

Fundamentos da vida **Explorando as Ciências Biológicas**

José Weverton Almeida-Bezerra
Maria Érika de Oliveira Silva
Ademar Maia Filho
(Organizadores)

Atena
Editora
Ano 2025

Fundamentos da vida **Explorando as Ciências Biológicas**

José Weverton Almeida-Bezerra
Maria Érika de Oliveira Silva
Ademar Maia Filho
(Organizadores)

Atena
Editora
Ano 2025

Editora chefe

Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

2025 by Atena Editora

Projeto gráfico

Copyright © Atena Editora

Luiza Alves Batista

Copyright do texto © 2025 O autor

Nataly Evilin Gayde

Copyright da edição © 2025 Atena

Thamires Camili Gayde

Editora

Imagens da capa

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelo autor.

iStock

Edição de arte

Open access publication by Atena

Luiza Alves Batista

Editora



Todo 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).

O conteúdo da obra e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva do autor, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos ao autor, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Os manuscritos nacionais foram previamente submetidos à avaliação cega por pares, realizada pelos membros do Conselho Editorial desta editora, enquanto os manuscritos internacionais foram avaliados por pares externos. Ambos foram aprovados para publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Biológicas e da Saúde**

Profª Drª Aline Silva da Fonte Santa Rosa de Oliveira – Hospital Federal de Bonsucesso

Profª Drª Ana Beatriz Duarte Vieira – Universidade de Brasília

Profª Drª Ana Paula Peron – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof. Dr. Bruno Edson Chaves – Universidade Estadual do Ceará

Profª Drª Camila Pereira – Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. Cirênio de Almeida Barbosa – Universidade Federal de Ouro Preto

Prof. Dr. Cláudio José de Souza – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí

Profª Drª Danyelle Andrade Mota – Universidade Tiradentes

Prof. Dr. Davi Oliveira Bizerril – Universidade de Fortaleza

Profª Drª Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Guillermo Alberto López – Instituto Federal da Bahia

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Delta do Parnaíba – UFDPAr

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Aderval Aragão – Universidade Federal de Sergipe

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Kelly Lopes de Araujo Appel – Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal

Profª Drª Larissa Maranhão Dias – Instituto Federal do Amapá

Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Luciana Martins Zuliani – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof. Dr. Maurilio Antonio Varavallo – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Max da Silva Ferreira – Universidade do Grande Rio

Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Renato Faria da Gama – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

Profª Drª Sheyla Mara Silva de Oliveira – Universidade do Estado do Pará

Profª Drª Suely Lopes de Azevedo – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Taísa Ceratti Treptow – Universidade Federal de Santa Maria

Profª Drª Thais Fernanda Tortorelli Zarili – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade Federal de Itajubá

Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Fundamentos da vida: explorando as ciências biológicas

Organizadores: José Weverton Almeida-Bezerra
Maria Érika de Oliveira Silva
Ademar Maia Filho

Revisão: Os autores

Diagramação: Thamires Camili Gayde

Correção: Maiara Ferreira

Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F981 Fundamentos da vida: explorando as ciências biológicas / Organizadores José Weverton Almeida-Bezerra, Maria Érika de Oliveira Silva, Ademar Maia Filho. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2025.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-3246-3

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.463251003>

1. Biologia. 2. Ciências da vida. I. Almeida-Bezerra, José Weverton (Organizador). II. Silva, Maria Érika de Oliveira (Organizadora). III. Maia Filho, Ademar (Organizador). IV. Título.

CDD 570

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DO AUTOR

Para fins desta declaração, o termo 'autor' será utilizado de forma neutra, sem distinção de gênero ou número, salvo indicação em contrário. Da mesma forma, o termo 'obra' refere-se a qualquer versão ou formato da criação literária, incluindo, mas não se limitando a artigos, e-books, conteúdos on-line, acesso aberto, impressos e/ou comercializados, independentemente do número de títulos ou volumes. O autor desta obra: 1. Atesta não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação à obra publicada; 2. Declara que participou ativamente da elaboração da obra, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final da obra para submissão; 3. Certifica que a obra publicada está completamente isenta de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirma a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhece ter informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autoriza a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação da obra publicada, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. A editora pode disponibilizar a obra em seu site ou aplicativo, e o autor também pode fazê-lo por seus próprios meios. Este direito se aplica apenas nos casos em que a obra não estiver sendo comercializada por meio de livrarias, distribuidores ou plataformas parceiras. Quando a obra for comercializada, o repasse dos direitos autorais ao autor será de 30% do valor da capa de cada exemplar vendido; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), a editora não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como quaisquer outros dados dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

Fundamentos da Vida: Explorando as Ciências Biológicas é uma obra que reúne estudos científicos fundamentais para a compreensão da biologia em suas diversas vertentes. O livro aborda temas que vão desde a etnobotânica e fitoquímica de plantas medicinais até a microbiologia e qualidade da água, passando por análises nutricionais e impactos ambientais.

Dentre os tópicos explorados, destacam-se a investigação de compostos bioativos em espécies vegetais como *Asphodelus microcarpus*, *Anacardium occidentale* e *Raphiodon echinus*, ressaltando suas propriedades antimicrobianas, antioxidantes e farmacológicas. Além disso, são discutidas questões ambientais, como a utilização da água condensada do ar-condicionado para irrigação de plantas e a contaminação da água subterrânea em áreas urbanas.

A obra também apresenta pesquisas sobre a diversidade florística em comunidades tradicionais, evidenciando o conhecimento etnobotânico associado a diferentes usos das plantas. Estudos sobre a qualidade nutricional de sementes de zarzamora (*Rubus* sp.) e a caracterização de surtos hospitalares por SARS-CoV-2 complementam o panorama interdisciplinar da biologia abordado neste livro.

