



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ**  
**INSTITUTO DE SAÚDE COLETIVA**  
**BACHARELADO EM FARMÁCIA**

**THAÍSE ROBERTA LIMA RABELO**

**AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA GORDURA DE BACURI**  
**(*Plantonia insignis*) PARA A PRODUÇÃO DE NANOPARTICULAS LIPÍDICAS DE**  
**USO ALIMENTAR**

**Santarém -PA**

**2023**

**THAÍSE ROBERTA LIMA RABELO**

**AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA GORDURA DE BACURI  
(*Plantonia insignis*) PARA A PRODUÇÃO DE NANOPARTICULAS LIPÍDICAS DE  
USO ALIMENTAR**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado em formato de artigo para o  
Instituto de Saúde Coletiva (ISCO), para  
obtenção do título de Bacharel em  
Fármacia pela Universidade Federal do  
Oeste do Pará.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>.Dra. Rayanne R.  
Pereira.

**SANTARÉM-PA**

**2023**

## FICHA CATALOGRÁFICA

### Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP) Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/UFOPA

---

R114a Rabelo, Thaíse Roberta Lima  
Avaliação da atividade antioxidante da gordura de Bacuri (*Plantonia insignis*) para a produção de nanopartículas lipídicas de uso alimentar./ Thaíse Roberta Lima Rabelo. – Santarém, 2023.  
32 p.: il.  
Inclui bibliografias.

Orientadora: Rayanne Rocha Pereira  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Saúde Coletiva, Bacharelado em Farmácia

1. Gordura de Bacuri. 2. Design experimental. 3. Nanopartículas. 4. *Plantonia insignis*. I. Pereira, Rayanne Rocha, *orient.* II. Título.

CDD: 23 ed. 664.07



UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ  
INSTITUTO DE SAÚDE COLETIVA  
COORDENAÇÃO ACADÊMICA

Fone (093) 2101-4933 / Email: [coordenacaoacademica.isco@ufopa.edu.br](mailto:coordenacaoacademica.isco@ufopa.edu.br)

ATA DE DEFESA DE TCC

Aos 10/02/2023, às 11 horas, foi convocada e formada a banca examinadora composta de três professores e/ou autoridades nesta Universidade, abaixo nominados, para o exame do trabalho escrito, apresentação oral do Trabalho de Conclusão de Curso-TCC, elaborado pelo acadêmico THAISE ROBERTA LIMA RABELO, cujo título é “*AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA GORDURA BACURI (Plantonia insignis) PARA PRODUÇÃO DE NANOPARTICULAS LIPIDICAS DE USO ALIMENTAR*”. Foi concedido o tempo máximo de 20 minutos para o acadêmico fazer a exposição oral do trabalho, atribuindo-se outros 30 minutos para arguições. Após a apresentação foram feitas as arguições ao acadêmico, visando a avaliação e crédito na disciplina. Concluídas as arguições, a banca passou à deliberação sobre a avaliação, considerando os seguintes critérios: Qualidade Técnica do Trabalho; Domínio do Conteúdo; Qualidade na Exposição Oral; Clareza e Coerência dos Objetivos da Pesquisa, Problemática, Métodos e Formas de Intervenção; e Referencial Teórico, Resultados e Bibliografia. Após a deliberação, concluída à presente banca de exame de TCC, trabalho foi considerado:

- Aprovado (nota  $\geq$  6,0).  
 Reprovado (nota  $<$  6,0).

Professor (a)	Função	Nota (0 a 10)
TANIA MARA PIRES MORAES	Membro	8,8
DANIELE FERREIRA DA SILVA	Membro	7,5
	Média	8,4

A entrega da versão final do TCC, com as devidas alterações apontadas pela Banca Examinadora, deverá ocorrer no prazo de 15 (quinze) dias após defesa.

Assinaturas dos membros da banca

Presidente - Rayanne R. Pereira  
Membro - Tania Mara Pires Moraes  
Membro - Danielle Silva

Santarém, 10 de fevereiro de 2023

Este trabalho é dedicado à minha família, amigos e a  
minha querida orientadora.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais Sidney e Valdenira pois sem o seu suporte não conseguiria me manter na universidade.

À professora Dra. Rayanne Rocha Pereira, pela orientação, confiança e conhecimentos repassados. Sua presença me dando suporte e acreditando em meu potencial quando mais precisava, fez eu acreditar também.

À Professora Dra. Roseane Maria Ribeiro Costa, coordenadora do laboratório de tecnologia farmacêutica da Universidade Federal do Pará (UFPA), por ter gentilmente cedido o laboratório para a análise do tamanho de partícula, PDI e potencial zeta.

À Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA) por me proporcionar um ensino superior, público de qualidade no Oeste do Pará.

À Coordenação Acadêmica do curso, que auxiliaram com informações e burocracia dentro da instituição, acalmando corações aflitos.

Aos meus amigos da graduação, com eles os dias tristes e ansiosos, ficaram mais alegres e divertidos, Maria Eduarda, Elizabety, Kelliane, Edinara e Brenna.

Ao professor Bruno Alexandre da Silva por nortear, inicialmente, minha caminhada acadêmica na Iniciação Científica.

Aos que de alguma forma contribuíram no meu percurso acadêmico e crescimento pessoal, especialmente, Flávia Rebello e Santana P. Castro, com quem tanto aprendi.

## RESUMO

A gordura do bacuri foi avaliada quanto à atividade antioxidante e utilizada como fase lipídica para a produção de nanopartículas lipídicas sólidas (NLSs). A atividade antioxidante foi medida por ABTS+ (1830,33  $\mu$ M Trolox) e DPPH (915,2  $\mu$ M Trolox). Os polifenóis e flavonoides totais foram 4,72 mg/ge 25mg/g, expressos em ácido gálico e rutina, respectivamente. Um planejamento experimental fatorial completo  $2^2$  foi aplicado para avaliar os parâmetros do surfactante (%) e da gordura de bacuri (%) no tamanho de partícula e no índice de polidispersão (PDI) do nanocarreador. As nanopartículas apresentaram tamanhos de partícula variando de 19,44 a 93,16 nm, enquanto o PDI variou de 0,261 a 0,709, com potencial zeta próximo a 30mW. As nanopartículas produzidas apresentaram tamanho interessante para possível aplicação na produção de alimentos funcionais.

**Palavras chaves:** gordura de bacuri, design experimental, nanopartículas *Plantonia insignis*

## ABSTRACT

Bacuri fat was evaluated about the antioxidant activity and used as the lipid phase for the production of nanoparticle lipids solids (NLCs). Antioxidant activity was measured by ABTS+ (1830.33  $\mu\text{M}$  Trolox) and DPPH (915.2  $\mu\text{M}$  Trolox). The total polyphenols and flavonoids were 4.72 mg/g and 25.mg/g, expressed in gallic acid and quercetin, respectively. A full factorial experimental design  $2^2$  was applied to evaluate surfactant (%) and bacuri fat (%) parameters on the particle size and polydispersity index (PDI) of the nanocarrier. The nanoparticles showed particle sizes ranging from 19.44 to 93.16 nm, while the PDI ranged from 0.261 to 0.709, with zeta potential close to 30mW. The nanoparticles produced showed interesting size for possible application in functional foods production.

