

VOLI

Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais

Eduardo Spears
(Organizador)



EDITORA
ARTEMIS

2024

VOLI

Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais

Eduardo Spears
(Organizador)



EDITORA
ARTEMIS

2024



O conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons Atribuição-Não-Comercial NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A responsabilidade pelo conteúdo dos artigos e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade é exclusiva dos autores. A Editora Artemis, em seu compromisso de manter e aperfeiçoar a qualidade e confiabilidade dos trabalhos que publica, conduz a avaliação cega pelos pares de todos manuscritos publicados, com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

Editora Chefe	Prof. ^a Dr. ^a Antonella Carvalho de Oliveira
Editora Executiva	M. ^a Viviane Carvalho Mocellin
Direção de Arte	M. ^a Bruna Bejarano
Diagramação	Elisangela Abreu
Organizador	Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers
Imagem da Capa	Bruna Bejarano, Arquivo Pessoal
Bibliotecário	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Conselho Editorial

Prof.^a Dr.^a Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”*, Cuba
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Prof. Dr. Agustín Olmos Cruz, *Universidad Autónoma del Estado de México*, México
Prof.^a Dr.^a Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba, Brasil
Prof.^a Dr.^a Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof.^a Dr.^a Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru
Prof.^a Dr.^a Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil
Prof.^a Dr.^a Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof.^a Dr.^a Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.^a Dr.^a Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México
Prof.^a Dr.^a Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal
Prof.^a Dr.^a Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF, Brasil
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
Prof.^a Dr.^a Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará, Brasil
Prof.^a Dr.^a Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México
Prof.^a Dr.^a Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo (USP), Brasil
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima, Brasil
Prof.^a Dr.^a Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México



Prof.ª Dr.ª Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca, Espanha*
Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República, Uruguay*
Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara, México*
Prof. Dr. Fernando Hitt, *Université du Québec à Montréal, Canadá*
Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil
Prof.ª Dr.ª Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, Instituto Politécnico da Guarda, Portugal
Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*
Prof. Dr. Guillermo Julián González-Pérez, *Universidad de Guadalajara, México*
Prof. Dr. Håkan Karlsson, *University of Gothenburg, Suécia*
Prof.ª Dr.ª Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco, Brasil
Prof.ª Dr.ª Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura, Peru*
Prof.ª Dr.ª Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío, Chile*
Prof.ª Dr.ª Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas, Brasil
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz, *University of Miami and Miami Dade College, Estados Unidos*
Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha, Espanha*
Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, Universidade de Évora, Portugal
Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros, Brasil
Prof. Dr. Jorge Ernesto Bartolucci, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. José Cortez Godinez, Universidad Autónoma de Baja California, México
Prof. Dr. Juan Carlos Cancino Diaz, Instituto Politécnico Nacional, México
Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid, Espanha*
Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín, Colômbia*
Prof. Dr. Juan Manuel Sánchez-Yañez, *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México*
Prof. Dr. Juan Porras Pulido, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof.ª Dr.ª Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás, Brasil
Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo, Brasil
Prof. Dr. Luis Fernando González Beltrán, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*
Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodriguez, *Universidad Santiago de Compostela, Espanha*
Prof. Dr. Manuel Simões, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal
Prof.ª Dr.ª Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, Brasil
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe, Brasil
Prof.ª Dr.ª Mar Garrido Román, *Universidad de Granada, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil
Prof.ª Dr.ª María Alejandra Arecco, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia, Brasil
Prof.ª Dr.ª Maria Carmen Pastor, *Universitat Jaume I, Espanha*



Prof.ª Dr.ª Maria da Luz Vale Dias – Universidade de Coimbra, Portugal
 Prof.ª Dr.ª Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
 Prof.ª Dr.ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão, Brasil
 Prof.ª Dr.ª MªGraça Pereira, Universidade do Minho, Portugal
 Prof.ª Dr.ª Maria Gracinda Carvalho Teixeira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
 Prof.ª Dr.ª María Guadalupe Vega-López, *Universidad de Guadalajara, México*
 Prof.ª Dr.ª Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal
 Prof.ª Dr.ª Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana, Cuba*
 Prof.ª Dr.ª Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil
 Prof. Dr. Melchor Gómez Pérez, Universidad del Pais Vasco, Espanha
 Prof.ª Dr.ª Ninfa María Rosas-García, Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional, México
 Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense, Brasil
 Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Peru*
 Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia, Brasil
 Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará, Brasil
 Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí, Brasil
 Prof. Dr. Sérgio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí, Brasil
 Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*
 Prof.ª Dr.ª Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)- USP, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Stanislava Kashtanova, *Saint Petersburg State University, Russia*
 Prof.ª Dr.ª Susana Álvarez Otero – Universidad de Oviedo, Espanha
 Prof.ª Dr.ª Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal
 Prof.ª Dr.ª Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal
 Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
 Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Colômbia*
 Prof. Dr. Xosé Somoza Medina, *Universidad de León, Espanha*

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E82 Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais I [livro eletrônico] /
Organizador Eduardo Eugênio Spers. – Curitiba, PR: Artemis,
2024.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

Edição bilingue

ISBN 978-65-81701-19-2

DOI 10.37572/EdArt_300724192

1. Ciências agrárias – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente.
3. Sustentabilidade. I. Spers, Eduardo Eugênio.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



APRESENTAÇÃO

O campo das ciências agrárias e ambientais está em constante evolução, refletindo a necessidade crescente de entender e gerenciar os recursos naturais e a produção agrícola de maneira sustentável.

O primeiro volume desta nova coletânea “**Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais**”, reúne 12 capítulos de destacados pesquisadores, oferece uma visão abrangente das investigações mais recentes em quatro eixos cruciais e complementares: ciências agrárias, ciências dos animais, ciências dos alimentos e ciências ambientais.

No eixo **Estudos em Ciências Agrárias**, os artigos exploram a variabilidade genética e os métodos de cultivo que podem influenciar a produtividade e a qualidade das culturas. O estudo da heterose em sementes híbridas de milho azul (cap. 1) revela como características superiores podem ser obtidas por meio de cruzamentos específicos. Adicionalmente, a análise do potencial genotécnico de híbridos e variedades sintéticas de milho azul (cap. 2) demonstra a importância da adaptação regional para maximizar a produtividade. A pesquisa sobre a manipulação de plantas de limão persa (cap. 3) e a propagação vegetativa do lúpulo (cap. 4) trazem insights sobre práticas de cultivo que podem otimizar a produção.

O eixo **Estudos em Ciências dos Animais** foca na saúde e na eficiência dos sistemas de produção animal. A detecção de imunoglobulinas contra *Anaplasma marginale* (cap. 5) é essencial para a compreensão das doenças bovinas, enquanto a avaliação da eficiência do uso de nutrientes em bovinos (cap. 6) pode melhorar a produtividade e a sustentabilidade das operações de pecuária. O estudo sobre a seroprevalência de *Mycobacterium avium* subespécie paratuberculosis em ovinos (cap. 7) oferece informações valiosas para o controle de doenças em sistemas de produção ovina.

Os artigos do terceiro eixo, **Estudos em Ciências dos Alimentos**, discutem a inovação e a funcionalidade na produção de alimentos. O potencial das sementes de *Moringa oleifera* (cap. 8) é explorado, destacando seus benefícios nutricionais e aplicações alimentares. Além disso, a dinâmica do status total de antioxidantes ao longo do processo de produção de vinho (cap. 9) revela como a qualidade do vinho pode ser monitorada e aprimorada, desde o suco até o produto final.

Finalmente, o eixo temático **Estudos em Ciências Ambientais** aborda questões cruciais relacionadas ao meio ambiente e à conservação. A investigação sobre a doença de manchas marrons e suas interações com hospedeiros (cap. 10) oferece uma visão sobre a gestão de doenças em agroecossistemas. Os avanços na conservação dos recursos genéticos de baunilha no México (cap. 11) são discutidos, evidenciando esforços para preservar espécies ameaçadas e a pesquisa sobre macrofauna bentônica em riachos (cap. 12) demonstra a importância dos organismos do solo para a saúde dos ecossistemas aquáticos.

Este livro não só apresenta pesquisas inovadoras e relevantes, mas também promove uma integração de conhecimentos que é vital para enfrentar os desafios contemporâneos nas ciências agrárias e ambientais. Acreditamos que as descobertas aqui compiladas contribuirão significativamente para o avanço da ciência e para a implementação de práticas mais sustentáveis e eficientes.

Desejo a todos uma proveitosa leitura!

Eduardo Eugênio Spers

SUMÁRIO

ESTUDOS EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CAPÍTULO 1.....1

EXPRESIÓN DE LA HETEROSIS EN SEMILLAS HÍBRIDAS DE MAÍZ AZUL

Germán Fernando Gutiérrez-Hernández

José Luis Arellano-Vázquez

Luis Fernando Ceja-Torres

Martín Filiberto García-Mendoza

Elpidio García-Ramírez

Estela Flores-Gómez

Patricia Vázquez-Lozano

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3007241921

CAPÍTULO 2.....10

POTENCIAL GENOTÉCNICO DE HÍBRIDOS Y VARIEDADES SINTÉTICAS DE MAÍZ AZUL CON ADAPTACIÓN A VALLES ALTOS CENTRALES DE MÉXICO

José Luis Arellano-Vázquez

Germán Fernando Gutiérrez-Hernández

Luis Fernando Ceja-Torres

Martín Filiberto García Mendoza

Elpidio García Ramírez

Estela Flores-Gómez

Patricia Vázquez-Lozano

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3007241922

CAPÍTULO 3.....18

COMPORTAMIENTO DE LA MANIPULACIÓN DE PLANTAS INJERTADAS DE LIMÓN PERSA DURANTE LA ETAPA DE PREPRODUCCIÓN DE PLANTA

Pablo Ulises Hernández Lara

Diana Rubi Ramos López

Felipe Mirafuentes Hernández

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3007241923

CAPÍTULO 4.....24

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DO LÚPULO: EFEITO DO COMPRIMENTO DE ESTACAS E DOSES DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO NA PRODUÇÃO DE MUDAS

Dalva Paulus

Mateus Dall'Agnol

Dislaine Becker

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3007241924

ESTUDOS EM CIÊNCIAS DOS ANIMAIS

CAPÍTULO 5..... 35

DETECCIÓN DE INMUNOGLOBULINAS CONTRA *ANAPLASMA MARGINALE* EN BOVINOS DE TRES ESTADOS DE MÉXICO

Elizabeth Salinas Estrella

Mayra Elizeth Cobaxin Cárdenas

Roberto Omar Casteñada Arriola

Itzel Amaro Estrada

Sergio Darío Rodríguez Camarillo

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3007241925

CAPÍTULO 6.....42

NUTRIENT USE EFFICIENCY EVALUATION OF BEEF CATTLE FEEDLOT

Andrea Wingartz Otaduy

Rafael Olea Pérez

José Luis Dávalos Flores

María Edna Álvarez Sánchez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3007241926