Com uma abordagem científica rigorosa e acessível, Fundamentos da Vida se apresenta como uma leitura essencial para estudantes, pesquisadores e profissionais das ciências biológicas e áreas afins, promovendo um olhar amplo sobre os desafios e avanços no estudo da vida.

José Weverton Almeida-Bezerra

Maria Érika de Oliveira Silva

Ademar Maia Filho

CAPÍTULO 1 1

USES OF THE MEDICINAL PLANT *Asphodelus microcarpus* IN ALGERIAN TRADITIONAL MEDICINE AND STUDY OF SOME OF ITS ACTIVE COMPONENTS

Khedidja Amira
Nour El-Houda Djeghader

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4632510031>

CAPÍTULO 2 11

CALIDAD NUTRICIONAL DE SEMILLAS DE ZARZAMORA (*Rubus sp.*) DE CULTIVOS BAJO DIFERENTE MANEJO

Emma Gloria Ramos Ramírez
Julieta Flores Escalona
Aimme del Carmen Romero Domínguez
María del Pilar Méndez Castrejón
Juan Alfredo Salazar Montoya

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4632510032>

CAPÍTULO 3 21

AVALIAÇÃO DA DUREZA TOTAL E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO EM BAIROS NO ENTORNO DO IFMA – TIMON

Jessica Helen dos Santos Mota
Antonio da Conceição Filho
Thiago Desiderio Gomes
Carlyanne do Nascimento Costa
Rafael José Marques
Juliana Beatriz Sousa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4632510033>

CAPÍTULO 4 35

DIVERSIDAD Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DEL CONOCIMIENTO ETNOBOTÁNICO EN LA RESERVA COMUNAL AMARAKAERI, PROVINCIA DE MANU, MADRE DE DIOS, PERÚ

Carlos Nieto Ramos
Luis Nieto Ramos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4632510034>

CAPÍTULO 5 50

POTENCIAL FITOTERAPÉUTICO DO *Anacardium occidentale*: COMPOSIÇÃO FITOQUÍMICA E ATIVIDADES BIOLÓGICAS

Adrielle Rodrigues Costa
José Weverton Almeida-Bezerra
Maria Aparecida Barbosa Ferreira Gonçalves
Maria Érika de Oliveira Silva
Marcos Aurélio Figueiredo dos Santos
Jeovane Henrique de Souza
Jeane Dantas Sousa

Josué Dantas de Sousa
 Francisca de Fátima Silva de Sousa
 Fábio Caboclo Moreira
 Cícera Natalia Figueirêdo Leite Gondim
 Luiz Marivando Barros

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4632510035>

CAPÍTULO 663

**AS PLANTAS DA SUA CASA VÃO SER IRRIGADAS COM A ÁGUA DO AR
 CONDICIONADO!**

Ana Sophia Gomes Luz
 Francisco Aldenir Pereira Clemente
 Kaique Macoto Nishigawa
 Karolayne Viana Alves Lopes
 Virna Braga Marques

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4632510036>

CAPÍTULO 770

**ATIVIDADE ANTIMICROBIANA E POTENCIAL FARMACOLÓGICO DE
Raphiodon echinus: UMA REVISÃO SOBRE A LAMIACEAE E SEU EFEITO
 MODULADOR NO COMBATE A MICRORGANISMOS PATOGENICOS**

Adrielle Rodrigues Costa
 José Weverton Almeida-Bezerra
 Raimundo Samuel Leite Sampaio
 Raniere Rodrigues Da Silva
 Ademar Maia Filho
 Amanda Maria de Alencar Campos Maia
 Maria Érika de Oliveira Silva
 Maria Aparecida Barbosa Ferreira Gonçalves
 José Thyálisson da Costa Silva
 Maria Hellena Garcia Novais
 Luiz Neldecilio Alves Vitor
 Antônia Eliene Duarte

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4632510037>

CAPÍTULO 879

**BROTE POR SARS-COV-2 EN TRABAJADORES DE LA SALUD EN LA UNIDAD
 DE CUIDADO INTENSIVO NEONATAL DE UNA INSTITUCIÓN HOSPITALARIA
 DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ, COLOMBIA. ABRIL-MAYO 2020**

Laura Taylor
 Medina T
 Torres M
 Sussmann O

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4632510038>

SOBRE OS ORGANIZADORES86

ÍNDICE REMISSIVO88

USES OF THE MEDICINAL PLANT *Asphodelus microcarpus* IN ALGERIAN TRADITIONAL MEDICINE AND STUDY OF SOME OF ITS ACTIVE COMPONENTS

Data de submissão: 06/02/2025

Data de aceite: 05/03/2025

Khedidja Amira

Department of Natural Sciences, Higher Normal School of Technological Education of Skikda, Skikda- Algeria
Laboratory of Physical, Chemistry and Biology of Materials, Skikda- Algeria

Nour El-Houda Djeghader

Laboratory of Physical, Chemistry and Biology of Materials, Skikda- Algeria
Department of Biology, Badji Mokhtar University, Annaba- Algeria

ABSTRACT: *Asphodel* is a spontaneously occurring and relatively less known medicinal plant that has been the subject of a study on ethnobotany and phytochemistry, illuminating the relationship between this plant and human cultures, as well as its active compounds. The ethnobotanical study was conducted in two phases, involving responses from 80 individuals. The initial phase consisted of general inquiries aimed at gaining a better understanding of the participants, followed by questions regarding their familiarity with the studied plant. The obtained results indicate that the respondents represented both genders, various age groups, education levels, and

occupations, with the majority residing in urban areas. Interestingly, a large portion of them were not familiar with *Asphodel*. Among those who were familiar with it, it was noted that they utilize the tubers combined with olive oil for earaches. The subsequent phase of the study focused on phytochemical analyses, employing the powdered form of the dried tubers of *Asphodelus microcarpus* with various reagents to identify the presence of secondary metabolites, including tannins, saponins, alkaloids, terpenes, and flavonoids. The results demonstrated the presence of saponins, flavonoids, and alkaloids within the studied plant. In conclusion, the studied plant *Asphodelus microcarpus* is relatively less known and contains some secondary metabolites, which give it many therapeutic properties.