**Keyword:** bacuri fat, design experimental, nanoparticle lipids, *Plantonia insignis*

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. NLC <sub>bac</sub> produzidas a partir de gordura de bacuri e Vit E TPGS.....	18
Tabela 1: Resultado da Atividade antioxidante, Fenólicos totais e Flavonoides totais.....	17
Tabela 2: Resultados do experimento DoE 2 <sup>2</sup> das NLC <sub>bac</sub> .....	17
Tabela 3: Análise de Variância (ANOVA) do full fatorial 2 <sup>2</sup> .....	18

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABTS	2,2-azinobis (3-ethylbenzothiazolin-6)-sulfonic acid)
ANOVA	Teste de Análise de Variância
Capryol™ 90	Propylene glycol monocaprylate type II
CLN	Carreadores Lipídicos Nanoestruturados
DOE	Planejamento de Experimentos ( <i>Design of experiments</i> )
DPPH	2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl
NLS	Nanopartículas Lipídicas Sólidas (NLS)
NLCbac	Carreadores Lipídicos Nanoestruturados de Bacuri
ODG	2-oleyl-1,3-dipalmitoyl-glycerol
PDI	Índice de Polidispersividade
PIC	Inversão da Composição das Fases (phase inversion composition)
PIT	Temperatura de Inversão de Fase (phase inversion composition)
Trolox	6-Hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid
Vit E TPGS	D- $\alpha$ -Tocopheryl polyethylene glycol 1000 succinate

## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	11
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	12
2.1 MATERIAL .....	13
2.2 MÉTODOS .....	13
2.2.1 Determinação de polifenóis totais .....	13
2.2.2 Determinação dos flavonoides totais.....	13
2.2.3 Determinação de DPPH .....	14
2.2.4 Determinação de ABTS .....	14
2.2.5 Obtenção das nanopartículas lipídicas solidas (NLS) .....	15
2.2.6 DOE.....	15
2.2.7 Tamanho, PDI e potencial zeta .....	15
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	16
3.1 Flavonoides, Polifenóis e Atividade antioxidante .....	16
3.2 Obtenção das NLCbac.....	17
4. CONCLUSÃO.....	21
5. REFERÊNCIAS .....	21
ANEXO A - Comprovante de Submissão.....	27
ANEXO B - Normas da revista.....	29

## 1. INTRODUÇÃO

Óleos e gorduras vegetais são indispensáveis para a dieta humana, eles são fontes de ácidos graxos essenciais, como os ácido oleico, linoleico e linolênico, além de bioativos, com propriedades antioxidantes. Os antioxidantes naturais das plantas podem ser classificados em três classes principais: compostos fenólicos, vitaminas e carotenoides (Lourenço *et al.*, 2019). Alguns compostos fenólicos, em adição a atividade, antioxidante, antimicrobiana e antifúngica. Além dos polifenóis, as vitaminas C e E também são antioxidantes naturais, cuja a última, por ser lipossolúvel pode ser encontrada em diversos óleos e gorduras vegetais (Serra *et al.*, 2019). Outras substâncias de interesse científico é  $\beta$ -caroteno,  $\alpha$ -caroteno, o licopeno e luteína, estes são os principais carotenoides com atividade antioxidante (Maoka, 2019; Mehmood *et al.*, 2021). Esses componentes já foram identificados em diversos óleos e gorduras de origem amazônica, tais como, o óleo de pracaxi, buriti, pequi, tucumã, patawa e outros (Mosquera Narvaez *et al.*, 2022).

Bacuri (*Platonia insignis*) é uma espécie arbórea da família Clusiaceae nativa da Amazônia brasileira, colhida para o aproveitamento de sua madeira e frutos. O fruto do bacuri pode ser consumido *in natura* ou na forma de suco, sorvete ou geleia (Souza *et al.*, 2013). A gordura extraída da semente do bacuri possui 64,39% de ácidos graxos saturados, 33,53% de ácidos graxos monoinsaturados e 2,09% de ácidos graxos poliinsaturados, a qual apresenta também ponto de fusão de 53,01°C , considerado alto (Pereira *et al.*, 2019). Além da composição de ácidos graxos, a semente de bacuri apresentou outros componentes, como a garcinieliptona FC,  $\gamma$ -mangostina,  $\alpha$ -mangostina, 2-oleil-1,3-dipalmitoila, os quais, demonstraram atividade antioxidante, além disso apresentam, xantonas,  $\alpha$ - o mangostina, <sup>1</sup>apresentam, apresentam ação antiepiléptica, e as xantonas, benzofenonas preniladas, ação cardioprotetora (da Costa *et al.*, 2011; Lima *et al.*, 2022).

A composição lipídica da gordura de bacuri a torna um insumo promissor para produção de nanopartículas lipídicas. As nanopartículas lipídicas são sistemas emulsionados (o/w) onde, obrigatoriamente, a fase dispersa é um lipídio sólido, e mantém-se sólido à temperatura ambiente e à temperatura corporal (Pereira *et al.*, 2019). Elas podem ser classificadas em duas gerações, a primeira geração é conhecida como Nanopartículas Lipídicas Sólidas (NLS), sua fase oleosa está constituída, exclusivamente por lipídeos sólidos, enquanto a segunda geração de nanopartícula lipídicas é conhecida como Carreadores Lipídicos Nanoestruturados (CLN), neste sistema a fase oleosa está uma mistura com lipídeos sólidos e líquidos, mas mesmo com a inclusão do lipídio líquido essa mistura deve manter-se e sólida à temperatura ambiente e corporal (Hao *et al.*, 2011; Pereira *et al.*, 2021; Souto *et al.*, 2011). As nanopartículas lipídicas de primeira e segunda geração são sistemas de entrega de bioativos de interesse em formulações de alimentos, por melhorarem a bioacessibilidade dos antioxidantes (Chen *et al.*, 2011; Salvia-Trujillo *et al.*, 2013).

O planejamento de experimentos (DOE) é uma ótima ferramenta no desenvolvimento de formulações de grau alimentício, pois permite avaliar a influência das variáveis de produção nos parâmetros de qualidade da formulação. A partir dele, obtém-se informações com um número limitado de experimentos, reduzindo os custos de desenvolvimento e produção do processo. Existem vários tipos de modelos DOE, dentre os quais a escolha depende dos objetivos do pesquisador. Por exemplo, um desenho fatorial completo permite ao investigador estudar o impacto de cada fator, bem como os efeitos das interações entre os fatores nas variáveis de resposta (Gomes *et al.*, 2022; Pereira *et al.*, 2021; Severino *et al.*, 2012).

