaptado de Barcia et al. (2012) foi utilizado
175 para determinar o teor total de antocianinas. Os carotenoides foram extraídos, conforme descrito
176 por Serino et al. (2009) e identificados e quantificados por Cromatografia líquida de alta
177 eficiência CLAE, em cromatógrafo (Shimadzu, série LC-20AT, Tokyo, Japan), equipado com
178 sistema de bombas isocráticas (LC-20AT), injetor automático (SIL 20A), sistema de detecção
179 de UV-VIS (SPD-20A), e forno para coluna (CTO 6A). Uma coluna C18 (LiChroCART 250-
180 4 LiChrospher® 100 RP-18 endcapped 100x4,6mm- 5 µm - Merck) foi utilizada, e o volume
181 de injeção de extrato foi de 20 µL. A fase móvel era composta por acetonitrila: água: acetato de
182 etila (53:7:40, v/v/v), em fluxo de 1 mL/min. Durante a análise, a temperatura foi mantida em
183 30°C. Espectros de absorbância foram adquiridos por varredura (200-600 nm), com
184 monitoramento em quatro comprimentos de onda: 474 nm para licopeno, 454 nm for β-

185 caroteno, 286 nm para fitoeno, e 448 nm para luteína. A identificação deu-se por meio da
186 comparação com o tempo de retenção dos padrões e sua quantificação foi feita por meio da
187 utilização de curvas com cinco diferentes concentrações dos padrões.

188

189 2.7 α -Tocoferol

190

191 A cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) foi utilizada para a determinação da
192 vitamina E (α -, β -, γ -, δ -tocoferol) em todas as frações do tucumã, conforme descrito por
193 Presoto, Rios e Almeida-Muradian (2000) e Melo e Almeida-Muradian (2010). Para as análises,
194 foram utilizados, aproximadamente, 5 g de amostra, e feitos 3 extratos. Foi utilizado detector
195 de fluorescência (RF-10AXL), ajustado para excitação de 295 nm e emissão de 330 nm. Uma
196 coluna de sílica Shim-pack CLC-Sil (M) (25 \times 4,6 mm de tamanho de partícula 5 μ m) com fase
197 móvel pré-filtrada e degaseificada foi usada, consistindo em hexano e álcool isopropílico (99:
198 1) e 1,5 fluxo de mL / min. Os tocoferóis foram identificados pela comparação do tempo de
199 retenção dos padrões sintéticos, e a quantificação foi realizada por curva de padronização
200 externa, usando, pelo menos, cinco níveis de concentração para cada padrão. Para calcular a
201 vitamina E nas amostras, foi utilizado a equação descrita por Holland et al. (1991), que é
202 baseado na atividade biológica da vitamina E.

203

204 2.8 Antioxidantes do Tucumã e suas frações

205

206 2.8.1 Preparação dos extratos

207 Os compostos bioativos, de cada amostra, foram extraídos de acordo com protocolo
208 descrito por De Souza et al. (2018), utilizando proporção de 1:30 (amostra; solução), e solução
209 (60:40, v/v) metanol: água, em banho ultrassônico (USC2800A, Logen scientific, São Paulo,

210 Brasil; frequência 40Khz; dimensão interna: 293x235x150mm) por 11 mim. Os extratos foram
211 centrifugados (3000g 15 min a 4 °C) em centrífuga (5403, Eppendorf AG, São Paulo, Brasil) e
212 filtrados em filtro de placa sintetizada (G4), mantidos a -18 °C em fracos âmbar, até o momento
213 das análises espectrofotométrica e cromatográfica. As extrações foram realizadas em 3
214 repetições nas frações CT, FCT, polpa e amêndoa.

215

216 2.8.2 Identificação e Quantificação dos Flavonoides e Ácidos Fenólicos

217 A separação, identificação e quantificação dos Flavanóides e Ácidos fenólicos foram
218 realizadas por CLAE-DAD-MS, utilizando coluna de fase reversa Luna C18 (2) HST (100 ×
219 3,0 mm, 2,5 µm; Phenomenex, Torrance, CA, EUA), cujos extratos foram filtrados em filtros
220 de nylon 0,22µm (Millipore) para vials e volume injetado foi de 5µL. A fase móvel foi
221 constituída de água com ácido fórmico a 0,1% (A) e acetonitrila (B). As separações
222 cromatográficas foram realizadas em condições gradientes, usando o solvente A (água com
223 ácido fórmico a 0,1%) e o solvente B (100% acetonitrila) a vazão de 0,5 mL/min. Um programa
224 de gradiente de 22 minutos foi utilizado no estudo, começando com ácido fórmico à 0,1% e
225 acetonitrila (95: 5, v/v), seguido de aumento de até 8% de acetonitrila em 5,0 min, e aumento
226 para 15% em 8 minutos, mantendo-se nessa proporção por 2 minutos e, em seguida,
227 aumentando para 20% de acetonitrila em 12 minutos; a proporção de acetonitrila foi novamente
228 aumentada para 35% em 15 minutos e mantendo em 3 minutos, finalmente foi diminuída a
229 proporção de acetonitrila para 5% e mantendo-se em 2 min. As amostras foram injetadas em
230 triplicata e os flavonoides e ácido fenólico foram identificados de acordo com o tempo de
231 retenção e quantificados por meio de curva de padrões comerciais (Sigma Aldrich, St. Louis,
232 EUA).

233

234 2.8.3 Capacidade antioxidante

235 A capacidade antioxidante foi determinada, usando os ensaios ABTS e FRAP. Para o
236 ensaio da capacidade de redução do radical (ABTS), foi utilizado o método de Rufino et al.
237 (2007) e para o poder do ferro (FRAP) utilizou-se método descrito por Rufino et al. (2006),
238 ambas as análises nas frações CT, FCT, polpa e amêndoa.

239

240

241 2.9 Análise Estatística

242 O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com
243 repetições, cujos tratamentos foram às frações CT, FCT, polpa e amêndoa. Para as análises
244 físicas, as médias foram apresentadas com seus respectivos desvios padrão. Para as
245 comparações entre frações, as médias das análises foram submetidas à análise de variância e,
246 quando significativas, aplicados teste de Tukey, utilizando nível de confiança de 95%. Foi
247 utilizado, para auxílio, o programa SISVAR (Ferreira, 2014).

248

249 3 Resultados e Discussão

250

251 Os resultados das características morfológicas do tucumã estão apresentados na Tabela 1.
252 A massa do fruto foi de 33,09g, com diâmetro/comprimento de 38,19 e 42,30 mm. Ferreira et
253 al. (2009) ao avaliarem as características do mesmo fruto, mas no Estado do Pará, obtiveram
254 massa de 22,01g e diâmetro/comprimento de 31,23 e 38,53 mm respectivamente. Yuyama et
255 al., (2008), ao estudarem o fruto tucumã (*A. aculeatum*) encontraram peso médio de 50,8g. Tais
256 diferenças podem ser justificadas pela espécie, localização de plantio, nutrição da planta e
257 clima.

258 **Tabela 1.** Características morfológicas do Tucumã, safra 2018/2019, adquiridos na cidade de
259 Tefé (MA) - Brasil.

Parâmetros	Tucumã
------------	--------

Massa (g)	33,09 ± 6,85
Diâmetro (mm)	38,19 ± 2,50
Comprimento (mm)	42,30 ± 3,09
Casca (g)	4,60 ± 0,75
Polpa (g)	7,33 ± 1,93
Pirênio e Endocarpo (g)	21,10 ± 5,14
Rendimento	
Casca (%)	13,84 ± 1,41
Polpa (%)	22,61 ± 5,22
Pirênio e amêndoa (%)	61,90 ± 6,06

260 ¹Os valores correspondem às médias ± desvio padrão de 30 repetições, escolhidas ao acaso.

261

262 O maior rendimento foi observado na fração pirenio+amêndoa (61,90%), seguido da
 263 polpa (22,61%) e casca (13,84%). Nota-se que somado a fração casca mais semente, tem-se
 264 75,80% de fruto que são descartados no meio ambiente, após o uso da polpa.

265 No processo de secagem, para obtenção da farinha da casca de tucumã (FCT), houve
 266 redução de 96% na umidade, diminuindo de 58,32 % (CT) para 2,32 % (FCT). Tal fato, pode
 267 ser visualizado na redução da atividade de água também (de 0,920 para 0,407). A redução da
 268 Aw e umidade em farinhas alimentícias é de extrema importância, pois afeta diretamente a vida
 269 útil e a qualidade do produto (Batista et al., 2017). Com relação a polpa e a amêndoa, ambas
 270 possuem elevado teor de umidade (48,51% e 26,65% respectivamente) e Aw (0,929 e 0,932
 271 respectivamente), sendo recomendado sua secagem ou refrigeração para frear o processo de
 272 degradação e/ou fermentação.

273 Dentre as frações do tucumã, a casca (6,57 g/100g) e sua farinha (5,04 g/100g) foram
 274 destaques em relação a polpa (1,63 g/100g) ou amêndoa (126 g/100g) na análise de cinzas.
 275 Esses dados corroboram com os dados encontrados por Miller et al. (2013), também na farinha
 276 de casca de tucumã (4,49 g/100g) e com Silva et al. (2018), que relataram teor de 1,2 g/100g na
 277 polpa do mesmo fruto.

278 Os maiores teores para proteínas foram encontrados na casca (11,73 g/100g) e sua farinha
279 (9,71 g/100g), seguidos pela polpa e amêndoas (5,38 g/100g) que não difereiram
280 estatisticamente entre si ($p < 0,05$). Esses teores corroboram com os trabalhos de Miller et al.
281 (2013) na farinha de tucumã (9,33 g/100g) e com Yuyama et al. (2008), na polpa *in natura*
282 (3,51 g/100g) e desidratada (6,70 g/100g) para a espécie *A. aculeatum*. A legislação brasileira,
283 RDC 54 (Brasil, 2012), preconiza um mínimo de 10%, em 100g do produto, para este ser
284 considerado fonte proteica, logo, a casca de tucumã é uma excelente alternativa de
285 enriquecimento proteico para alimentos. Chillo et al., (2008) relatam que diversos estudos são
286 feitos na tentativa de melhorar o índice de proteínas em massas e produtos de panificação. A
287 RDC 269 (Brasil, 2005) infere que o consumo de proteínas em adultos deve ser de 50g/dia e
288 em crianças 34g/dia. Diante disso, qualquer uma das frações do fruto tucumã seriam excelentes
289 matérias primas de inserção proteicas em alimentos.

290 Com relação aos teores de lipídios, o destaque ficou para a polpa (56,86 g/100), seguido
291 da amêndoa (39,85 g/100g) de tucumã. Tais valores são condizentes com os dados reportados
292 por Silva et al. (2018), também na polpa do mesmo fruto (34,42 g/100g) e por Bora et al. (2001)
293 na amêndoa de tucuma (37,62 g/100g). Segundo Pereira et al. (2019), a gordura da amêndoa do
294 tucumã tem composição de ácidos graxos bastante semelhante à do óleo de coco, que é
295 comumente usado na alimentação humana, além de apresentarem valores semelhantes aos
296 teores de lipídios das castanhas de baru (31-42 g/ 100 g) e da castanha do Brasil (64-68 g/ 100
297 g) (Egea & Takeuchi, 2019).

298 Os carboidratos são componentes essenciais a serem determinados, pois incluem açúcares
299 redutores (como glicose e frutose), açúcar não redutor (sacarose), amidos e fibras, que
300 desempenham papel fundamental no sabor e na estrutura da fruta (Pomares-Viciano et al.,
301 2018), além de conferir aspectos nutricionais importantes. Os maiores valores de carboidratos

302 totais foram encontrados nas frações FCT (58,97 g/100g), amêndoa (53,48 g/100g) e CT (51,38
303 g/100g), sendo superiores ao relatado por Silva et al (2018) na polpa (13,99 g/100g) de tucumã.

304 O valor calórico, alto em ambas as frações, deve-se, principalmente, pela elevada
305 quantidade de lipídeos e carboidratos nas frações do fruto, sendo os maiores valores
306 encontrados nas frações polpa e amêndoa (659,04 e 575,80 Kcal/100g respectivamente).

307 **Tabela 2.** Composição proximal (g/100g), minerais (mg/100g) e física da casca *in natura* (CT), farinha da casca (FCT), polpa *in natura* e amêndoa
 308 *in natura*, em base seca, safra 2018/2019, adquiridos na cidade de Tefé (MA) - Brasil.

Parâmetros	CT	FCT	Polpa	Amêndoa
Umidade	58,32 ± 0,37 ^a	2,32 ± 0,14 ^c	48,51 ± 1,08 ^a	26,65 ± 0,37 ^b
Cinzas	6,57 ± 0,51 ^a	5,04 ± 0,43 ^b	1,63 ± 0,33 ^c	1,26 ± 0,25 ^d
Proteínas	11,73 ± 0,70 ^a	9,71 ± 0,20 ^b	5,28 ± 0,71 ^c	5,47 ± 0,54 ^c
Lipídios	30,35 ± 2,03 ^c	26,28 ± 1,18 ^d	53,86 ± 3,61 ^a	39,80 ± 1,19 ^b
Carboidratos Totais	51,38 ± 1,80 ^b	58,97 ± 1,26 ^a	39,23 ± 3,75 ^c	53,48 ± 1,40 ^b
Valor calórico Total (Kcal/100g)	525,63 ± 10,16 ^c	511,23 ± 6,08 ^d	659,04 ± 17,96 ^a	575,80 ± 5,99 ^b
Fibra Insolúvel	24,82 ± 0,58 ^c	39,55 ± 1,40 ^b	26,99 ± 0,75 ^c	41,86 ± 0,35 ^a
Fibra Solúvel	2,06 ± 0,34 ^c	4,95 ± 0,82 ^b	7,25 ± 3,58 ^a	1,29 ± 0,91 ^d
Fibra Alimentar Total	26,89 ± 0,92 ^d	44,50 ± 2,22 ^a	38,24 ± 4,64 ^c	43,15 ± 1,26 ^b
Açúcares Redutores	0,69 ± 0,02 ^b	0,70 ± 0,02 ^b	2,76 ± 0,06 ^a	0,43 ± 0,04 ^c
Sacarose	6,20 ± 0,06 ^a	6,20 ± 0,06 ^a	1,86 ± 0,42 ^b	1,19 ± 1,68 ^c
Açúcares totais	6,89 ± 0,06 ^a	7,04 ± 0,07 ^a	4,57 ± 0,47 ^b	1,62 ± 1,65 ^c
pH	5,39 ± 0,03 ^c	5,30 ± 0,01 ^b	5,80 ± 0,00 ^a	5,00 ± 0,00 ^d
AT ³ (g/100 ácido cítrico)	0,97 ± 0,05 ^b	1,62 ± 0,04 ^a	0,69 ± 0,01 ^c	0,65 ± 0,02 ^c
SS ⁴ (°Brix)	7,93 ± 0,93 ^b	10,97 ± 0,46 ^a	10,26 ± 0,46 ^a	2,4 ± 0,64 ^c
Aw	0,929 ± 0,001 ^a	0,407 ± 0,012 ^b	0,929 ± 0,00 ^a	0,932 ± 0,012 ^a
L	43,69 ± 5,34 ^c	54,41 ± 0,59 ^b	59,50 ± 3,07 ^a	59,86 ± 0,75 ^a
a*	16,74 ± 4,74 ^b	11,27 ± 0,15 ^c	36,23 ± 2,13 ^a	5,42 ± 0,28 ^d

b*	66,15 ± 5,98 ^b	23,89 ± 0,74 ^c	101,10 ± 4,80 ^a	11,60 ± 0,52 ^d
Croma	68,44 ± 5,49 ^b	26,42 ± 0,73 ^c	107,42 ± 4,61 ^a	12,80 ± 0,58 ^d
Potássio	710,43 ± 17,53 ^b	779,80 ± 18,99 ^a	609,35 ± 22,25 ^c	451,40 ± 12,54 ^d
Fósforo	21,59 ± 2,64 ^c	23,40 ± 2,86 ^c	33,16 ± 1,37 ^b	155,94 ± 0,47 ^a
Cálcio	139,30 ± 4,02 ^d	150,94 ± 4,36 ^c	179,22 ± 10,35 ^b	246,22 ± 4,74 ^a
Magnésio	104,48 ± 0,00 ^d	113,21 ± 0,00 ^c	161,30 ± 15,52 ^b	188,77 ± 4,74 ^a
Ferro	2,44 ± 0,14 ^b	2,64 ± 0,15 ^b	2,24 ± 0,22 ^b	6,57 ± 0,19 ^a
Cobre	4,67 ± 0,00 ^b	5,06 ± 0,44 ^a	0,89 ± 0,00 ^d	2,02 ± 0,02 ^c
Manganês	1,67 ± 0,01 ^b	1,81 ± 0,01 ^c	0,17 ± 0,00 ^d	4,92 ± 0,01 ^a
Zinco	0,27 ± 0,00 ^c	0,30 ± 0,00 ^c	0,90 ± 0,05 ^b	2,46 ± 0,03 ^a
Enxofre	ND	ND	ND	2,47 ± 0,53
ISA ⁵ (%)	-	23,23 ± 2,51	-	-
IAA ⁶ (g. gel/g)	-	5,87 ± 0,64	-	-
CAO ⁷ (%)	-	2,51 ± 0,13	-	-
ISL ⁸ (%)	-	30,98 ± 1,93	-	-
IAL ⁹ (g. gel/g)	-	1,80 ± 0,16	-	-

309 ¹Os valores correspondem às médias ± desvio padrão de dez repetições. *Letras minúsculas na mesma linha não diferem entre si estatisticamente no teste no
310 teste de T a 5% (p < 0,05). ²FCT: farinha da casca. ³Acidez total titulável expressa em ácido cítrico. ⁴Sólidos Solúveis. ⁵Índice de solubilidade em água. ⁶Índice
311 de absorção em água. ⁷Capacidade de absorção de óleo. ⁸Índice de solubilidade em leite. ⁹Índice de Absorção em leite.

312 Tanto a fibra alimentar solúvel quanto a insolúvel têm benefícios inquestionáveis para a
313 saúde, incluindo redução de lipídios e colesterol séricos, controle de peso corporal e respostas
314 de glicose pós-prandial, devido às suas propriedades físico-químicas e funcionais (Dai et al.,
315 2019). Com relação a fibra insolúvel e total, os maiores teores foram encontrados na amêndoa
316 (41,86 g/100g e 43,15 g/100g respectivamente), seguido da farinha da casca de tucumã (39,15
317 g/100g e 44,50 g/100g respectivamente). A polpa chamou atenção no conteúdo de fibra solúvel
318 (7,25 g/100g). Tais valores são superiores aos encontrados por Santos et al. (2018), também no
319 fruto tucumã, para fibra insolúvel (32,66 g/100g) e total (35,95 g/100g) e semelhante a fibra
320 solúvel (3,29 g/100g). De acordo com a Organização Mundial de Saúde, é recomendado o
321 consumo de, pelo menos, 25 g por dia de fibra alimentar (OMS, 2003), assim, todas as frações
322 do tucumã suprem a necessidade recomendada pela OMS, sendo ótima opção de inserção na
323 alimentação humana. A legislação Brasileira – RDC 54 (Brasil, 2012) preconiza um mínimo de
324 6g de fibras alimentares para cada 100g de produto para um alimento seja considerado como
325 alto teor de fibras. Logo, ambas as frações do tucumã se enquadram nessa categoria.

326 A respeito dos açúcares, estes não estão presentes, nas frações do tucumã, em quantidades
327 significativas. A FCT (7,04 g/100g) e a casca (6,89 g/100g) são as frações com maiores teores
328 de açúcares totais e de sacarose (6,20 g/100g). A polpa destacou-se pelo teor em açúcares
329 redutores (2,76 g/100g), semelhante ao encontrado por Yuyama et al. (2008) em tucumã
330 amazônico (2,63g/100g). Os resultados de sólidos solúveis condizem com os dados obtidos de
331 açúcares, pois, seus teores também foram baixos. Maior presença foi encontrado na fração FCT
332 (10,97 °Brix), seguido da polpa (10,26 °Brix). Segundo De Souza et al. (2012), os frutos com
333 maior probabilidade de aceitação são aqueles com maior teor de sólidos solúveis e açúcares
334 totais. Logo, a alternativa de secagem e obtenção de farinhas, seria muito bem-vinda em todas
335 as frações dos frutos, inclusive para a polpa, pois a possibilidade de incorporação em produtos
336 alimentícios seria mais facilmente aceita pelo consumidor.