KEYWORDS: Medicinal plant, Ethnobotanical, Phytochemical, Tubers, *Asphodelus microcarpus*.

USOS DA PLANTA MEDICINAL *Asphodelus microcarpus* NA MEDICINA TRADICIONAL ARGELA E ESTUDO DE ALGUNS DE SEUS COMPONENTES ATIVOS

RESUMO: O asfódelo é uma planta medicinal de ocorrência espontânea e relativamente menos conhecida, que tem sido objeto de estudo em etnobotânica e fitoquímica, elucidando a relação entre essa planta e as culturas humanas, bem como seus compostos ativos. O estudo etnobotânico foi realizado em duas fases, envolvendo a participação de 80 indivíduos. A primeira fase consistiu em questionamentos gerais para melhor compreensão dos participantes, seguidos por perguntas sobre seu conhecimento da planta estudada. Os resultados obtidos indicam que os entrevistados pertenciam a ambos os sexos, diferentes faixas etárias, níveis de escolaridade e ocupações, sendo a maioria residente em áreas urbanas. Curiosamente, grande parte dos participantes não conhecia o asfódelo. Entre aqueles que o conheciam, foi observado que utilizam os tubérculos combinados com azeite de oliva para tratar dores de ouvido. A fase subsequente do estudo concentrou-se em análises fitoquímicas, utilizando os tubérculos secos e pulverizados de *Asphodelus microcarpus* com diversos reagentes para identificar a presença de metabólitos secundários, incluindo taninos, saponinas, alcaloides, terpenos e flavonoides. Os resultados demonstraram a presença de saponinas, flavonoides e alcaloides na planta estudada. Em conclusão, a planta *Asphodelus microcarpus* é relativamente pouco conhecida e contém alguns metabólitos secundários, conferindo-lhe diversas propriedades terapêuticas.

PALAVRAS-CHAVE: Planta medicinal, Etnobotânica, Fitoquímica, Tubérculos, *Asphodelus microcarpus*.

INTRODUCTION

The genus *Asphodelus* has recently been classified within the subfamily Asphodeloideae of the family Asphodelaceae. This family encompasses 40 genera and 900 species, primarily located in temperate regions and in Africa. (El Shabrawy et al., 2018; Malmir et al., 2018). *Asphodel* is a perennial plant about 1 meter tall. Its long and narrow leaves, 1 to 4 cm wide and 50 to 60 cm long, are hollowed into a triangular groove and grouped in rosettes at the base of the stem. The fruits are small capsules slightly narrowed at the base with thin valves, elliptical with flat edges. The roots are strongly swollen, resembling turnips in shape (Rashed Majeed, 2014; Razik et al., 2016).

According to the World Checklist of Selected Plant Families (WCSP), the genus *Asphodelus* L. comprises 32 accepted names along with over 150 synonyms, including both homo- and heterotypic synonyms, for all its species, subspecies, and varieties (WCSP, 2017), however, the Missouri Botanical Garden database (Tropicos) lists two additional accepted names, namely *Asphodelus cerasifer* and *Asphodelus microcarpus* (Missouri, 2017).

In traditional use *Asphodelus microcarpus* is used in many ways to treat earache, abscesses, vitiligo and any kind of white spots on the skin, ulcers. Also its extract, rich in anthraquinones, is a laxative and a purgative (Razik et al., 2016) Economically, the roots of some *Asphodelus* species provide gums, glue, and dye and are used in the fermentation of alcohol (El Shabrawy et al., 2018)

However, the few biological studies for *microcarpus* species indicate antioxidant, anti-inflammatory, antibacterial and anticancer activities of different parts of the plant in different regions all over the world. These properties are due to it containing several components known as secondary metabolites or active compounds. That's why, the objective of this work is to detect certain active substances (Saponins, Tannins, Flavonoids, Terpenes and Alkaloids) in the tubers of the Algerian species *Asphodelus microcarpus*, named Berouag in Arabic, to understand its medical importance after an ethnobotanical study to ascertain the extent of people's knowledge of this plant and its various uses.

MATERIALS AND METHODS

Ethnobotanical study

A questionnaire was filled out by 80 individuals anonymously, they live in the wilaya of Skikda, Located in the northeast of Algeria, in two stages; the first stage involved general questions to understand them (gender, age, level of education, occupation and their place of residence), followed by questions to assess their knowledge about the plant under study (Do they know the plant, why they use it, which part, whether it is used alone or not, and how it is used?)

Data Analysis: After collecting all the filled forms from 80 persons, the information pertaining to each question was processed and converted into percentages, then represented in graphs using Excel software version 2013.

Informant Consensus Factor (ICF): The degree of consensus on the plant, or Informant Consensus Factor (ICF), was calculated to assess the agreement among informants regarding the use of the plant, using this formula: $ICF = IP / IT$ (IP represents the number of informants who have cited a species, while IT represents the total number of informants. The ICF varies between [0 - 1]. A low value, close to 0, indicates that informants disagree. When this value is close to 1, it indicates a high level of agreement) (Effeo et al., 2020).