Em vista das potencialidades da gordura de bacuri, neste trabalho, avaliou se a sua atividade antioxidante afim de produzir nanopartículas lipídicas sólidas, a partir da gordura de bacuri como fase oleosa, através de um full factorial 2<sup>2</sup> que foi utilizado para determinar a influência da quantidade de tensoativo e de gordura de bacuri sobre o tamanho e PDI das nanopartículas.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

## 2.1 MATERIAL

Os materiais utilizados foram a gordura de bacuri (*Platonia insignis*), gentilmente cedida pela Amazon oil (Ananindeua, Pará). E os seguintes reagentes: 2,2-azinobis (3-ethylbenzothiazolin-6)-sulfonic acid (ABTS), 6-Hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid (Trolox), quercetin, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), gallic acid adquirido na Sigma Aldrich (St. Louis, MI, USA), D- $\alpha$ -Tocopheryl polyethylene glycol 1000 succinate (TPGS), fornecido por ISOCHEM (Gennevilliers, France), e Propylene glycol monocaprylate type II (Capryol™90) adquirido na Gattefossé (Saint Priest, France).

## 2.2 MÉTODOS

### 2.2.1 Determinação de polifenóis totais

O conteúdo fenólico total da gordura de bacuri foi realizado na extração etanólica desta amostra. A gordura de bacuri foi solubilizada em hexano (10 mg/mL), e esta solução foi lavada 4 vezes com etanol. Após essa etapa a solução foi centrifugada por 15 minutos para separar a parte lipídica e obter a porção contendo os polifenóis.

O teor de fenólicos totais foi determinado pelo método espectrofotométrico UV/Vis (Shimadzu UV 1800, Kyoto, Japão). Resumidamente, 100  $\mu$ L da solução foi preparada a partir da utilizada na do teor de polifenóis da gordura do bacuri, foi misturada com 500  $\mu$ L do reagente Folin Ciocalteau e 6 mL de solução aquosa incubada por 2 min. Em seguida, adicionou-se 2 mL de carbonato de sódio saturado a 10% e incubou-se no escuro por 2 h, seguindo-se a medição da absorbância a 760 nm. O conteúdo fenólico foi calculado com base em uma curva padrão de ácido gálico (60–200 mg/mL) expresso em mg equivalente de ácido gálico (mg GAE/100) (Ferreira *et al.*, 2022).

### 2.2.2 Determinação dos flavonoides totais

A determinação de flavonoides totais foi realizada em espectrofotômetro UV 1800 (Shimadzu®, Kyoto, Japan) a um comprimento de onda de 425 nm. Foi construída uma curva padrão de quercetina

nas concentrações de 5 a 30 mg/mL. Em balão volumétrico de 10 mL, adicionou-se as diferentes concentrações do padrão e acrescentou-se 1 mL de solução de cloreto de alumínio à 2.5 % (m/V). As soluções permaneceram em repouso por 30 min, em seguida, realizou-se as leituras a 425 nm. Para a determinação do teor de flavonóides da gordura de bacuri em balão volumétrico de 10 mL colocou-se 800 µL da amostra, 1 mL de solução de cloreto de alumínio à 2.5 % (m/V) e completou-se o com metanol. Os resultados foram expressos em miligrama de quercetina por grama gordura de bacuri mg Eq QUER. g<sup>-1</sup> ES) (Ferreira *et al.*, 2022).

### 2.2.3 Determinação de DPPH

A atividade antioxidante pelo sequestrador de radicais livres DPPH foi realizada em um espectrofotômetro (Shimadzu® UV 1800, Kyoto, Japão). Os 100 µL da solução obtida a partir da extração do teor de polifenóis da gordura de bacuri foram misturados com 3900 µL do radical DPPH e incubados no escuro por 30 min seguidos da medição da absorbância a 515 nm. A atividade antioxidante foi calculada com base em uma curva padrão trolox (50 µM-1000 µ M), e os resultados são expressos como µM Trolox equivalente (µM TE/100 g), além disso, a inibição percentual foi calculada de acordo com a Equação (1) (Ferreira *et al.*, 2022).

$$\%Inhibition = \frac{(Abs\ DPPH - Abs\ sample)}{Abs\ DPPH} \times 100$$

(1)

### 2.2.4 Determinação de ABTS

A atividade antioxidante do ABTS pelo método sequestrador de radicais livres foi realizada em um espectrofotômetro (Shimadzu® UV 1800, Kyoto, Japão). O teste foi realizado utilizando a amostra de conteúdo fenólico, com 30 µL da solução obtida dessa amostra foi misturado com 3000 µL do radical ABTS e incubado no escuro por 6 min seguido de medição de absorbância a 734 nm. A atividade antioxidante foi calculada com base em uma curva padrão Trolox (100-2000 µM) e os resultados são expressos como µM Trolox equivalente (µM TE/100 g) (Ferreira *et al.*, 2022).

### **2.2.5 Obtenção das nanopartículas lipídicas sólidas (NLS)**

Inicialmente, foram pesados todos os componentes da fase oleosa, constituída de vitamina E TPGS (surfactante), Capryol<sup>TM</sup>90 (co- surfactante) e gordura de bacuri, e aquecidos até temperatura de 60°C, para completa fusão. Posteriormente, com auxílio de agitação magnética, a fase aquosa (à 60°C) foi adicionada gota a gota sobre a fase oleosa. Após a homogeneização, ainda sob aquecimento (60 °C) e agitação constante, o sistema foi mantido com por 5 min para a obtenção das nanopartículas lipídicas sólidas de bacuri (NLCbac) (Oliveira *et al.*, 2022; Pereira *et al.*, 2021).

### **2.2.6 DOE**

A produção do NLCbac foi realizada por um planejamento fatorial completo com dois fatores, dois níveis e três réplicas do ponto central, totalizando sete experimentos. Os fatores investigados foram concentração de surfactante (2 a 4%) e concentração de gordura de bacuri ( 1 a 2%) , enquanto as respostas foram tamanho de partícula e índice de polidispersividade (PDI). O delineamento experimental foi desenvolvido e analisado por meio do software Desice.

### **2.2.7 Tamanho, PDI e potencial zeta**

O tamanho de partícula e o índice de polidispersividade (PDI) foram determinados por dispersão dinâmica de luz usando um Zetasizer Nano ZS (Malvern Pananalytical, Malvern, Reino Unido) aplicando retrodifusão não invasiva (ângulo de dispersão 173°) a uma temperatura de 25 °C. Os NLCs foram diluídos (1:100) com água ultrapura antes das medições. O tamanho médio das partículas (média Z) e o PDI obtidos por meio da análise cumulativa dos dados de espalhamento pelo software do instrumento, foram avaliados em triplicata, e seus resultados foram expressos como média e desvio padrão.

O potencial zeta foi determinado por mobilidade eletroforética (Malvern Instruments Ltd., Worcestershire, UK). As amostras diluídas em água destilada a uma concentração de (1:100). Foi empregada a equação de Helmholtz-Smoluchowski para o cálculo do potencial zeta.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Flavonoides, Polifenóis e Atividade antioxidante

O teor de flavonoides da gordura da semente de bacuri foi de  $25 \pm 4,49$  mg RUT/100 g (Tabela 1), esse resultado provavelmente é referente a presença dos bioflavonoides identificados na semente de bacuri, moreloflavona e volkensiflavona, que foram relacionados com ação anti-inflamatória e antioxidante (Gil et al., 1997; Ribeiro et al., 2021).