337 Alem de reduzida doçura, as frações do tucumã, também, possuem pouca acidez,
338 influenciando na qualidade sensorial das frutas e seus produtos (Milosevic et al., 2016). Os
339 valores de pH, em ambas as frações, foram superiores a 5, o que segundo Germano (2015),
340 pode representar riscos a qualidade microbiológica das frações, já que as bactérias conseguem
341 se desenvolver em uma faixa de pH que varia entre 5 e 8, reforçando, portanto, a necessidade
342 de uma secagem e obtenção de farinhas das frações do tucumã. Com relação à acidez titulável,
343 os resultados foram inferiores a 1,70 g/100g ácido cítrico, confirmando a baixa acidez dos frutos
344 do tucumãzeiro. Segundo Franco e Landgraf (2008), alimentos com pH acima de 4,5 são
345 considerados de baixa acidez ou levemente ácidos.

346 Quanto à coloração, a secagem influenciou a cor da farinha em todos os parâmetros,
347 corroborando com relatos de Fadimu et al., (2018) que dizem que a secagem, na obtenção de
348 farinhas de frutas e vegetais, influencia muito os parâmetros de cor. Dentre as frações, aquela
349 mais escura foi a casca (43,69), seguida da sua respectiva farinha (54,41). De acordo com os
350 dados de a^* (36,23) e b^* (101,10), reforçado pelo parâmetro Chroma (107,42), a polpa é bem
351 amarela. Já na amêndoa, os valores altos de L^* (59,86) e baixos de a^* (5,42), b^* (11,60) e
352 Chroma (12,80) reforçam sua coloração esbranquiçada, conforme visualizado na Figura 1.

353 Com relação ao perfil de minerais, as frações do tucumã são ricas em potássio, cálcio e
354 magnésio. A fração FCT (779,80) possui potássio superior em relação as demais e a amêndoa
355 se destaca nas quantidades superiores em cálcio (246,22) e magnésio (188,77). As necessidades
356 médias diárias de minerais, para adultos de 19 a 70 anos (homens e mulheres), segundo o
357 Institute of Medicine (2006) são as seguintes: manganês de 1,8 a 2,3 mg/dia; cobre de 0,9
358 mg/dia; ferro de 14 mg/dia; magnésio de 260 mg/dia; fosforo de 700 mg/dia; cálcio de 1000
359 gm/dia e potássio de 4700 mg/dia. Os resultados do perfil mineral, para a fração FCT, indica
360 que o consumo de 100g supri 16,59 % de potássio, 15,09% de cálcio e 43,54% de magnésio;
361 para a fração CT, esta supri 15,12% de potássio, 13,93% de cálcio e 40,18 % de magnésio; para

362 a fração amêndoa, esta supri 24,62% de cálcio, 72,60% de magnésio, 22,14% de fosforo e 47,64
363 % de ferro; para a fração polpa, esta supri 12,96% de potássio, 17,92% de cálcio e 62,03% de
364 magnésio.

365 O cálcio, potássio e magnésio são necessários para reparar as células desgastadas do
366 corpo e produzir glóbulos vermelhos (OMS, 1996); já o ferro, esse participa do transporte e
367 armazenamento de oxigênio, respiração celular, síntese de DNA, neurotransmissores e
368 colágeno, metabolismo de ácidos graxos, xenobióticos, peróxido de hidrogênio e iodo (Gurzau
369 et al., 2003), ficando evidente a alternativa promissora e eficaz das frações do fruto tucumã na
370 alimentação humana.

371 Os dados referentes às propriedades tecnológicas da farinha da casca de tucumã estão
372 apresentados na tabela 2 e pode-se destacar os índices de solubilidade em água (23,23%) e de
373 solubilidade em leite (30,98%). Quando comparados a farinha de aveia, que apresenta ISA de
374 3,37% e a farinha de trigo sarraceno que apresenta ISA de 1,45% (Di Cairano et al.,2020), a
375 fração FCT pode ser facilmente incorporada em diversos alimentos aquosos e a base de leite,
376 pois possui excelente solubilidade em ambas as matrizes.

377 Com relação ao IAO, a fração FCT apresentou 2,51%, superior a farinha de aveia com
378 1,41% e farinha de trigo sarraceno com 1,06% (Di Cairano et al.,2020). A capacidade de
379 absorção de óleo é útil na indústria de carnes frias, principalmente para salsichas, onde a
380 proteína costuma fazer a ponte entre a gordura/óleo e a água para obter produtos de alta
381 qualidade (Mao & Hua, 2012). Logo, a fração FCT pode também ser utilizada como matéria
382 prima na fabricação de embutidos, conferindo propriedades tecnológicas e nutricionais. Com
383 relação a presença de antinutricionais nas frações do tucumã, os resultados podem ser
384 visualizados na Tabela 4. Nenhuma das frações apresentou ácidos cianogênicos; com relação
385 ao ácido fítico, somente a amêndoa o contém (222,96 mg ácido fítico/100g) e os inibidores de
386 tripsina foram detectados somente na polpa (1,59 UI/100mg) e na amêndoa (1,03 UI/100mg).

387 A fração com maior teor em taninos totais foi encontrado na FCT (15,36 mg ácido tânico/100g)
388 e de taninos condensados na polpa (23,88 mg catequina/100mg).

389 Chinma et al. (2021), ao estudarem a farinha de amendoin, já usualmente comercializada,
390 encontraram teores de 24,00 UIT/100g de inibidores de tripsina, valor muito superior ao
391 encontrado na polpa (1,59 UIT/100g) ou amêndoa (1,03 UIT/100g) de tucumã. Como
392 conhecimento de domínio publico, quimicamente, os inibidores de tripsina são proteínas, logo,
393 uma simples aplicação de secagem, na polpa ou amêndoa de tucumã, pode eliminar tal
394 substância, podendo estas frações serem, seguramente, incorporadas em diversos produtos
395 alimentícios.

396 Tanto o acido fítico como os taninos, vem sendo estudados e comprovados seu benéfico
397 para a saúde (Anunciação et al., 2019; Gibson et al., 2017 e Courtney et al., 2015), logo, a
398 presença dessas substancias, nas frações do fruto tucumã, pode não ser tão maléfica,
399 principalmente pelas quantidades encontradas.

400 Com relação aos pigmentos, encontrados nas frações do tucumã (Tabela 4), não foram
401 detectados presença de clorofila e as antonocininas foram encontradas, em maiores quantidades,
402 nas frações CT e FCT, cuja média foi de 5,92 cianidina 3-glicosidio/ 100g, não havendo
403 diferença estatística ($p < 0,05$) entre eles.

404 **Tabela 4.** Compostos antinutricionais, pigmentos, taninos condensados e totais e antioxidantes da casca *in natura* (CT), farinha da casca (FCT),
 405 polpa *in natura* e amêndoa *in natura*, em base seca, safra 2018/2019, adquiridos na cidade de Tefé (MA) - Brasil.

Parâmetros	CT	FCT	Polpa	Amendoa
Ácidos cianogênicos	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Ácido Fitico (mg ácido fitico/100g)	ND	ND	ND	222,96 ± 62,67
Inibidor de Tripsina (UI/100mg)	ND	ND	1,59 ± 0,68 ^a	1,03 ± 0,16 ^a
Taninos Condensados (mg catequina/100mg)	17,95 ± 3,77 ^b	18,77 ± 1,80 ^b	23,88 ± 3,98 ^a	ND
Taninos Totais (mg ácido tânico/100g)	15,00 ± 0,30 ^b	15,36 ± 0,32 ^a	4,73 ± 0,23 ^c	0,28 ± 0,03 ^d
Antocianinas (cianidina 3-glicosídeo/ 100g)	5,85 ± 1,78 ^a	5,99 ± 1,82 ^a	1,78 ± 0,10 ^b	0,48 ± 0,16 ^c
Carotenoides (mg β-caroteno/mg)	203,36 ± 78,99 ^a	192,92 ± 74,93 ^b	213,63 ± 65,23 ^a	ND
Clrofila	ND	ND	ND	ND
α- Tocoferol (μg/g)	3,62 ± 0,48 ^b	3,71 ± 0,49 ^b	346,39 ± 39,30 ^a	ND
FRAP (μM de sulfato ferroso/mg)	1508,09 ± 358,61 ^b	1544,22 ± 343,96 ^b	2396,03 ± 220,64 ^a	236,22 ± 55,40 ^c
ABTS (μM Trolox/mg)	9620,29 ± 94,89 ^b	9851,24 ± 93,25 ^a	3333,98 ± 117,86 ^c	455,41 ± 137,55 ^d

406 ¹Os valores correspondem às médias ± desvio padrão de dez repetições. UIT (unidade inibidora de tripsina). *Letras minúsculas na mesma linha não diferem
 407 entre si estatisticamente no teste de Tukey a 5% (p <0,05) ou no teste de T a 5% (p <0,05).

408 Como o fruto se mostra de coloração amarelada, as quantidades de carotenoides foram as
409 mais expressivas, tendo maior concentração na casca e polpa, cuja média foi de 208,5 mg β -
410 caroteno/mg. Matos et al. (2019), ao estudarem a casca e polpa de tucuma, encontraram teores
411 de 18,06 e 8,39 mg/100g de carotenoides respectivamente, dados estes bem inferiores ao
412 encontrado nesse trabalho. A coloração da casca e polpa do tucumã é muito superior a frutos
413 como mamão formosa - *Carica papaya* (54,86 mg/100g) e manga Tomy Atkins – *Mangifera*
414 *indica* (155,71 mg/100g) (Da Silva et al., 2011).

415 A quantidade de α -Tocoferol, encontrada nas frações do tucumã, foi mais significativa
416 na polpa (346,39 μ g/g), sendo superior ao encontrado em fruto como o maracujá - *Passiflora*
417 *edulis* (0,426 μ g/g) (Bacia et al., 2010). O alfa-tocoferol é o principal componente de um grupo
418 de compostos conhecido como vitamina E, mostrando ser poderoso antioxidante. Segundo
419 Shirahigue e Ceccato-Antonini (2020), a busca por antioxidantes naturais, em substituição aos
420 sintéticos, em resíduos de processamento de frutas vem crescendo nos últimos anos.

421 Com relação a atividade antioxidante, ambas as frações do fruto tucumã, as contêm
422 (Tabela 4), porém a casca, a FCT e polpa possuem em maiores quantidades. Pelo ensaio FRAP,
423 as frações CT e FCT obtiveram média de 1526,15 μ M de sulfato ferroso/mg, inferior a polpa
424 (2396,03 μ M de sulfato ferroso/mg); já pelo ABTS, a casca (9620,29 μ M Trolox/mg) e FCT
425 (9851,24 μ M Trolox/mg) obtiveram maiores resultados. Os valores, aqui encontrados, foram
426 superiores ao relatado por Silva et al. (2018) na polpa de tucuma (1242 μ molTE/mL) pelo
427 método ABTS. Ressalta-se que para matrizes alimentares com alto teor de lipídios e
428 carotenóides, que é o caso das frações do tucumã, o método ABTS pode fornecer melhores
429 estimativas da capacidade antioxidante (Candido et al.,2015) e a presença de antioxidantes, nas
430 frações, ajuda na conservação, principalmente nas reações de oxidação.

431 O perfil de fenólicos e flavonoides pode ser visualizado na Tabela 5.

432 **Tabela 5.** Ácidos Fenólicos e Flavonoides identificados e quantificados (mg/100 g de amostra) por HPLC-DAD, com base nos padrões da casca
 433 *in natura* (CT), farinha da casca (FCT), polpa *in natura* e amêndoa *in natura*, em base seca, safra 2018/2019, adquiridos na cidade de Tefé (MA)
 434 - Brasil.

	RT (min)	λ (nm)	CT	FCT	POLPA	Amêndoa
Ácido Gálico	2,3	271	ND	ND	13,23 \pm 0,68	ND
Ácido protocatecuico	4,4	259	6,92 \pm 1,22 ^a	3,25 \pm 0,05 ^b	1,75 \pm 0,17 ^b	ND
Ácido p-hidroxibenzóico	7,1	254	30,21 \pm 5,93 ^a	14,60 \pm 0,95 ^b	5,73 \pm 0,89 ^c	ND
Ácido Vanílico	9,1	259	3,20 \pm 0,10 ^a	2,21 \pm 0,27 ^b	1,24 \pm 0,10 ^c	ND
Ácido Elágico	13,4	270	0,64 \pm 0,06 ^a	0,25 \pm 0,02 ^b	ND	ND
Epicatequina	10,2	276	54,21 \pm 11,87 ^a	27,56 \pm 1,31 ^b	5,73 \pm 0,89 ^c	10,87 \pm 0,32 ^c
Procianidina A2	8,1	235	1139,38 \pm 229,81 ^a	526,23 \pm 25,86 ^b	177,70 \pm 58,57 ^c	ND
Procianidina B2	10,2	235	362,76 \pm 107,92 ^a	183,25 \pm 13,37 ^b	5,73 \pm 0,89 ^c	ND
Rutina	13,9	354	ND	ND	ND	3,41 \pm 0,75
Quercetina	17,2	371	2,53 \pm 0,07 ^a	1,09 \pm 0,23 ^b	ND	ND
Campeferol	17,3	270	3,21 \pm 1,44 ^a	2,93 \pm 0,89 ^a	ND	ND
Mirecetina	17,3	370	2,37 \pm 0,06 ^a	1,05 \pm 0,18 ^b	ND	ND

Catequina	8,3	276	273,13 ± 6,50 ^a	110,20 ± 4,29 ^b	56,02 ± 7,39 ^b	ND
-----------	-----	-----	----------------------------	----------------------------	---------------------------	----

435 ¹Os valores correspondem às médias ± desvio padrão de dez repetições. *Letras minúsculas na mesma linha não diferem entre si estatisticamente no teste de Tukey a 5%

436 (p <0,05) ou no teste de T a 5% (p <0,05).

437 Ambas as frações do fruto tucumã contém compostos fenólicos e flavonoides, porém a
438 casca chama a atenção em relação aos demais. Foi possível identificar e quantificar 11
439 compostos na fração CT e FCT, 8 na polpa e 2 na amêndoa, sendo a epicatequina, comum a
440 todas e, em maior quantidade, na CT (273,13 mg/100g).

441 Dentre os compostos avaliados, destacaram-se, também, a presença de procianidina A2
442 (1139,38 mg/100g), B2 (362,76 mg/100 g) e catequina (273,13 mg/100g), ambos na casca do
443 tucumã, seguido pela fração FCT e polpa. Esses resultados corroboram com os de atividade
444 antioxidante, os quais mostraram mais ação nas frações casca, FCT e polpa.

445

446 **Conclusões**

447 Dentre as frações analisadas do fruto tucumã, todas possuem componentes em destaque. A
448 fração casca possui maiores quantidades em proteínas, cinzas, sacarose, potássio, carotenoides e
449 antioxidantes como procianidina A2/B2 e catequina; a fração farinha da casca de tucumã, possui
450 maior teor em carboidratos totais, fibra alimentar total, açúcares totais, potássio e cálcio, com
451 propriedades de solubilidade em água, em leite e absorção em óleo; a polpa possui elevado teor
452 em lipídios, valor calórico expressivo, fibra solúvel, açúcares redutores, potássio, cálcio,
453 magnésio e antioxidante como o ácido gálico presente; finalmente, a amêndoa possui em
454 destaque a fibra insolúvel, potássio e antioxidante rutina.

455 Os antinutricionais encontrados, em ambas as frações, foram apenas os taninos; o inibidor
456 de tripsina foi detectado na polpa e amêndoa e ácido fítico somente na amêndoa.

457 Portanto, o uso de qualquer uma das frações casca, farinha da casca, polpa e amêndoa do
458 tucumã podem ser utilizadas, de maneira promissora, do ponto de vista nutricional e
459 tecnológico, em alimentos, com intuito de agregação de valor ao fruto, combate a desnutrição
460 mundial e redução do lixo orgânico.

461 **Reconhecimentos**

462 Os autores agradecem à USP e UFG pela estrutura oferecida, permitindo a realização
463 de toda as análises e ao *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e*
464 *Tecnológico* (CNPq, Brasil) pelo apoio financeiro, por meio da concessão da bolsa de mestrado
465 e bolsa produtividade.

466

467 **Referências**

468 Anderson, R.A., Conway, V.F.P., & Griffin, E.L. 1969. Gelatinization of Corn Grits by Roll-
469 and Extrusion-Cooking. *Cereal Science Today*. 14, 4-7.

470 Anunciação, PC, de Moraes Cardoso, L., Alfenas, RDCG, Queiroz, VAV, Carvalho, CWP,
471 Martino, HSD, & Pinheiro-Sant'Ana, HM (2019). O consumo de sorgo extrusado
472 associado a uma dieta com restrição calórica reduz a gordura corporal em homens com
473 sobrepeso: um ensaio clínico randomizado. *Food Research International* , 119 , 693-700.

474 AOAC. Association of official analytical chemists (United States of America). Official methods
475 of analysis, Washington, ed. 18, 2016.

476 Araujo, J. M. A. (2011). Química de Alimentos: teoria e prática. atual. ampl. Viçosa, MG. UFV.

477 Arcon, R. P. (1979). *Methods in Enzimology*. 19, 226- 234.

478 Barcia, M. T., Jacques, A. C., Pertuzatti, P. B., & Zambiasi, R. C. (2010). Determinação de
479 ácido ascórbico e tocoferóis em frutas por CLAE. *Semina: Ciências Agrárias*, 31(2), 381-
480 389.

481 Barcia, M. T., Pertuzatti, P. B., Jacques, A. C., Godoy, H. T., Zambiasi, R. 2012. Bioactive
482 compounds, antioxidant activity and percent composition of jambolão fruits (*Syzygium*
483 *cumini*). *The Natural Products Journal*, 2(2), 129-138.

484 Batista, L. N., LIMA, E., Ferreira, R. S., Neto, J. F., Oliveira, D. M., & Monteiro, A. R. G.
485 (2017). Adição de polpa de maracujá na elaboração de balas comestíveis. *Revista*
486 *Principia, João Pessoa*, (37), 27-33.

487 Bligh, E. G., & Dyer, W. J. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification.
488 *Canadian. Journal of biochemistry and physiology*, 37(8), 911-917.

489 Bora, P. S., Narain, N., Rocha, R. V., De Oliveira Monteiro, A. C., & De Azevedo Moreira, R.
490 (2001). Characterisation of the oil and protein fractions of tucuma (*astrocaryum vulgare*
491 *mart.*) fruit pulp and seed kernel caracterización de las fracciones protéicas y lipídicas de
492 pulpa y semillas de tucuma (*astrocaryum vulgare mart.*). *CYTA-Journal of Food*, 3(2),
493 111-116.

494 Brasil. (2005). O “regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína,
495 vitaminas e minerais”(Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005). *Diário Oficial*
496 *[da] República Federativa do Brasil*.

497 Brasil. (2005). Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012: Aprova o". Dispõe sobre o
498 Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar.". *Diário Oficial da*
499 *República Federativa do Brasil*, Diário Oficial da União. Brasília, 19 nov., 2012.
500 Disponível em: Acessado em: 07 abril, 2021.

501 Cândido, T. L. N., Silva, M. R., & Agostini-Costa, T. S. (2015). Bioactive compounds and
502 antioxidant capacity of buriti (*Mauritia flexuosa* Lf) from the Cerrado and Amazon
503 biomes. *Food Chemistry*, 177, 313-319.

504 Chillo, S., Laverse, J., Falcone, PM, & Del Nobile, MA (2008). Qualidade do espaguete na
505 farinha integral de amaranto com adição de quinua, fava e grão de bico. *Journal of Food*
506 *Engineering*, 84 (1), 101-107.

507 Chinma, C. E., Abu, J. O., Asikwe, B. N., Sunday, T., & Adebo, O. A. (2021). Effect of
508 germination on the physicochemical, nutritional, functional, thermal properties and in
509 vitro digestibility of Bambara groundnut flours. *LWT*, *140*, 110749.

510 Costa, A. F. (2001). *Fármacos com heterósidos in Farmacognosia*. 3. Ed. Lisboa: Ed.
511 Gulbekian, 3(cap. 13), 700-701.