PHYTOCHEMICAL STUDY

Sampling Area: The plant was harvested in October, 2023, from the city of Filfila, in the same Wilaya of Skikda (Figure 1).

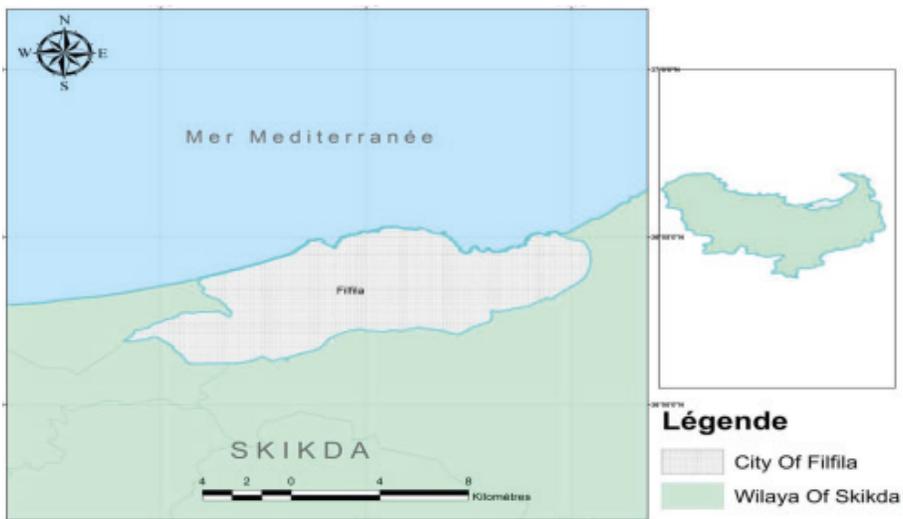


Figure 1: Location of the study area: City of Filfila, Wilaya of Skikda. (<https://www.researchgate.net/publication/269633991>).

Plant material

The plant harvest was carried out very carefully so as not to damage the organic elements present, than the roots are washed before being cut into small cubes and placed in the oven for drying at 60°C for 3 days, and then ground into fine powder using an electric mill. Using the obtained fine or its infusion, phytochemical tests were conducted to highlight the presence of certain bioactive compounds.

Preparation of the aqueous extract: It was prepared by adding 10g of plant powder to 100ml of boiling water, which is allowed to infuse for 15 minutes. Then, it is filtered.

Phytochemical Tests: After the preparation of the aqueous extract, each test was prepared as follows (EL-Haoud et al., 2018; Edeoga et al., 2005 and Shaikh and Patil, 2020)

Saponins: Take 10 sterile test tubes with a capacity of 20 ml and number them from 1 to 10, Place from 1 to 10 ml of aqueous extract in each tube respectively than fill up the volume of all tubes to 10 ml with distilled water. Shake the tubes well for 15 minutes and observe the foam formed.

The foam index (I) is determined using the following formula: $I = 1000 / N$ Here, N represents the tube number in which the foam height corresponds to 1 centimeter.

Tannins: Place 1 ml of extract in a test tube, then add 1 ml of distilled water and 2 drops of $FeCl_3$ solution (Iron chloride). The appearance of a dark green or blue-green color indicates the presence of Catechic or Gallic Tannins respectively.

Flavonoids: Place 1 ml of extract in a test tube, then add 5 ml of NH_4OH (Ammonium Hydroxide) and a few drops of H_2SO_4 (Sulfuric Acid). The appearance of a yellow color indicates the presence of Flavonoids.

Terpenes: Place 1 ml of extract in a test tube, then add 2 ml of Chloroform and 3 ml of H₂SO₄ (Sulfuric Acid). The appearance of a red/brown color indicates the presence of Terpenes.

Alkaloids: Mix 50g of powder with a few ml of HCl (Hydrochloric Acid), then filter. Add 1 to 2 drops of Wagner's reagent to the obtained filtrate. The appearance of a red/brown color indicates the presence of Alkaloids.

RESULTS

Ethnobotanical study

Both genders participated in filling out the forms with a disparity in percentages between them, where women accounted for 70% while men represented only 30%. Due to the variance in ages of the respondents, ranging from 17 to 82 years old, they were divided into 4 age groups, and the results were processed and classified as follows: Individuals aged over 60 represented the highest percentage, reaching 43.75%, followed by those in the age groups of 41-60, 20-40 and under 20, which corresponded to the following percentages: 32.5%, 18.75%, and 4.8%, respectively. It became apparent that most of the respondents belonged to the educated category, with the percentage of university graduates at 37.5%, followed by other educational levels: without diploma, secondary, primary, and middle, with percentages of 32.5; 15; 10 and 5%, respectively, in order.

As for the occupation, the information obtained is derived from different groups where the category of workers obtained the highest percentage (32.5%), followed by the percentage for the category of retirees then students (30, 25%). As for the unemployed, they obtained the lowest percentage, which amounted to 12.5% ; with the majority residing in town (75%) instead (25%) out of town as shown in Table 1.

Gender	Women	Men				Total
	56	24				80
		70%	100 %			30%
Age	<20	20-40	41-60	>60	Total	
	4	15	26	35	80	
	4.8%	18.75%	32.5%	43.75%	100 %	
Education Level	No diploma	Primary	Middle	Secondary	University	Total
	26	8	4	12	30	80
	32.5%	10%	5%	15%	37.5%	100%
Occupation	Unemployed	Student	Worker	Retired	Total	
	10	20	26	24	80	
	12.5%	25%	32.5%	30%	100%	
Place of Residence	Town	Out of Town			Total	
	60	20			80	
	75%	25%			100%	

Table 1: Results of the ethnobotanical study; First part: General questions.