CAPÍTULO 7..... 49

SEROPREVALENCIA A *Mycobacterium avium* SUBESPECIE *paratuberculosis* POR RAZAS EN OVINOS EN TRES UNIDADES DE PRODUCCIÓN

José Vicente Velázquez-Morales

Marco Antonio Santillán-Flores

Dionicio Córdova-López

Juan Salazar-Ortiz

Ramón Soriano-Robles

Edgar Valencia-Franco

José Luis Ponce-Covarrubias

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3007241927

ESTUDOS EM CIÊNCIAS DOS ALIMENTOS

CAPÍTULO 8.....55

ALIMENTOS À BASE DE SEMENTES DE *Moringa oleifera*

Adèle Gautier

Carla Margarida Duarte

Isabel de Sousa

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3007241928

CAPÍTULO 9.....78

DYNAMICS OF TOTAL ANTIOXIDANT STATUS THROUGHOUT THE WINE PRODUCTION PROCESS: FROM JUICE TO FINISHED NON-ALCOHOLIC WINE PRODUCT

Andrejs Skesters

Anna Lece

Dmitrijs Kustovs

Gundega Gerke

Daina Garokalna

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3007241929

ESTUDOS EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

CAPÍTULO 10..... 88

INSIGHTS INTO BROWN SPOT DISEASE: CAUSAL AGENTS AND HOST INTERACTIONS IN AGROECOSYSTEMS

Justino Sobreiro

Cláudia Sofia Batalha Neto

 https://doi.org/10.37572/EdArt_30072419210

CAPÍTULO 11..... 101

AVANCES EN EL RESCATE Y CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS GENÉTICOS DE VAINILLA EN MÉXICO

Juan Hernández Hernández

Esmeralda J. Cruz Gutiérrez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_30072419211

CAPÍTULO 12 110

THE ROLE OF BENTHIC MACROFAUNA IN HEADWATER STREAMS, CHAPADA DOS
VEADEIROS, CENTRAL BRAZIL

Maria Júlia Martins Silva

Claudia Padovesi Fonseca

 https://doi.org/10.37572/EdArt_30072419212

SOBRE O ORGANIZADOR..... 120

ÍNDICE REMISSIVO 121

ALIMENTOS À BASE DE SEMENTES DE *Moringa oleifera*

Data de submissão: 20/06/2024

Data de aceite: 03/07/2024

Adèle Gautier

LEAF-Linking Landscape
Environment, Agriculture and Food
Instituto Superior de Agronomia
Universidade de Lisboa
Tapada da Ajuda
Lisbon, Portugal

Carla Margarida Duarte

LEAF-Linking Landscape
Environment, Agriculture and Food
Instituto Superior de Agronomia
Universidade de Lisboa
Tapada da Ajuda
Lisbon, Portugal
Egas Moniz Center for
Interdisciplinary Research (CiiEM)
Egas Moniz School of
Health and Science, 2829-511
Caparica, Almada, Portugal
<http://orcid.org/0000-0003-0699-5611>

Isabel de Sousa

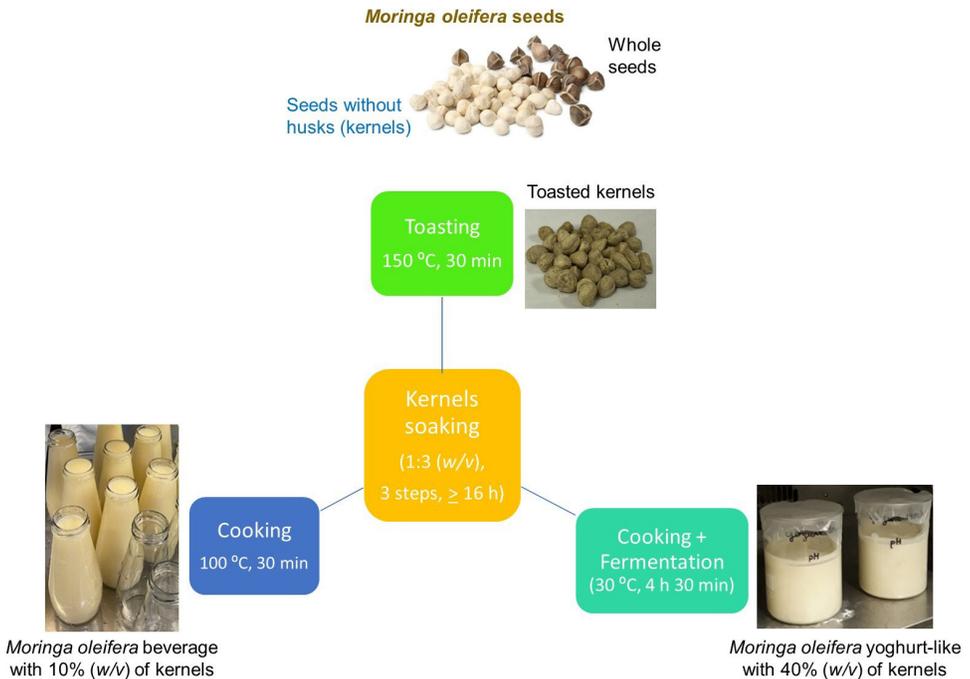
LEAF-Linking Landscape
Environment, Agriculture and Food
Instituto Superior de Agronomia
Universidade de Lisboa
Tapada da Ajuda
Lisbon, Portugal
<http://orcid.org/0000-0001-9384-7646>

RESUMO: A *Moringa oleifera* (MO) é uma árvore da família Moringaceae de crescimento rápido e resistente à seca, nativa do subcontinente indiano e usada extensivamente no sul e sudeste da Ásia. Existem no entanto, alguns problemas relativos ao amargor das sementes, tornando-as um obstáculo na aceitação pelo consumidor. Para se obter alimentos a partir das sementes de MO, foram realizadas várias técnicas de processamento, incluindo: (i) sementes de MO tostadas; (ii) bebidas feitas a partir de MO; e (iii) produtos semelhantes aos iogurtes, todos sendo posteriormente submetidos a análises físico-químicas e reológicas. A concentração proteica variou entre 3,68% na bebida, 14,73% no iogurte e 40,21% nas sementes tostadas de MO. A tostagem das sementes evidenciou ser uma boa opção e as alegações nutricionais correspondentes relativas ao teor em minerais podem ser consideradas para o Mg, P, Fe, Zn e Mn, confirmando a riqueza das sementes de *M. oleifera* em vários elementos. O produto à base de MO semelhante ao iogurte evidenciou ter um sabor muito agradável e uma estrutura gelificada semelhante ao iogurte lácteo, tornando-o uma nova alternativa vegetal promissora. No futuro, deve-se otimizar o processo de remoção do amargor das sementes cruas, de maneira a obter uma bebida à base de MO sensorialmente mais agradável.

PALAVRAS-CHAVE: Bebida de sementes de *Moringa oleifera*. Iogurte-tipo. Fermentação ácido-láctica. Reologia.

FOODS BASED ON *Moringa oleifera* SEEDS

VISUAL ABSTRACT:



KEYWORDS: *Moringa oleifera* seed beverage. Yoghurt-like. Lactic acid fermentation. Rheology.

1 INTRODUÇÃO

A *Moringa oleifera* (MO), também conhecida como a “árvore da vida” ou “árvore milagrosa”, é uma árvore pequena, nativa do norte da Índia e do Paquistão, que tem sido cultivada há muitos anos. Atualmente, está distribuída pelo mundo e tem sido naturalizada em muitos países de África (BOSCH, 2004). A moringa ganhou grande importância global por causa das suas múltiplas utilizações, boa adaptabilidade a vários solos e clima, e fácil disseminação. A denominação específica “oleifera” deve-se a um teor de 35-45% de gordura nas sementes (AYERZA, 2011).

A MO é considerada como uma das plantas mais ricas em nutrientes no mundo e tem sido conhecida pelos seus extensos benefícios medicinais. Em todo o continente africano, os componentes da planta são utilizados para uma variedade de usos agrícolas, médicos, dietéticos e fitoquímicos. Consequentemente, a moringa é considerada uma planta nutracêutica que pode ser usada em dietas diárias para melhorar as condições de

saúde das populações rurais em países em desenvolvimento. Na África Ocidental, uma série de projetos de saúde destinados a combater a desnutrição, têm sido bem sucedidos ao incentivar o uso de pó de folha de moringa na dieta de crianças, mulheres grávidas e lactantes (KUKU-SHITTU *et al.*, 2016). O pó de folhas de MO pode ser encontrado em qualquer supermercado em países ocidentais como um ingrediente funcional ou nutracêutico. Acredita-se que as substâncias bioativas benéficas encontradas nas folhas de *M. oleifera*, incluindo ácidos fenólicos, flavonóides, alcalóides, fitoesteróis, açúcares naturais, vitaminas, minerais e ácidos orgânicos, sejam responsáveis pelos benefícios terapêuticos tradicionais da planta (SAINI *et al.*, 2016; LIN *et al.*, 2018). As folhas de MO fornecem sete vezes mais vitamina C do que a laranja, dez vezes mais vitamina A do que a cenoura, dezessete vezes mais cálcio do que o leite, nove vezes mais proteína do que o iogurte, quinze vezes mais potássio do que a banana e vinte e cinco vezes mais do que o espinafre (ROCKWOOD *et al.*, 2013). Daí que a biofortificação mineral, que aborda uma das maiores lacunas alimentares nas dietas africanas, seja extremamente suficiente por esta via. Os asiáticos têm usado as folhas de MO como uma fonte alimentar nutritiva por milénios, sendo a cozinhada a aplicação mais difundida. Nos últimos anos, uma nova indústria surgiu nos países industrializados, em resultado dos diferentes usos dietéticos do pó da folha (como pão, iogurte e biscoitos). Devido a esta aplicação comercial rentável da moringa, as sementes têm sido negligenciadas.

As sementes de MO são uma alternativa promissora para a suplementação alimentar evidenciada em alguns trabalhos já disponíveis: o uso da farinha de sementes de MO como fortificante da farinha de trigo na produção de pães, biscoitos e biscoitos (OYEYINKA & OYEYINKA, 2018), e também o extracto da semente como agente espessante na produção de iogurte lácteo (QUINTANILHA *et al.*, 2021) melhoram as qualidades nutricionais e o comportamento reológico dos alimentos. Vários estudos *in vitro* também demonstraram que a semente de MO possui atividades anti-inflamatórias e imunomoduladoras, potencial antimicrobiano e anticancerígeno, bem como atividade antioxidante (BRILHANTE *et al.*, 2017; GUPTA *et al.*, 2018).