512 Courtney, R., Sirdarta, J., Matthews, B., & Cock, IE (2015). Componentes taninosos e
513 atividade inibitória de extratos de folhas de ameixa Kakadu contra desencadeadores
514 microbianos de doenças inflamatórias autoimunes. *Pharmacognosy Journal* , *7* (1).

515 Craveiro Holanda Malveira Maia, G., da Silva Campos, M., Barros-Monteiro, J., Eduardo
516 Lucas Castillo, J., Soares Faleiros, M., Souza de Aquino Sales, R., ... & Piccolotto
517 Carvalho, R. (2014). Effects of *Astrocaryum aculeatum* Meyer (Tucumã) on diet-induced
518 dyslipidemic rats. *Journal of nutrition and metabolism*, *2014*.

519 Da Silva Oliveira, D., Aquino, P. P., Ribeiro, S. M. R., da Costa Proença, R. P., & Pinheiro-
520 Sant'Ana, H. M. (2011). Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante
521 de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. *Acta*
522 *Scientiarum. Health Sciences*, *33*(1), 89-98.

523 Dai, B., Huang, S., & Deng, Y. (2019). Modified insoluble dietary fibers in okara affect body
524 composition, serum metabolic properties, and fatty acid profiles in mice fed high-fat diets:
525 an NMR investigation. *Food Research International*, *116*, 1239-1246.

526 De Sousa, S. H. B., de Andrade Mattietto, R., Chisté, R. C., & Carvalho, A. V. (2018). Phenolic
527 compounds are highly correlated to the antioxidant capacity of genotypes of *Oenocarpus*
528 *distichus* Mart. fruits. *Food Research International*, *108*, 405-412.

529 De Souza Filho, O. C., Sagrillo, M. R., Garcia, L. F. M., Machado, A. K., Cadoná, F., Ribeiro,
530 E. E., ... & da Cruz, I. B. M. (2013). The in vitro genotoxic effect of Tucuma (*Astrocaryum*

531 aculeatum), an Amazonian fruit rich in carotenoids. *Journal of medicinal food*, 16(11),
532 1013-1021.

533 De Souza, V. R., Pereira, P. A. P., Queiroz, F., Borges, S. V., & Carneiro, J. D. D. S. (2012).
534 Determination of bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of
535 Cerrado Brazilian fruits. *Food chemistry*, 134(1), 381-386.

536 Di Cairano, M., Condelli, N., Caruso, M. C., Marti, A., Cela, N., & Galgano, F. (2020).
537 Functional properties and predicted glycemic index of gluten free cereal, pseudocereal
538 and legume flours. *LWT*, 133, 109860.

539 Egea, MB e Takeuchi, KP (2020). Compostos bioativos na amêndoa Baru (*Dipteryx alata*
540 Vogel): Composição nutricional e efeitos na saúde. *Bioactive Compounds in*
541 *Underutilized Fruits and Nuts*, 289-302.

542 Engel, V.L., & Poggiani, F. 1991. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro
543 de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais.
544 *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 1, 39 - 45.

545 Fadimu, GJ, Sanni, LO, Adebawale, AR, Kareem, S., Sobukola, OP, Kajihausa, O., ... &
546 Adenekan, MK (2018). Efeito de métodos de secagem na composição química, cor,
547 propriedades funcionais e de colagem da farinha de tanchagem (*Musa*
548 *parasidiaca*). *Hrvatski časopis za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i*
549 *nutricionizam* , 13 (1-2), 38-43.

550 Ferreira, D. F. (2014). Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons.
551 *Ciência e agrotecnologia*. 38, 109-112.

552 Ferreira, E. D. S., Lucien, V. G., Amaral, A. S., & Silveira, C. D. S. (2009). Caracterização
553 físico-química do fruto e do óleo extraído de tucumã (*Astrocaryum vulgare*
554 Mart). *Alimentos e Nutrição Araraquara*, 19(4), 427-433.

555 Food. Forum Staff, Food and Nutrition Board Staff, & Institute of Medicine Staff. (2006). *Food*
556 *Safety Policy, Science, and Risk Assessment: Strengthening the Connection: Workshop*
557 *Proceedings*. National Academies Press.

558 Franco, B. D. G. M; Landgraf, M. Microbiologia de alimentos. São Paulo: Editora Atheneu,
559 2008. 182p.

560 Germano, P. M. L., & Germano, M. I. S. (2015). Higiene e vigilância sanitária de alimentos.
561 In *Higiene e vigilância sanitária de alimentos* (pp. 1077-1077).

562 Gibson, GR, Hutkins, R., Sanders, ME, Prescott, SL, Reimer, RA, Salminen, SJ, ... & Reid, G.
563 (2017). Documento de consenso de especialistas: Declaração de consenso da Associação
564 Científica Internacional para Probióticos e Prebióticos (ISAPP) sobre a definição e o
565 escopo dos prebióticos. *Nature reviews Gastroenterology & hepatology* , 14 (8), 491.

566 Gurzau, E. S., Neagu, C., & Gurzau, A. E. (2003). Essential metals—case study on
567 iron. *Ecotoxicology and Environmental safety*, 56(1), 190-200.

568 Holland, B., McCance, R. A., Widdowson, E. M., Unwin I. D., & Buss, D. H.
569 (1991). *Vegetables, herbs and spices: Fifth supplement to McCance and Widdowson's*
570 *The Composition of Foods* (Vol. 5). Royal Society of Chemistry.

571 Jobim, M. L., Santos, R. C. V., dos Santos Alves, C. F., Oliveira, R. M., Mostardeiro, C. P.,
572 Sagrillo, M. R., ... & da Cruz, I. B. M. (2014). Antimicrobial activity of Amazon
573 *Astrocaryum aculeatum* extracts and its association to oxidative
574 metabolism. *Microbiological Research*, 169(4), 314-323.

575 Latta, M. & Eskin, M. (1980). A simple and rapid colorimetric method for phytate
576 determination. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 28(6), 1313-1315. Doi:
577 10.1021/jf60232a049.

578 Malavolta, E., Vitti, G. C., & Oliveira, S. A. 1997. *Avaliação do estado nutricional das plantas:*
579 *princípios e aplicações*. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 319 p.

580 Mao, X., & Hua, Y. (2012). Composition, structure and functional properties of protein
581 concentrates and isolates produced from walnut (*Juglans regia* L.). *International journal*
582 *of molecular sciences*, 13(2), 1561-1581.

583 Matos, K. A. N., Lima, D. P., Barbosa, A. P. P., Mercadante, A. Z., & Chisté, R. C. (2019).
584 Peels of tucumã (*Astrocaryum vulgare*) and peach palm (*Bactris gasipaes*) are by-products
585 classified as very high carotenoid sources. *Food chemistry*, 272, 216-221.

586 Melikoglu, M., Lin, C. S. K., & Webb, C. (2013). Analysing global food waste problem:
587 pinpointing the facts and estimating the energy content. *Central European Journal of*
588 *Engineering*, 3(2), 157-164.

589 Melo, I. L. P. D., & Almeida-Muradian, L. B. D. (2010). Stability of antioxidants vitamins in
590 bee pollen samples. *Química Nova*, 33(3), 514-518.

591 Merrill, A. L.; Watt, B. K. *Energy value of foods: basis and derivation*. Washington, DC:
592 United States Department of Agriculture, 1973. (Agriculture handbook, 74).

593 Miller, W. M. P., Cruz, F. G. G., das Chagas, E. O., Silva, A. F., & Assante, R. T. (2013).
594 Farinha do resíduo de tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.) na alimentação de
595 poedeiras. *Revista Acadêmica Ciência Animal*, 11(1), 105-114.

596 Milošević, T., Milošević, N., & Mladenović, J. (2016). Sólidos solúveis, acidez, conteúdo
597 fenólico e capacidade antioxidante de frutas e bagas cultivadas na Sérvia. *Frutas*, 71 (4),
598 239-248.

599 Moo-Huchin, V. M., Estrada-Mota, I., Estrada-León, R., Cuevas-Glory, L., Ortiz-Vázquez, E.,
600 y Vargas, M. D. L. V., & Sauri-Duch, E. (2014). Determination of some physicochemical
601 characteristics, bioactive compounds and antioxidant activity of tropical fruits from
602 Yucatan, Mexico. *Food Chemistry*, 152, 508-515.

603 Neves, L. C., Tosin, J. M., Benedette, R. M., & Cisneros-Zevallos, L. (2015). Post-harvest
604 nutraceutical behaviour during ripening and senescence of highly perishable fruit species
605 from the Northern Brazilian Amazon region. *Food Chemistry*, 174, 188-196.

606 Okezie, B. O., & Bello, A. E. 1988. Physicochemical and functional properties of winged bean
607 flour and isolate compared with soy isolate. *Journal of Food Sciences*, 53, 450-455.

608 OMS. (2003). Organização Mundial de Saúde. *Dieta, nutrição e prevenção de doenças*
609 *crônicas: Relatório de uma Consulta Conjunta de Especialistas OMS / FAO*, pp. 1 – 149.

610 Pereira, E., Ferreira, M. C., Sampaio, K. A., Grimaldi, R., de Almeida Meirelles, A. J., &
611 Maximo, G. J. (2019). Physical properties of Amazonian fats and oils and their
612 blends. *Food chemistry*, 278, 208-215.

613 Pomares-Viciano, T., Martínez-Valdivieso, D., Font, R., Gómez, P., & del Río-Celestino, M.
614 (2018). Caracterização e predição do teor de carboidratos em abobrinhas usando
615 espectroscopia no infravermelho próximo. *Journal of the Science of Food and*
616 *Agriculture*, 98 (5), 1703-1711.

617 Presoto, A. E. F., Rios, M. D. G., & de Almeida-Muradian, L. B. (2000). HPLC determination
618 of alpha-tocopherol, beta-carotene and proximate analysis of Brazilian parsley
619 leaves. *Bollettino dei chimici igienisti-parte scientifica*, 51(3), 127-130.

620 Rufino, M. D. S. M., Alves, R. E., De Brito, E. S., De Moraes, S. M., Sampaio, C. D. G., Pérez-
621 Jiménez, J., & Saura-Calixto, F. D. (2006). Metodologia científica: determinação da
622 atividade antioxidante total em frutas pelo método de redução do ferro (FRAP). *Embrapa*
623 *Agroindústria Tropical-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)*.

624 Rufino, M. S. M., Alves, R. E., Brito, E. S., Moraes, S. M., Sampaio, C. G., Pérez-Jiménez, J.,
625 & Saura-Calixto, F. D. (2007). Metodologia Científica: determinação da atividade
626 antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS•+. *Embrapa*
627 *Agroindustrial Tropical: Comunicado Técnico 128*. Fortaleza - CE. 4p.

628 Sagrillo, MR, Garcia, LFM, de Souza Filho, OC, Duarte, MMMF, Ribeiro, EE, Cadoná, FC e
629 da Cruz, IBM (2015). Os extratos de frutos de Tucuma (*Astrocaryum aculeatum* Meyer)
630 diminuem os efeitos citotóxicos do peróxido de hidrogênio nos linfócitos humanos. *Food*
631 *chemistry*, 173, 741-748.

632 Santos, M. M. R., Fernandes, D. S., Cândido, C. J., Cavalheiro, L. F., da Silva, A. F., do
633 Nascimento, V. A., ... & Hiane, P. A. (2018). Physical-chemical, nutritional and
634 antioxidant properties of tucumã (*Astrocaryum huaimi* Mart.) fruits. *Semina: Ciências*
635 *Agrárias*, 39(4), 1517-1532.

636 Sérino, S., Gomez, L., Costagliola, G. U. Y., & Gautier, H. (2009). HPLC assay of tomato
637 carotenoids: validation of a rapid microextraction technique. *Journal of agricultural and*
638 *food chemistry*, 57(19), 8753-8760.

639 Shirahigue, L. D., & Ceccato-Antonini, S. R. (2020). Agro-industrial wastes as sources of
640 bioactive compounds for food and fermentation industries. *Ciência Rural*, 50(4).

641 Silva, R. D. N., Monteiro, V. N., Alcanfor, J. D., Assis, E. M., & Asquieri, E. R. (2003).
642 Comparação de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em
643 mel. *Food Science and Technology*, 23(3), 337-341.

644 Silva, R. S., Santos, C. D. L., Mar, J. M., Kluczkovski, A. M., Figueiredo, J. D. A., Borges, S.
645 V., ... & Campelo, P. H. (2018). Physicochemical properties of tucumã (*Astrocaryum*
646 *aculeatum*) powders with different carbohydrate biopolymers. *LWT*, 94, 79-86.

647 Swain, T., & Hillis, W. E. (1959). The phenolics constituents of *Prunus domestica*: the
648 quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal of the Science of food and*
649 *agriculture*, 10(1), p 63-68. doi: 10.1002/jsfa.2740100110

650 World Health Organisation (WHO) (1996). Trace elements in human nutrition and health. A
651 Report of a re-evaluation of the role of trace elements in human health and nutrition.
652 WHO Technical Report Series, Geneva, pp. 119-205

653 Yuyama, L. K. O., Maeda, R. N., Pantoja, L., Aguiar, J. P. L., & Marinho, H. A. (2008).
654 Processamento e avaliação da vida-de-prateleira do tucumã (*Astrocaryum aculeatum*
655 Meyer) desidratado e pulverizado. *Food Science and Technology*, 28(2), 408-412.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados encontrados ao longo do trabalho demonstraram e reafirmaram a promissora utilização dos frutos da Amazônia Brasileira e seus coprodutos (cascas e sementes).

A produção de farinhas das cascas e sementes possuem impacto nutricional e tecnológico, podendo ser útil para inserção em diversos alimentos como pães, bolos, embutidos cárneos, contribuindo com o uso integral dos frutos e agregando melhorias nutricionais aos alimentos.

Sugere-se, então, novos estudos com a aplicação dos frutos e suas frações, aqui estudados, em produtos alimentícios.

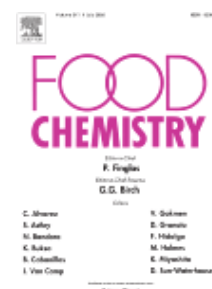


FOOD CHEMISTRY

AUTHOR INFORMATION PACK

TABLE OF CONTENTS

●	Description	p.1
●	Audience	p.2
●	Impact Factor	p.2
●	Abstracting and Indexing	p.3
●	Editorial Board	p.3
●	Guide for Authors	p.5



ISSN: 0308-8146

DESCRIPTION

Food Chemistry has an open access mirror *Food Chemistry: X*, sharing the same aims and scope, editorial team, submission system and rigorous peer review.

The Aims and Scope of *Food Chemistry* are assessed and modified on an annual basis to reflect developments in the field. This means that research topics that have been deemed in scope previously may now fall outside of the scope of the journal as our scientific and technical understanding of the fields evolve and topics become less novel, original or relevant to *Food Chemistry*.

Food Chemistry publishes original research papers dealing with the advancement of the **chemistry** and **biochemistry** of **foods** or the analytical methods/ approach used. All papers should focus on the novelty of the research carried out.

Topics include:

- Chemistry relating to major and minor **components of food**, their nutritional, physiological, sensory, flavour and microbiological aspects;
- **Bioactive constituents** of foods, including antioxidants, phytochemicals, and botanicals. Data must accompany sufficient discussion to demonstrate their relevance to food and/or food chemistry;
- Chemical and biochemical composition and structure changes in molecules induced by processing, distribution and domestic conditions;
- **Effects of processing** on the composition, quality and safety of foods, other bio-based materials, by-products, and processing wastes;
- Chemistry of **food additives, contaminants**, and other agro-chemicals, together with their metabolism, toxicology and food fate.

Analytical papers related to the microbiological, sensory, nutritional, physiological, authenticity and origin aspects of food. Papers should be primarily concerned with new or novel methods (especially instrumental or rapid) provided adequate validation is described including sufficient data from real samples to demonstrate robustness. Papers dealing with significant improvements to existing

methods, or data from application of existing methods to new foods, or commodities produced in unreported geographical areas, will also be considered.

For Analytical Papers, especially those dedicated to the development and validation of methods, authors are encouraged to follow internationally recognized guidelines, such as EURACHEM - for chemical compounds (<https://www.eurachem.org/index.php/publications/guides/mv>) or FDA - for microbiological data (<https://www.fda.gov/downloads/ScienceResearch/FieldScience/UCM298730.pdf>) and proper statistical methods should be applied. Special attention should be given to linearity, selectivity, determination of LOD/LOQ, repeatability and reproducibility of the analysis. Authors should also pay attention to trueness and, when possible (quantitative methods), determine the uncertainty of measurement. Overall, real samples should be analyzed by the state-of-the-art and the newly developed method for validation purposes.

- Methods for the determination of both major and minor components of food especially nutrients and non-nutrient bioactive compounds (with putative health benefits) will be considered.
- Results of method inter-comparison studies and development of food reference materials for use in the assay of food components;
- Methods concerned with the chemical forms in food, nutrient bioavailability and nutritional status;
- General authentication and origin [e.g. Country of Origin Labelling (COOL), Protected Designation of Origin (PDO), Protected Geographical Indication (PGI), Certificate of Specific Character (CSC)] determination of foods (both geographical and production including commodity substitution, and verification of organic, biological and ecological labelling) USING CHEMICAL MARKERS, providing sufficient data from authentic samples should be included to ensure that interpretations are meaningful.

Food Chemistry will not consider papers that focus on purely clinical or engineering aspects without any contribution to chemistry; pharmaceutical or non-food herbal remedies; traditional or folk medicines; or survey/surveillance data.

Papers on therapeutic application of food compounds/isolates for treatment, cure or prevention of human diseases will not be considered for inclusion in Food Chemistry.