The second part of the ethnobotanical study aims to identify informations from the respondents about the mentioned plant, and the results were as follows: Regarding their knowledge of the plant, it was weak, with Informant Consensus Factor (ICF) of 0.375 compared to 0.625 who did not know it. The reasons for its use varied among them, as most of them use it as a treatment for earaches, accounting for ICF of 0.5, followed by acne and skin problems at 0.33 and finally arthritis at 0.16. As for the part of the plant used, most of them use the roots or tubers, accounting for 0.66, followed by the leaves at 0.33 and none use the stems or flowers. Regarding the method of use, the most mentioned method is digging the roots or tubers, filling them with olive oil, leaving them for few hours, then taking the resulting oil and warming it for use as drops. So most of them use it with olive oil at 0.83 and alone at 0.16 (Table 2).

Parameters	Response	Number of Respondents	Total	ICF
Knowledge of the plant	Yes	30	80	0.375
	No		50	0.625
Causes of Use	Earaches	15	0.5	
	Arthritis	10	30	0.16
	Acne and Skin problems	5	0.33	
Used part	Leaves	10	30	0.33
	Tubers	20	0.66	
Alone or Combined	Alone	5	30	0.16
	Combined	20	0.83	

Table 2: Results of the ethnobotanical study; Second part: Plant questions.

Also, the majority of the thirty respondents who know and use it reported no secondary effects of the plant when used correctly and in appropriate doses (83.33%), whereas 16.66% reported gastrointestinal issues and skin irritation when consumed in high doses.

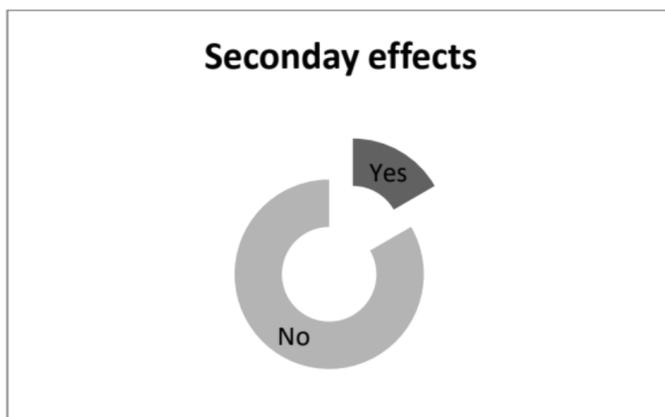


Figure 2: Presence of secondary effects or not according to respondents.

Phytochemical study

When detecting the presence of saponins in the aqueous extract according to the previous steps, after shaking the tubes, a stable foam formed on top of the solution, indicating their presence in the roots of the plant. The thickness of the foam was about 1 cm in tube number 5. Based on this result, the foam index was calculated according to the previous relationship, and the result was as follows: $I = 1000/5 = 200$.

As for detecting the presence of tannins in the aqueous extract according to the aforementioned steps, after adding 2 drops of FeCl_3 solution, the result was no change in color, indicating their absence.

To detect the presence of flavonoids in the plant roots, the previous steps were followed, and a yellow color appeared after adding drops of H_2SO_4 solution, indicating the presence of flavonoids in those roots.

Regarding the detection of terpenes in the aqueous extract according to the previously mentioned stages, after adding 3 ml of H_2SO_4 solution, the color of the solution did not change, confirming the absence of terpenes in the plant.

As for alkaloids, after adding 1-2 drops of Wagner's solution according to the mentioned steps, a brown color was obtained, indicating the presence of alkaloids in the plant roots.

These results indicate the presence of saponins, flavonoids, and alkaloids in *A. microcarpus* roots, and their absence of tannins and terpenes (Table 3).

Compounds	Saponins	Tannins	Flavonoids	Terpenes	Alkaloids
Appearance	+ Foam	-	Yellow color	-	Brown color
Results	+ $I = 1000/5 = 200$	-	+	-	+

Table 3 : Results of phytochemical study.

+ Presence, - Absence

DISCUSSION

The survey results varied regarding general information about the respondents. Women outnumbered men significantly because they were more knowledgeable and interested in various medicinal plants. They confirmed having many of these plants in their homes and using them as needed. Regarding age, the group over 60 years old obtained the highest percentage, attributed to the seniors experience in alternative medicine or herbal therapy. Regarding educational level, university graduates obtained the highest percentage, but this did not provide more comprehensive information on the subject due to the scarcity of research and publications on the studied plant and the limited use of it. As for the professional category, the percentages varied among different groups, with retirees and workers dominating compared to students and the unemployed, due to the latter's lack of experience regarding medicinal plants, especially due to their limited usage. The majority of respondents were urban dwellers, contributing to their greater cooperation. Other results indicated that women aged 30 to 39 and 38 to 55 respectively, with no formal education, show a greater interest in medicinal plants (Bouayyadi et al. 2015; Beldi et al. 2021).

The second part of the survey was dedicated to the studied plant which was, not fully known by the participants compared to who were aware of it. These individuals cited reasons for its use, primarily for earaches, followed by acne and skin problems, and finally arthritis. These reasons have been mentioned in several other studies (Amar et al. 2013; Azzouzi and Zidane 2015; Malmir et al. 2018), and in addition, different parts of this plant including leaf, fruit, seed, flower, and root are used as traditional herbal medicines in the treatment of jaundice, Haemorrhoids, ulcers, eczema, paralysis, colds and rheumatism (Amar et al. 2013; Malmir et al. 2018). As for its utilized parts, the roots or tubers were the most commonly used, followed by the leaves. It was noted that it was used more frequently with olive oil than alone.