Sobre os polifenóis totais, o valor obtido foi de  $4,72 \pm 3,04$  mg GAE/100 g (Tabela 1). Considerando que 10mg/mL de gordura de bacuri foi usado para a análise de polifenóis totais, os resultado do presente estudo são semelhantes aos encontrados por Santos et al., (2022), esses autores usaram uma solução de 320 (mg/ml) de óleos da amêndoa (*Terminalia catappa*) variedades roxa e amarela, encontraram, respectivamente,  $152,3 \pm 2,4$  e  $127,3 \pm 3,0$ , mg GAE/100 g. Se considerarmos a concentração de gordura de bacuri na amostra de análise 910 (mg/mL), o teor de polifenóis na gordura de bacuri é similar ao teor de polifenóis nas variedades de *Terminalia catappa*. Somado a isso, a gordura de bacuri apresentou valor de polifenóis totais próximos ao relatado por Ferreira et al., (2022) que se depararam com um valor de  $135,1 \pm 0,078$  mg GAE/100 g no extrato hidroalcoólico do resíduo de tucumã. A hipótese é que esse valor de polifenol seja resultado da reação de Folin Ciocalteu com as xantonas presentes na gordura do bacuri (Lima et al., 2022).

Antioxidantes naturais como flavonoides, polifenóis e ácidos fenólicos são boas alternativas aos antioxidantes sintéticos adicionados aos alimentos (Najafi et al., 2022). Além disso, os antioxidantes naturais têm vários efeitos biológicos na saúde, incluindo anti-inflamatório (Arulselvan et al., 2016), antienvhecimento (Dunaway et al., 2018), anti-aterosclerose (Xu et al., 2017) e anticâncer (Sznarkowska et al. 2017). Os flavonoides e polifenóis detectados na gordura do bacuri são responsáveis pela atividade antioxidante, quantificada pelos métodos DPPH e ABTS (Tabela 1).

De acordo com a Tabela 1, a atividade antioxidante da gordura do bacuri possui alta atividade antioxidante tanto para ABTS+ quanto para DPPH. Com valores de  $1830,33 \pm 88,96$ , e  $915, \pm 45,21$ , para

ABTS+, e DPPH, respectivamente. Os antioxidantes naturais contribuem para a tecnologia de alimentos, atuando como conservantes contra a oxidação dos nutrientes, e também possuem funções biológicas, o que os torna interessantes como ingredientes ativos na composição de nutracêuticos e nutricosméticos. Portanto, a atividade antioxidante da gordura do bacuri abre diversas aplicações para esse material, tanto como ingrediente alimentício, como na sua utilização na produção de nanoformulações.

Tabela 1: Resultado da Atividade antioxidante, Fenólicos totais e Flavonoides totais da gordura de bacuri

Amostra	ABTS+		DPPH		Compostos Fenólicos totais (mg GAE/100 g)	Flavonoides totais (mg RUT/100 g)
	% inibição	μM Trolox	% inibição	μM Trolox		
Gordura de bacuri	7.65±8.96	1830.33±88.96	6.99	915.2±45.21	4.72±3.04	25±4.49

Os experimentos foram realizados em triplicata e os dados são apresentados como média, corresponde ao ± desvio padrão

(DP). GAE = equivalente de ácido gálico, e RUT = equivalente A RUTINA

### 3.2 Obtenção das NLCbac

Os Carreadores Lipídicos Nanoestruturados (NLCbac) obtidos apresentaram cor esverdeada, influência da gordura de bacuri de coloração verde escuro (Figura 1). A Tabela 2 mostra o tamanho de partícula e PDI das formulações em diferentes proporções de gordura e tensoativo.

Tabela 2: Resultados do DoE 2<sup>2</sup> das NLCbac

Amostra	TPGS	Gordura de bacuri		
		Tamanho	PDI	
1	2	1	25.66	0.504
2	4	1	27.11	0.499
3	2	2	93.16	0.318
4	4	2	30.27	0.709
5	3	1,5	20.59	0.351

6	3	1,5	19.44	0.295
7	3	1,5	24.55	0.261

O NLCbac apresentou tamanhos de partículas variando de 19,44 a 93,16 nm, enquanto o PDI variou de 0,261 a 0,709. O tamanho de partícula e o PDI foram analisados separadamente e a dependência dos parâmetros de produção foi estudada pelo teste de análise de variância (ANOVA) (Tabela 3).



Figura 1. NLCbac produzidas a partir de gordura de bacuri e Vit E TPGS.

Tabela 3: Análise de Variância (ANOVA) do full fatorial 2<sup>2</sup>

Fatores	Tamanho				PDI			
	Soma dos quadrados	DF	Valor de F	Significância (p<0,05)	Soma dos quadrados	DF	Valor de F	Significância (p<0,05)
TPGS	0.037	1.0	1.465	0.313	943.710	1.0	3.203	0.171
Bacuri	0.0	1.0	0.006	0.945	1248.209	1.0	4.236	0.132
TPGS:B bacuri	0.039	1.0	1.542	0.303	1034.909	1.0	3.512	0.158

R <sup>2</sup>	0.5	0.78
----------------	-----	------

\* Efeito significativo do fator nas respostas individuais ( $p < 0,05$ ). Abreviaturas: ANOVA, análise de variância; PDI, índice de polidispersibilidade; Valor de F, razão da média da soma dos quadrados da regressão dividida pela média dos erros da soma dos quadrados; R<sup>2</sup>, coeficiente de determinação; DF, graus de liberdade

Verificou-se que no NLCbac da concentração de gordura de bacuri e a concentração de TPGS não geraram modificação estatisticamente significativas tanto no tamanho médio de partícula quanto no PDI. O teste ANOVA realizado nos resultados DOE encontrados para NLC apresentou um valor de  $p > 0,05$ , indicando que o modelo matemático que descreve os resultados obtidos não foram estatisticamente significativos. Em resumo, a concentração de gordura de bacuri e vit E TPGS não estão afetando significativamente o tamanho médio de partícula e PDI dos transportadores lipídicos nanoestruturados produzidos.

Usualmente, o aumento do surfactante provoca a diminuição do tamanho de partícula até chegar a um ponto de saturação, onde não se observa mais diferenças significativas. A vit E TPGS é um surfactante não iônico, capaz de estabilizar sistemas emulsionados diminuindo a tensão interfacial com repulsão estérica entre as nanopartículas. Como consequência, quantidades maiores de surfactante resultam em tamanho de partícula menor (Loureiro Contente *et al.*, 2020; Pereira *et al.*, 2019). Pereira *et al.*, (2019), utilizaram percentuais semelhantes de vit E TPGS para obter nanopartículas lipídicas com homogeneização a alta pressão (HPH), e observaram a diminuição do tamanho de partícula com o aumento do teor de surfactante. Na preparação de nanopartículas lipídicas sólidas (NLS) por HPH, o aumento do número de ciclos e da pressão intensifica o estresse mecânico e a quebra das gotas da fase dispersa. Quando a gota se fragmenta, o surfactante solúvel em água estabiliza a superfície das gotas recém-formadas (Pereira *et al.*, 2021).