AUDIENCE

Food technologists, scientists and chemists

IMPACT FACTOR

2018: 5.399 © Clarivate Analytics Journal Citation Reports 2019

ABSTRACTING AND INDEXING

Global Health
Publications in Food Microbiology Current
Contents
Science Citation Index
Web of Science
Embase
Chemical Abstracts
Nutrition Abstracts
EMBiology
CAB International
Chemical Engineering Biotechnology Abstracts
Sociedad Iberoamericana de Informacion Cientifica (SIIC) Data Bases Scopus
BIOSIS Citation Index
FSTA (Food Science and Technology Abstracts)

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief

Paul Finglas, Quadram Institute Bioscience, NR4 7UA, Norwich, United Kingdom

Editor-in-Chief Emeritus

Gordon Birch, University of Reading Department of Food and Nutritional Sciences, PO Box 217 Whiteknights, RG6 6AF, Reading, United Kingdom

Editorial Office

Mélanie Lowie, EuroFIR AISBL, Brussels, Belgium

Editors

Cesarettin Alasalvar, TÜBİTAK Marmara Research Centre Food Institute, Gebze, Turkey

Siân Astley, EuroFIR AISBL, Brussels, Belgium

Dimitris Charalampopoulos, University of Reading, Reading, United Kingdom

J. Stephen Elmore, University of Reading, Reading, United Kingdom **Daniel**

Granato, Natural Resources Institute Finland, HELSINKI, Finland **Francisco**

Hidalgo, Fat Institute, Sevilla, Spain

Kazuo Miyashita, Hokkaido University, Faculty of Fisheries Sciences, Department Bioresources Chemistry, Hakodate, Japan

John Van Camp, Ghent University, Gent, Belgium

Associate Editors

Carlos Álvarez García, Teagasc Food Research Centre Ashtown, Dublin, Ireland

Edna Regina Amante, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, Brazil

Nandika Priyantha Bandara, Dalhousie University Department of Plant Food and Environmental Sciences, Truro, Nova Scotia, Canada

Krzysztof Buksa, University of Agriculture in Krakow, Faculty of Food Technology, Department of Carbohydrates Technology, Kraków, Poland

Beatriz Cabanillas, 12th of October Hospital Research Institute, Madrid, Spain

Isabel Castanheira, National Institute of Health Doctor Ricardo Jorge, Lisboa, Portugal

Vural Gökmen, Hacettepe University, Ankara, Turkey

Melvin Holmes, University of Leeds School of Food Science and Nutrition, Leeds, United Kingdom **Amin**

Ismail, Universiti Putra Malaysia Faculty of Medicine and Health Sciences, Serdang, Malaysia **Jette**

Jakobsen, National Food Institute, Søborg, Denmark

Paul Kilmartin, The University of Auckland, Auckland, New Zealand

Ron Pegg, The University of Georgia, Athens, Georgia, United States

Dongxiao Sun-Waterhouse, South China University of Technology, Guangzhou, China

Peng Zhou, Jiangnan University, Wuxi, Jiangsu, China

Editorial Board Members

Rotimi Aluko, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba, Canada

Ryszard Amarowicz, Institute of Animal Reproduction and Food Research PAS, Olsztyn, Poland

Paula Andrade, University of Porto, Porto, Portugal

Skelte Anema, Fonterra Research and Development Centre, Palmerston North, New Zealand

Marco Arlorio, University of Eastern Piedmont, Vercelli, Italy
Joseph H. Banoub, Fisheries and Oceans Canada Newfoundland and Labrador Region, St John's, Newfoundland and Labrador, Canada
Yongping Bao, University of East Anglia Norwich Medical School, Norwich, United Kingdom
João Barreira, Polytechnic Institute of Bragança, Bragança, Portugal
Maurizio Battino, Polytechnic University of Marche Department of Specialised Clinical Sciences and Odontostomatology, Ancona, Italy
John Beaulieu, USDA-ARS Southern Regional Research Center, New Orleans, Louisiana, United States
R.G. Berger, Leibniz University Hanover, Hannover, Germany **Trust Beta**, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba, Canada **Mirko Betti**, University of Alberta, Edmonton, Alberta, Canada
Alessandra Miranda Cabral, Federal University of Rio Grande do Norte, Natal, Brazil
Yeming Chen, Jiangnan University, Wuxi, Jiangsu, China
Lisa Dean, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, United States
Bruno Fedrizzi, The University of Auckland, Auckland, New Zealand
Mike Gidley, Queensland Alliance for Agriculture and Food Innovation Centre for Nutrition and Food Sciences, St Lucia, Queensland, Australia
Owen Jones, Purdue University, West Lafayette, Indiana, United States
Mun Yhung Jung, Woosuk University Department of Food Science and Biotechnology, Wanju-gun, Korea, Republic of
Jungmin Lee, USDA-ARS Horticultural Crops Research Unit, Parma, Idaho, United States
Mei Lu, University of Nebraska-Lincoln, Lincoln, Nebraska, United States
Ashkan Madadlou, National Research Institute for Agriculture Food and Environment Bretagne-Normandie Center, Rennes, France
Mohamed Mathlouthi, Reims Champagne-Ardenne University, Reims, France
S. Porretta, Experimental Station for Food Preservation Industry, Parma, Italy **Predrag Putnik**, University of Zagreb Department of Food Engineering, Zagreb, Croatia **Patrizia Rubiolo**, University of Turin, Torino, Italy
Fereidoon Shahidi, Memorial University of Newfoundland Department of Biochemistry, St John's, Newfoundland and Labrador, Canada
Jae-Han Shim, Chonnam National University, Gwangju, Korea, Republic of
Fidel Toldrá, Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (CSIC), Valencia, Spain
Rong Tsao, Agriculture and Agri-Food Canada Guelph Research and Development Centre, Guelph, Ontario, Canada
Jianbo Xiao, University of Macau, Taipa, Macao
Varoujan Yaylayan, McGill University Department of Food Science and Agricultural Chemistry, Sainte-Anne-de-Bellevue, Quebec, Canada
Lucy Yu, University of Maryland at College Park, College Park, Maryland, United States
Reinhard Zeleny, European Commission Joint Research Centre, Brussels, Belgium **Ying Joy Zhong**, DuPont Company, Olathe, Kansas, United States
Dayong Zhou, Dalian Polytechnic University, Dalian, China

GUIDE FOR AUTHORS

Guide for Authors updated September 2017

INTRODUCTION

FOCH has an open access mirror journal, FOCH: X. The Aims and Scope of Food Chemistry are assessed and modified on an annual basis to reflect developments in the field. This means that research topics which may have been deemed in scope in previous years may now fall outside of the scope of the journal as our scientific and technical understanding of the field evolves and topics become less novel, original or relevant to Food Chemistry.

Ten essential rules to ensure your manuscript is handled promptly

The manuscript fits the Aims and Scope of the journal (<http://www.journals.elsevier.com/food-chemistry>) Manuscript is in accordance with ARTICLE TYPE - GUIDELINES and includes a hypothesis statement(<https://www.elsevier.com/journals/food-chemistry/0308-8146/guide-for-authors#14000>) The text is written in good English. Authors who feel their manuscript might require editing to meet correct scientific English requirements may wish to use an English Language Editing service such as the one available from Elsevier's WebShop (<http://webshop.elsevier.com/languageediting/>)

Manuscript text is divided into numbered sections; line and page numbers are added and text is double-spaced An ethical statement is required for experiments involving humans or animals Conflict-of-interest statement is included at the end of the manuscript The number of figures and tables combined does not exceed a total of six; additional tables and figures can be submitted as supplementary material. All relevant sources (i.e. peer-reviewed articles, websites, books etc.) should be included in the Reference list. Cover letter is prepared, introducing your article and explaining the novelty of the research Highlights identify important outcomes of your work and stand alone (i.e. do not require someone to read the article to understand what they mean). These are presented in 3-5 points, 85 characters each)

Submission checklist

This checklist allows authors to ensure that the manuscript meets the Food Chemistry requirements before submission. Checklist can also be downloaded here [here](#)

1) Study contents:

The Authors should ensure that The manuscript fits within [Aims & Scope](#) of Food Chemistry. Please note that the Aims and Scope are regularly updated. The research is **novel** and has **not been published previously** - see "Responsible research publication: international standards for authors" from COPE for more information http://publicationethics.org/files/International%20standards_authors_for%20website_11_Nov_2011_0.pdf

Ethical consent has been obtained in case of work on animals and/or humans. **2) Manuscript preparation:**

The Authors should ensure that The formatting of the manuscript follows the requirements of the Guide for Authors The language follows the requirements of the Guide for Authors The number of words and of figures/tables is within limits: • Research article: 7500 words, 6 tables and figures combined

- Review article: 10 000 words, 6 tables and figures combined
- Short communication: 3000 words, 6 tables and figures combined More tables and figures? Submit as [supplementary material](#) The **title page** contains title, author names, affiliations and corresponding author telephone. **Email addresses are required for ALL authors. Authors must provide and use a unique, individual e-mail address and not one that is shared with another author registered in the submission system, or a department. Author names - please ensure that names are listed in the order first name/FAMILY NAME (e.g. Marie CURIE) - this will ensure they are listed correctly in indexing services.** The **highlights** are provided (3-5 bullet points, max 85 characters each including spaces). The manuscript contains a **conflict of interest** statement (before references) Continuous **line numbering** is provided throughout the manuscript (including captions and references); **page numbering** is provided. All [sources](#) (references) are provided in alphabetical order Figures and tables (6 combined) include clear **legends**. The manuscript contains appropriate **ethical approval** and **informed consent** (if applicable, include statement). Food Chemistry now requires the inclusion of a hypothesis statement in the Introduction, and response

in the Discussion. Please ensure this is included **3) Before submission: Manuscript** file is provided as a Microsoft Word file. A **cover letter** is included. Three or more suggested **reviewers** are provided (including affiliation and professional email address), **at least two of which are from a different country than the Authors and none from the same institution.** **Keywords** are provided.

Now you are ready to submit at <http://ees.elsevier.com/foodchem>

Types of paper

Original research papers; review articles; rapid communications; short communications; letters to the Editor.

1. Research papers - original full-length research papers that have not been published previously, except in a preliminary form, and should not exceed 7,500 words from introduction to conclusion (not including references) (including no more than six tables and figures combined - additional tables and figures can be submitted as supplementary material). Research papers should not contain more than 40 references.
2. Review articles - will be accepted in areas of topical interest, will normally focus on literature published over the previous five years, and should not exceed 10,000 words from introduction to conclusion (not including references) (including allowance for no more than six tables and figures combined). Review articles should not contain more than 120 references. If it is felt absolutely necessary to exceed these numbers (tables, figures, references), please contact the editorial office for advice before submission.
3. Short communications - Short communications of up to 3000 words from introduction to conclusion (not including references), describing work that may be of a preliminary nature but merits publication. These papers should not contain more than 40 references.
4. Viewpoints - Authors may submit viewpoints of no more than 1200 words on any subject covered by the Aims and Scope.
5. Letters to the Editor - Letters are published from time to time on matters of topical interest.

BEFORE YOU BEGIN

Ethics in publishing

Please see our information pages on [Ethics in publishing](#) and [Ethical guidelines for journal publication](#).

Another useful source of guidance is "Responsible research publication: international standards for authors" from COPE (http://publicationethics.org/files/International%20standards_authors_for%20website_11_Nov_2011_0.pdf)

Guidelines in the US and Canada, Europe and Australia specifically state that hypothermia (use of ice slurries) is not an acceptable method for killing fish in the research environment.

Declaration of interest

All authors must disclose any financial and personal relationships with other people or organizations that could inappropriately influence (bias) their work. Examples of potential conflicts of interest include employment, consultancies, stock ownership, honoraria, paid expert testimony, patent applications/registrations, and grants or other funding. Authors should complete the declaration of interest statement using [this template](#) and upload to the submission system at the Attach/Upload Files step. If there are no interests to declare, please choose: 'Declarations of interest: none' in the template. This statement will be published within the article if accepted. [More information](#).

Submission declaration and verification

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract, a published lecture or academic thesis, see '[Multiple, redundant or concurrent publication](#)' for more information), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright- holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection service [Crossref Similarity Check](#).

Preprints

Please note that [preprints](#) can be shared anywhere at any time, in line with Elsevier's [sharing policy](#). Sharing your preprints e.g. on a preprint server will not count as prior publication (see '[Multiple, redundant or concurrent publication](#)' for more information).

Use of inclusive language

Inclusive language acknowledges diversity, conveys respect to all people, is sensitive to differences, and promotes equal opportunities. Articles should make no assumptions about the beliefs or commitments of any reader, should contain nothing which might imply that one individual is superior to another on the grounds of race, sex, culture or any other characteristic, and should use inclusive language throughout. Authors should ensure that writing is free from bias, for instance by using 'he or she', 'his/her' instead of 'he' or 'his', and by making use of job titles that are free of stereotyping (e.g. 'chairperson' instead of 'chairman' and 'flight attendant' instead of 'stewardess').

Author contributions

For transparency, we encourage authors to submit an author statement file outlining their individual contributions to the paper using the relevant CRediT roles: Conceptualization; Data curation; Formal analysis; Funding acquisition; Investigation; Methodology; Project administration; Resources; Software; Supervision; Validation; Visualization; Roles/Writing - original draft; Writing - review & editing. Authorship statements should be formatted with the names of authors first and CRediT role(s) following. [More details and an example](#)

Conditions of authorship, and changes to authorship

All authors should have made substantial contributions to all of the following: the conception and design of the study, or acquisition of data, or analysis and interpretation of data drafting the article or revising it critically for important intellectual content final approval of the version to be submitted.

If all 3 of these conditions are not met, a person does not qualify as an author, and any contribution made by them should be mentioned in the Acknowledgements section of the manuscript.

Authors are expected to consider carefully the list and order of authors **before** submitting their manuscript and provide the definitive list of authors at the time of the original submission. Any addition, deletion or rearrangement of author names in the authorship list should be made only **before** the manuscript has been accepted and only if approved by the journal Editor. To request such a change, the Editor must receive the following from the **corresponding author**: (a) the reason for the change in author list and (b) written confirmation (e-mail, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed.

It is the policy of Food Chemistry that no additions, deletions or changes to authorship of a paper will be permitted after the article is accepted.

Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (see [more information](#) on this). An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. [Permission](#) of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations. If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has [preprinted forms](#) for use by authors in these cases.

Elsevier supports responsible sharing

Find out how you can [share your research](#) published in Elsevier journals.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated.

Subscription or open access: your choice

This journal offers authors a choice in publishing their research:

Subscription

- Articles are made available to subscribers as well as developing countries and patient groups through our [access programs](#).
- No open access publication fee payable by authors.

Open access

- Articles are freely available to both subscribers and the wider public with permitted reuse.
- An open access publication fee is payable by authors or on their behalf, e.g. by their research funder or institution.

Regardless of how you choose to publish your article (subscription or open access), the journal will apply the same peer review criteria and acceptance standards.

For open access articles, permitted third party (re)use is defined by the following [Creative Commons user licenses](#):

Open access

Authors wishing to publish open access can choose to publish open access in Food Chemistry: X [<https://www.journals.elsevier.com/food-chemistry-x>], the open access mirror journal of Food Chemistry. One, unified editorial team manages the peer-review for both titles using the same submission system. The difference between the journals is the access model under which the journals will publish your work and the indexation status. Food Chemistry: X will be indexed in Scopus if the parent is also indexed there; if the parent is indexed in MEDLINE, then Food Chemistry: X will also be eligible for fast inclusion in PubMed Central. However, please note that Food Chemistry: X will not have a CiteScore or Impact Factor initially. Applications for inclusion in Science Citation Index / Social Sciences Citation Index and any other relevant citation indexing databases will be made as soon as possible.

The authors choice of publishing model will determine in which journal, Food Chemistry or Food Chemistry: X, the accepted manuscript will be published. The choice of publishing model will be blinded to referees, ensuring the editorial process is identical.

Elsevier Researcher Academy

[Researcher Academy](#) is a free e-learning platform designed to support early and mid-career researchers throughout their research journey. The "Learn" environment at Researcher Academy offers several interactive modules, webinars, downloadable guides and resources to guide you through the process of writing for research and going through peer review. Feel free to use these free resources to improve your submission and navigate the publication process with ease.

Language (usage and editing services)

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the [English Language Editing service](#) available from Elsevier's Author Services.

Submission

Our online submission system guides you stepwise through the process of entering your article details and uploading your files. The system converts your article files to a single PDF file used in the peer-review process. Editable files (e.g., Word, LaTeX) are required to typeset your article for final publication. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, is sent by e-mail.

Authors must provide and use an email address unique to themselves and not shared with another author registered in the submission system, or a department.

Referees

Authors are required to submit with their articles, the names, complete affiliations (spelled out), country and contact details (including current and valid (preferably business) e-mail address) of five potential reviewers. Email addresses and reviewer names will be checked for validity. **Your potential reviewers should not be from your institute, and at least two should be from countries other than those of the authors.** Authors should not suggest reviewers with whom they have collaborated within the past two years. Your submission will be rejected if these are not supplied.

Names provided may be used for other submissions on the same topic. Reviewers must have specific expertise on the subject of your article and/or the techniques employed in your study. Briefly state the appropriate expertise of each reviewer (not simply "has an interest in this topic").

Review Policy

A peer review system involving at least two reviewers is used to ensure high quality of manuscripts accepted for publication. The Managing Editor and Editors have the right to decline formal review of a manuscript when it is deemed that the manuscript is on a topic outside the scope of the Journal; makes no contribution to the advancement of the chemistry of foods is lacking technical or scientific merit; is focused on foods or processes that are of narrow regional scope and significance; is fragmentary and providing marginally incremental results; reports only routine work (lacks novelty) or is poorly written.

PREPARATION

Peer review

This journal operates a single blind review process. All contributions will be initially assessed by the editor for suitability for the journal. Papers deemed suitable are then typically sent to a minimum of two independent expert reviewers to assess the scientific quality of the paper. The Editor is responsible for the final decision regarding acceptance or rejection of articles. The Editor's decision is final. [More information on types of peer review](#).

Use of wordprocessing software

General: Manuscripts must be typewritten, double-spaced with 2 cm margins. Each page must be numbered, and lines must be consecutively numbered from the start to the end of the manuscript. Good quality printouts with a font size of 12 or 10 pt are required. The corresponding author should be identified (include a valid E-mail address). Full postal and email addresses must be given for all co-authors. Authors should consult a recent issue of the journal for style if possible. The Editors reserve the right to adjust style to certain standards of uniformity.

Article structure

Follow this order when typing manuscripts: Title, Authors, Affiliations, Abstract, Keywords, Main text (*Introduction, Material and Methods, Results, Conclusion*), Acknowledgements, Appendix, References, Figure Captions. The corresponding author should be identified with an asterisk and footnote. All other footnotes (except for table footnotes) should be identified with superscript Arabic numbers. The title of the paper should unambiguously reflect its contents.

Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Please clearly indicate the full given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. Please ensure that names are listed in the order first name/FAMILY NAME (e.g. Marie CURIE) - this will ensure they are listed correctly in indexing services. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- **Corresponding author.** Clearly indicate the one author who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. **Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.**
- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Highlights

Highlights are optional yet highly encouraged for this journal, as they increase the discoverability of your article via search engines. They consist of a short collection of bullet points that capture the novel results of your research as well as new methods that were used during the study (if any). Please have a look at the examples here: [example Highlights](#).

Highlights should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point).

Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

The abstract should not exceed 150 words.

Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Hypotheses

Nearly all scientific papers benefit from inclusion of a statement of hypothesis. Such statements should be clear, concise, and declarative. The statement should describe the one or more key hypotheses that the work described in the manuscript was intended to confirm or refute. Inclusion of a hypothesis statement makes it simple to contrast the hypothesis with the most relevant previous literature and point out what the authors feel is distinct about the current hypothesis (novelty). It also permits the authors to describe why they feel it would be important to prove the hypothesis correct (significance). The hypothesis shall be stated in the introductory section, and the conclusion section shall include your conclusion about whether the hypothesis was confirmed or refuted, as well as describing any new hypotheses generated by the work described. Here is an example of a famous, excellent hypothesis statement; declarative, concise, clear, and testable: **"Equal volumes of gases, at the same temperature and pressure, contain equal numbers of molecules."** Lorenzo Romano Amedeo Carlo Avogadro di Quareqa e di Carreto (Avogadro), 1811

Chemical compounds

You can enrich your article by providing a list of chemical compounds studied in the article. The list of compounds will be used to extract relevant information from the NCBI PubChem Compound database and display it next to the online version of the article on ScienceDirect. You can include up to 10 names of chemical compounds in the article. For each compound, please provide the [PubChem CID](#) of the most relevant record as in the following example: Glutamic acid (PubChem CID:611). Please position the list of compounds immediately below the 'Keywords' section. It is strongly recommended to follow the exact text formatting as in the example below:

Chemical compounds studied in this article

Ethylene glycol (PubChem CID: 174); Plitidepsin (PubChem CID: 44152164); Benzalkonium chloride (PubChem CID: 15865)

[More information.](#)

Formatting of funding sources

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, please include the following sentence:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other units are mentioned, please give their equivalent in SI. Temperatures should be given in degrees Celsius. The unit 'billion' is ambiguous and should not be used.

Abbreviations for units should follow the suggestions of the British Standards publication BS 1991. The full stop should not be included in abbreviations, e.g. m (not m.), ppm (not p.p.m.); % and '/' should be used in preference to 'per cent' and 'per'. Where abbreviations are likely to cause ambiguity or might not be understood easily by an international readership, units should be spelled out in full.

Statistics

Appropriate application of statistical analysis should be applied throughout the article.

Artwork

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Embed the used fonts if the application provides that option.
- Aim to use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, or use fonts that look similar.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Size the illustrations close to the desired dimensions of the published version.

A detailed [guide on electronic artwork](#) is available.

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Figures

Photographs, charts and diagrams are all to be referred to as "Figure(s)" and should be numbered consecutively in the order to which they are referred. All illustrations should be clearly marked with the figure number and the first author's name.

Formats

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format.

Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, please 'Save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts.

TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color: in print or online only. [Further information on the preparation of electronic artwork.](#)

Figure Captions

Ensure that each illustration has a caption. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules and shading in table cells.

Supplementary material

Supplementary material such as applications, images and sound clips, can be published with your article to enhance it. Submitted supplementary items are published exactly as they are received (Excel or PowerPoint files will appear as such online). Please submit your material together with the article and supply a concise, descriptive caption for each supplementary file. If you wish to make changes to supplementary material during any stage of the process, please make sure to provide an updated file. Do not annotate any corrections on a previous version. Please switch off the 'Track Changes' option in Microsoft Office files as these will appear in the published version.

References

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

Example: CTAHR (College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii). Tea (*Camellia sinensis*) a New Crop for Hawaii, 2007. URL http://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/tea_04_07.pdf. Accessed 14.02.11.