All the mentioned treatments are attributed to the presence of active components in the plant, which is why phytochemical study have been conducted to highlight the presence some of them, named also secondary metabolites.

Secondary metabolites are produced in small quantities, and their production depends on the family, genus, and species. They do not have a direct role in vital plant processes such as growth or reproduction, but they play a crucial role in maintaining their adaptation to their environment. They act very effectively to protect plants against various stresses such as drought, UV light, herbivores, and attacks from pathogenic organisms such as bacteria, fungi, and predatory insects. Currently, many of these compounds are used in traditional medicine, and these molecules are considered the basis of the active principles present in medicinal plants (Falodun 2010; Dias et al. 2012)

The detection of these chemical compounds is based on color changes and foam appearance for saponins. The tubers of *Asphodelus microcarpus* contain Saponins, Flavonoids and Alkaloids and do not contain Tanins and Terpenes. These results did not align with (Razik et al. 2016) where the aqueous extract of the same plant tubers collected from Morocco was used. Flavonoids, Tannins and alkaloids were absent while Terpenes and Saponins were present. As for the alcoholic extract, it was confirmed to contain all the cited compounds.

The variation in results among different studies can be attributed to several natural factors: the harvesting season, the quantity of plant material used, environmental and climatic conditions in the plant growth area (soil salinity, soil acidity, temperature), the geographical origin of the plant, and the extraction method.

These findings attribute numerous essential activities to *Asphodelus* different species, such as antihypertensive, antimicrobial, anti-inflammatory, antioxidant, insecticidal, antitumor and anticancer (Peksel et al. 2013; Khalfaoui et al. 2018; Razik et al. 2016; Dioguardi et al. 2019; Mahdi et al. 2019; Arslan et al. 2019; Lazarova et al. 2020), thereby paving the path for its potential application in synthesizing a variety of compounds targeted at treating different diseases.

CONCLUSION

Asphodelus microcarpus, Berouag in Arabic, is a less known medicinal plant, Despite this, the obtained results show that it is used in various traditional treatments due to its rich composition of active ingredients. Among these components, saponins, flavonoids and alkaloids are particularly remarkable. These constituents confer upon it numerous beneficial properties, thereby paving the way for its potential utilization in the synthesis of diverse compounds aimed at treating a wide array of diseases.

REFERENCES

- Arslan, H., Kirmizi, S., Güteryüz, G., Akpınar, A. and Selcen Sakar, F. (2019). Seasonal antioxidant capacity of *Asphodelus aestivus* BROT. root tubers in response to aridity from degraded mediterranean environments. Eskişehir Technical University. *Journal of Science and Technology C- Life Sciences and Biotechnology*. 8(1), 32 – 39. DOI:10.18036/aubtdc.417326.
- Amar, Z., Noureddine, G., Salah, R. A. and Germacrene, D. (2013). Characteristic essential oil from *A. microcarpus* Salzm and Viv. flowers growing in Algeria. *Global Journal of Biodiversity Science and Management*. 3, 108–110.
- Azzouzi, F. and Zidane, L. (2015). La flore médicinale traditionnelle de la région de Béni-Mellal (Maroc). *Journal of Applied Biosciences*. 91, 8493–8502. <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v9i11.8>.
- Beldi, M., Merzougui, H., Lazli, A. (2021). Ethnobotanical study of *Pistacia lentiscus* L. in El Tarf region (Northeastern Algeria). *Ethnobotany Research & Applications*. 21(09), 1-17. DOI: 10.32859/era.21.09.1-18.
- Bouayyadi, L., EL Hafian, M. and Zidane, L. (2015). Étude floristique et ethnobotanique de la flore médicinale dans la région du Gharb, Maroc. *Journal of Applied Biosciences*. 93,8760 – 8769. <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v9i1.10>.
- Dias, DA., Urban, S. and Roessner, U. (2012). A historical overview of natural products in drug discovery. *Metabolites*. 2(2), 303-336. Doi: 10.3390/metabo2020303.
- Dioguardi, M., Campanella, P., Cocco, A., Arena, C., Malagnino, G., et al. (2019). Possible uses of plants of the Genus *Asphodelus* in Oral Medicine. *Biomedicines*. 7(67), 1-12. Doi: 10.3390/biomedicines7030067.
- Edeoga, H. O., Okwu, D. E. and Mbaebie, B.O. (2005). Phytochemical constituents of some Nigerian medicinal Plants. *African Journal of Biotechnology*. 4(7), 685-688. DOI: 10.5897/AJB2005.000-3127.
- Effoe, S., Gbekley, E. H., Méliila, M., Aban, A., Tchacondo, T., et al. (2020). Étude ethnobotanique des plantes alimentaires utilisées en médecine traditionnelle dans la région Maritime du Togo. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 14(8), 2837-2853.
- EL-Haoud, H., Boufellous, M., Berran, A., Tazougart, H. and Bengueddour, R. (2018). Screening phytochimique d'une plante medicinale: *Mentha spicata* L. *American Journal of Innovative Research and Applied Sciences*. 7(4), 226-233. www.american-jiras.com.