Neste trabalho não há estresse mecânico para promover a quebra das gotas e a formação de uma nova gota. Usamos um método de baixa energia, talvez seja esse o motivo da insignificância do aumento do surfactante no tamanho da gota. No método de composição por inversão de fase (PIC), a energia química proveniente da reação dos componentes forma uma dispersão fina, resultante das transições de fase produzidas pela via de emulsificação. A transição de fase é produzida variando a composição da

emulsão e mantendo a temperatura constante ou vice-versa. Quando os componentes da fase contínua são gradualmente adicionados à fase dispersa, a fração de volume de água será elevada em nanoemulsificação pelo PIC (Azmi *et al.*, 2019). Levantamos a hipótese de que após a formação das gotas, a maior porcentagem de surfactante não influencia no tamanho da gota porque não há força de cisalhamento, para colapso e formação de novas gotas, o sistema estava saturado.

Ainda sobre o tamanho das formulações, todas as formulações apresentaram tamanho menor que 100 nm (Table 2). Nanopartículas menores que 100 nm tendem a facilitar a entrega de bioativos no trato gastrointestinal, isso porque nanopartículas de até 200 nm apresentam maior taxa de absorção por via linfática, além de permearem os enterócitos, e em geral quanto menor o tamanho da nanopartícula maior a absorção dos bioativos (Chen *et al.*, 2011; Salvia-Trujillo *et al.*, 2013; Xia *et al.*, 2017). Somado a isso, os lipídios sólidos são mais resistentes à lipólise do que os lipídios líquidos, todos esses fatores favorecem o aumento da bioacessibilidade dos ativos carregados pelo NLS (Ban *et al.* 2020; Chen *et al.* 2011). Essa é a razão pela qual o uso de nanoemulsões e nanopartículas lipídicas como carreadores bioativos em produtos de qualidade alimentar está se tornando comum, a fim de aumentar a bioacessibilidade de ativos como carotenoides, flavonoides, entre outros (Bovi *et al.* 2017; Chen *et al.* 2011; Granja *et al.* 2017)

Vale ressaltar que a Vit E TPGS não é apenas um surfactante. É uma fonte de vitamina E, projetado para ser usado em pacientes com absorção deficiente de vitamina E devido à má absorção de gordura, como pacientes com problemas biliares e pancreáticos que lutam para digerir lipídios (Autoridade (EFSA) 2007). Além disso, a vitamina E está envolvida com processos de reprodução, e apresenta também propriedades anticancerígenas, antioxidantes e antitrombóticas (Tavares Luiz *et al.*, 2021; Yang *et al.*, 2018). Além disso, a Vit E TPGS melhora a absorção, o que contribui para a biodisponibilidade dos antioxidantes da gordura do bacuri (Yang *et al.*, 2018).

Os valores de PDI, variaram de 0,261 a 0,709. Este parâmetro reflete a homogeneidade da distribuição de tamanho das nanopartículas, geralmente valores de PDI de 0,1 a 0,4 são considerados levemente polidispersos (Bhattacharjee., 2016).

O potencial zeta é a medida das cargas totais adquiridas pelas partículas, é considerado um referencial de estabilidade do sistema coloidal. Sistemas dispersos coloidais com potencial zeta maior ou igual a 30 mW, independente de ser positivo ou negativo, é considerado uma formulação estável, pois as partículas irão se repelir, dificultando a coalescência (Hao et al. 2011; Loureiro Contente et al. 2020; Mehmood et al. 2017; Rossi et al. 2018). Avaliou-se o potencial zeta das formulações 3, 5 e 7, pois estava com valores de PDI menores que 0,4. Os valores de potencial zeta foram -33,6, 27,6 e 26,3 mW, respectivamente.

#### **4. CONCLUSÃO**

A gordura do bacuri possui alta atividade antioxidante, proveniente de substâncias lipossolúveis e hidrossolúveis, sendo assim um bom insumo para a produção de NLC. O NLCbac apresentou tamanho de partícula menor que 100 nm, o tamanho de partícula menor que 100 nm potencializa a ação biológica dos antioxidantes transportados pelo NLC. Além disso, o potencial zeta de -30 mW e PDI de 0,4 indicam boa estabilidade físico-química do sistema.

#### **5. REFERÊNCIAS**

- Arulselvan, P., Fard, M.T., Tan, W.S., Gothai, S., Fakurazi, S., Norhaizan, M.E., Kumar, S.S., 2016. Role of Antioxidants and Natural Products in Inflammation. *Oxid. Med. Cell. Longev.* 2016, 5276130. <https://doi.org/10.1155/2016/5276130>
- Authority (EFSA), E.F.S., 2007. Opinion of the Scientific Panel on food additives, flavourings, processing aids and materials in contact with food (AFC) related to D-alpha-tocopheryl polyethylene glycol 1000 succinate (TPGS) in use for food for particular nutritional purposes. *EFSA J.* 5, 490. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2007.490>
- Azmi, N.A.N., Elgharbawy, A.A.M., Motlagh, S.R., Samsudin, N., Salleh, H.M., 2019. Nanoemulsions: Factory for Food, Pharmaceutical and Cosmetics. *Processes* 7, 617. <https://doi.org/10.3390/pr7090617>

- Ban, C., Jo, M., Park, Y.H., Kim, J.H., Han, J.Y., Lee, K.W., Kweon, D.-H., Choi, Y.J., 2020. Enhancing the oral bioavailability of curcumin using solid lipid nanoparticles. *Food Chem.* 302, 125328. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125328>
- Bhattacharjee, S., 2016. DLS and zeta potential - What they are and what they are not? *J. Control. Release Off. J. Control. Release Soc.* 235, 337–351. <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2016.06.017>
- Bovi, G.G., Petrus, R.R., Pinho, S.C., 2017. Feasibility of incorporating buriti (*Mauritia flexuosa* L.) oil nanoemulsions in isotonic sports drink. *Int. J. Food Sci. Technol.* 52, 2201–2209. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13499>
- Chen, W., Miao, Y.-Q., Fan, D.-J., Yang, S.-S., Lin, X., Meng, L.-K., Tang, X., 2011. Bioavailability Study of Berberine and the Enhancing Effects of TPGS on Intestinal Absorption in Rats. *AAPS PharmSciTech* 12, 705–711. <https://doi.org/10.1208/s12249-011-9632-z>
- da Costa, J.S., de Almeida, A.A.C., Tomé, A. da R., Citó, A.M. das G.L., Saffi, J., de Freitas, R.M., 2011. Evaluation of possible antioxidant and anticonvulsant effects of the ethyl acetate fraction from *Platonia insignis* Mart. (Bacuri) on epilepsy models. *Epilepsy Behav.* 22, 678–684. <https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2011.09.021>
- Dunaway, S., Odin, R., Zhou, L., Ji, L., Zhang, Y., Kadekaro, A.L., 2018. Natural Antioxidants: Multiple Mechanisms to Protect Skin From Solar Radiation. *Front. Pharmacol.* 9, 392. <https://doi.org/10.3389/fphar.2018.00392>
- Ferreira, L.M. de M.C., Pereira, R.R., Carvalho-Guimarães, F.B. de, Remígio, M.S. do N., Barbosa, W.L.R., Ribeiro-Costa, R.M., Silva-Júnior, J.O.C., 2022. Microencapsulation by Spray Drying and Antioxidant Activity of Phenolic Compounds from Tucuma Coproduct (*Astrocaryum vulgare* Mart.) Almonds. *Polymers* 14, 2905. <https://doi.org/10.3390/polym14142905>
- Gil, B., Sanz, M.J., Terencio, M.C., Gunasegaran, R., Payá, M., Alcaraz, M.J., 1997. Morelloflavone, a novel biflavonoid inhibitor of human secretory phospholipase A2 with anti-inflammatory activity. *Biochem. Pharmacol.* 53, 733–740. [https://doi.org/10.1016/s0006-2952\(96\)00773-3](https://doi.org/10.1016/s0006-2952(96)00773-3)