Na Guiné-Bissau, as sementes de MO são utilizadas para regular a pressão arterial e tratar a asma (BANCESSI *et al.*, 2020), mas em África, também são usadas para tratar diabetes, febre, malária e disfunção sexual (AGOYI *et al.*, 2017). A composição das sementes de MO apresenta maiores teores de proteína (36%), gordura (38,7%), vitamina E (752 mg por 100 g de semente seca), magnésio (635 mg por 100 g de semente seca) e cobre (5,2 mg por 100 g de semente seca), quando comparada às folhas e vagens de MO (GOPALAKRISHNAN *et al.*, 2016). As sementes de MO fritas são consumidas na Nigéria e dizem ter um sabor semelhante ao do amendoim. As sementes são geralmente

adicionadas aos molhos para lhes conferir o seu sabor amargo. Pesquisas mostram que o óleo da semente de MO contém cerca de 76% de MUFA, sendo o ácido oleico, o predominante e responsável por 73% do teor total em ácidos gordos (LEONE et al., 2016; ÖZCAN, 2018; GHARSALLAH et al., 2021), possuindo a capacidade de controlar o nível de colesterol, tornando-o o ideal substituto do azeite (LALAS & TSAKNIS, 2002) e conferindo-lhe a sua alta estabilidade oxidativa. O processo de extração deste óleo é uma atividade promissora, uma vez que o seu uso é bem-vindo em cosmética como veículo neutro para fragrâncias, sabonetes e como lubrificante adequado para equipamento utilizado em fabrico de alimentos, e apresenta um preço de mercado crescente.

A maioria das plantas perde as suas propriedades antinutricionais quando são processadas. As sementes de MO contêm alguns péptidos amargos com alguma atividade hemaglutinante, glucosinolatos (65,5 $\mu\text{mol/g}$ de sementes, o que equivale a aproximadamente 40 mg/g ou 4% do peso da semente) (BENNETT et al., 2003) e fitatos. Todos os glucosinolatos são compostos fortemente amargos. Podem ser extraídos com misturas de água e álcool devido à sua solubilidade em água, e são susceptíveis de ser destruídos pelo calor (BARTHET & DAUN, 2011). Os fitatos estão presentes numa extensão de 1% a 6% e podem reduzir a biodisponibilidade mineral em animais monogástricos, particularmente Zn^{2+} e Ca^{2+} (FERREIRA et al., 2008). A presença de fitato e outros antinutrientes podem reduzir a biodisponibilidade de certos nutrientes, mas a fermentação pode ser utilizada para neutralizar esse efeito e potencializar a utilização máxima dos nutrientes necessários das sementes. Quando comparado o conteúdo nutritivo das farinhas de sementes de MO cruas, germinadas e fermentadas, verificou-se que o teor em fitoquímicos era maior na farinha de sementes cruas e o conteúdo em aminoácidos atingiu o seu pico nas farinhas de sementes fermentadas e germinadas (MISHRA et al., 2012; IJAROTIMI et al., 2013). Estes valores podem ser o resultado das alterações bioquímicas que ocorrem durante a fermentação, incluindo o aumento do teor em proteínas, aminoácidos essenciais e dos perfis de ácidos gordos poli-insaturados, além de reduzir a composição de antinutrientes provenientes das sementes de MO, sendo mais eficiente do que as técnicas de processamento por germinação (IJAROTIMI et al., 2013). Assim, a semente de MO pode apresentar excelentes propriedades nutricionais com baixa toxicidade após um processamento eficiente, fornecendo uma boa alternativa a algumas sementes de leguminosas (pobres em aminoácidos ricos em enxofre) como fonte de proteínas, óleos e compostos antioxidantes de alta qualidade (FERREIRA et al., 2008).

Este trabalho teve início com a caracterização físico-química das sementes de MO para avaliar a sua potencial utilização como alimento. Diferentes técnicas de

processamento, tais como a demolha, a tostagem, a cozedura e a fermentação, foram testadas e discutidas durante o desenvolvimento de alimentos à base de sementes de MO, para se obter boas características sensoriais e remover o sabor amargo. O comportamento do fluido quanto à viscosidade do 1) iogurte-tipo de MO desenvolvido foi estudado e comparado com o iogurte comercial de soja e o iogurte lácteo com baixo teor de gordura, e o da 2) bebida à base de MO foi comparada com bebidas à base de grão-de-bico e tremoço desenvolvidas num estudo anterior (LOPES *et al.*, 2020).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Diferentes técnicas de processamento foram testadas para o desenvolvimento de alimentos à base de sementes de *Moringa oleifera* para se obter boas características sensoriais e se remover o sabor amargo: demolha, cozedura, tostagem em diferentes tempos e temperaturas, e também a utilização da fermentação ácido-láctica. Por fim, foram seleccionados três diferentes processos e alimentos resultantes de acordo com a revisão bibliográfica, tendo em conta a obtenção de uma boa qualidade sensorial: sementes tostadas de *M. oleifera*, bebida à base de MO e um tipo de iogurte à base de MO.

2.1 PREPARAÇÃO DE SEMENTES DE *M. oleifera* TOSTADAS

As sementes descascadas de *Moringa oleifera* (amêndoas) foram adquiridas num fornecedor indiano (Ramamoorthy Exports).

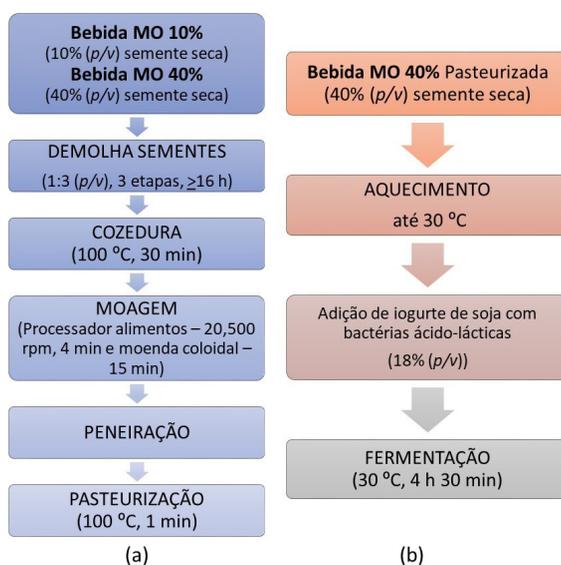
A produção das sementes tostadas evoluiu para a seguinte otimização final: 20 g de sementes secas foram demolhadas duas vezes em água morna da torneira (30–35 °C) e uma vez em água fria da torneira (15–20 °C) na proporção de 1:3 (p/v) por cerca de 16 h (PAN & TANGRATANAVALEE, 2003). Todas as águas de demolha foram descartadas. Posteriormente, as sementes demolhadas foram tostadas em estufa de ar forçado a 150 °C por 30 min. As sementes de MO cruas e tostadas foram armazenadas à temperatura ambiente para posterior análise.

2.2 PREPARAÇÃO DA BEBIDA À BASE DE SEMENTES DE *M. oleifera*

Para a produção de bebidas à base de MO e do iogurte-tipo foram utilizadas duas diferentes concentrações de sementes: 10% e 40% (p/v) do total de sementes secas, respectivamente. As sementes foram demolhadas conforme descrito anteriormente, cozidas em água a ferver por 30 min numa panela de pressão (KHANDELWAL *et al.*, 2010) e as águas descartadas. As sementes cozidas foram escoadas, e o volume correspondente de água da torneira foi adicionado para cumprir com as proporções de 10% ou 40%

(p/v) de sementes secas em água. Em seguida, a mistura foi moída num processador de alimentos (Bimby-Worwerk, Wuppertal, Alemanha) a 20.500 rpm durante 4 min com apenas 250 mL de água da torneira (adaptado de trabalhos anteriores (NELSON *et al.*, 1976; SETHI *et al.*, 2016), seguida de uma moagem fina realizada num moinho coloidal (Pulverisette 2, Fritsch GmbH, Idar-Oberstein, Alemanha) à escala laboratorial, a 70 rpm, durante 15 min utilizando o volume de água restante. A bebida resultante foi peneirada com um filtro antes de ser acondicionada em frascos esterilizados. Na etapa de pasteurização, adaptada de trabalho anterior (NELSON *et al.*, 1976), os frascos cheios e capsulados (temperatura da bebida superior ou igual a 90 °C), foram submetidos a choque térmico, no interior de uma panela de pressão, durante 1 min, em água a ferver (Figura 1a).

Figura 1. Etapas do procedimento de fabrico (a) da bebida à base de sementes de *M. oleifera* e (b) do iogurte-tipo à base de sementes de *M. oleifera*.



Após a produção, as duas concentrações da bebida de MO foram conservadas a 4 °C, num máximo de 7 dias para posterior análise ou fermentação.

2.3 PREPARAÇÃO DO IOGURTE-TIPO À BASE DE SEMENTES DE *M. oleifera*

Um iogurte comercial de soja (Alpro natural 125 g, Danone, Portugal) contendo as culturas lácticas (*S. thermophilus* e *L. bulgaricus*) foi adicionado na proporção de 18% (p/v) ao volume correspondente de bebida refrigerada à base de MO com 40% (p/v) de sementes secas, para posterior fermentação láctica (Figura 1b). A preparação foi então homogeneizada completamente durante a fase de aquecimento e incubada a 30–32 °C

durante 4 h e 30 min. Após a fermentação, os iogurtes-tipo de MO foram armazenados a 4 °C até 7 dias para análises físico-químicas.

2.4 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA

A determinação da actividade de água (a_w) em farinhas de sementes cruas e tostadas de *M. oleifera* foi realizada em triplicados num equipamento Hygrolab (Rotronic, Hauppauge, NY, USA) a 20 ± 1 °C.

A determinação do teor em Proteína Total nas sementes cruas de MO foi realizada num Dumas Nitrogen Analyser NDA 702 (Velp Scientifica, Usmate, Itália) e o fator de correção utilizado para converter o azoto em proteína bruta foi de 6,25 (IJAROTIMI *et al.*, 2013). Todas as análises foram realizadas em triplicado e expressas em percentagem.