- El Shabrawy, M. O. A., Marzouk, M. M., Kawashty, S. A., Hosni, H. A., El Garf, I. A., et al. (2018). A chemosystematic study of *Asphodelus aestivus* Brot. (Asphodelaceae) in Egypt. *Egyptian Pharmaceutical Journal*. 17(3), 150-4. DOI: 10.4103/epj.epj_7_18.
- Falodun, A. (2010). Herbal medicine in Africa- distribution, standardization and prospects. *Research Journal of Phytochemistry*. 4(3), 154-161. DOI:10.3923/rjphyto.2010.154.161.
- Khalifaoui, A., Chini, M. G., Bouheroum, M., Belaabed, S., Lauro, G., et al. (2018). Glucopyranosylbianthrone from the Algerian *Asphodelus tenuifolius*: Structural Insights and Biological Evaluation on Melanoma Cancer Cells. *Journal of Natural Products*. 81, 1786–94. DOI: 10.1021/acs.jnatprod.8b00234.
- Lazarova, I., Zengin, G., Sinan, K. I., Aneva, I., Uysal, S., et al. (2020). Metabolomics profiling and biological properties of root extracts from two *Asphodelus* species: *A. albus* and *A. aestivus*. *Food Research International*. 134, 109277. Doi: 10.1016/j.foodres.2020.109277.
- Mahdi, K., Saada, I., Benlameur, Z., Doumandji, W. and Boubekka, N. (2019). Insecticidal Effects of *Asphodel* (*Asphodelus microcarpus*) and *Calycotome* (*Calycotme spinosa*). 2nd International Conference on Food, Agriculture and Animal Sciences (ICOFAAS), 8-11 November 2019 Antalya, Turkey, p171.
- Malmir, M., Serrano, R., Caniça, M., Silva-Lima, B. and Silva, O. (2018). A Comprehensive Review on the Medicinal Plants from the Genus *Asphodelus*. *Plants*. 7(20), 1-17. [http://doi. www.mdpi.com/journal/plants](http://doi.www.mdpi.com/journal/plants).
- Missouri., Botanical Garden. Tropicos. (2017). Available online: <http://www.tropicos.org/Name/18400528>.
- Peksel, A., Imamoglu, S., Kiyamaz, N. A. and Orhan, N. (2013). Antioxidant and radical scavenging activities of *Asphodelus aestivus* Brot. extracts. *International Journal of Food Properties*. 16, 1339-50. DOI:10.1080/10942912.2011.587622.
- Rashed Majeed, K. (2014). Morphological And Anatomical Study Of *Asphodelus Microcarpus*. *Bulletin of the Iraq Natural History Museum*. 13 (1), 61-66.
- Razik, A., Adly, F., Lahlou, F. A., Hmimid, F., Fahde, S., et al. (2016). Antioxidant Anti-Inflammatory And Antibacterial Activities Of *Asphodelus Microcarpus*. *World Journal of Pharmaceutical Research*. 5(9), 666-73. DOI: 10.20959/wjpr20169-6829.
- Shaikh, J.R. and Patil, M. K. (2020). Qualitative tests for preliminary phytochemical screening: An overview. *International Journal of Chemical Studies*. 8(2), 603-608. DOI: 10.22271/chemi.2020.v8.i2i.8834.
- World Checklist of Selected Plant Families (WCSP) (2017). Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Available online: <http://apps.kew.org/wcsp/>.

CALIDAD NUTRICIONAL DE SEMILLAS DE ZARZAMORA (*Rubus sp.*) DE CULTIVOS BAJO DIFERENTE MANEJO

Data de submissão: 07/02/2025

Data de aceite: 05/03/2025

Emma Gloria Ramos Ramírez

Investigadora titular en el Departamento de Biotecnología y Bioingeniería del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, CDMX, México

Julieta Flores Escalona

Egresada del CECyT No.6-IPN, CDMX, México

Aimme del Carmen Romero Domínguez

Graduada de maestría en el Departamento de Biotecnología y Bioingeniería del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, CDMX, México

María del Pilar Méndez Castrejón

Auxiliar de investigación en el Departamento de Biotecnología y Bioingeniería del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, CDMX, México

Juan Alfredo Salazar Montoya

Investigador titular en el Departamento de Biotecnología y Bioingeniería del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, CDMX, México

RESUMEN: El objetivo de este trabajo fue determinar la calidad nutricional de semillas de zarzamora (*Rubus sp.*) de frutos mejorado y silvestre, mediante su análisis químico. Las determinaciones de los principales componentes: proteínas, lípidos, humedad, contenido de cenizas y carbohidratos, se llevaron a cabo por los métodos del AOAC. Adicionalmente se realizó el análisis morfométrico de las semillas. De los resultados obtenidos, las semillas de zarzamora silvestre presentaron diferencias en comparación con las de cultivo mejorado, donde la semilla cultivada presenta un 24% menos de grasa y la morfología entre las dos variedades presenta diferencias. Ambas muestras presentan un contenido similar de fibra (26%) y proteínas (8%). El contenido de fenoles totales fue diferente entre las muestras, sin diferencias estadísticas en su capacidad antioxidante. Por tanto, las semillas pueden considerarse como un bioproducto con potencial nutricional.

PALABRAS-CLAVE: semillas, zarzamora, análisis químico, bioproducto

NUTRITIONAL QUALITY OF BLACKBERRY SEEDS (*Rubus sp.*) OF CROPS UNDER DIFFERENT MANAGEMENT

ABSTRACT: The objective of this work was to determine the nutritional quality of blackberry (*Rubus sp.*) seeds from wild and improved fruits, through chemical analysis. The determinations of the main components: proteins, lipids, humidity, ash content and carbohydrates, were conducted by the AOAC methods. Additionally, the determination of antioxidant phenols and the morphometric analysis of the seeds were conducted. From the results obtained, the wild blackberry seeds presented differences with respect to those of improved cultivation, where the cultivated seed presents 24% less fat, and the morphology between the two varieties presents differences. Both samples have a similar content of fiber (26%) and protein (8%). The total phenol content was different between the samples, with no statistical differences in their antioxidant capacity. Therefore, blackberry seeds can be considered as a bioproduct with nutritional potential.