Data references

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

Reference management software

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support [Citation Style Language styles](#), such as [Mendeley](#). Using citation plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide. If you use reference management software, please ensure that you remove all field codes before submitting the electronic manuscript. [More information on how to remove field codes from different reference management software](#).

Users of Mendeley Desktop can easily install the reference style for this journal by clicking the following link:

<http://open.mendeley.com/use-citation-style/food-chemistry>

When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plug-ins for Microsoft Word or LibreOffice.

All publications cited in the text should be presented in a list of references following the text of the manuscript. See Types of Paper for reference number limits. In the text refer to the author's name (without initials) and year of publication (e.g. "Steventon, Donald and Gladden (1994) studied the effects..." or "...similar to values reported by others (Anderson, Douglas, Morrison & Weiping,

1990)..."). For 2-6 authors all authors are to be listed at first citation. At subsequent citations use first author et al.. When there are more than 6 authors, first author et al. should be used throughout the text. The list of references should be arranged alphabetically by authors' names and should be as full as possible, listing all authors, the full title of articles and journals, publisher and year. The manuscript should be carefully checked to ensure that the spelling of authors' names and dates are exactly the same in the text as in the reference list.

Reference style

Text: Citations in the text should follow the referencing style used by the American Psychological Association. You are referred to the Publication Manual of the American Psychological Association, Sixth Edition, ISBN 978-1-4338-0561-5, copies of which may be [ordered online](#) or APA Order Dept., P.O.B. 2710, Hyattsville, MD 20784, USA or APA, 3 Henrietta Street, London, WC3E 8LU, UK.

List: references should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of publication.

Examples:

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J. A. J., & Lupton, R. A. (2010). The art of writing a scientific article. *Journal of Scientific Communications*, 163, 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.Sc.2010.00372>.

Reference to a journal publication with an article number:

Van der Geer, J., Hanraads, J. A. J., & Lupton, R. A. (2018). The art of writing a scientific article. *Heliyon*, 19, e00205. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00205>.

Reference to a book:

Strunk, W., Jr., & White, E. B. (2000). *The elements of style*. (4th ed.). New York: Longman, (Chapter 4).

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G. R., & Adams, L. B. (2009). How to prepare an electronic version of your article. In B. S. Jones, & R. Z. Smith (Eds.), *Introduction to the electronic age* (pp. 281–304). New York: E-Publishing Inc.

Reference to a website:

Cancer Research UK. Cancer statistics reports for the UK. (2003). <http://www.cancerresearchuk.org/aboutcancer/statistics/cancerstatsreport/> Accessed 13 March 2003.

Reference to a dataset:

[dataset] Oguro, M., Imahiro, S., Saito, S., Nakashizuka, T. (2015). *Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions*. Mendeley Data, v1. <https://doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

Reference to a conference paper or poster presentation:

Engle, E.K., Cash, T.F., & Jarry, J.L. (2009, November). The Body Image Behaviours Inventory-3: Development and validation of the Body Image Compulsive Actions and Body Image Avoidance Scales. Poster session presentation at the meeting of the Association for Behavioural and Cognitive Therapies, New York, NY.

Data visualization

Include interactive data visualizations in your publication and let your readers interact and engage more closely with your research. Follow the instructions [here](#) to find out about available data visualization options and how to include them with your article.

Research data

This journal encourages and enables you to share data that supports your research publication where appropriate, and enables you to interlink the data with your published articles. Research data refers to the results of observations or experimentation that validate research findings. To facilitate reproducibility and data reuse, this journal also encourages you to share your software, code, models, algorithms, protocols, methods and other useful materials related to the project.

Below are a number of ways in which you can associate data with your article or make a statement about the availability of your data when submitting your manuscript. If you are sharing data in one of these ways, you are encouraged to cite the data in your manuscript and reference list. Please refer to the "References" section for more information about data citation. For more information on depositing, sharing and using research data and other relevant research materials, visit the [research data](#) page.

Data linking

If you have made your research data available in a data repository, you can link your article directly to the dataset. Elsevier collaborates with a number of repositories to link articles on ScienceDirect with relevant repositories, giving readers access to underlying data that gives them a better understanding of the research described.

There are different ways to link your datasets to your article. When available, you can directly link your dataset to your article by providing the relevant information in the submission system. For more information, visit the [database linking page](#).

For [supported data repositories](#) a repository banner will automatically appear next to your published article on ScienceDirect.

In addition, you can link to relevant data or entities through identifiers within the text of your manuscript, using the following format: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN).

Mendeley Data

This journal supports Mendeley Data, enabling you to deposit any research data (including raw and processed data, video, code, software, algorithms, protocols, and methods) associated with your manuscript in a free-to-use, open access repository. During the submission process, after uploading your manuscript, you will have the opportunity to upload your relevant datasets directly to *Mendeley Data*. The datasets will be listed and directly accessible to readers next to your published article online.

For more information, visit the [Mendeley Data for journals page](#).

Data in Brief

You have the option of converting any or all parts of your supplementary or additional raw data into one or multiple data articles, a new kind of article that houses and describes your data. Data articles ensure that your data is actively reviewed, curated, formatted, indexed, given a DOI and publicly available to all upon publication. You are encouraged to submit your article for *Data in Brief* as an additional item directly alongside the revised version of your manuscript. If your research article is accepted, your data article will automatically be transferred over to *Data in Brief* where it will be editorially reviewed and published in the open access data journal, *Data in Brief*. Please note an open access fee of 600 USD is payable for publication in *Data in Brief*. Full details can be found on the [Data in Brief website](#). Please use [this template](#) to write your Data in Brief.

Data statement

To foster transparency, we encourage you to state the availability of your data in your submission. This may be a requirement of your funding body or institution. If your data is unavailable to access or unsuitable to post, you will have the opportunity to indicate why during the submission process, for example by stating that the research data is confidential. The statement will appear with your published article on ScienceDirect. For more information, visit the [Data Statement page](#).

Interactive plots

This journal enables you to show an Interactive Plot with your article by simply submitting a data file. [Full instructions](#).

After submission

Click [HERE](#) to see what may happen to your manuscript once it is submitted.

AFTER ACCEPTANCE

Online proof correction

Corresponding authors will receive an e-mail with a link to our online proofing system, allowing annotation and correction of proofs online. The environment is similar to MS Word: in addition to editing text, you can also comment on figures/tables and answer questions from the Copy Editor. Web-based proofing provides a faster and less error-prone process by allowing you to directly type your corrections, eliminating the potential introduction of errors.

If preferred, you can still choose to annotate and upload your edits on the PDF version. All instructions for proofing will be given in the e-mail we send to authors, including alternative methods to the online version and PDF.

We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication. Check carefully before replying. This is your last opportunity to correct errors. Proofreading is solely your responsibility.

Offprints

The corresponding author will, at no cost, receive a customized [Share Link](#) providing 50 days free access to the final published version of the article on [ScienceDirect](#). The Share Link can be used for sharing the article via any communication channel, including email and social media. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. Both corresponding and co-authors may order offprints at any time via Elsevier's [Author Services](#). Corresponding authors who have published their article gold open access do not receive a Share Link as their final published version of the article is available open access on ScienceDirect and can be shared through the article DOI link.

AUTHOR INQUIRIES

Visit the [Elsevier Support Center](#) to find the answers you need. Here you will find everything from Frequently Asked Questions to ways to get in touch.

You can also [check the status of your submitted article](#) or find out [when your accepted article will be published](#).

© Copyright 2018 Elsevier | <https://www.elsevier.com>



AUTHOR

TABLE OF CONTENTS

- **Description** **p.1**
- **Impact Factor** **p.1**
- **Abstracting and Indexing** **p.2**
- **Editorial Board** **p.2**
- **Guide for Authors** **p.4**



ISSN: 0023-6438

DESCRIPTION

LWT - Food Science and Technology is an international journal that publishes innovative papers in the fields of **food chemistry**, **biochemistry**, **microbiology**, **technology** and **nutrition**. The work described should be innovative either in the approach or in the methods used. The significance of the results either for the science community or for the **food industry** must also be specified. Contributions written in English are welcomed in the form of review articles, short reviews, research papers, and research notes. Papers featuring animal trials and cell cultures are outside the scope of the journal and will not be considered for publication.

Database Coverage includes Current Contents, Cambridge Scientific Abstracts, Biological Abstracts, IFIS, Chemical Abstracts, Dairy Science Abstracts, Food Science and Technology Abstracts and AGRICOLA.

Benefits to authors

We also provide many author benefits, such as free PDFs, a liberal copyright policy, special discounts on Elsevier publications and much more. Please click here for more information on our [author services](#) .

Please see our [Guide for Authors](#) for information on article submission. If you require any further information or help, please visit our [Support Center](#)

IMPACT FACTOR

2019: 4.006 © Clarivate Analytics Journal Citation Reports 2020

ABSTRACTING AND INDEXING

Scopus EMBiology
Current Contents
Cambridge Scientific Abstracts Biological Abstracts
International Food Information Service
Chemical Abstracts
Dairy Science Abstracts
FSTA (Food Science and Technology Abstracts)
AGORA
AGRICOLA
Science Citation Index
ScienceDirect

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief

Rakesh K. Singh, University of Georgia Department of Food Science & Technology, GA 30602, Athens, Georgia, United States of America

Editors

Ryszard Amarowicz, Institute of Animal Reproduction and Food Research PAS, Olsztyn, Poland

Luis Arturo Bello-Perez, Center for the Development of Biotic Products, Yautepec, Mexico

Matteo Bordiga, University of Piemonte Orientale, Department of Pharmaceutical Sciences, Novara, Italy
Functional foods, food by-products, HPLC-MS, GC-MS, polyphenols

Emma Chiavaro, University of Parma, Parma, Italy

Jean-Marc Chobert, Biopolymers Interactions Assemblages, Nantes, France

Harold Corke, Guangdong Technion-Israel Institute of Technology Department of Biotechnology and Food Engineering, Shantou, China

• Starch, properties, processing and chemistry • Bioactives from grains, particularly antioxidants • Genetic resources, minor and specialty grains • Food safety management • General food processing – industry problems and problem-solving • Sensory science, particularly related to texture

Cynthia Ditchfield, University of Sao Paulo, Faculty of Animal Science and Food Engineering, Department of Food Engineering, São Paulo, Brazil

Heat transfer, rheology, starch modification, biodegradable films, microwave processing

Ursula Gonzales-Barron, Mountain Research Center, Braganca, Portugal

Vijay Juneja, USDA-ARS Eastern Regional Research Center, Wyndmoor, Pennsylvania, United States of America

Siew Young Quek, The University of Auckland School of Chemical Sciences, Auckland, New Zealand

Bioactives, alternative protein, functional lipid, encapsulation, food chemistry

Catherine M.G.C. Renard, National Research Institute for Agriculture Food and Environment Pays de la Loire Center, Nantes, France

Harald Rohm, Dresden University of Technology Institute for Materials Science, Dresden, Germany

Rheology, Food processing, chocolate, dairy products, sustainability

Cristina Rosell, Institute of Agrochemistry and Food Technology, Paterna, Spain

Food processing, Food quality, Bread, Starch properties, processing and chemistry, gluten free foods, Rheology and texture

Nagendra Shah, University of Hong Kong Food and Nutritional Science Programme, Hong Kong, Hong Kong

Hongshun Yang, National University of Singapore, Department of Food Science and Technology, Singapore, Singapore

Food Processing; Food Safety Engineering; Food Nanotechnology; Organic Food; Food Safety

Editorial Board Members

José Carlos Andrade, Institute of Research and Advanced Training in Health Sciences and Technologies, Gandra, Portugal

Probiotics, Micro and nanoencapsulation, Fermentation, Nutraceuticals, Polyphenols

Amilcar Antonio, Polytechnic Institute of Bragança, Braganca, Portugal

Vassilis Athanasiadis, University of Thessaly, Department of Food Science & Nutrition, Karditsa, Greece

Antioxidants; Functional Foods; Food Chemistry; Food Analysis; Food Technology

Santiago Aubourg, Institute of Marine Research, Vigo, Spain

J. Fernando Ayala-Zavala, Center for Food Research and Development Emerging Technologies Laboratory, Hermosillo, Sonora, Mexico

Mustafa Bayram, University of Gaziantep, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, Gaziantep, Turkey
Future of food, food processing, Industry 4.0, food foresights, food innovations

Dalene de Beer, Agricultural Research Council (ARC), Infruitec-Nietvoorbij - Post-Harvest and Wine Technology Division, Stellenbosch, South Africa

Kanika Bhargava, University of Central Oklahoma, Edmond, Oklahoma, United States of America

Bursać Kovačević, University of Zagreb Department of Food Engineering, Zagreb, Croatia
Food Science, Fruits and Vegetables, Medicinal and Aromatic plants, Nonthermal Processing, Extraction

Gengjun Chen, Kansas State University, Department of Grain Science & Industry, Manhattan, Kansas, United States of America
Cereal Science and Chemistry; Food Analysis and Safety; Protein Chemistry and application; Functional Foods; Food flavor

Zhao Chen, University of Maryland at College Park, College Park, Maryland, United States of America

Nicoleta-Aurelia Chira, Polytechnic University of Bucharest Faculty of Applied Chemistry and Material Science, București, Romania
Oils/fats; Spectroscopy; NMR; Authentication; Food fraud

Marlene Cran, Victoria University, Melbourne, Australia

Rui M. S. da Cruz, University of Algarve Department of Food Engineering, Faro, Portugal
Food Packaging, Food Preservation, Emerging Technologies, Sustainability

Mamdouh El-Bakry

Xianli Gao, Jiangsu University School of Food and Biological Engineering, Zhenjiang, China
Flavor, Fermentation, Enzyme, Soy sauce, Wine

Pierre Gélinas, Agriculture and Agri-Food Canada Saint-Hyacinthe Research and Development Centre, Saint-Hyacinthe, Quebec, Canada
Cereal foods, Gluten, Flour, Bread

Adem Gharsallaoui, Laboratory of Bioengineering and Microbial Dynamics at the Food Interfaces, Bourg en Bresse, France

Vicente Gómez-López, San Antonio Catholic University of Murcia, Murcia, Spain
Pulsed light, UV-C, Non-thermal methods, Fresh-cut vegetables, Fresh-cut fruits.

Jorg Hinrichs, University of Hohenheim, Stuttgart, Germany

Judit Krisch, University of Szeged, Szeged, Hungary

Xiaobo Liu, Guangdong Technion-Israel Institute of Technology, , China
Applied Environmental Microbiology, Microbial Biofilms, Biodeterioration and Biocorrosion, Geomicrobiology of Cultural Heritage, Biofouling Control, Antimicrobial Biomaterials, Archaeal Cultivation, Extracellular Electron Transfer

Thitikorn Mahidsanan, Rajamangala University of Technology Isan, Department of Agricultural Technology and Environment, Nakhon Ratchasima, Thailand
Food Microbiology, Food Fermentation, Starter culture, Predictive modelling in food microbiology

Maria Pilar Montero, Institute of Science and Technology Food and Nutrition, Madrid, Spain

Peter Paulsen, University of Veterinary Medicine Vienna, Wien, Austria

Teodora Popova, Institute of Animal Science, Bulgarian Agricultural Academy, Kostinbrod, Bulgaria
Meat, Fatty acids, Lipids, Oxidative stability, Gas chromatography

Qinchun Rao, Florida State University College of Human Sciences Nutrition, Food & Exercise Sciences, Tallahassee, Florida, United States of America
Food Science; Food Chemistry; Food Quality; Food Safety

Massimiliano Rinaldi, University of Parma, Parma, Italy

Matthias Schreiner, University of Natural Resources and Life Sciences Vienna, Wien, Austria

Iwona Scibisz, University of Warsaw, Warsaw, Poland

John Shi, Agriculture and Agri-Food Canada Guelph Research and Development Centre, Guelph, Ontario, Canada

Maria Dolores Torres, University of Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, Spain

Hely Tuorila, University of Helsinki, Helsinki, Finland

Sriram Vidyarthi, The Morning Star Company, Woodland, California, United States of America
Food Processing, Food Science/Engineering, Tomato Processing

Fang Zhong, Jiangnan University School of Food Science and Technology, Wuxi, China
Microencapsulation, Nanoparticles, Bioaccessibility, Edible film

GUIDE FOR AUTHORS

INTRODUCTION

LWT - Food Science and Technology is an official journal of the Swiss Society of Food Science and Technology (SGLWT/SOSSTA) and the International Union of Food Science and Technology (IUFoST).

LWT - Food Science and Technology is an international journal that publishes innovative papers in the fields of food chemistry, biochemistry, microbiology, technology and nutrition. The work described should be innovative either in the approach or in the methods used. The significance of the results either for the science community or for the food industry must also be specified. Contributions that do not fulfil these requirements will not be considered for review and publication. Submission of a paper will be held to imply that it presents original research, that it has not been published previously, and that it is not under consideration for publication elsewhere.

Papers featuring animal trials and cell cultures are outside the scope of the journal and will not be considered for publication.

Essentials to ensure fast handling of Research papers and Short communications

- Manuscript-text **must** be saved as either a MS Word, Word Perfect, RTF, TEX or Plain ASCII file. Continuous line numbering **must** be added and the text **must** be double spaced.
- Research papers **must** be no longer than 5500 words, including abstract, but without tables, figures, the corresponding legends and references.
- Short communications **must** be no longer than 3000 words including abstract, but without tables, figures, the corresponding legends and references. The number of tables/figures should be limited to 2 or 3.
- Abstracts **must** not be longer than 200 words.
- You **must** include Keywords (≤ 5).
- Contact details of at least 3 suggested reviewers (name, affiliation and email address) **must** be included.
- Highlights **must** be included (a summary of your main achievements in 3-5 bullet points no more than 85 characters each).
- Figures and tables **must** be submitted as separate files and are clearly labeled.
- The international system of units (SI units) **must** be used only.
- If analytical data are reported in tables and/or figures: Number of replications should be mentioned in the legend or a footnote and standard error or other evidence of reliability of data must be given.
- Your Cover letter should explain the novelty of the research presented, that your paper presents original research, that it has not been published previously and that it is not under consideration for publication elsewhere.
- For reviews: please check the homepage and Guide for Authors for detail.
- **Please note** that this list is not extensive and purely highlights the most important aspects of a submission. For full details on all article types please refer to the online Guide for Authors at <https://www.elsevier.com/journals/lwt-food-science-and-technology/0023-6438/guide-for-authors>.

Types of paper

Three types of peer-reviewed papers will be published:

Review articles. These concise reviews should present a focused aspect on a topic of current interest or an emerging field. They are not intended as comprehensive literature surveys covering all aspects of the topic, but should include all major findings and bring together reports from a number of sources. They should aim to give balanced, objective assessments by giving due reference to relevant published work, and not merely present the prejudices of individual authors or summarise only work carried out by the authors or by those with whom the authors agree. Undue speculation should also be avoided. These reviews will receive priority in publication.

The reviews may address pertinent issues in food science, technology, processing, nutritional aspects of raw and processed foods and may include nutraceuticals, functional foods, use of "omics" in food quality, food processing and preservation, and food production.

Topics to be covered should be at the cutting edge of science, well thought out, succinct, focused and clear. Ideally, the review should provide a view of the state of the art and suggest possible future needs and trends.

All articles will be subjected to peer review process.

Submit an abstract of the proposed review to the Editor in Chief (Professor Rakesh Singh), rsingh@uga.edu for consideration prior to preparing the full length manuscript. Abstract of the proposed work should include the following:

- a. The abstract should identify the need for the proposed article, the intended audience, and five key words.
- b. Title (120 characters or less)
- c. Short abstract (≤ 300 words).
- d. Identify the address and contact information for the contact author. The contact information should include author name, postal address, telephone number, fax number, and email.
- e. Anticipated time needed to complete the proposed work once the initial abstract has been approved.

Manuscript Preparation

- a. All lines and pages must be continuously numbered.
- b. All text should be double-spaced.
- c. Total manuscript length $\leq 5,000$ words (text portion).
- d. Total number of Tables ≤ 5 .
- e. Total number of figures ≤ 5 .
- f. Maximum number of references (including those cited in tables and figures) not to exceed 50.
- g. In the reference list identify five (5) key references (indicated by an * in front of the reference in the reference section). In two to three sentences explain why this reference is a key reference.

Research papers. Reports of complete, scientifically sound, original research which contributes new knowledge to its field. The paper must be organised as described in Article Structure below. Papers should not exceed 5500 words (approximately 18 typed double-spaced pages) including abstract but without tables, figures, the corresponding legends and references. All lines and pages must be continuously numbered.