A análise do teor em Gordura Bruta nas sementes e no iogurte-tipo de MO baseou-se no método de extração de Soxhlet e foi realizada em triplicados de acordo com o método de Ijarotimi e colaboradores (IJAROTIMI *et al.*, 2013) com algumas modificações: 1 g de amostra foi pesada num cartucho de celulose e coberto com algodão absorvente, enquanto cerca de 50 mL de éter de petróleo (100 °C) (ref 32299-2500, Honeywell, Charlotte, NC, EUA) foi adicionado num copo pré-pesado. Tanto o cartucho como o copo foram acoplados à Unidade de Extração (TecatorSoxtec, Modelo 2043, Hilleroed, Dinamarca). Os lípidos solúveis das amostras foram extraídos no solvente por 15 min e enxaguados durante 1 h e 30 min. O solvente destilado foi então condensado e recolhido. Posteriormente, uma etapa final de secagem (105 °C durante 7 h) evaporou os últimos vestígios de solvente dos copos de extração. Os copos de extração secos foram pesados e a percentagem em massa de lípidos foi calculada de acordo com a Equação (1):

$$\text{Gordura Bruta (\%)} = \frac{\text{peso inicial copo extração} - \text{peso final copo extração}}{\text{peso da amostra}} \times 100 \quad (1)$$

O teor de gordura total na bebida de MO foi estimado pelo método de Gerber (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2008). Resumidamente, foi utilizado um butirómetro onde se realizou a hidrólise ácida para digerir os triplicados das amostras proteicas com ácido sulfúrico (ref 1082-00, Weber Scientific, Hamilton, NJ, EUA) e álcool amílico (ref 1087-00, Weber Scientific, Hamilton, NJ, EUA), em banho-maria durante 5 min a 65 ± 2 °C, seguido de separação da gordura por centrifugação (1100 rpm durante 4 min). O valor do teor em gordura foi lido directamente na escala do butirómetro como uma percentagem de massa do conteúdo de gordura na amostra.

A acidez total existente na bebida e no iogurte-tipo de MO foi determinada em triplicados de acordo com o método internacional OIV-MA-AS313-01:R2015 adaptado

(INTERNATIONAL ORGANIZATION OF VINE AND WINE, 2019), com algumas modificações. Resumidamente, cada amostra (20 mL) foi diluída em 25 mL de água fervida. Em seguida, foram adicionadas 3 gotas de fenolftaleína para a titulação com NaOH 0,1 N (aq.) (ref 221465, Sigma-Aldrich, Merck, Darmstadt, Alemanha). A acidez total foi expressa em miliequivalentes (mEq) de ácido/L.

A matéria seca das sementes de MO cruas e tostadas, da bebida e do iogurte foi determinada gravimetricamente por secagem a 105 ± 5 °C em estufa de ar forçado (Binder, FED 115, Tuttlingen, Alemanha) até peso constante da amostra, sendo o seu resíduo sólido calculado em percentagem. A percentagem de humidade em triplicados foi calculada de acordo com a Equação (2):

$$\text{Humidade (\%)} = \left[100 - \frac{P3 - P1}{P2 - P1} \right] \times 100 \quad (2)$$

em que o P1 é o peso do cadinho, P2 é o peso do cadinho e da amostra antes da secagem a 110 °C e P3 é o peso do cadinho com o resíduo da amostra após secagem e arrefecimento em excicadores herméticos.

O teor de cinzas foi determinado gravimetricamente por incineração a 550 ± 10 °C numa mufla (Snol 164 LHM01, Utena, Lituânia) para a bebida de *M. oleífera*, e para o iogurte-tipo de MO a determinação foi efectuada de acordo com o método AOAC 923.03 (2005). Os resultados dos triplicados foram expressos em percentagem.

O teor em Hidratos de Carbono foi estimado por diferença para 100% dos constituintes principais (humidade, cinzas, proteína e gordura). Os valores energéticos da bebida e do iogurte-tipo de MO foram calculados considerando os factores de conversão (Regulation (EC) No 1169/2011) para proteína (4 kcal/g; 17 kJ/g), gordura (9 kcal/g; 37 kJ/g) e hidratos de carbono (4 kcal/g; 17 kJ/g).

Os teores em minerais nas sementes, bebidas e iogurtes-tipo de MO foram obtidos em triplicados por espectrometria de emissão óptica (ICP-OES: iCAP 7000 Series Spectrometer equipped with ASX-520 AutoSampler, Thermo Scientific, Waltham, MA, USA). Resumidamente, 0,25–0,30 g de farinha de semente, 5–6 g de iogurte-tipo de MO e 5 mL de bebida de MO foram transferidos para os recipientes de digestão e os respectivos volumes de HCl (37%) (ref 30721, Fluka, Honeywell, Charlotte, NC, EUA) e de HNO₃ (65%) (ref 695041, Sigma-Aldrich, Merck, Darmstadt, Alemanha) foram adicionados numa proporção de 3:1. A digestão (SCP Science, DigiPREP MS, Baie d'Urfe, QC, Canadá) ocorreu a 15 min/45 °C, 15 min/80 °C e 60 min/105 °C. Após o arrefecimento, adicionou-se água destilada até 50 mL e a solução

foi deixada a decantar. Finalmente, o sobrenadante límpido foi utilizado na análise ICP. Onze elementos (Na, K, Ca, Mg, P, S, Fe, Zn, Mn, B) foram determinados em triplicado. Os resultados foram expressos em mg por elemento mineral por 100 g de amostra (matéria seca para sementes tostadas e peso para iogurte), exceto para bebidas (mg/100 mL).

A cor da bebida de *M. oleifera* e do iogurte-tipo de MO foi medida com um colorímetro Minolta CR-300 (Tóquio, Japão), calibrado com uma placa de porcelana padrão branca (L^* 96,96; a^* 0,37; b^* 2,10). Os resultados foram expressos de acordo com o sistema de cores uniforme CIELAB com referência ao padrão de iluminação D65 (condições médias de luz do dia) e um ângulo visual de 2°. Os parâmetros de cor determinados foram L^* , que explica a luminosidade (i.e., 0% para preto e 100% para branco), a^* varia de verde para vermelho e b^* de azul para amarelo, o que corresponde a uma variação numérica de -60 a +60. As medidas foram realizadas à temperatura ambiente sob condições de luz semelhantes (isto é, 50 mm² de área de medição por medida) e replicadas 6 vezes por amostra.

A diferença de cor total entre as amostras foi calculada de acordo com a Equação (3). O leite inteiro UHT de vaca e uma bebida de soja, mas também um iogurte de vaca comercial e um iogurte de soja foram utilizados como referências para a bebida de MO e iogurte-tipo de MO, respectivamente.

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (3)$$

Considerando que se ΔE^* for superior a cinco unidades, a diferença de cor é detectável pelo olho humano (CASTELLAR et al., 2006).

Os valores de pH (medidor de pH Basic 20, CRISON Instruments, Barcelona, Espanha) da bebida e do iogurte-tipo de MO foram medidos à temperatura ambiente no dia após a produção respectiva.

2.5 AVALIAÇÃO SENSORIAL DAS AMOSTRAS

O desenvolvimento dos protótipos de alimentos à base de sementes de MO também incluiu uma avaliação concisa de suas características sensoriais, após cada nova condição da etapa de processamento (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 1994). Essa avaliação foi realizada pelos autores e outras pessoas do laboratório (amostra não representativa), para estimar a percepção do consumidor sobre cada protótipo e apoiar a decisão para a próxima etapa de processamento.

2.6 MEDIÇÕES REOLÓGICAS

A medição da variação da viscosidade com a velocidade de deformação na bebida e no iogurte-tipo à base de sementes de *M. oleífera*, no iogurte comercial de soja e no iogurte lácteo com baixo teor de gordura (Mimosa magro 125 g, Lactogal, Portugal) foram realizadas num reómetro (*controlled-stress rheometer*) (Thermo Fisher Scientific, Haake MARS III, Karlsruhe, Alemanha), com o uso de um cilindro concêntrico CCB/CC25 DIN Ti para evitar a separação de fases na bebida, e utilizando um sistema de placa inferior TMP60 (222-1891) e de um cone DC60/2° Ti (222-1932) para as medições no iogurte. Os ensaios nos iogurtes foram realizados a 20 ± 1 °C e a 8 ± 1 °C, sendo esta última a temperatura a que geralmente são consumidos (TRINDADE *et al.*, 2001). Os ensaios na bebida foram realizados a 20 ± 1 °C. As medições da viscosidade à velocidade de deformação constante foram efectuadas com taxas de deformação entre $1,0 \times 10^{-5}$ e $1,0 \times 10^3$ s⁻¹. Os testes demoraram 21 min cada e foram realizados em triplicado nas amostras devidamente homogeneizadas de iogurte e de bebida. As curvas de escoamento foram ajustadas ao modelo de Carreau (Equação (4)), visto os iogurtes e a bebida serem fluidos não-Newtonianos e evidenciarem comportamento reofluidificante (i.e., a viscosidade diminui à medida que a taxa de deformação aumenta) (BARNES, 2000):

$$\eta = \eta_{\infty} + \frac{\eta_0 - \eta_{\infty}}{(1 + (K\dot{\gamma})^2)^{\frac{m}{2}}} \quad (4)$$

onde “ η_0 ” é a primeira viscosidade limite Newtoniana (taxa de deformação “zero”) (Pa·s); η_{∞} é a segunda viscosidade limite Newtoniana (taxa de deformação “infinita”) (Pa·s); “ $\dot{\gamma}$ ” é a taxa de deformação (s⁻¹); “K” é o tempo de relaxamento (s) e o recíproco, 1/K ($\dot{\gamma}$ ·c), está relacionado com a taxa de deformação crítica (i.e., taxa de deformação inicial para a reofluidificação); e “m” é a constante adimensional relacionada com a Lei de Potência e com a contabilização do desvio do comportamento newtoniano. Na análise dos resultados utilizou-se o software TRIOS (TA Instruments, v4.5.1).

Todos os testes reológicos foram repetidos pelo menos três vezes. As amostras de iogurte foram deixadas em repouso durante 300 s após serem colocadas no sistema medidor e cobertas com uma camada de óleo de parafina para evitar a perda de humidade.

2.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Procedeu-se à análise de variância (one-way ANOVA) para avaliar as diferenças significativas entre amostras com um nível de significância de 95% ($p < 0,05$). Para

comparações múltiplas utilizou-se o teste Tukey HSD. O tratamento estatístico dos dados foi realizado no software SPSS Statistics (v.20, IBM SPSS Statistics, New York, USA).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 PROGRESSÃO NAS TÉCNICAS DE PROCESSAMENTO UTILIZADAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE ALIMENTOS À BASE DE SEMENTES DE *Moringa oleifera*

A Tabela 1 descreve as principais etapas de produção testadas durante o desenvolvimento de alimentos à base de sementes de *Moringa oleifera* com o objectivo de alcançar boas características sensoriais e remover o sabor amargo da semente.

Tabela 1. Progresso das etapas de processamento de alimentos à base de sementes de *M. oleifera* (sementes tostadas, bebidas e iogurtes) para alcançar a optimização final.