- Gomes, A.T.A., Pereira, R.R., Duarte Junior, A.P., da Cruz Rodrigues, A.M., Remédios, C.M.R., Brasil, D. do S.B., Morais, L.R.B., Silva-Júnior, J.O.C., Ribeiro-Costa, R.M., 2022. Tucumã (*Astrocaryum vulgare*) fat: an Amazonian material as a pharmaceutical input for lipid nanoparticle production. *J. Therm. Anal. Calorim.* 147, 355–365. <https://doi.org/10.1007/s10973-020-10352-3>
- Granja, A., Vieira, A.C., Chaves, L.L., Nunes, C., Neves, A.R., Pinheiro, M., Reis, S., 2017. Folate-targeted nanostructured lipid carriers for enhanced oral delivery of epigallocatechin-3-gallate. *Food Chem.* 237, 803–810. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.06.019>
- Hao, J., Fang, X., Zhou, Y., Wang, J., Guo, F., Li, F., Peng, X., 2011. Development and optimization of solid lipid nanoparticle formulation for ophthalmic delivery of chloramphenicol using a Box-Behnken design. *Int. J. Nanomedicine* 6, 683–692. <https://doi.org/10.2147/IJN.S17386>
- Lima, S.K.R., Coêlho, A.G., Lucarini, M., Durazzo, A., Arcanjo, D.D.R., 2022. The *Platonia insignis* Mart. as the Promising Brazilian ‘Amazon Gold’: The State-of-the-Art and Prospects. *Agriculture* 12, 1827. <https://doi.org/10.3390/agriculture12111827>
- Loureiro Contente, D.M., Pereira, R.R., Rodrigues, A.M.C., da Silva, E.O., Ribeiro-Costa, R.M., Carrera Silva-Júnior, J.O., 2020. Nanoemulsions of Acai Oil: Physicochemical Characterization for the Topical Delivery of Antifungal Drugs. *Chem. Eng. Technol.* 43, 1424–1432. <https://doi.org/10.1002/ceat.201900627>
- Lourenço, S.C., Moldão-Martins, M., Alves, V.D., 2019. Antioxidants of Natural Plant Origins: From Sources to Food Industry Applications. *Molecules* 24, 4132. <https://doi.org/10.3390/molecules24224132>
- Maoka, T., 2019. Carotenoids as natural functional pigments. *J. Nat. Med.* 74. <https://doi.org/10.1007/s11418019-01364-x>
- Mehmood, T., Ahmad, A., Ahmed, A., Ahmed, Z., 2017. Optimization of olive oil based O/W nanoemulsions prepared through ultrasonic homogenization: A response surface methodology approach. *Food Chem.* 229, 790–796. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.03.023>

- Mehmood, T., Ahmed, A., Ahmed, Z., 2021. Food-Grade Nanoemulsions for the Effective Delivery of  $\beta$ -Carotene. *Langmuir* 37, 3086–3092. <https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.0c03399>
- Mosquera Narvaez, L.E., Ferreira, L.M. de M.C., Sanches, S., Alesa Gyles, D., Silva-Júnior, J.O.C., Ribeiro Costa, R.M., 2022. A Review of Potential Use of Amazonian Oils in the Synthesis of Organogels for Cosmetic Application. *Mol. Basel Switz.* 27, 2733. <https://doi.org/10.3390/molecules27092733>
- Najafi, Z., Zahran, H.A., Yeşilçubuk, N.Ş., Gürbüz, H., 2022. Effect of different extraction methods on saffron antioxidant activity, total phenolic and crocin contents and the protective effect of saffron extract on the oxidative stability of common vegetable oils. *Grasas Aceites* 73, e480–e480. <https://doi.org/10.3989/gya.0783211>
- Oliveira, S. do S. do C., Sarmiento, E. dos S., Marinho, V.H., Pereira, R.R., Fonseca, L.P., Ferreira, I.M., 2022. Green Extraction of Annatto Seed Oily Extract and Its Use as a Pharmaceutical Material for the Production of Lipid Nanoparticles. *Molecules* 27, 5187. <https://doi.org/10.3390/molecules27165187>
- Pereira, E., Ferreira, M.C., Sampaio, K.A., Grimaldi, R., Meirelles, A.J. de A., Maximo, G.J., 2019. Physical properties of Amazonian fats and oils and their blends. *Food Chem.* 278, 208–215. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.016>
- Pereira, R.R., Gomes, A.T.A., Testi, M., Bianchera, A., Ribeiro-Costa, R.M., Padula, C., Silva Júnior, J.O.C., Sonvico, F., 2021. Ucuùba Fat Characterization and Use to Obtain Lipid Nanoparticles by High-Pressure Homogenization with Full Factorial Design. *Chem. Eng. Technol.* 44, 1009–1016. <https://doi.org/10.1002/ceat.202000404>
- Pereira, R.R., Testi, M., Rossi, F., Silva Junior, J.O.C., Ribeiro-Costa, R.M., Bettini, R., Santi, P., Padula, C., Sonvico, F., 2019. Ucuùba (*Virola surinamensis*) Fat-Based Nanostructured Lipid Carriers for Nail Drug Delivery of Ketoconazole: Development and Optimization Using Box-Behnken Design. *Pharmaceutics* 11, 284. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics11060284>
- Ribeiro, D.C., Russo, H.M., Fraige, K., Zeraik, M.L., Nogueira, C.R., Silva, P.B. da, Codo, A.C., Calixto, G.M.F., Medeiros, A.I. de, Chorilli, M., Bolzani, V.S., 2021. Bioactive Bioflavonoids