Short communications. Brief reports of scientifically sound, original research of limited scope of new findings. Short communications have the formal organisation of a full paper. Such notes will receive priority of publication. Short communications should not exceed 3000 words (approximately 9 typed double-spaced pages) including abstract but without tables, figures, the corresponding legends and references. All lines and pages must be continuously numbered.

Contact details for submission

Submission for all types of manuscripts to *LWT - Food Science and Technology* proceeds totally online. Via the Editorial Manager (EM) website for this journal, <https://www.editorialmanager.com/lwt/>, you will be guided step-by-step through the creation and uploading of the various files.

Submission checklist

You can use this list to carry out a final check of your submission before you send it to the journal for review. Please check the relevant section in this Guide for Authors for more details.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address

All necessary files have been uploaded:

Manuscript:

- Include keywords
- All figures (include relevant captions)
- All tables (including titles, description, footnotes)
- Ensure all figure and table citations in the text match the files provided
- Indicate clearly if color should be used for any figures in print
Graphical Abstracts / Highlights files (where applicable)
Supplemental files (where applicable)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell checked' and 'grammar checked'

- All references mentioned in the Reference List are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Internet)
- A competing interests statement is provided, even if the authors have no competing interests to declare
- Journal policies detailed in this guide have been reviewed
- Referee suggestions and contact details provided, based on journal requirements

For further information, visit our [Support Center](#).

BEFORE YOU BEGIN

Ethics in publishing

Please see our information pages on [Ethics in publishing](#) and [Ethical guidelines for journal publication](#).

By submitting this manuscript, the authors agree that text, equations, or figures from previously published articles or books have been clearly identified in full and their origin clearly explained in the adjacent text, with appropriate references given at the end of the paper. Duplication of text is rarely justified, even with diligent referencing. Exceptions may be made for descriptions of standard experimental techniques, or other standard methods used by the author in the investigation; but an appropriate citation is preferable. Authors who duplicate material from their own published work in a new article, without clearly identifying the repeated material and its source as outlined above, are self-plagiarising.

If the work involves the use of human subjects, the author should ensure that the work described has been carried out in accordance with [The Code of Ethics of the World Medical Association](#) (Declaration of Helsinki) for experiments involving humans. The manuscript should be in line with the [Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing and Publication of Scholarly Work in Medical Journals](#) and aim for the inclusion of representative human populations (sex, age and ethnicity) as per those recommendations. Authors should include a statement in the manuscript that informed consent was obtained for experimentation with human subjects. The privacy rights of human subjects must always be observed. Sensory tests with consumers fall in this category: approval of an institutional Ethics commission or equivalent is required, and that the decision number must be provided. All animal experiments should comply with the [ARRIVE guidelines](#) and should be carried out in accordance with the U.K. Animals (Scientific Procedures) Act, 1986 and associated guidelines, [EU Directive 2010/63/EU for animal experiments](#), or the National Institutes of Health guide for the care and use of Laboratory animals (NIH Publications No. 8023, revised 1978) and the authors should clearly indicate in the manuscript that such guidelines have been followed. The sex of animals must be indicated, and where appropriate, the influence (or association) of sex on the results of the study.

Declaration of interest

All authors must disclose any financial and personal relationships with other people or organizations that could inappropriately influence (bias) their work. Examples of potential competing interests include employment, consultancies, stock ownership, honoraria, paid expert testimony, patent applications/registrations, and grants or other funding. Authors must disclose any interests in two places: 1. A summary declaration of interest statement in the title page file (if double anonymized) or the manuscript file (if single anonymized). If there are no interests to declare then please state this: 'Declarations of interest: none'. This summary statement will be ultimately published if the article is accepted. 2. Detailed disclosures as part of a separate Declaration of Interest form, which forms part of the journal's official records. It is important for potential interests to be declared in both places and that the information matches. [More information](#).

Submission declaration and verification

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract, a published lecture or academic thesis, see '[Multiple, redundant or concurrent publication](#)' for more information), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright- holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection service [Crossref Similarity Check](#).

Preprints

Please note that [preprints](#) can be shared anywhere at any time, in line with Elsevier's [sharing policy](#). Sharing your preprints e.g. on a preprint server will not count as prior publication (see '[Multiple, redundant or concurrent publication](#)' for more information).

Use of inclusive language

Inclusive language acknowledges diversity, conveys respect to all people, is sensitive to differences, and promotes equal opportunities. Content should make no assumptions about the beliefs or commitments of any reader; contain nothing which might imply that one individual is superior to another on the grounds of age, gender, race, ethnicity, culture, sexual orientation, disability or health condition; and use inclusive language throughout. Authors should ensure that writing is free from bias, stereotypes, slang, reference to dominant culture and/or cultural assumptions. We advise to seek gender neutrality by using plural nouns ("clinicians, patients/clients") as default/wherever possible to avoid using "he, she," or "he/she." We recommend avoiding the use of descriptors that refer to personal attributes such as age, gender, race, ethnicity, culture, sexual orientation, disability or health condition unless they are relevant and valid. These guidelines are meant as a point of reference to help identify appropriate language but are by no means exhaustive or definitive.

Author contributions

For transparency, we encourage authors to submit an author statement file outlining their individual contributions to the paper using the relevant CRediT roles: Conceptualization; Data curation; Formal analysis; Funding acquisition; Investigation; Methodology; Project administration; Resources; Software; Supervision; Validation; Visualization; Roles/Writing - original draft; Writing - review & editing. Authorship statements should be formatted with the names of authors first and CRediT role(s) following. [More details and an example](#)

Authorship

All authors should have made substantial contributions to all of the following: (1) the conception and design of the study, or acquisition of data, or analysis and interpretation of data, (2) drafting the article or revising it critically for important intellectual content, (3) final approval of the version to be submitted.

Changes to authorship

Authors are expected to consider carefully the list and order of authors **before** submitting their manuscript and provide the definitive list of authors at the time of the original submission. Any addition, deletion or rearrangement of author names in the authorship list should be made only **before** the manuscript has been accepted and only if approved by the journal Editor. To request such a change, the Editor must receive the following from the **corresponding author**: (a) the reason for the change in author list and (b) written confirmation (e-mail, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed.

Only in exceptional circumstances will the Editor consider the addition, deletion or rearrangement of authors **after** the manuscript has been accepted. While the Editor considers the request, publication of the manuscript will be suspended. If the manuscript has already been published in an online issue, any requests approved by the Editor will result in a corrigendum.

Article transfer service

This journal is part of our Article Transfer Service. This means that if the Editor feels your article is more suitable in one of our other participating journals, then you may be asked to consider transferring the article to one of those. If you agree, your article will be transferred automatically on your behalf with no need to reformat. Please note that your article will be reviewed again by the new journal. [More information](#).

Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (see [more information](#) on this). An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. [Permission](#) of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations. If

excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has [preprinted forms](#) for use by authors in these cases.

For gold open access articles: Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'License Agreement' ([more information](#)). Permitted third party reuse of gold open access articles is determined by the author's choice of [user license](#).

Author rights

As an author you (or your employer or institution) have certain rights to reuse your work. [More information](#).

Elsevier supports responsible sharing

Find out how you can [share your research](#) published in Elsevier journals.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated.

Open access

Please visit our [Open Access page](#) for more information.

Elsevier Researcher Academy

[Researcher Academy](#) is a free e-learning platform designed to support early and mid-career researchers throughout their research journey. The "Learn" environment at Researcher Academy offers several interactive modules, webinars, downloadable guides and resources to guide you through the process of writing for research and going through peer review. Feel free to use these free resources to improve your submission and navigate the publication process with ease.

Language (usage and editing services)

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the [English Language Editing service](#) available from Elsevier's Author Services.

Submission

Our online submission system guides you stepwise through the process of entering your article details and uploading your files. The system converts your article files to a single PDF file used in the peer-review process. Editable files (e.g., Word, LaTeX) are required to typeset your article for final publication. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, is sent by e-mail.

Authors must provide and use an email address unique to themselves and not shared with another author registered in Editorial Manager, or a department.

Review Process

A peer review system involving two or three reviewers is used to ensure high quality of manuscripts accepted for publication. The Editor-in-Chief and Editors have the right to decline formal review of the manuscript when it is deemed that the manuscript is 1) on a topic outside the scope of the Journal, 2) lacking technical merit, 3) focused on foods or processes that are of narrow regional scope and significance, 4) fragmentary and provides marginally incremental results, or 5) is poorly written.

Referees

Please submit the names and institutional e-mail addresses of several potential referees. For more details, visit our [Support site](#). Note that the editor retains the sole right to decide whether or not the suggested reviewers are used.

Peer Reviews

It is the journal policy to keep the peer reviewing anonymous. Names of reviewers are only revealed if they are in agreement with the request of the author. When submitting a manuscript, authors may indicate names of experts who are not suitable/appropriate for reviewing the paper.

PREPARATION

Queries

For questions about the editorial process (including the status of manuscripts under review) please contact us at <https://service.elsevier.com/>. For technical support on submissions please check [here](#).

Peer review

This journal operates a single anonymized review process. All contributions will be initially assessed by the editor for suitability for the journal. Papers deemed suitable are then typically sent to a minimum of two independent expert reviewers to assess the scientific quality of the paper. The Editor is responsible for the final decision regarding acceptance or rejection of articles. The Editor's decision is final. Editors are not involved in decisions about papers which they have written themselves or have been written by family members or colleagues or which relate to products or services in which the editor has an interest. Any such submission is subject to all of the journal's usual procedures, with peer review handled independently of the relevant editor and their research groups. [More information on types of peer review](#).

Use of word processing software

It is important that the file be saved in the native format of the word processor used. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the word processor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the [Guide to Publishing with Elsevier](#)). Note that source files of figures, tables and text graphics will be required whether or not you embed your figures in the text. See also the section on Electronic artwork.

To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor.

All lines must be consecutively numbered throughout the manuscript.

Article structure

Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and methods

Provide sufficient details to allow the work to be reproduced by an independent researcher. Methods that are already published should be summarized, and indicated by a reference. If quoting directly from a previously published method, use quotation marks and also cite the source. Any modifications to existing methods should also be described.

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

Appendices

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility includes answering any future queries about Methodology and Materials. **Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.**
- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Highlights

Highlights are mandatory for this journal as they help increase the discoverability of your article via search engines. They consist of a short collection of bullet points that capture the novel results of your research as well as new methods that were used during the study (if any). Please have a look at the examples here: [example Highlights](#).

Highlights should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point).

Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

Abstracts should not exceed 200 words for Research papers and Short communications, or 300 words for Review articles.

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 5 keywords, using British spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

If possible the Food Science and Technology Abstracts (FSTA) Thesaurus should be used (IFIS Publ., Shinfield, Reading RG2 9BB, UK <http://www.foodScienceCentral.com>).

Abbreviations

Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

Formatting of funding sources

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, please include the following sentence:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other units are mentioned, please give their equivalent in SI.

Do not use %, ppm, M, N, etc. as units for concentrations. If analytical data are reported, replicate analyses must have been carried out and the number of replications must be stated.

Math formulae

Please submit math equations as editable text and not as images. Present simple formulae in line with normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y. In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

Footnotes

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article. Many word processors can build footnotes into the text, and this feature may be used. Otherwise, please indicate the position of footnotes in the text and list the footnotes themselves separately at the end of the article. Do not include footnotes in the Reference list.

Artwork

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Embed the used fonts if the application provides that option.
- Aim to use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, or use fonts that look similar.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Size the illustrations close to the desired dimensions of the published version.
- Submit each illustration as a separate file.
- Ensure that color images are accessible to all, including those with impaired color vision.

A detailed [guide on electronic artwork](#) is available.

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format.

Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, please 'Save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts.

TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors;

- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color: in print or online only. [Further information on the preparation of electronic artwork.](#)

Figure captions

Figures must be comprehensible without reference to the text. Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used in the caption. If analytical data are reported, replicate analyses must have been carried out. State the number of replications and provide standard error or other evidence of reliability of the data.

Tables

Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text. Include a short but informative title. Provide the experimental conditions, as far as they are necessary for understanding. The reader should not have to refer to the text in order to understand the tables.

Place footnotes to tables below the table body and indicate them with superscript lowercase letters. Avoid vertical rules. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in tables do not duplicate results described elsewhere in the article.

If analytical data are reported, replicate analyses must have been carried out. State the number of replications and give standard error or other evidence of reliability of data.

Probabilities may be indicated by * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$ and *** $P < 0.001$.

References

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

All citations in the text should refer to:

1. Single author: the author's name (without initials, unless there is ambiguity) and the year of publication (Smith, 2003);
2. Two authors: both authors' names and the year of publication (Smith & Jones, 2004);
3. Three, four or five authors: all authors names and year of publication (Smith, Jones, & Brown, 2005). For all subsequent citations of this work use et al. (Smith et al., 2005).
4. Six or more authors: first author's name followed by et al. and the year of publication (Black et al., 2007).

Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

Data references

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

Reference management software

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support [Citation Style Language styles](#), such as [Mendeley](#). Using citation plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide. If you use reference management software, please ensure that you remove all field codes before submitting the electronic manuscript. [More information on how to remove field codes from different reference management software](#).

Users of Mendeley Desktop can easily install the reference style for this journal by clicking the following link:

<http://open.mendeley.com/use-citation-style/lwt-food-science-and-technology>

When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plug-ins for Microsoft Word or LibreOffice.

Reference style

Text: Citations in the text should follow the referencing style used by the American Psychological Association. You are referred to the Publication Manual of the American Psychological Association, Seventh Edition, ISBN 978-1-4338-3215-4, copies of which may be [ordered online](#).

List: references should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of publication.

Examples:

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J. A. J., & Lupton, R. A. (2010). The art of writing a scientific article. *Journal of Scientific Communications*, 163, 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.sc.2010.00372>.

Reference to a journal publication with an article number:

Van der Geer, J., Hanraads, J. A. J., & Lupton, R. A. (2018). The art of writing a scientific article. *Heliyon*, 19, Article e00205. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00205>.

Reference to a book:

Strunk, W., Jr., & White, E. B. (2000). *The elements of style* (4th ed.). Longman (Chapter 4).

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G. R., & Adams, L. B. (2009). How to prepare an electronic version of your article. In B. S. Jones, & R. Z. Smith (Eds.), *Introduction to the electronic age* (pp. 281–304). E-Publishing Inc.

Reference to a website:

Powertech Systems. (2015). *Lithium-ion vs lead-acid cost analysis*. Retrieved from <http://www.powertechsystems.eu/home/tech-corner/lithium-ion-vs-lead-acid-cost-analysis/>.

Accessed January 6, 2016

Reference to a dataset:

[dataset] Oguro, M., Imahiro, S., Saito, S., & Nakashizuka, T. (2015). *Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions*. Mendeley Data, v1. <https://doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

Reference to a conference paper or poster presentation:

Engle, E.K., Cash, T.F., & Jarry, J.L. (2009, November). *The Body Image Behaviours Inventory-3: Development and validation of the Body Image Compulsive Actions and Body Image Avoidance Scales*. Poster session presentation at the meeting of the Association for Behavioural and Cognitive Therapies, New York, NY.

Video

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include links to these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the file in one of our recommended file formats with a preferred maximum

size of 150 MB per file, 1 GB in total. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including [ScienceDirect](#). Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our [video instruction pages](#). Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

Data visualization

Include interactive data visualizations in your publication and let your readers interact and engage more closely with your research. Follow the instructions [here](#) to find out about available data visualization options and how to include them with your article.

Supplementary material

Supplementary material such as applications, images and sound clips, can be published with your article to enhance it. Submitted supplementary items are published exactly as they are received (Excel or PowerPoint files will appear as such online). Please submit your material together with the article and supply a concise, descriptive caption for each supplementary file. If you wish to make changes to supplementary material during any stage of the process, please make sure to provide an updated file. Do not annotate any corrections on a previous version. Please switch off the 'Track Changes' option in Microsoft Office files as these will appear in the published version.

Research data

This journal encourages and enables you to share data that supports your research publication where appropriate, and enables you to interlink the data with your published articles. Research data refers to the results of observations or experimentation that validate research findings. To facilitate reproducibility and data reuse, this journal also encourages you to share your software, code, models, algorithms, protocols, methods and other useful materials related to the project.

Below are a number of ways in which you can associate data with your article or make a statement about the availability of your data when submitting your manuscript. If you are sharing data in one of these ways, you are encouraged to cite the data in your manuscript and reference list. Please refer to the "References" section for more information about data citation. For more information on depositing, sharing and using research data and other relevant research materials, visit the [research data](#) page.

Data linking

If you have made your research data available in a data repository, you can link your article directly to the dataset. Elsevier collaborates with a number of repositories to link articles on ScienceDirect with relevant repositories, giving readers access to underlying data that gives them a better understanding of the research described.

There are different ways to link your datasets to your article. When available, you can directly link your dataset to your article by providing the relevant information in the submission system. For more information, visit the [database linking page](#).

For [supported data repositories](#) a repository banner will automatically appear next to your published article on ScienceDirect.

In addition, you can link to relevant data or entities through identifiers within the text of your manuscript, using the following format: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN).

Mendeley Data

This journal supports Mendeley Data, enabling you to deposit any research data (including raw and processed data, video, code, software, algorithms, protocols, and methods) associated with your manuscript in a free-to-use, open access repository. During the submission process, after uploading your manuscript, you will have the opportunity to upload your relevant datasets directly to *Mendeley Data*. The datasets will be listed and directly accessible to readers next to your published article online.

For more information, visit the [Mendeley Data for journals page](#).

Data statement

To foster transparency, we encourage you to state the availability of your data in your submission. This may be a requirement of your funding body or institution. If your data is unavailable to access or unsuitable to post, you will have the opportunity to indicate why during the submission process, for example by stating that the research data is confidential. The statement will appear with your published article on ScienceDirect. For more information, visit the [Data Statement page](#).

AFTER ACCEPTANCE

Online proof correction

To ensure a fast publication process of the article, we kindly ask authors to provide us with their proof corrections within two days. Corresponding authors will receive an e-mail with a link to our online proofing system, allowing annotation and correction of proofs online. The environment is similar to MS Word: in addition to editing text, you can also comment on figures/tables and answer questions from the Copy Editor. Web-based proofing provides a faster and less error-prone process by allowing you to directly type your corrections, eliminating the potential introduction of errors.

If preferred, you can still choose to annotate and upload your edits on the PDF version. All instructions for proofing will be given in the e-mail we send to authors, including alternative methods to the online version and PDF.

We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication. Please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility.

Offprints

The corresponding author will, at no cost, receive a customized [Share Link](#) providing 50 days free access to the final published version of the article on [ScienceDirect](#). The Share Link can be used for sharing the article via any communication channel, including email and social media. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. Both corresponding and co-authors may order offprints at any time via Elsevier's [Author Services](#). Corresponding authors who have published their article gold open access do not receive a Share Link as their final published version of the article is available open access on ScienceDirect and can be shared through the article DOI link.

AUTHOR INQUIRIES

Visit the [Elsevier Support Center](#) to find the answers you need. Here you will find everything from Frequently Asked Questions to ways to get in touch.

You can also [check the status of your submitted article](#) or find out [when your accepted article will be published](#).

© Copyright 2018 Elsevier | <https://www.elsevier.com>



FOOD RESEARCH INTERNATIONAL

A journal of the Canadian Institute of Food Science and Technology (CIFST)

AUTHOR

TABLE OF CONTENTS

•	Description	p.1
•	Impact Factor	p.2
•	Abstracting and Indexing	p.2
•	Editorial Board	p.2
•	Guide for Authors	p.7



ISSN: 0963-9969

DESCRIPTION

We are pleased to announce that *Food Research International* has been accepted in MEDLINE as of March 7th, 2017.

Food Research International provides a forum for the rapid dissemination of significant novel and high impact research in food science, technology, engineering and nutrition. The journal only publishes novel, high quality and high impact review papers, original research papers and letters to the editors, in the various disciplines encompassing the science and technology of food. It is journal policy to publish special issues on topical and emergent subjects of food research or food research- related areas. Special issues of selected, peer-reviewed papers from scientific meetings, workshops, conferences on the science, technology and engineering of foods will be also published.