Descrição da tarefa	Resultados/ Avaliação sensorial	Próximos passos	Base da decisão
Tostagem das sementes			
65 °C durante 30 min	Ainda amarga, mas menos do que a semente crua; doce após mastigar.	Aumentar a temperatura para diminuir ou eliminar o amargor.	O controlo da temperatura ajudará a remover o amargor.
200 °C durante 1 h 40 min + 260 °C durante 16 min	Muito torrado, muito mau gosto (queimado).	Reduzir o tempo da tostagem.	
200 °C durante 30 min	Semente sem alteração de cor; ainda amarga e doce.	Reduzir a temperatura da tostagem.	
150 °C durante 30 min	Doce demais, amargo demais, não queimado.	Demolhar as sementes primeiro.	
Após demolha: 100 °C, durante 30 min	Sabor igual ao cru, ainda muito doce e amargo demais.	Manter a demolha e aumentar a temperatura para 150 °C.	
Após demolha: 150 °C, durante 30 min	Muito crocante, bom gosto (semelhante ao amendoim torrado).	Não é necessário.	OK. Melhor desempenho de processamento (MDP).
Demolha das sementes			
Demolha das sementes cruas (1:3 p/v). 3 etapas: primeiras duas com água morna (30–35 °C), última com água fria (15–20 °C) totalizando 16 horas.	Sabor igual às sementes cruas, ainda muito amargas e doces demais.	Cozer as sementes.	A demolha e a cozedura ajudam a libertar para a água os anti-nutrientes, nomeadamente, os compostos amargos.

Descrição da tarefa	Resultados/ Avaliação sensorial	Próximos passos	Base da decisão
Antes da cozedura: Sementes demolhadas cozidas em água da torneira quente (30 min, 100 °C)	Perdeu-se a doçura, mas ainda se sente um pouco do amargo.	Adição de sabores para melhorar o sabor da bebida.	OK. Testagem sensorial com novos sabores.
Moagem das sementes demolhadas			
Antes da cozedura: Processador de alimentos (4 min, 20,500 rpm) seguido de moenda no Ultraturrax (1 min, 20,500 rpm) + adição de água da torneira para ajudar na eficiência da moagem e na homogeneização da bebida.	Sabor amargo/cru muito forte. Sensação arenosa na boca.	Cozer as sementes demolhadas. Para reduzir a sensação arenosa, usar o moinho coloidal.	
Após cozedura: Processador de alimentos (4 min, 20,500 rpm) seguido de moenda coloidal (70 rpm, 15 min) + adição de água da torneira para ajudar na eficiência da moagem e na homogeneização da bebida.	Sabor suave e agradável, com um leve amargor na bebida final.	Não é necessário.	OK. MDP.
Fermentação			
“creme” de MO – bebida de MO com 40% (p/v) de sementes, com adição de 18% (p/v) de iogurte de soja incubado a 30 °C durante 4 h 30 min	Sabor e cheiro agradáveis. Aparência de creme líquido como a bebida.	Não é necessário.	OK. MDP.
Tempo de incubação de 21 h	Cheiro não tão agradável como o anterior: cheiro “a verde”; sem doçura. Separação de fases, apresentando camadas com ar no meio.		

3.2 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DOS ALIMENTOS OPTIMIZADOS À BASE DE SEMENTES DE *M. oleifera*

As sementes cruas e tostadas de *M. oleifera* não apresentaram diferenças significativas na análise físico-química (Tabela 2), excepto no teor em proteína o qual se deve à perda significativa de humidade das sementes durante a tostagem (0,33%),

levando a um valor maior (40,21%). Os teores de gordura (37,2% (p/p)) e de proteína (36,8% (p/p)) obtidos nas sementes cruas foram semelhantes aos citados no trabalho de Gopalakrishnan (2016) (38,7% (p/p) e 36,0% (p/p), respectivamente) e dentro dos intervalos apresentados por Brilhante e colaboradores (BRILHANTE *et al.*, 2017) para ambos os parâmetros (gordura: 30,8–41,2%; proteína: 29,4–38,3%). A variação nestes parâmetros pode ser atribuída à região onde a MO foi plantada e às condições de crescimento da planta (BRILHANTE *et al.*, 2017).

A comparação entre os teores de gordura e de proteína da semente de MO tostada e do amendoim tostado mostrou que a primeira é nutricionalmente melhor. As sementes de MO tostadas apresentaram um menor teor em gordura (34,95% vs. 49,6%), mas um teor proteico maior (40,21% vs. 25,6%) (Tabela 2) quando comparadas com o amendoim tostado (PortFIR, 2022).

Tabela 2. Resultados da análise físico-química das sementes de *Moringa oleifera* cruas e tostadas. Os valores estão representados como a média \pm desvio padrão (n = 3). As letras diferentes nas amostras, por parâmetro, indicam diferenças significativas entre elas ($p < 0,05$).

	aw	Humidade (%)	Acidez Total (mEq de ácido/ L)	Gordura (% w/w)	Proteína (% w/w)
Sementes cruas de MO	0.56 \pm 0.00	4.74 \pm 0.05 ^a	3.70 \pm 0.29	37.24 \pm 0.83	36.82 \pm 0.20 ^a
Sementes tostadas de MO	0.48 \pm 0.03	0.33 \pm 0.05 ^b	3.50 \pm 0.00	34.95 \pm 1.34	40.21 \pm 0.18 ^b

As sementes de MO cruas e tostadas são relativamente secas (4,74 e 0,33%, respectivamente) e a sua atividade de água permite prever a estabilidade e a segurança das sementes em termos de crescimento microbiano. O menor valor de aw em que ocorre a maioria da degradação dos alimentos é de 0,90, embora algumas leveduras e bolores possam crescer acima dos 0,61 (FONTANA *et al.*, 2001). As aw das sementes cruas e tostadas (0,56 e 0,48, respectivamente) confirmam a boa capacidade de conservação de ambas (Tabela 2).

A semelhança entre a acidez total das sementes cruas e das sementes tostadas (3,7% and 3,5%) pode ser devida à presença de alguns compostos amargos das sementes de MO que não terão sido extraídos durante a etapa da demolha.

A bebida à base de *M. oleifera* evidenciou um alto teor em proteína (3,68% (p/v)) (Tabela 3) quando comparado com o leite de vaca (3,3–3,5%) e com as bebidas vegetais comerciais (<1%) (LOPES *et al.*, 2020), tornando-se uma boa alternativa vegetal à proteína láctea tal como a bebida à base de grão-de-bico (3,24% p/v) e a bebida à base de tremçoço (4,05% p/v) (DUARTE *et al.*, 2022).

Com o propósito de mitigar totalmente o ligeiro amargor da bebida de MO, poder-se-à incluir uma etapa de tostagem entre a cozedura das sementes e a moagem coloidal, na optimização futura do processo. No trabalho de Ogunsina (2011), o sabor amargo da farinha de MO utilizada no fabrico de pães e de biscoitos, foi removido com sucesso através do aquecimento dos grãos cozidos a 80 °C durante 8 h.

Tabela 3. Análise química centesimal da bebida (10% *p/v*) e do iogurte-tipo à base de *Moringa oleifera*. A percentagem dos respectivos parâmetros é por 100 mL para a bebida e para 100 g para o iogurte-tipo. Os valores estão representados como a média \pm desvio padrão (n = 3). * com base no teor de proteína da semente crua.

	pH	Acidez Total (mEq ácido/L)	Gordura (%)	Humidade (%)	Cinzas (%)	Proteína* (%)	Hidratos C. estim. (%)	Energia (kcal) (kJ)
Bebida MO a 10% (<i>p/v</i>)	6.03 \pm 0.00	10.00 \pm 1.32	2.97 \pm 0.12	92.67 \pm 0.05	0.24 \pm 0.05	3.68 \pm 0.02	0.44	43.19 \pm 0.83 (179.87 \pm 3.38)
semente seca								
iogurte-tipo MO (4 h 30 min)	5.45 \pm 0.02	46.70 \pm 2.00	7.25 \pm 0.47	81.10 \pm 0.43	0.75 \pm 0.05	14.73 \pm 0.08	0.00	124.13 \pm 4.46 (518.51 \pm 18.38)

Quando comparados os valores de pH da bebida à base de MO (Tabela 3) com os obtidos para as bebidas à base de leguminosas de um estudo anterior (LOPES *et al.*, 2020), há alguma semelhança com as bebidas à base de tremçoço (pH < 6,0) ligeiramente ácidas, e menos com as bebidas à base de grão-de-bico (pH = 6,7–7,2).

A acidificação foi alcançada durante a fermentação (46,7 mEq/L) sendo confirmada pelo valor de pH mais baixo (5,45) do iogurte-tipo à base de MO, comparativamente à bebida, o que também evidencia a atividade das bactérias lácticas (BÉAL & HELINCK, 2019). Tal como esperado, o baixo teor em hidratos de carbono (cerca de 1,76%) da bebida à base de MO, que continha 40% (*p/v*) de sementes secas, foi consumido por bactérias ácido-láticas durante a fermentação (BÉAL & HELINCK, 2019), o que explica a ausência de hidratos de carbono no iogurte-tipo à base de MO (Tabela 3). Noutro estudo (QUINTANILHA *et al.*, 2021), a adição a iogurtes lácteos de extracto ultrafiltrado de sementes de *M. oleifera*, como agente espessante, evidenciou que a semente de MO fez aumentar a capacidade metabólica das bactérias ácido-láticas através dos seus ácidos orgânicos, ácidos fenólicos e flavonóides, provocando a rápida diminuição do pH e o aumento da acidez dos iogurtes lácteos fortificados, quando comparados com as amostras controlo. Os iogurtes lácteos fortificados com extracto de MO (QUINTANILHA *et al.*, 2021) apresentaram teores de gordura (5,97–6,32 vs. 7,25), de cinzas (0,95–0,98 vs. 0,75) e de humidade (77,38–77,89 vs. 81,10) semelhantes aos obtidos neste trabalho,

excepto no teor inferior em proteína (5,55–5,76 vs. 14,73) pois a proporção de extracto de MO adicionado era menor.

Os teores superiores em gordura, cinzas, proteína e valor energético do iogurte-tipo à base de MO, quando comparado com a bebida à base de MO (Tabela 3), devem-se à composição da sua fonte nutricional (bebida com 40% p/v de sementes secas), que é quatro vezes mais rica do que na bebida (10% p/v). Além disso, o teor relevante em proteína no iogurte-tipo à base de MO (14,73%), quando comparado com os iogurtes de soja e os iogurtes lácteos (4-5%), estabelece uma nova fonte de alto teor proteico potencial presente em alimentos à base de plantas, tornando-os altamente competitivos no mercado comercial actual de alimentos não lácteos.

O menor teor em humidade apresentado pelo iogurte-tipo à base de MO (81,1%) quando comparado com o da bebida à base de MO (contendo apenas 10% de sementes), é explicado pelos 40% de sementes de MO, responsáveis pela consistência “cremosa” do iogurte.