- from *Platonia insignis* (Bacuri) Residues as Added Value Compounds. *J. Braz. Chem. Soc.* 32, 786–799. <https://doi.org/10.21577/0103-5053.20200230>
- Rossi, I., Sonvico, F., McConville, J.T., Rossi, F., Fröhlich, E., Zellnitz, S., Rossi, A., Del Favero, E., Bettini, R., Buttini, F., 2018. Nebulized coenzyme Q10 nanosuspensions: A versatile approach for pulmonary antioxidant therapy. *Eur. J. Pharm. Sci. Off. J. Eur. Fed. Pharm. Sci.* 113, 159–170. <https://doi.org/10.1016/j.ejps.2017.10.024>
- Salvia-Trujillo, L., Qian, C., Martín-Belloso, O., McClements, D.J., 2013. Influence of particle size on lipid digestion and  $\beta$ -carotene bioaccessibility in emulsions and nanoemulsions. *Food Chem.* 141, 1472–1480. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.03.050>
- Serra, J.L., Rodrigues, A.M. da C., de Freitas, R.A., Meirelles, A.J. de A., Darnet, S.H., Silva, L.H.M. da, 2019. Alternative sources of oils and fats from Amazonian plants: Fatty acids, methyl tocols, total carotenoids and chemical composition. *Food Res. Int.* 116, 12–19. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.12.028>
- Severino, P., Santana, M.H.A., Souto, E.B., 2012. Optimizing SLN and NLC by 2(2) full factorial design: effect of homogenization technique. *Mater. Sci. Eng. C Mater. Biol. Appl.* 32, 1375–1379. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2012.04.017>
- Santos, O.V., Soares, D.S., Dias, P.C.S., Duarte, S.P.A., Santos, M.P.L., Nascimento, F.C.A., Teixeira-Costa, B.E, 2022. Chemical-functional composition of *Terminalia catappa* oils from different varieties. *Grasas Aceites* 73 (2), e454. <https://doi.org/10.3989/gya.0102211>
- Souto, E.B., Severino, P., Santana, M.H.A., Pinho, S.C., 2011. Nanopartículas de lipídios sólidos: métodos clássicos de produção laboratorial. *Quím. Nova* 34, 1762–1769. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422011001000009>
- Souza, V.A.B. de, Vale, E. de M., Gomes, S.O., Costa, M. do P.S.D., Guimarães, A.R.C., 2013. Efeito da concentração de sacarose na germinação in vitro do pólen de cinco acessos de bacurizeiro (*Platonia insignis* MART.). *Rev. Bras. Frutic.* 35, 677–684. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452013000300003>

- Sznarkowska, A., Kostecka, A., Meller, K., Bielawski, K.P., 2017. Inhibition of cancer antioxidant defense by natural compounds. *Oncotarget* 8, 15996–16016. <https://doi.org/10.18632/oncotarget.13723>
- Tavares Luiz, M., Delello Di Filippo, L., Carolina Alves, R., Sousa Araújo, V.H., Lobato Duarte, J., Maldonado Marchetti, J., Chorilli, M., 2021. The use of TPGS in drug delivery systems to overcome biological barriers. *Eur. Polym. J.* 142, 110129. <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2020.110129>
- Xia, F., Fan, W., Jiang, S., Ma, Y., Lu, Y., Qi, J., Ahmad, E., Dong, X., Zhao, W., Wu, W., 2017. Size-Dependent Translocation of Nanoemulsions via Oral Delivery. *ACS Appl. Mater. Interfaces* 9, 21660–21672. <https://doi.org/10.1021/acsami.7b04916>
- Xu, D.-P., Li, Y., Meng, X., Zhou, T., Zhou, Y., Zheng, J., Zhang, J.-J., Li, H.-B., 2017. Natural Antioxidants in Foods and Medicinal Plants: Extraction, Assessment and Resources. *Int. J. Mol. Sci.* 18, 96. <https://doi.org/10.3390/ijms18010096>
- Yang, C., Wu, T., Qi, Y., Zhang, Z., 2018. Recent Advances in the Application of Vitamin E TPGS for Drug Delivery. *Theranostics* 8, 464–485. <https://doi.org/10.7150/thno.22711>

## ANEXO A - Comprovante de Submissão

06/02/2023 09:49

Gmail - Fwd: 0109231 R. Rocha Pereira -Bacuri...lipid nanoparticle production- GyA



Thaise Rabelo &lt;rabelothaise@gmail.com&gt;

### Fwd: 0109231 R. Rocha Pereira -Bacuri...lipid nanoparticle production- GyA

1 mensagem

rayanne.pereira <rayanne.pereira@ufopa.edu.br>  
 Para: rabelothaise@gmail.com

27 de janeiro de 2023 às 12:24

Thaise segue a comprovação de submissão

----- Mensagem original -----

Assunto:0109231 R. Rocha Pereira -Bacuri...lipid nanoparticle production- GyA

Data:27-01-2023 09:13

De:"Revista GyA" &lt;grasasyaceites@ig.csic.es&gt;

Para:"rayanne.pereira" &lt;rayanne.pereira@ufopa.edu.br&gt;



Seville, 27 January 2023

Dear Dr. Rayanne Rocha Pereira:

Your manuscript entitled "**Bacuri (*Platonia insignis*) fat antioxidant activity and its application as a food input in lipid nanoparticle production**" (our Ref. 0109231) was received in the Editorial offices of *Grasas y Aceites* on 26/01/2023.

Thank you for submitting your work to *Grasas y Aceites*. It will be studied immediately by the Editorial Board and if it conforms to our **Author Guidelines** (see: <http://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/about/submissions>) will be referred to reviewers for comments.

You will be informed of your paper's status when the refereeing process has been completed. Please use our e-mail ([grasasyaceites@ig.csic.es](mailto:grasasyaceites@ig.csic.es)) for any question related to this manuscript or information you may request.

Submission of a manuscript to *Grasas y Aceites* implies that the work reported therein has not received prior publication and is not under consideration for publication elsewhere in any medium, including electronic journals and computer databases of a public nature. This manuscript is being considered with the understanding it is submitted on an exclusive basis. If otherwise, please advise.

We warn that all paper will be reviewed by the new **Anti-Plagiarism** tool of our Editorial CSIC.

Sincerely,

<https://mail.google.com/mail/u/0/?ik=201c27df9&view-pt&search=all&permthid=thread-f%3A1756189799632901809&siml=msg-f%3A17561897...> 1/2

06/02/2023 09:49

Gmail - Fwd: 0109231 R. Rocha Pereira -Bacuri...lipid nanoparticle production- GyA

Dr. José M. García  
Grasas y Aceites, Editor-in-Chief  
Instituto de la Grasa, CSIC  
Bldg. 46-Pablo Olavide University Campus  
41013-Seville, Spain  
e-mail: [grasasyaceites@ig.csic.es](mailto:grasasyaceites@ig.csic.es)

---

De: [rayanne.pereira](mailto:rayanne.pereira@ufopa.edu.br) [mailto:[rayanne.pereira@ufopa.edu.br](mailto:rayanne.pereira@ufopa.edu.br)]  
Enviado el: jueves, 26 de enero de 2023 20:49  
Para: [grasasyaceites@ig.csic.es](mailto:grasasyaceites@ig.csic.es)  
Asunto: Submission of manuscripts (nanoparticles bacuri fat functional food)

Dears

I am submitting the manuscript for your appreciation.

*Drª Rayanne Rocha Pereira*

*Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3964604515231067>*

*Scopus Author ID: 57211535900*

*Ciência ID: 7218-430C-DF3C*

*Fone: (91)992743894*

## ANEXO B - Normas da revista

### Submissions

**Grasas y Aceites** publishes in English original papers (neither previously published nor submitted for publication anywhere) on fats and oils from oleaginous seeds and fruits, as well as animals and fungi, relevant to the food industry, and related products of interest in the field of oleochemistry, in the form of articles, notes, reviews, and informative papers.