Food Research International is the successor to the Canadian Institute of Food Science and Technology Journal. Building on the quality and strengths of its predecessor, *Food Research International* has been developed to create a truly international forum for the communication of research in **food science**.

Topics covered by the journal include:

food chemistry food microbiology and safety microbiome food **toxicology materials** science of foods **food engineering** physical **properties** of foods **sensory science food quality** health and **nutrition food biophysics** analysis of foods **food nanotechnology emerging technologies**

Subjects that **will not** be considered for publication in *Food Research International*, and will be rejected as being outside of scope, include :

Studies testing different formulations and ingredients leading to the choice of the best formulation or ingredient to be used in the manufacture of a specified food; Optimization studies aiming to determine processing conditions and/or raw materials that increase the yield of a production process or improve nutritional and sensorial qualities; Studies describing the production of ingredients and only their characterization without a strong mechanistic emphasis; Studies describing the biological activity of foods lacking identification of the compounds responsible for the reported activity will not be published. This is also valid for any other chemical compounds such as phytochemicals and minor components of foods. Compounds of interest need to be characterized at least by mass spectrometry- based methods. Studies that do not clearly prove the relationship between the structure of the compounds and their activity; Fingerprinting studies lacking molecular insights and validation sets; Studies on antimicrobial compounds that do not consider a validation step in foods, lacking full data on chemical composition indicating the compounds responsible for the inhibitory activity and, when appropriate, the use of

molecular biology approaches to support the findings; Development

of analytical methods not comprising a validation step in situ that represent the range of conditions faced during their application will not be considered; Surveys of chemical, nutritional, physical and microbiological hazards will not be considered. Only papers presenting a significant data set, wide coverage, novel and supported by adequate chemical or microbiological techniques will be considered; Pharmacology and nutritional studies papers focusing in hosts rather than in foods. Pharmacology and nutritional studies that do not contain bioavailability or biofunctionality. Engineering studies lacking of mathematical verification or validation in situ, when appropriate; Fragmented studies, of low scientific quality, or poorly written. Studies with no food component.

IMPACT FACTOR

2019: 4.972 © Clarivate Analytics Journal Citation Reports 2020

ABSTRACTING AND INDEXING

CAB International
EMBiology
AGRICOLA
BIOSIS Citation Index
Elsevier BIOBASE
FSTA (Food Science and Technology Abstracts)
International Packaging Abstracts
Science Citation Index Publications
in Food Microbiology Index to
Scientific Reviews Current
Packaging Abstracts Chemical
Abstracts
Current Contents - Agriculture, Biology & Environmental Sciences Scopus
PubMed/Medline

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief

Anderson Sant'Ana, State University of Campinas, Campinas, São Paulo, Brazil
Food microbiology, Food safety, Food science, Probiotics, Foodborne pathogens, Mycotoxins, Fungi, Sporeforming bacteria, Food processing

Associate Editors

Emerging Technologies

Tian Ding, Zhejiang University, Hangzhou, China
Emerging technology, nonthermal technology, foodborne pathogens, microbiological risk assessment

Food Chemistry and Analysis

Vural Gökmen, Hacettepe University, Ankara, Turkey
Patrícia Valentão, University of Porto Faculty of Pharmacy, Porto, Portugal
Natural Products, Phenolic compounds, Antioxidant, Diabetes, Inflammation

Food Engineering and Materials Science of Foods

Pedro Esteves Duarte Augusto, University of Sao Paulo Department of Agribusiness Food and Nutrition, PIRACICABA, Brazil

Food Microbiology, Safety and Quality

Vasilis P. Valdramidis, University of Malta, Department of Food Sciences and Nutrition, Msida, Malta
Food microbiology, predictive microbiology, non-thermal technologies, food processing

Food Omics

Alessandra Bordoni, University of Bologna Department of Agri-Food Sciences and Technologies, Bologna, Italy
Nutrition

Food Toxicology

Bruno De Meulenaer, Ghent University, Gent, Belgium

Functional Foods

Baojun (Bruce) Xu, Beijing Normal University-Hong Kong Baptist University United International College, Food Science and Technology Program, Tangjiawan, China

Functional food, phytochemicals, nutraceuticals, health promoting effects, bioactive food components.

Microbiome

Francesca De Filippis, University of Naples Federico II, Napoli, Italy

Nutrigenomics

Alan Mackie, University of Leeds, Leeds, United Kingdom

Sensory Aspects of Foods

Han-Seok Seo, University of Arkansas, Fayetteville, Arkansas, United States of America

Sensory science, Cross-modal interaction, Consumer behavior, Food psychology, Neuroscience

Review Editor

Jose Manuel Lorenzo Rodriguez, Meat Technological Centre, Ourense, Spain

Food Science and Technology

Editorial Board Members

Nathalia D. Aceval Arriola, National University of the East, Ciudad Del Este, Paraguay Bioactive compounds, food chemistry, polyphenols, encapsulation, food metabolomics **Halise Gül**

Akillioğlu, Hacettepe University, Ankara, Turkey

Gitana Alencikiene, Kaunas University of Technology, Kaunas, Lithuania

Arzu Altunkaya, Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry, Ankara, Turkey

Avelino Álvarez-Ordóñez, Teagasc Food Research Centre Moorepark, Moorepark, Ireland

Emilio Alvarez Parrilla, Autonomous University of Ciudad Juárez Department of Biochemistry, Chihuahua, Mexico

Antioxidants, Food chemistry

Saber Amiri, Orumieh University, Urmia, Iran

Biopolymers, Biomaterials, Natural hydrogels, Encapsulation, Bioactivity

Paula Andrade, University of Porto, Porto, Portugal

Adriane Antunes de Moraes, State University of Campinas School of Applied Sciences, Limeira, Brazil

Microbiology, probiotics, microbiota

Gastón Ares, University of the Republic Polo Technological Institute of Pando, Pando, Canelones, Uruguay

J. Fernando Ayala-Zavala, Center for Food Research and Development Emerging Technologies Laboratory, Hermosillo, Sonora, Mexico

Joanna Banas, University of Agriculture in Krakow, Krakow, Poland

Nandika Bandara, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba, Canada

Nano encapsulation, bioactive delivery, Protein chemistry and technology, food nanotechnology, food chemistry

Francisco J. Barba, University of Valencia Faculty of Pharmacy, Burjassot, Spain

Innovative Food Processing Technologies, Nutrients, Bioactive compounds, Bioactivity, Food Waste Valorization.

Hongtao Bi, Northwest Institute of Plateau Biology Chinese Academy of Sciences, Xining, China

Neura Bragagnolo, State University of Campinas, Campinas, São Paulo, Brazil

Maria Brandao, Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil

Pedro H. Campelo, Federal University of Amazonas, Manaus, Brazil

Emerging Technology, Starchmodification, Encapsulation, Food Drying, Amazonian products

Wilman Carrillo, Technical University of Ambato, Ambato, Ecuador

Proteins, antioxidants, quinoa, lysozyme, biocompounds

Maurício Bonatto Machado de Castilhos, Sao Paulo State University Julio de Mesquita Filho Department of Food Engineering and Technology, SAO JOSE DO RIO PRETO, Brazil

Miguel Angelo Cerqueira, International Iberian Nanotechnology Laboratory, Braga, Portugal

Food packaging; nanotechnology; functional foods; food preservation.

Maria Veronica Lisa Chandra-Hioe, University of New South Wales, Sydney, New South Wales, Australia

Sui Kiat Chang, South China Botanical Garden, Guangzhou, China

Functional Foods, Nutraceuticals, Bioactive compounds, Nutrition

Bingcan Chen, North Dakota State University, Fargo, North Dakota, United States of America

Lin Chen, Guangdong University of Technology - University Town Campus, Guangzhou, China

Protein modification, Food emulsion, protein-polysaccharide interaction, Microgel particles, Food texture and microstructure

Amanda Yucca Chulayo, Dohne Agricultural Development Institute, Stutterheim, South Africa
Animal Welfare, Nutrition, Biotechnology, Meat Science, Stress enzymes

Fook Yee Chye, Universiti Malaysia Sabah Faculty of Food Science and Nutrition, Kota Kinabalu, Malaysia
Microbial food safety, food fermentation, probiotic, prebiotic, food composition, natural antimicrobial, food antioxidants, food safety management

Antonio Cilla, University of Valencia Faculty of Pharmacy, Burjassot, Spain
functional foods, bioactive compounds, bioaccessibility, bioactivity, oxidative stress

Georgiana Gabriela Codina, Ștefan cel Mare University of Suceava, Suceava, Romania **Fabiano Jares Contesini**, State University of Campinas, Campinas, São Paulo, Brazil

Ana Rodrigues Costa, Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil
process engineering; emulsification; rheology; microfluidic; food packaging

Cüneyt DİNÇER, Akdeniz University, Antalya, Turkey

Julio Beltrame Daleprane, Rio de Janeiro State University, Rio de Janeiro, Brazil

Alessandra Del Caro, University of Sassari, Sassari, Italy

Mateo Alessandro Del Nobile, University of Foggia, Foggia, Italy

Disney Dias, Federal University of Lavras, Lavras, Brazil **Fei Ding**, Qingdao Agricultural University, Qingdao, China **Ezgi Doğan Cömert**, Hacettepe University, Ankara, Turkey

Osman Duman, Akdeniz University, Antalya, Turkey

Aly Farag El Sheikha, McMaster University, Hamilton, Ontario, Canada

Gongjian Fan, Nanjing Forestry University College of Light Industry and Food Engineering, Nanjing, China
Food Chemistry; Food Biochemistry; Food Fermentation; Functional Food; Anthocyanin

Xi Feng, San Jose State University Department of Nutrition Food Science and Packaging, San Jose, California, United States of America
Meat Science, Flavor Chemistry, Sensory Evaluation, Food Quality

Virginia Fernandez-Ruiz, Complutense University of Madrid, Madrid, Spain

Ilario Ferrocino, University of Turin, Torino, Italy
microbiome, food microbiota, gut, metagenomics

Susana Fiszman, Institute of Agrochemistry and Food Technology Research Department on Food Conservation and Quality, Valencia, Spain
Texture creation; Texture modification; Food sensory perception; Food ingredient's interaction; Food oral processing

Ana Cristina Freitas, Centre of Biotechnology and Fine Chemistry, Porto, Portugal
Food Science and Technology, Microbiology, Functional Foods, Probiotics, Microencapsulation

Victor de Freitas, University of Porto, Porto, Portugal

EFSTATHIOS GIAOURIS, University of the Aegean, Mytilini, Greece
biofilms, food microbiology, food safety, foodborne pathogens, Salmonella enterica, Listeria monocytogenes, Staphylococcus aureus, natural antimicrobials, disinfection, cell-to-cell interactions, rapid methods

Charis Galanakis, Galanakis Laboratories, Chania, Greece
Food waste recovery, Food innovations, Food Waste valorization, COVID-19 food systems, Sustainable food systems

Jose Alberto Gallegos Infante, Institute Tecnology of Durango, Durango, Dgo, Mexico

Manuela Giordano, University of Turin, Torino, Italy

Anupam Giri, SABIC Netherlands, Bergen op Zoom, Netherlands
Chromatography, Mass spectrometry, GC×GC, Food, Petroleum

Carlos Gomez-Corona, Firmenich de Mexico, Mexico City, Mexico
Sensory, Consumer research, multivariate statistics, social psychology, product experience

Neslihan Goncuoglu, Hacettepe University, Ankara, Turkey

Shela Gorinstein, Hebrew University of Jerusalem, Jerusalem, Israel

Luis Goya, Institute of Science and Technology Food and Nutrition, Madrid, Spain

Daniel Granato, Natural Resources Institute Finland, HELSINKI, Finland **Aparna H.S.**, University of Mysore Department of Biotechnology, Mysore, India **Aytul Hamzalioglu**, Hacettepe University, Ankara, Turkey

Lili He, University of Massachusetts Amherst Department of Food Science, Amherst, Massachusetts, United States of America
Food analysis, spectroscopy, chemical imaging, nanotechnology, food safety

En Huang, UNIVERSITY OF ARKANSAS FOR MEDICAL SCIENCES, Little Rock, Arkansas, United States of America

Shahzad Zafar Iqbal, Government College University Faisalabad, Faisalābād, Pakistan

Gökçen İzli, Bursa Technical University, Bursa, Turkey

Maria Eugenia Jaramillo-Flores, National School of Biological Sciences, Ciudad de Mexico Mexico

Senem Kamiloglu, Bursa Uludag University, Bursa, Turkey
polyphenols, bioavailability, authenticity

Panagiotis Kandylis, University of Patras Department of Chemistry, Patras, Greece
Meral Kilic-Akyilmaz, Istanbul Technical University, İstanbul, Turkey
 Dairy Technology, Food Technology, Shelf life, Food rheology and texture, food waste
Hector Koolen, University of Amazonas State, MANAUS, Brazil
Ji Li, Nutraceutical Corp, Park City, Utah, United States of America
 Polysaccharide, Plant Protein, Delivery System, Electrospinning, Sensory Evaluation
Marciane Magnani, Federal University of Paraíba, Department of Food Engineering, JOÃO PESSOA, Brazil
 Salmonella, essential oils, Probiotics, food safety, antimicrobial resistance
Alejandro Marangoni, University of Guelph Department of Food Science, Guelph, Ontario, Canada
 Materials science of food components, Relationship between structure at different length scales and physical properties, Crystallization and structure of edible fats, Structure and functionality of oleogels, Mathematical description of natural processes
Jason McCallum, Agriculture and Agri-Food Canada, Ottawa, Ontario, Canada
Ilce Gabriela Medina-Meza, Michigan State University, East Lansing, Michigan, United States of America
Lauro Melo, Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil
Adriana Mercadante, State University of Campinas, Campinas, São Paulo, Brazil
D. Mercer, University of Guelph Kemptville Campus, Kemptville, Ontario, Canada
Abhinav Mishra, The University of Georgia, Athens, Georgia, United States of America
 Food Microbiology, Food Safety, Predictive Microbiology, Risk Analysis/Assessments, Microbial Sampling Plans
Biswapriya Biswas Misra, Wake Forest University School of Medicine, Winston-Salem, North Carolina, United States of America
 metabolomics, mass spectrometry, bioinformatics, phytochemistry, metabolic disease
Amin Mousavi Khaneghah, State University of Campinas, Campinas, São Paulo, Brazil
 Food Toxicology; Food Contaminates; Risk assessment; Systematic review; Essential oils **Yassine Mrabet**, National Institute of Research and Physico-Chemical Analysis, Sidi Thabet, Tunisia **Voster Muchenje**, University of Fort Hare, Alice, RSA South Africa
 Meat Science, Food Security, Sensory evaluation
Khamis Ali Omar, Zanzibar Food and Drug Agency, Zanzibar, Tanzania, United Republic of Milk Fat; Vegetable Oil; Volatile Compounds; Triacylglycerol; Oxidative Stability **Mircea Oroian**, Ștefan cel Mare University of Suceava, Suceava, Romania
Emmanouil Papaioannou, Lancaster University, Lancaster, United Kingdom
Maria Teresa Pedrosa Silva Clerici, State University of Campinas, Campinas, São Paulo, Brazil
Jara Pérez-Jiménez, Institute of Science and Technology Food and Nutrition, Madrid, Spain
 Food chemistry, antioxidants, nutrition
Guillermo Petzold, University of Bio-Bio - Chillan Campus, Chillan, Chile
Gianluca Picariello, Institute of Food Sciences National Research Council, Avellino, Italy
Farhana Pinu, New Zealand Institute for Plant and Food Research Ltd, Auckland, New Zealand
Predrag Putnik, University North, Department of Food Technology, Koprivnica, Croatia
 Statistics and Research Methodology, Experimental Design and Mathematical Modeling, Multivariate Analysis, Food Processing and Extraction Technologies
Chaminda Senaka Ranadheera, University of Melbourne School of Agriculture and Food, Melbourne, Victoria, Australia
Heber Rodrigues, Royal Agricultural University, Cirencester, United Kingdom
 food representation; cross cultural; wine science; consumer science; unfamiliar food
Sascha Rohn, Technische Universität Berlin, Institute of Food Technology and Food Chemistry, Department Food Chemistry and Analysis, Berlin, Germany
 Secondary plant metabolites, proteins, compound interactions
Donald Schaffner, Rutgers The State University of New Jersey, New Brunswick, New Jersey, United States of America
 Predictive microbiology, Modeling, microbial risk assessment, food safety
Stefano Sforza, University of Parma, Parma, Italy
Selim Silbir, Iğdir University, Iğdir, Turkey
 Food Biotechnology, Food Chemistry, Spectroscopy, Optimisation, RSM **Harjinder Singh**, Massey University Riddet Institute, Palmerston North, New Zealand **Ulf Sonesson**, Swedish Institute for Food and Biotechnology, Göteborg, Sweden
Weizheng Sun, South China University of Technology School of Food Science and Engineering, Guangzhou, China
 Food proteins; Peptide; Functional properties; Digestive behaviours; Sensors
Chuanhe Tang, South China University of Technology School of Food Science and Engineering, Guangzhou, China
 Food proteins; emulsions; functional properties; nanoencapsulation; bioaccessibility
Ittipon Techakriengkrai, Ramkhamhaeng University, Bangkok, Thailand
Zi Teng, University of Maryland at College Park, College Park, Maryland, United States of America
Gian Carlo Tenore, University of Naples Federico II, Napoli, Italy

Nutraceuticals and bioactive compounds, antioxidant activity, encapsulation of herbal extracts
Rohan Tikekar, University of Maryland at College Park, College Park, Maryland, United States of America
Rosanna Tofalo, University of Teramo, Teramo, Italy
Antonio Dario Troise, University of Naples Federico II, Napoli, Italy
Maillard reaction, mass spectrometry, analytical chemistry, food chemistry, glycation
Elizabeth Troncoso Ahués, Metropolitan Technological University, Santiago, Chile
LIPID; FOOD MATRIX; BIOAVAILABILITY; IN VITRO DIGESTION
Uthumporn Utra, Science University of Malaysia School of Industrial Technology, Penang, Malaysia
Domenique Valentin, University of Burgundy, Dijon, France
Manuel Viuda-Martos, Miguel Hernandez University of Elche Agro-Food Technology Department, Orihuela, Spain
Coproducts, Fibre, Antioxidant, Antibacterial, Foods
Bin Wang, Zhejiang Ocean University, Zhoushan, China
Bioactive peptide; Collagen; Antioxidant activity; Functional Foods
Guor-Jien Wei, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing, China
Jenny Weissbrodt, Symrise AG, Holzminden, Germany
Microencapsulation, Flavour, Delivery, Engineering, Food Technology
Marek Wesolowski, Medical University of Gdansk, Gdansk, Poland
Yingwang Ye, Hefei University of Technology, Hefei, China
Swee Keong Yeap, Xiamen University, Xiamen, China
Chi-Tai Yeh, Taipei Medical University, Taipei, Taiwan
Cemile Yilmaz, Hacettepe University, Ankara, Turkey
Yusuf Yilmaz, Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Burdur, Turkey
Long Yu, CSIRO Australian Manufacturing and Materials Precinct, Clayton, Australia
Biao Yuan, China Pharmaceutical University, Nanjing, China
Nutraceuticals, Functionality, Delivery systems, Proteins, Polysaccharides
Umut Yucel, Kansas State University, Manhattan, Kansas, United States of America
Giovani Leone Zobot, Federal University of Santa Maria - Cachoeira do Sul Campus, Cachoeira do Sul, Brazil
Food processing; extraction; supercritical fluids; hydrolysis; emulsions
Wei-Cai Zeng, Sichuan University College of Biomass Science and Engineering, Chengdu, China
Haifeng Zhao, South China University of Technology, Guangzhou, China
Sladana Žilić, Maize Research Institute Zemun Polje, Beograd, Serbia

GUIDE FOR AUTHORS

INTRODUCTION

Food Research International is the successor to the Canadian Institute of Food Science and Technology Journal. Building on the quality and strengths of its predecessor, *Food Research International* has been developed to create a truly international forum for the communication of research in food science.

Food Research International provides a forum for the rapid dissemination of significant novel and high impact research in food science, technology, engineering and nutrition. The journal only publishes novel, high quality and high impact review papers, original research papers and letters to the editors, in the various disciplines encompassing the science and technology of food. It is journal policy to publish special issues on topical and emergent subjects of food research or food research-related areas. Special issues of selected, peer-reviewed papers from scientific meetings, workshops, conferences on the science, technology and engineering of foods will be also published.