A cor de todas as amostras (dados não divulgados) difere das referências ($\Delta E^* > 12$), o que significa que a sua cor é visivelmente distinguida pelo olho humano (CASTELLAR et al., 2006).

A finalidade da fortificação de alimentos envolve a adição de nutrientes essenciais como as vitaminas e os minerais, a alimentos básicos, com o intuito de melhorar o seu valor nutricional, no entanto, este trabalho teve como objectivo utilizar a própria semente de MO como produto alimentar, de modo a que a sua composição nutricional proviesse apenas da semente submetida às diferentes condições de processamento.

Algumas diferenças foram encontradas entre os minerais quando comparado com a pouca literatura disponível sobre a composição de sementes cruas de *M. oleifera* (BRILHANTE et al., 2017; GOPALAKRISHNAN et al., 2016; IJAROTIMI et al., 2013). Essas variações podem decorrer de diferentes metodologias e instrumentos utilizados nas análises (espectroscopia de absorção atómica versus ICP-OES) juntamente com o uso de diferentes variedades de *M. oleifera*, condições edafo-climáticas, época de colheita e/ou estado nutricional das plantas, o que influencia os teores de minerais das sementes analisadas (ASANTE et al., 2014). No entanto, os teores dos seguintes elementos minerais descritos no trabalho de Ijarotimi (2013) são muito próximos aos encontrados neste estudo para as sementes cruas (Tabela 4): cálcio (128,33 mg/100 g), ferro (7,33 mg/100 g) e cobre (0,63 mg/100 g). Por outro lado, os teores em magnésio e enxofre encontrados nas sementes cruas de MO foram significativamente diferentes no trabalho de Gopalakrishnan (2016) (635 mg/100 g; 0,05 mg/100 g, respectivamente) quando

comparados com os apresentados neste trabalho (302.51 mg/100 g para o magnésio e 1994.06 mg/100 g para o enxofre).

Tabela 4. Teor em minerais nas sementes de *M. oleifera* (cruas e tostadas), bebida e iogurte-tipo à base de MO. Apresentação em percentagem da contribuição mineral de 100 mL de leguminosa e 100 g de semente ou iogurte, levando-se em conta as doses diárias de referência (DDR) para adultos (quantidade significativa de 7,5% para a bebida e 15% para as sementes e o iogurte) (Regulation (EC) No 1169/2011). Os valores são representados como a média ± DP. Letras diferentes, por elemento mineral, representam uma diferença significativa entre as amostras de sementes ($p < 0,05$).

	Semente crua de MO (mg/100 g)	% DDR	Semente tostada de MO (mg/100 g)	% DDR	Bebida à base de MO (mg/100 mL)	% DDR	iogurte-tipo de MO (mg/100 g)	% DDR
Na	6.82 ± 0.19 ^a	0.45	9.01 ± 0.78 ^b	0.60	3.14 ± 0.04	0.21	5.01 ± 0.04	0.33
K	763.49 ± 6.83 ^a	38.17	747.56 ± 6.38 ^b	37.38	38.08 ± 0.40	1.90	28.05 ± 0.14	1.40
Ca	139.64 ± 0.76 ^a	17.45	163.64 ± 1.46 ^b	20.45	17.86 ± 0.08	2.23	13.29 ± 0.12	1.66
Mg	302.51 ± 2.99 ^a	80.67	310.47 ± 3.34 ^b	82.79	29.31 ± 0.04	7.82	15.98 ± 0.15	4.26
P	771.19 ± 3.92 ^a	110.17	790.68 ± 4.89 ^b	112.95	72.24 ± 1.01	10.32	40.53 ± 0.19	5.79
S	1994.06 ± 51.42	—	1977.58 ± 23.44	—	156.54 ± 3.90	—	85.88 ± 1.20	—
Fe	9.97 ± 0.07 ^a	71.18	17.01 ± 0.05 ^b	121.52	0.50 ± 0.00	3.57	0.26 ± 0.00	1.84
Cu	0.86 ± 0.01 ^a	85.82	0.91 ± 0.02 ^b	90.52	0.08 ± 0.00	8.13	0.04 ± 0.00	3.85
Zn	5.20 ± 0.03 ^a	52.00	6.38 ± 0.02 ^b	63.81	0.56 ± 0.00	5.61	0.31 ± 0.00	3.09
Mn	1.25 ± 0.01 ^a	62.35	1.44 ± 0.00 ^b	72.17	0.15 ± 0.00	7.32	0.08 ± 0.00	3.77
B	0.58 ± 0.01 ^a	2.88	0.50 ± 0.01 ^b	2.49	0.00 ± 0.00	—	0.02 ± 0.00	0.11

De um modo geral, as sementes tostadas apresentaram um teor em minerais significativamente superiores quando comparadas às sementes cruas (Tabela 4), este facto é explicado pelo efeito da tostagem com relevante perda de humidade. As alegações nutricionais dos minerais presentes nas sementes tostadas podem ser consideradas, conforme apresentado na Tabela 4, para o magnésio, o fósforo, o ferro, o cobre, o zinco e o manganês, o que confirma a riqueza de sementes de *M. oleifera* em diversos minerais. A contribuição mineral por 100 g para a obtenção das doses diárias de referência (DDR) estabelecidas para adultos (Regulation (EC) No 1169/2011; 42], foi maior nas sementes de MO tostadas do que nos outros dois alimentos à base de sementes de MO estudados. Além disso, todos os elementos minerais analisados nas sementes tostadas de MO apresentaram valores superiores aos do amendoim torrado (por exemplo, Mg, 170 mg/100 g; P, 370 mg/100 g; Fe, 2,1 mg/100 g) (PortFIR, 2022).

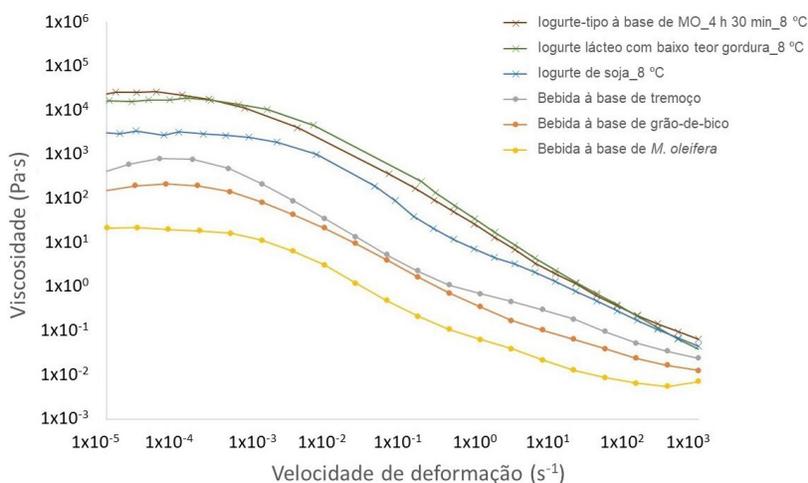
Tal como esperado, tanto a bebida como o iogurte-tipo à base de MO apresentaram valores de minerais inferiores aos das sementes cruas de MO (Tabela 4), isto pode ser devido à lixiviação ocorrida durante as etapas de demolha e cozedura. Como se sabe, as

bebidas comerciais e iogurtes-tipo não lácteos costumam apresentar grande discrepância de nutrientes em relação aos laticínios (MAKINEN et al., 2016; VANGA & RAGHAVAN, 2018), levando a potenciais deficiências nutricionais se não forem bem balanceados através da dieta alimentar (SCHOLZ-AHRENS et al., 2020). Geralmente, a composição das bebidas e dos iogurtes vegetais comerciais compreende diversos aditivos, incluindo minerais (especialmente cálcio), para mimetizar as características nutricionais dos produtos lácteos (MAKINEN et al., 2016; VANGA & RAGHAVAN, 2018), tal como o iogurte comercial de soja utilizado neste trabalho, com 15% de cálcio (igual ao valor mínimo de DDR) na sua composição. Apesar disso, quer a bebida à base de MO e o iogurte-tipo à base de MO podem ter as alegações nutricionais de cobre, zinco e manganês.

3.3 AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO REOLÓGICO DA BEBIDA E DO IOGURTE-TIPO À BASE DE *M. oleifera*

A consistência das alternativas lácteas à base de *M. oleifera* foram comparadas através do comportamento do fluxo à velocidade de deformação constante. Na Figura 2 pode-se ver a comparação entre a bebida à base de MO e as duas bebidas à base de leguminosas desenvolvidas anteriormente pelo nosso grupo de investigação, com outras bebidas não-lácteas alternativas atuais. As bebidas à base de MO, de grão-de-bico e de tremoço apresentaram um comportamento reofluidificante típico, não newtoniano, muito semelhante às bebidas comerciais de avelã (η_0 125,4 Pa·s) e de aveia (η_0 52,6 Pa·s), sendo esta última a preferida do consumidor (LOPES et al., 2020).

Figura 2. Curvas de viscosidade evidenciando os perfis das variações da viscosidade com a velocidade de deformação para a bebida à base de MO e para o iogurte-tipo à base de MO, em comparação com as bebidas à base de tremoço e de grão-de-bico, e também para o iogurte de soja comercial e o iogurte lácteo com baixo teor de gordura, respectivamente.



A bebida à base de MO evidenciou o comportamento reofluidificante mais baixo (η_0 17,4 Pa·s) comparativamente às bebidas das duas leguminosas (Figura 2 e Tabela 5). Isto deve-se à sua estrutura supramolecular mais fraca e portanto, mais facilmente destruída pela tensão aplicada, conduzindo ao rearranjo/ alinhamento das micro estruturas dentro do fluido de maneira a facilitar a deformação, atingindo mais cedo um segundo plateau newtoniano mais baixo. O comportamento reofluidificante da bebida à base de MO ainda se apresenta longe do da bebida de grão-de-bico (17,4 contra 176,4 Pa·s). Como o aumento da concentração em sementes de MO terá um impacto negativo pelo seu sabor amargo, uma possibilidade seria usar a fermentação láctica no processamento dessas bebidas, para reduzir o amargor e simultaneamente permitir incluir concentrações mais altas de MO, conduzindo à produção de produtos vegetais com alto teor em proteína.

Tabela 5. Parâmetros obtidos após o ajuste das curvas de viscosidade ao modelo Carreau para todas as bebidas e iogurtes (η_0 , viscosidade de deformação zero; η_∞ , viscosidade de deformação infinita; e $\dot{\gamma}^*c$, taxa de deformação crítica). Os valores são representados como média \pm desvio padrão ($n = 3$). As mesmas letras nas amostras por parâmetro, evidenciam diferenças significativas entre elas ($p < 0,05$).