### Preparation of the manuscript

To assist authors in preparing their manuscripts a template is provided at the following address:

[DOCUMENT TEMPLATE DOWNLOAD](#)

The use of this template is highly recommended because it contains additional instructions and the format usually employed in the journal. When using the template, just substitute the provided text in each section by your text.

Manuscripts (maximum extension 6000 words, excluding tables and figures) will be typed, double-spaced, on A-4 sheets (210 x 297 mm) leaving 30 mm margins. Lines should be numbered. The various sections of the manuscript should be assembled in the following sequence:

Title,	Authorship,	Abstract,	Keywords	and	ORCID	(page	1)			
Introduction						(page	2)			
Materials			and			Methods				
Results										
Discussion										
Conclusions										
Acknowledgements										
References										
Tables	(each	in	a	single	page,	with	its	legend)		
Figure captions	(all	combined	in	one	or	as	many	pages	as	needed)
Figures	(each	in	a	single	page)					
All	headings	will	be	in	bold	capitals.				

The first page should include the title of the paper, the authors' names, the name and address of the institution where research was done, the e-mail address of the corresponding author and the ORCID of each of the co-authors who have participated in the manuscript in the URL format: One NI <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000> (find your ORCID in <https://orcid.org/register>). More information on our downloadable template.

**The Abstract and Keywords** will include the title of the article, a 100-150 words abstract (written in third person), and 3 to 6 keywords for indexing and aiding the reader in literature retrieval. If possible, translate this page to Spanish.

**Tables and figures** will be printed in separate A-4 sheets. Minimum required resolution for figures at the final reproduction size is 600 dpi.

The submission (including the title and abstract page, the other sections of the body of the paper, the tables, and the figures) should be in one file. Use of Microsoft Word 97 or higher is preferred.

**Symbols,** units and nomenclature  
The authors should follow the rules of the Système International d'Unités (SI). Chemical nomenclature should follow as closely as possible the IUPAC rules.

**Tables** and figures  
Results must be presented in a maximum total of 8 figures and tables, not in both forms at the same time.

Tables and figures will be separately numbered in Arabic numbers, in the order that they appear in the text. Both should have an explanatory legend.

Graphics must be clear (avoid using grids as well as shades of gray on bars or lines). Their dimensions must be such that remain clear and legible after size reduction to 8, 12, or 16 cm width. For letters and numbers use Sans-Serif characters 4 mm in height; line thickness must be 0.4 to 0.6 mm; broken lines or cycles should be 4 to 5 mm long after reduction.

Photographs should have the greatest contrast possible and be submitted as jpeg file (or similar).

All figure legends should be combined in one list and typed on a separate sheet.

Transparencies, slides, dot-matrix computer graphics, photocopies or original instrument recordings will be rejected.

## References

Please notice that Digital Object Identification (DOI) should be included into each reference whenever available. The complete Cross Reference guidelines can be found in the CrossRef web site (<https://www.crossref.org>).

References should be cited in the text by the authors' names and year of publication (Harvard system). Thus, they can appear as "according to García-González *et al.* (2007)", if the name of the author is cited in the text, or "(García-González *et al.*, 2007)" at the end of a sentence.

Use a letter after the year if more than one reference for the same authors and year is given. They should be ordered by the publishing year if several references are used at the same time.

The full list of references should be typed at the end of the paper in alphabetical order, according to the following examples:

Journal articles:

Pereira JA, Casal S, Bento A, Oliveira M. 2002. Influence of olive storage period on oil quality of three Portuguese cultivars of *Olea europaea*, Cobrancosa, Madural and Verdeal Transmontana. *J. Agric. Food Chem.* 50, 6335–6340. <http://dx.doi.org/10.1021/jf011661y>.

Jimenez B, Rivas A, Sánchez-Ortiz A, Lorenzo ML, Úbeda M, Callejón RM, Ortega E. 2012. Influence of fruit maturation process on the sensory quality of virgin olive oils from Picual, Hojiblanca and Picudo cultivars. *Grasas Aceites* 63, 403–410. <http://dx.doi.org/10.3989/gya.058212>.

Bruhl L, Matthaus B. 2008. Sensory assessment of virgin rapeseed oils. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 110, 608–610. <http://dx.doi.org/10.1002/ejlt.200700293>.

Book chapters:

Moreda W, Pérez Camino MC, Cert A. 2004. Analysis of neutral lipids: Unsaponifiable, in Nollet LML (Ed.) *Handbook of Food Analysis*, 2nd ed, vol 1. Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 313–347. <http://dx.doi.org/10.1201/b11081>

Books:

Frankel EN. 2007. *Antioxidants in Food and Biology. Facts and Fiction*. The Oily Press, Bridgwater, UK. <http://dx.doi.org/10.1533/9780857097903>

Patents:

Sniderman Zachary N, Ibarra, A. Olive polyphenols concentrate. Patent no. WO 2006/005989

**Submission** of manuscripts  
Manuscripts should be submitted electronically. A cover letter plus the electronic file including the manuscript is required for submissions. This e-mail should be sent to Grasas y Aceites' address: [grasasyaceites@ig.csic.es](mailto:grasasyaceites@ig.csic.es)

Revisions, Proofs, and Reprints  
The Editorial Board which will examine all received manuscripts. Those considered to be not related to the habitual topics covered by the Journal, or not meeting the standard of scientific quality or novelty, will be returned to authors. Manuscripts will be reviewed by two (or three, if necessary) experts in the subject and, according to their reports, the Editorial Board will decide the acceptance or rejection of the manuscript. The Editorial Board may also ask the authors to revise or rewrite their manuscript according to the reviewers' suggestions or according to these instructions.

Galley proofs of accepted manuscripts will be sent by e-mail to the corresponding author for correction. These corrections should be sent back by e-mail in one communication within the next 72 h of the reception to assure a quick and accurate publication.

Authors will be provided with a pdf file of their article. In addition, all articles published in *Grasas y Aceites* are accessible, free of charge, at the following address:

<https://grasasyaceites.revistas.csic.es>

#### Research data policy

We recommend authors depositing data obtained from the research developed for the preparation of their article in repositories of recognized prestige, specific to the discipline or of a generalist nature. In any case, it must be a FAIR repository (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable), preferably in open access.

There are several repositories destined to conserve and disseminate concrete data such as results of surveys, observations, interviews, simulations, automatically collected data, samples, models ... If necessary, authors can consult the Registry of Research Data Repositories [re3data](#) taking into account that each repository has its own deposit rules.

Those CSIC authors who would like to deposit their datasets in Digital.CSIC may do so by following these [guidelines](#). They can use the Servicio de Archivo Delegado made available by the Technical Office of DIGITAL.CSIC and the Red de Bibliotecas CSIC.

DIGITAL.CSIC generates DOIs for datasets and associated software and is certified as data repository in [re3data](#) and [Repository Finder](#). More information at [Política de datos en Digital.CSIC](#).

If the author has deposited datasets in a repository, he should mention it in the article providing a brief description of the type of data deposited, the name and URL of the repository, the identification code and the data of the license for use and distribution. This information must be included at the end of the article, immediately before the bibliographic listing, under the heading "Data availability".