Food Research International does not publish papers with a product development emphasis, statistical optimizations of processes or surveys. This is based on the editorial policy of the journal to publish more fundamental work with a strong quantitative emphasis and of a general nature.

Topics covered by the journal include:

Emerging Technologies Sensory Aspects of Foods Food Toxicology Food Chemistry and Analysis Food Omics Nutrition, health and food digestion Food Engineering and Materials Science of Foods Functional Foods Food Microbiology, Safety and Quality

Please also refer to the list of subjects not considered in *Food Research International* before you submit your paper. These topics can be found in [the full aims and scope of the journal](#).

Types of paper

Research papers - original full-length research papers which have not been published previously, except in a preliminary form, and should not exceed 6,000 words. The word count refers to the text of the manuscript per se, i.e., references, figures and tables are not considered. Review articles - will be accepted in all areas of food science covered by the scope of the journal. Review articles focused on recent literature published (for example, over the previous 2-5 years) as well as comprehensive and definitive reviews will be considered. Review papers must contain critical assessment of literature and may also contain author's views on the subject. There are no word counts and reference numbers limit for review papers. Short communications - Food Research International does not publish short communication papers. Letters to the Editor - Letters are published from time to time on matters of topical interest. Book Reviews

Food Research International is concerned with safeguarding the rights and welfare of animals and human research subjects. Authors must provide a letter with the approval from the ethics committee from the respective University or research center where the study was performed.

The list of references must be as updated as possible. Making reference to recent work in the field is particularly key to highlight the current context of the manuscript and to make it more comprehensive, to highlight the novelty to the readers as well as its contribution to the field.

Contact details for submission

Submission for all types of manuscripts to *Food Research International* proceeds totally online. Via the Editorial Manager (EM) website for this journal, <https://www.editorialmanager.com/foodres/default.aspx>, you will be guided step-by-step through the creation and uploading of the various files.

Questions regarding content of a proposed submission can be directed to: foodresearchinternational@gmail.com.

Submission checklist

You can use this list to carry out a final check of your submission before you send it to the journal for review. Please check the relevant section in this Guide for Authors for more details.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address

All necessary files have been uploaded:

Cover Letter, clearly stating the novelty of your research

Manuscript:

- Include keywords
- All figures (include relevant captions)
- All tables (including titles, description, footnotes)
- Ensure all figure and table citations in the text match the files provided
- Indicate clearly if color should be used for any figures in print
Graphical Abstracts / Highlights files (where applicable)
Supplemental files (where applicable)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell checked' and 'grammar checked'
- All references mentioned in the Reference List are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Internet)
- A competing interests statement is provided, even if the authors have no competing interests to declare
- Journal policies detailed in this guide have been reviewed
- Referee suggestions and contact details provided, based on journal requirements

For further information, visit our [Support Center](#).

BEFORE YOU BEGIN

Ethics in publishing

Please see our information pages on [Ethics in publishing](#) and [Ethical guidelines for journal publication](#).

Studies in humans and animals

If the work involves the use of human subjects, the author should ensure that the work described has been carried out in accordance with [The Code of Ethics of the World Medical Association](#) (Declaration of Helsinki) for experiments involving humans. The manuscript should be in line with the [Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing and Publication of Scholarly Work in Medical Journals](#) and aim for the inclusion of representative human populations (sex, age and ethnicity) as per those recommendations. The terms [sex and gender](#) should be used correctly.

Authors should include a statement in the manuscript that informed consent was obtained for experimentation with human subjects. The privacy rights of human subjects must always be observed.

All animal experiments should comply with the [ARRIVE guidelines](#) and should be carried out in accordance with the U.K. Animals (Scientific Procedures) Act, 1986 and associated guidelines, [EU Directive 2010/63/EU for animal experiments](#), or the National Institutes of Health guide for the care and use of Laboratory animals (NIH Publications No. 8023, revised 1978) and the authors should clearly indicate in the manuscript that such guidelines have been followed. The sex of animals must be indicated, and where appropriate, the influence (or association) of sex on the results of the study.

Declaration of interest

All authors must disclose any financial and personal relationships with other people or organizations that could inappropriately influence (bias) their work. Examples of potential competing interests include employment, consultancies, stock ownership, honoraria, paid expert testimony, patent applications/registrations, and grants or other funding. Authors must disclose any interests in two places: 1. A summary declaration of interest statement in the title page file (if double anonymized) or the manuscript file (if single anonymized). If there are no interests to declare then please state this: 'Declarations of interest: none'. This summary statement will be ultimately published if the article is accepted. 2. Detailed disclosures as part of a separate Declaration of Interest form, which forms part of the journal's official records. It is important for potential interests to be declared in both places and that the information matches. [More information](#).

Submission declaration and verification

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract, a published lecture or academic thesis, see '[Multiple, redundant or concurrent publication](#)' for more information), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright- holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection service [Crossref Similarity Check](#).

Preprints

Please note that [preprints](#) can be shared anywhere at any time, in line with Elsevier's [sharing policy](#). Sharing your preprints e.g. on a preprint server will not count as prior publication (see '[Multiple, redundant or concurrent publication](#)' for more information).

Use of inclusive language

Inclusive language acknowledges diversity, conveys respect to all people, is sensitive to differences, and promotes equal opportunities. Content should make no assumptions about the beliefs or commitments of any reader; contain nothing which might imply that one individual is superior to another on the grounds of age, gender, race, ethnicity, culture, sexual orientation, disability or health condition; and use inclusive language throughout. Authors should ensure that writing is free from bias, stereotypes, slang, reference to dominant culture and/or cultural assumptions. We advise to seek gender neutrality by using plural nouns ("clinicians, patients/clients") as default/wherever possible to avoid using "he, she," or "he/she." We recommend avoiding the use of descriptors that refer to personal attributes such as age, gender, race, ethnicity, culture, sexual orientation, disability or health condition unless they are relevant and valid. These guidelines are meant as a point of reference to help identify appropriate language but are by no means exhaustive or definitive.

Author contributions

For transparency, we encourage authors to submit an author statement file outlining their individual contributions to the paper using the relevant CRediT roles: Conceptualization; Data curation; Formal analysis; Funding acquisition; Investigation; Methodology; Project administration; Resources; Software; Supervision; Validation; Visualization; Roles/Writing - original draft; Writing - review & editing. Authorship statements should be formatted with the names of authors first and CRediT role(s) following. [More details and an example](#)

Changes to authorship

Authors are expected to consider carefully the list and order of authors **before** submitting their manuscript and provide the definitive list of authors at the time of the original submission. Any addition, deletion or rearrangement of author names in the authorship list should be made only **before** the manuscript has been accepted and only if approved by the journal Editor. To request such a change, the Editor must receive the following from the **corresponding author**: (a) the reason for the change in author list and (b) written confirmation (e-mail, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed.

Only in exceptional circumstances will the Editor consider the addition, deletion or rearrangement of authors **after** the manuscript has been accepted. While the Editor considers the request, publication of the manuscript will be suspended. If the manuscript has already been published in an online issue, any requests approved by the Editor will result in a corrigendum.

Article transfer service

This journal is part of our Article Transfer Service. This means that if the Editor feels your article is more suitable in one of our other participating journals, then you may be asked to consider transferring the article to one of those. If you agree, your article will be transferred automatically on your behalf with no need to reformat. Please note that your article will be reviewed again by the new journal. [More information](#).

Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (see [more information](#) on this). An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. [Permission](#) of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations. If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has [preprinted forms](#) for use by authors in these cases.

For gold open access articles: Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'License Agreement' ([more information](#)). Permitted third party reuse of gold open access articles is determined by the author's choice of [user license](#).

Author rights

As an author you (or your employer or institution) have certain rights to reuse your work. [More information](#).

Elsevier supports responsible sharing

Find out how you can [share your research](#) published in Elsevier journals.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated.

Open access

Please visit our [Open Access page](#) for more information.

Elsevier Researcher Academy

[Researcher Academy](#) is a free e-learning platform designed to support early and mid-career researchers throughout their research journey. The "Learn" environment at Researcher Academy offers several interactive modules, webinars, downloadable guides and resources to guide you through the process of writing for research and going through peer review. Feel free to use these free resources to improve your submission and navigate the publication process with ease.

Language (usage and editing services)

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the [English Language Editing service](#) available from Elsevier's Author Services.

Submission

Our online submission system guides you stepwise through the process of entering your article details and uploading your files. The system converts your article files to a single PDF file used in the peer-review process. Editable files (e.g., Word, LaTeX) are required to typeset your article for final publication. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, is sent by e-mail.

Authors must provide and use an email address unique to themselves and not shared with another author registered in EM, or a department. It is mandatory to upload a Cover Letter together with your manuscript that explain in details the novelty of your research and why it is suitable for Food Research International. If the novelty of your research is not clear, the paper can be rejected by the editors or reviewers.

Referees

Please submit the names and institutional e-mail addresses of several potential referees. For more details, visit our [Support site](#). Note that the editor retains the sole right to decide whether or not the suggested reviewers are used.

PREPARATION

Peer review

This journal operates a single anonymized review process. All contributions will be initially assessed by the editor for suitability for the journal. Papers deemed suitable are then typically sent to a minimum of two independent expert reviewers to assess the scientific quality of the paper. The Editor is responsible

for the final decision regarding acceptance or rejection of articles. The Editor's decision is final. Editors are not involved in decisions about papers which they have written themselves or have been written by family members or colleagues or which relate to products or services in which the editor has an interest. Any such submission is subject to all of the journal's usual procedures, with peer review handled independently of the relevant editor and their research groups. [More information on types of peer review](#).

Use of word processing software

It is important that the file be saved in the native format of the word processor used. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the word processor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the [Guide to Publishing with Elsevier](#)). Note that source files of figures, tables and text graphics will be required whether or not you embed your figures in the text. See also the section on Electronic artwork.

To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor.

All pages of the manuscript must be numbered. All lines must be numbered continuously throughout the manuscript.

General: Manuscripts must be typewritten, with 2 cm margins. Each page must be numbered, and lines must be consecutively numbered from the start to the end of the manuscript. Good quality printouts with a font size of 12 or 10 pt are required. The corresponding author should be identified (include a valid E-mail address). Full postal and email addresses must be given for all co-authors. Authors should consult a recent issue of the journal for style if possible. The Editors reserve the right to adjust style to certain standards of uniformity.

Article structure

Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and methods

Provide sufficient details to allow the work to be reproduced by an independent researcher. Methods that are already published should be summarized, and indicated by a reference. If quoting directly from a previously published method, use quotation marks and also cite the source. Any modifications to existing methods should also be described.

Theory/calculation

A Theory section should extend, not repeat, the background to the article already dealt with in the Introduction and lay the foundation for further work. In contrast, a Calculation section represents a practical development from a theoretical basis.

Authors are encouraged to read the helpful notes on statistics applied in the planning of experiments and assessment of results in the field of food science and technology. The more important univariate and bivariate parametric and non-parametric methods, their advantages and disadvantages are presented in "Observations on the use of statistical methods in Food Science and Technology by Granato (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996913005723>).

Follow this order when typing manuscripts: Title, Authors, Affiliations, Abstract, Keywords, Main text (Introduction, Material and Methods, Results, Conclusion), Acknowledgements, Appendix, References. The corresponding author should be identified with an asterisk and footnote. All other footnotes (except for table footnotes) should be identified with superscript Arabic numbers. The title of the paper should unambiguously reflect its contents.

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

Appendices

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility includes answering any future queries about Methodology and Materials. **Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.**
- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Highlights

Highlights are mandatory for this journal as they help increase the discoverability of your article via search engines. They consist of a short collection of bullet points that capture the novel results of your research as well as new methods that were used during the study (if any). Please have a look at the examples here: [example Highlights](#).

Highlights should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point).

Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

Graphical abstract

A graphical abstract is mandatory for this journal. It should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership online. Authors must provide images that clearly represent the work described in the article. Graphical abstracts should be

submitted as a separate file in the online submission system. Image size: please provide an image with a minimum of 531 × 1328 pixels (h × w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5 × 13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. You can view [Example Graphical Abstracts](#) on our information site.

Authors can make use of Elsevier's [Illustration Services](#) to ensure the best presentation of their images also in accordance with all technical requirements.

Keywords

Immediately after the abstract, provide at least 6 keywords (maximum allowed: 12 keywords), using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. **Keywords must be different from title to enhance searchability and findability.** These keywords will be used for indexing purposes.

Abbreviations

Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

Formatting of funding sources

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, please include the following sentence:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other units are mentioned, please give their equivalent in SI.

Math formulae

Please submit math equations as editable text and not as images. Present simple formulae in line with normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y. In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

Footnotes

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article. Many word processors can build footnotes into the text, and this feature may be used. Otherwise, please indicate the position of footnotes in the text and list the footnotes themselves separately at the end of the article. Do not include footnotes in the Reference list.

Artwork

Image manipulation

Whilst it is accepted that authors sometimes need to manipulate images for clarity, manipulation for purposes of deception or fraud will be seen as scientific ethical abuse and will be dealt with accordingly. For graphical images, this journal is applying the following policy: no specific feature within an image may be enhanced, obscured, moved, removed, or introduced. Adjustments of brightness, contrast,

or color balance are acceptable if and as long as they do not obscure or eliminate any information present in the original. Nonlinear adjustments (e.g. changes to gamma settings) must be disclosed in the figure legend.

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Embed the used fonts if the application provides that option.
- Aim to use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, or use fonts that look similar.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Size the illustrations close to the desired dimensions of the published version.
- Submit each illustration as a separate file.
- Ensure that color images are accessible to all, including those with impaired color vision.

A detailed [guide on electronic artwork](#) is available.

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format.

Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, please 'Save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts.

TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color: in print or online only. [Further information on the preparation of electronic artwork.](#)

Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables must be placed on separate page(s) at the end of the manuscript. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules.

References

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these

references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

The list of references must be as updated as possible. Making reference to recent work in the field is particularly key to highlight the current context of the manuscript and to make it more comprehensive, to highlight the novelty to the readers as well as its contribution to the field.

Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

Data references

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

Reference management software

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support [Citation Style Language styles](#), such as [Mendeley](#). Using citation plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide. If you use reference management software, please ensure that you remove all field codes before submitting the electronic manuscript. [More information on how to remove field codes from different reference management software](#).

Users of Mendeley Desktop can easily install the reference style for this journal by clicking the following link:

<http://open.mendeley.com/use-citation-style/food-research-international>

When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plug-ins for Microsoft Word or LibreOffice.

Reference style

Text: Citations in the text should follow the referencing style used by the American Psychological Association. You are referred to the Publication Manual of the American Psychological Association, Seventh Edition, ISBN 978-1-4338-3215-4, copies of which may be [ordered online](#).

List: references should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of publication.

Examples:

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J. A. J., & Lupton, R. A. (2010). The art of writing a scientific article. *Journal of Scientific Communications*, 163, 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.sc.2010.00372>.

Reference to a journal publication with an article number:

Van der Geer, J., Hanraads, J. A. J., & Lupton, R. A. (2018). The art of writing a scientific article. *Heliyon*, 19, Article e00205. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00205>.

Reference to a book:

Strunk, W., Jr., & White, E. B. (2000). *The elements of style* (4th ed.). Longman (Chapter 4).

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G. R., & Adams, L. B. (2009). How to prepare an electronic version of your article. In B. S. Jones, & R. Z. Smith (Eds.), *Introduction to the electronic age* (pp. 281–304). E-Publishing Inc.

Reference to a website:

Powertech Systems. (2015). *Lithium-ion vs lead-acid cost analysis*. Retrieved from <http://www.powertechsystems.eu/home/tech-corner/lithium-ion-vs-lead-acid-cost-analysis/>.

Accessed January 6, 2016

Reference to a dataset:

[dataset] Oguro, M., Imahiro, S., Saito, S., & Nakashizuka, T. (2015). *Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions*. Mendeley Data, v1. <https://doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

Reference to a conference paper or poster presentation:

Engle, E.K., Cash, T.F., & Jarry, J.L. (2009, November). *The Body Image Behaviours Inventory-3: Development and validation of the Body Image Compulsive Actions and Body Image Avoidance Scales*. Poster session presentation at the meeting of the Association for Behavioural and Cognitive Therapies, New York, NY.

Video

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include links to these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the file in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 150 MB per file, 1 GB in total. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including [ScienceDirect](#). Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our [video instruction pages](#). Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

Data visualization

Include interactive data visualizations in your publication and let your readers interact and engage more closely with your research. Follow the instructions [here](#) to find out about available data visualization options and how to include them with your article.

Supplementary material

Supplementary material such as applications, images and sound clips, can be published with your article to enhance it. Submitted supplementary items are published exactly as they are received (Excel or PowerPoint files will appear as such online). Please submit your material together with the article and supply a concise, descriptive caption for each supplementary file. If you wish to make changes to supplementary material during any stage of the process, please make sure to provide an updated file. Do not annotate any corrections on a previous version. Please switch off the 'Track Changes' option in Microsoft Office files as these will appear in the published version.

Research data

This journal encourages and enables you to share data that supports your research publication where appropriate, and enables you to interlink the data with your published articles. Research data refers to the results of observations or experimentation that validate research findings. To facilitate reproducibility and data reuse, this journal also encourages you to share your software, code, models, algorithms, protocols, methods and other useful materials related to the project.

Below are a number of ways in which you can associate data with your article or make a statement about the availability of your data when submitting your manuscript. If you are sharing data in one of these ways, you are encouraged to cite the data in your manuscript and reference list. Please refer to the "References" section for more information about data citation. For more information on depositing, sharing and using research data and other relevant research materials, visit the [research data](#) page.

Data linking

If you have made your research data available in a data repository, you can link your article directly to the dataset. Elsevier collaborates with a number of repositories to link articles on ScienceDirect with relevant repositories, giving readers access to underlying data that gives them a better understanding of the research described.

There are different ways to link your datasets to your article. When available, you can directly link your dataset to your article by providing the relevant information in the submission system. For more information, visit the [database linking page](#).

For [supported data repositories](#) a repository banner will automatically appear next to your published article on ScienceDirect.

In addition, you can link to relevant data or entities through identifiers within the text of your manuscript, using the following format: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN).

Mendeley Data

This journal supports Mendeley Data, enabling you to deposit any research data (including raw and processed data, video, code, software, algorithms, protocols, and methods) associated with your manuscript in a free-to-use, open access repository. During the submission process, after uploading your manuscript, you will have the opportunity to upload your relevant datasets directly to *Mendeley Data*. The datasets will be listed and directly accessible to readers next to your published article online.

For more information, visit the [Mendeley Data for journals page](#).

Data statement

To foster transparency, we encourage you to state the availability of your data in your submission. This may be a requirement of your funding body or institution. If your data is unavailable to access or unsuitable to post, you will have the opportunity to indicate why during the submission process, for example by stating that the research data is confidential. The statement will appear with your published article on ScienceDirect. For more information, visit the [Data Statement page](#).

AFTER ACCEPTANCE

Online proof correction

To ensure a fast publication process of the article, we kindly ask authors to provide us with their proof corrections within two days. Corresponding authors will receive an e-mail with a link to our online proofing system, allowing annotation and correction of proofs online. The environment is similar to MS Word: in addition to editing text, you can also comment on figures/tables and answer questions from the Copy Editor. Web-based proofing provides a faster and less error-prone process by allowing you to directly type your corrections, eliminating the potential introduction of errors.

If preferred, you can still choose to annotate and upload your edits on the PDF version. All instructions for proofing will be given in the e-mail we send to authors, including alternative methods to the online version and PDF.

We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication. Please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility.

Offprints

The corresponding author will, at no cost, receive a customized [Share Link](#) providing 50 days free access to the final published version of the article on [ScienceDirect](#). The Share Link can be used for sharing the article via any communication channel, including email and social media. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. Both corresponding and co-authors may order offprints at any time via Elsevier's [Author Services](#). Corresponding authors who have published their article gold open access do not receive a Share Link as their final published version of the article is available open access on ScienceDirect and can be shared through the article DOI link.

AUTHOR INQUIRIES

Visit the [Elsevier Support Center](#) to find the answers you need. Here you will find everything from Frequently Asked Questions to ways to get in touch.

You can also [check the status of your submitted article](#) or find out [when your accepted article will be published](#).

© Copyright 2018 Elsevier | <https://www.elsevier.com>