	η_0 (Pa·s)	η_∞ (Pa·s)	$\dot{\gamma}^*c$ (s ⁻¹)
Iogurte-tipo MO_4 h 30 min_8 °C	21,465.7 \pm 2723.5 ^{b,c}	$3.3 \times 10^{-2} \pm 0.3 \times 10^{-2}$ ^a	$6.7 \times 10^{-4} \pm 0.4 \times 10^{-4}$ ^a
Iogurte lácteo com baixo teor gordura_8 °C	15,127.2 \pm 2013.4 ^{a,b}	$1.4 \times 10^{-2} \pm 0.4 \times 10^{-2}$ ^{a,b}	$26.6 \times 10^{-4} \pm 3.0 \times 10^{-4}$ ^{a,b}
Iogurte soja_8 °C	3381.2 \pm 277.1 ^{a,c}	$2.7 \times 10^{-2} \pm 0.2 \times 10^{-2}$ ^b	$11.0 \times 10^{-4} \pm 1.9 \times 10^{-4}$ ^b
Bebida à base de tremçoço	658.1 \pm 34.6 ^{d,e}	$2.9 \times 10^{-2} \pm 0.1 \times 10^{-2}$ ^{c,d}	$2.0 \times 10^{-4} \pm 0.5 \times 10^{-4}$ ^c
Bebida à base de grão-de-bico	176.4 \pm 22.4 ^{d,f}	$1.3 \times 10^{-2} \pm 0.1 \times 10^{-2}$ ^{c,e}	$5.6 \times 10^{-4} \pm 1.1 \times 10^{-4}$
Bebida à base de MO	17.4 \pm 3.1 ^{e,f}	$0.6 \times 10^{-2} \pm 0.0 \times 10^{-2}$ ^{d,e}	$8.1 \times 10^{-4} \pm 1.9 \times 10^{-4}$ ^c

O iogurte-tipo à base de MO apresentou uma curva de viscosidade muito semelhante à do iogurte lácteo com baixo teor em gordura, com um plateau newtoniano bem definido a baixas taxas de deformação, seguido pela região reofluidificante (Figura 2). O iogurte-tipo à base de MO incubado durante 4 h 30 min apresentou uma viscosidade de deformação zero mais prolongada (η_0 21.465,7 contra 3381,2 Pa·s) (Tabela 5), o que significa que a estrutura interna deste iogurte era mais forte do que a do iogurte de soja. Isto pode ser explicado pela sua maior concentração em proteínas, permitindo a estruturação do gel através do ácido láctico, a produção de exopolissacáridos pelas bactérias e o aumento de ligações proteicas formando uma rede forte (RAYMUNDO *et al.*, 2017), com efeito lubrificante a partir de seu teor em

gordura relevante, o que levou ao efeito crescente na redução da viscosidade induzida pela deformação (SHAKER *et al.*, 2000).

4 CONCLUSÕES

As estratégias de processamento adoptadas e as optimizações realizadas levaram ao desenvolvimento de alimentos à base de *Moringa oleifera*, tais como as sementes tostadas, e as alternativas não-lácteas de MO com várias características desejáveis (por exemplo, teor em proteínas e minerais, e a consistência) que podem ser consideradas potencialmente competitivas no mercado actual de produtos não-lácteos à base de plantas e também utilizadas como suplementos em dietas deficientes em proteínas e minerais nos países de origem desta planta.

O alto teor em proteína, a concentração baixa em gordura, e a riqueza em minerais da semente tostada de MO, comparativamente ao amendoim, torna esta oleaginosa um snack nutritivo e competitivo.

A fermentação láctica da bebida MO com 40% (p/v) de sementes secas conduziu a um produto de alto valor proteico com estrutura em gel semelhante ao iogurte lácteo, tornando-se uma nova alternativa promissora à base de plantas. Novos trabalhos serão necessários para avaliar a textura deste gel com base na caracterização sensorial.

No que diz respeito à bebida à base de MO (10% (p/v) de sementes secas), será necessário realizar outras optimizações no futuro, por forma a encontrar um processo mais eficiente para remover o sabor amargo das sementes cruas e obter uma bebida à base de MO mais agradável (por exemplo, tostar os grãos cozidos antes da moagem, proceder à fermentação láctica e/ou à adição de sabores naturais que possam melhorar a percepção sensorial). Todos esses aspectos estão sendo considerados em trabalhos em andamento e futuros.

5 FINANCIAMENTO

Este trabalho foi financiado pela FCT através do projeto da unidade de investigação UIDB/AGR/04129/2020-LEAF.

6 AUTORIZAÇÕES/ RECONHECIMENTO

Ao submeter o trabalho, os autores assumem responsabilidade por todo o conteúdo da obra.

REFERÊNCIAS

- AGOYI, E.E.; OKOU, F.A.Y.; ASSOGBADJO, E.A.; SINSIN, B. **Medicinal uses of *Moringa oleifera* in southern Benin (West Africa)**. *Acta Hortic.* (2017) 1158:303–308. doi:10.17660/ActaHortic.2017.1158.34
- AOAC (2005) **Ash of Flour (Direct Method)**, Method 923.03. In: Official Methods of Analysis, 18th Edition, AOAC International Publisher, Gaithersburg, Maryland, USA.
- ASANTE, W.J.; NASARE, I.L.; TOM-DERY, D.; OCHIRE-BOADU, K.; KENTIL, K.B. **Nutrient composition of *Moringa oleifera* leaves from two agro ecological zones in Ghana**. *Afr. J. Plant Sci.* (2014) 8: 65–71. doi: 10.5897/AJPS2012.0727
- AYERZA, R. **Seed yield components, oil content, and fatty acid composition of two cultivars of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) growing in the Arid Chaco of Argentina**. *Ind. Crop Prod.* (2011) 33: 389–394. doi: 10.1016/j.indcrop.2010.11.003
- BANCESSI, A.; BANCESSI, Q.; BALDÉ, A.; CATARINO, L. **Present and potential uses of *Moringa oleifera* as a multipurpose plant in Guinea-Bissau**. *S. Afr. J. Bot.* (2020) 129: 206–208. doi: 10.1016/j.sajb.2019.06.013
- BARNES, H.A. Chapter 9: **Shear-thinning liquids**. In: Handbook of Elementary Rheology, 1st ed.; Institute of Non-Newtonian Fluid Mechanics, Department of Mathematics, University of Wales: Aberystwyth, UK. 2000. p. 55–61.
- BARTHET, V.J.; DAUN, J.K. Chapter 5 – **Seed Morphology, Composition, and Quality**. In: *Canola*, 1st ed.; DAUN, J.K.; ESKIN, N.A.M.; HICKLING, D.; Eds.; AOCS Press of the American Oil Chemists' Society: Champaign, IL, USA. (2011) p. 119–162.
- BÉAL, C.; HELINCK, S. **Fabrication des yaourts et des laits fermentés**. *Tech. Ing. Bioprocédés*. (2019) F6315 v2: 1–23. Available online at: <https://hal.science/hal-03519802>
- BENNETT, R.N.; MELLON, F.A.; FOID, N.; PRATT, J.H.; DUPONT, M.S.; PERKINS, L.; KROON, P.A. **Profiling glucosinolates and phenolics in vegetative and reproductive tissues of the multi-purpose trees *Moringa oleifera* L. (Horseradish Tree) and *Moringa stenopetala* L.** *J. Agric. Food Chem.* (2003) 51: 3546–3553. doi: 10.1021/jf0211480
- BOSCH, C.H. In: GRUBBEN, G.J.H.; DENTON, O.A. (Eds.). *Moringa oleifera* Lam. [Internet] Record from PROTA4U. **PROTA (Plant Resources of Tropical Africa/Ressources végétales de l'Afrique tropicale)**, Wageningen, Netherlands; 2004. Available online at: <http://www.prota4u.org/> (accessed September 25, 2019).
- BRILHANTE, R.S.N.; SALES, J.A.; PEREIRA, V.S.; CASTELO-BRANCO, D.S.C.M.; CORDEIRO, R.A.; SAMPAIO, C.M.S.; PAIVA, M.A.N.; SANTOS, J.B.F.; SIDRIM, J.J.C.; ROCHA, M.F.G. **Research advances on the multiple uses of *Moringa oleifera*: A sustainable alternative for socially neglected population**. *Asia Pac. J. Trop. Med.* (2017) 10: 621–630. doi: 10.1016/j.apjtm.2017.07.002
- CASTELLAR, M.; OBÓN, J.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. **The isolation and properties of a concentrated red-purple betacyanin food colourant from *Opuntia stricta* fruits**. *J. Sci. Food Agric.* (2006) 86: 122–128. doi: 10.1002/jsfa.2285
- DUARTE, C.M.; MOTA, J.; ASSUNÇÃO, R.; MARTINS, C.; RIBEIRO, A.C.; LIMA, A.I.; RAYMUNDO, A.; NUNES, M.C.; FERREIRA, R.B.; SOUSA, I. **New alternatives to milk from pulses: Chickpea and lupin beverages with improved digestibility and potential bioactivities for human health**. *Front. Nutr.* (2022) 9: 1-12. Article 852907. doi: 10.3389/fnut.2022.852907

EUROPEAN COMMISSION. **Regulation (EC) No 1169/2011 of the European Parliament and of the Council of 25 October 2011 on the Provision of Food Information to Consumers.** Available online at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R1169&from=pt> (accessed September 25, 2019).

FERREIRA, P.M.P.; FARIAS, D.F.; OLIVEIRA, J.T.A.; CARVALHO, A.F.U. **Moringa oleifera: Bioactive compounds and nutritional potential.** *Rev. Nutr.* (2008) 21: 431-437. doi: 10.1590/S1415-52732008000400007

FONTANA, A.J. **Water activity's role in food safety and quality.** *Food Safety Magazine*, 1 February 2001. Available online at: <https://www.food-safety.com/articles/4420-water-activitye28099s-role-in-food-safety-and-quality> (accessed April 22, 2022).

GHARSALLAH, K.; REZIG, L.; MSAADA, K.; CHALH, A.; SOLTANI, T. **Chemical composition and profile characterization of Moringa oleifera seed oil.** *S. Afr. J. Bot.* (2021) 137: 475-482. doi: 10.1016/j.sajb.2020.11.014

GOPALAKRISHNAN, L.; DORIYA, K.; KUMAR, D.S. **Moringa oleifera: A review on nutritive importance and its medicinal application.** *Food Sci. Hum. Wellness* (2016) 5: 49–56. doi: 10.1016/j.fshw.2016.04.001

GUPTA, S.; JAIN, R.; KACHHWAHA, S.; KOTHARI, S.L. **Nutritional and medicinal applications of Moringa oleifera Lam. – Review of current status and future possibilities.** *J. Herb. Med.* (2018) 11: 1-11. doi: 10.1016/j.hermed.2017.07.003

IJAROTIMI, O.S.; ADEOTI, O.A.; ARIYO, O. **Comparative study on nutrient composition, phytochemical, and functional characteristics of raw, germinated, and fermented Moringa oleifera seed flour.** *Food Sci. Nutr.* (2013) 1: 452–463. doi: 10.1002/fsn3.70

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 11035 – Sensory Analysis – Identification and Selection of Descriptors for Establishing a Sensory Profile by a Multidimensional Approach**, 1st ed.; ISO: Geneva, Switzerland. 1994;1–26.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 2446. Milk – Determination of Fat Content**, 2nd ed.; ISO: Geneva, Switzerland. 2008;1–12.

INTERNATIONAL ORGANIZATION OF VINE AND WINE. Type I methods: **Total Acidity** (OIV-MA-AS313-01: R2015). In: *Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis*; IOVV: Paris, France. 2019; Volume I.

KHANDELWAL, S.; UDIPI, S.A.; GHUGRE, P. **Polyphenols and tannins in Indian pulses: Effect of soaking, germination and pressure cooking.** *Food Res. Int.* (2010) 43: 526–530. doi: 10.1016/j.foodres.2009.09.036

KUKU-SHITTU, O.; ONABANJO, O.; FADARE, O.; OYEYEMI, M. **Child malnutrition in Nigeria: evidence from Kwara State** (2016). Available online at: https://nssp.ifpri.info/files/2016/08/NSSP-WP-33-Child-Malnutrition-in-Nigeria_July-2016.pdf (accessed April 28, 2022).

LALAS, S.; TSAKNIS, J. **Characterization of Moringa oleifera seed oil variety “Periyakulam 1”.** *J. Food Compos. Anal.* (2002) 15: 65–77. doi: 10.1006/jfca.2001.1042

LEONE, A.; SPADA, A.; BATTEZZATI, A.; SCHIRALDI, A.; ARISTIL, J.; BERTOLI, S. **Moringa oleifera seeds and oil: Characteristics and uses for human health.** *Int. J. Molec. Sci.* (2016) 17(12): 2141. doi: 10.3390/ijms17122141

- LIN, M.; ZHANG, J.; CHEN, X. **Bioactive flavonoids in *Moringa oleifera* and their health-promoting properties.** *J. Funct. Foods* (2018) 47: 469–479. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.06.011>
- LOPES, M.; PIERREPONT, C.; DUARTE, C.M.; FILIPE, A.; MEDRONHO, B.; SOUSA, I. **Legume beverages from chickpea and lupin, as new milk alternatives.** *Foods*. (2020) 9: 1458. doi: [10.3390/foods9101458](https://doi.org/10.3390/foods9101458)
- MAKINEN, O.E.; WANHALINNA, V.; ZANNINI, E.; ARENDT, E.K. **Foods for special dietary needs: Non-dairy plant-based milk substitutes and fermented dairy-type products.** *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* (2016) 56: 339–349. doi: [10.1080/10408398.2012.761950](https://doi.org/10.1080/10408398.2012.761950)
- MISHRA, S.P.; SINGH, P.; SINGH, S. **Processing of *Moringa oleifera* leaves for human consumption.** *Bull. Environ. Pharmacol. Life Sci.* (2012) 2: 28–31. Available online at: <https://www.researchgate.net/publication/257817208>
- NELSON, A.I.; STEINBERG, M.P.; WEI, L.S. **Illinois process for preparation of soymilk.** *J. Food Sci.* (1976) 41: 57–61. doi: [10.1111/j.1365-2621.1976.tb01100.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1976.tb01100.x)
- OGUNSINA, B.S.; RADHA, C.; INDRANI, D. **Quality characteristics of bread and cookies enriched with debittered *Moringa oleifera* seed flour.** *Int. J. Food Sci. Nutr.* (2011) 62: 185–194. doi: [10.3109/09637486.2010.526928](https://doi.org/10.3109/09637486.2010.526928)
- OYEYINKA, A.T.; OYEYINKA, S.A. ***Moringa oleifera* as a food fortificant: Recent trends and prospects.** *J. Saudi Soc. Agric. Sci.* (2018) 17: 127–136. doi: [10.1016/j.jssas.2016.02.002](https://doi.org/10.1016/j.jssas.2016.02.002)
- ÖZCAN, M.M. ***Moringa* spp.: Composition and bioactive properties.** *S. Afr. J. Bot.* (2018) 129: 25–31. Doi: [10.1016/j.sajb.2018.11.017](https://doi.org/10.1016/j.sajb.2018.11.017)
- PAN, Z.; TANGRATANAVALEE, W. **Characteristics of soybeans as affected by soaking conditions.** *LWT Food Sci. Technol.* (2003) 36: 143–151. doi: [10.1016/S0023-6438\(02\)00202-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(02)00202-5)
- PortFIR. **Composição de Alimentos.** Available online at: <http://portfir.insa.pt/foodcomp/search> (accessed April 28, 2022).
- QUINTANILHA, G.E.O.; BAPTISTA, A.T.A.; GOMES, R.G.; VIEIRA, A.M.C. **Yogurt production added ultrafiltered seed extract of *Moringa oleifera* Lam.** *Biocatal. Agric. Biotechnol.* (2021) 37: 102159. doi: [10.1016/j.bcab.2021.102159](https://doi.org/10.1016/j.bcab.2021.102159)
- RAYMUNDO, A.; BATISTA, A.; SOUSA, I. Chapter 4: **Rheology applied to food product design.** In: *Advances in Rheology Research*, 1st ed.; Pérez MDT, Ed.; Nova Science Publishers, Inc.: New York, NY, USA. 2017. p. 63–118.
- ROCKWOOD, J.; ANDERSON, B.; CASAMATTA, D. **Potential uses of *Moringa oleifera* and an examination of antibiotic efficacy conferred by *M. oleifera* seed and leaf extracts using crude extraction techniques available to underserved indigenous populations.** *Int. J. Phytother. Res.* (2013) 3: 61–71. Available online at: <https://typeset.io/papers/potential-uses-of-moringa-oleifera-and-an-examination-of-2hdqctg66k>
- SAINI, R.K.; SIVANESAN, I.; KEUM, Y.S. **Phytochemicals of *Moringa oleifera*: A review of their nutritional, therapeutic and industrial significance.** *3 Biotech.* (2016) 6: 203. doi: [10.1007/s13205-016-0526-3](https://doi.org/10.1007/s13205-016-0526-3)
- SCHOLZ-AHRENS, K.E.; AHRENS, F.; BARTH, C.A. **Nutritional and health attributes of milk and milk imitations.** *Eur. J. Nutr.* (2020) 59: 19–34. doi: [10.1007/s00394-019-01936-3](https://doi.org/10.1007/s00394-019-01936-3)

SETHI, S.; TYAGI, S.K.; ANURAG, R.K. **Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: A review.** *J. Food Sci. Technol.* (2016) 53: 3408–3423. doi: 10.1007/s13197-016-2328-3

SHAKER, R.R.; JUMAH, R.Y.; ABU-JDAYIL, B. **Rheological properties of plain yogurt during coagulation process: Impact of fat content and preheat treatment of milk.** *J. Food Eng.* (2000) 44: 175-180. doi: 10.1016/S0260-8774(00)00022-4

THE NATIONAL ACADEMIES PRESS. (2019) **Dietary Reference Intakes (DRIs): Elements.** Retrieved from Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies. Available online at: www.nap.edu (accessed April 29, 2022).

TRINDADE, C.; TERZI, S.; TRUGO, L.; MODESTA, R.; COURI, S. **Development and sensory evaluation of soymilk based yogurt.** *Arch. Latinoam. Nutr.* (2001) 51: 100–104. Available online at: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222001000100014

VANGA, S.K.; RAGHAVAN, V. **How well do plant based alternatives fare nutritionally compared to cow's milk?** *J. Food Sci. Technol.* (2018) 55: 10–20. doi: 10.1007/s13197-017-2915-y

SOBRE O ORGANIZADOR

EDUARDO EUGENIO SPERS realizou pós-doutorado na Wageningen University (WUR), Holanda, e especialização no IGIA, França. Possui doutorado em Administração pela Universidade de São Paulo (USP). Foi Professor do Programa de Mestrado e Doutorado em Administração e do Mestrado Profissional em Comportamento do Consumidor da ESPM. Líder do tema Teoria, Epistemologia e Métodos de Pesquisa em Marketing na Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração (ANPAD). Participou de diversos projetos de consultoria e pesquisa coordenados pelo PENZA e Markestrat. É Professor Titular no Departamento de Economia, Administração e Sociologia, docente do Mestrado em Administração e Coordenador do Grupo de Extensão MarkEsalq no campus da USP/Esalq. Proferiu palestras em diversos eventos acadêmicos e profissionais, com diversos artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais, livros e capítulos de livros sobre agronegócios, com foco no marketing e no comportamento do produtor rural e do consumidor de alimentos.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alternaria alternata 88, 89, 92
Alternaria arborescens 88, 89, 92
Altitude Cerrado 111, 112
Anaplasmosis 35, 36, 37, 39, 40, 41
Anticuerpos 35, 36, 38, 39, 50, 51, 52
Antioxidants 78, 80, 81, 82, 86
Auxinas 25, 30, 31

B

Benthos 111, 113, 115, 116, 117
Biodiversidad 101, 109
Biological indicators 111, 118

D

Descritores de semilla 2
Diagnóstico 36, 50, 52, 53

E

ELISA anti-Map 50, 51, 52

F

Feedlot nitrogen efficiency 42
Feedlot phosphorus efficiency 42
Fermentação ácido-láctica 55, 59
Fitomejoramiento 11

G

Germinación de semilla 2
Germoplasma 8, 13, 101, 102, 103, 104, 108

H

Hibridación 2, 3, 7, 8, 11, 12
Humulus lupulus L 25, 33

I

Injertos 18

Inmunoprotección 36

logurte-tipo 55, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 68, 69, 70, 71, 72

L

Light microscopy 88

Limón Persa 18, 19, 20, 23

M

Maíz pigmentado 2, 11

Maíz sintético 11

Mass balance feedlot 42

N

Necrotrophic fungi 88

Non-alcoholic wine 78, 80, 83, 84, 86, 87

P

Paratuberculosis ovina 50, 54

Polyphenols 75, 78, 79, 81, 82, 83, 84, 85, 86

Preservación 101

Prevalencia 35, 36, 37, 38, 39, 51, 52

Pristine waters 111

Producción de plantas 18, 19

Propagação vegetativa 24, 25, 26, 31, 32, 33

R

Raza 13, 50, 51, 53

Reologia 55

S

Stemphylium vesicarium 88, 89, 92, 95, 97, 99

T

Técnicas de manejo 18

V

Vanilla spp 101, 103

Vigor híbrido 2, 5

Z

Zea mays L 3, 8, 11, 12, 17