KEYWORDS: seeds, blackberry, chemical analysis, bioproduct

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, México ha incrementado significativamente la producción de frutillas, colocándose en las primeras posiciones como país productor de estos frutos. En 2016 el ingreso nacional por la exportación de berries frescas fue de \$1,564 millones de dólares, de los cuales 888 millones correspondieron a frambuesas, zarzamoras, moras y moras-frambuesa. Estados Unidos de América aportó \$1,509 millones de dólares del total mencionado, por lo que se convirtió en el principal mercado para las exportaciones de frutos rojos (CEDRSSA., 2017). La demanda de frutos de zarzamora, ha aumentado considerablemente su valor en el mercado. En 2015, Michoacán, aportó el 94% de la producción nacional de zarzamoras, equivalente a 123 mil Ton, observando un incremento de 3,075%, con respecto a las 4 mil Ton producidas en 1993. Sin embargo, a pesar de la gran cantidad de frutos rojos producidos, se estima que cerca del 40% de la producción se desaprovecha debido a factores climatológicos adversos, prácticas inapropiadas de postcosecha y el alto contenido de humedad presente en los frutos rojos que los hace altamente perecederos (Zamudio, J. *et al.*, 2015). En 2019, la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) reportó que, durante el año 2017, hubo una producción de zarzamora superior a las 270 mil Ton, (219.51% mayor que en 2015).

Las plantas de zarzamora se caracterizan por presentar frutos carnosos (moras), de tamaño pequeño y formados por múltiples dupras, cada una de ellas con una semilla en su interior. Estos frutos presentan un alto contenido de compuestos benéficos para el organismo humano, tales como vitamina C, ácidos grasos poliinsaturados, alto contenido de carbohidratos y fibra dietética, entre otros. Actualmente, los frutos de zarzamora son de interés debido a al contenido de antocianinas, compuestos fenólicos y flavonoides, por lo que son reconocidos por su capacidad antioxidante y recomendados en el campo de la salud nutricional (Zafra, Q., 2019).

Existen alrededor de 300 especies de zarzamora en todo el mundo pertenecientes al género *Rubus*, entre ellas la variedad Brazos, cuya planta es perenne con raíces subterráneas de forma irregular. Puede crecer aproximadamente hasta 2 metros de altura y presentar un ligero arqueamiento hasta que los tallos se desarrollan completamente. El fruto de esta variedad es grande, en comparación con otras, presenta formas irregulares y su sabor es agri dulce. La planta de zarzamora variedad Brazos fue por muchos años la planta de referencia, debido a que a partir de ella se desarrollaron otras variedades. La mora de Castilla (*Rubus glaucus Benth*) es originaria de la zona andina tropical de América. Su planta también es perenne y arbustiva, conformada de varios tallos espinosos cuyo diámetro aproximado es de 2 a 3 cm y puede llegar a medir hasta 3 m de altura. Su fruto presenta una forma redonda o elipsoidal, con drupas de tamaño similar y colores brillantes. (Farinango, 2010). En las Figuras 1 y 2 se observan los frutos de zarzamora variedades Brazos y de Castilla:



Figura 1. Mora variedad Brazos (*Rubus sp.*).

Fuente:letsgrowflorida.com



Figura 2. Mora de Castilla (*Rubus glaucus Benth*).

Fuente: asmobel.com.co

La oxidación de las moléculas biológicas y tejidos ocasionada por el oxígeno activo, generalmente está relacionada con la presencia de enfermedades en los seres humanos, como artritis, insuficiencia cardíaca, Parkinson, entre otras, por lo que el ser humano ha desarrollado mecanismos endógenos de protección antioxidante; sin embargo, cuando estos mecanismos de defensa resultan ineficientes se incrementa la formación de radicales libres, provocando daño celular, también nombrado daño oxidativo. Las frutas, en general, presentan sustancias que permiten atrapar radicales libres, de tal manera que mejoran la defensa antioxidante del organismo humano, dichas sustancias son, por ejemplo: ácido ascórbico (vitaminas C), tocoferol (vitamina E), compuestos polifenólicos, carotenoides, entre otros. Los frutos rojos son una fuente importante de estos compuestos antioxidantes (Farinango, 2010). En la Figura 3 se observan algunas estructuras de compuestos polifenólicos, mientras que la Figura 4 muestra la estructura química de los principales carotenoides (α y β -caroteno).

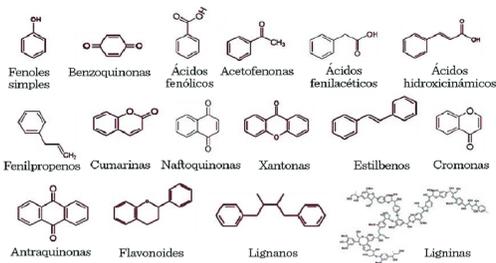


Figura 3. Estructuras de polifenoles.

Fuente: riuat.uat.edu.mx/bitstream/123456789/2184/1/2184.pdf

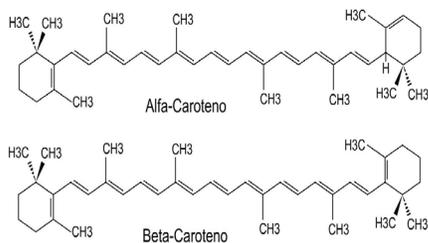


Figura 4. Estructuras de carotenoides.

Fuente: plantasyhongos.es/glosario/carotenoide.htm

Los frutos de zarzamora son destinados principalmente a la producción de jugos, mermeladas, yogurt, helados entre otros productos alimenticios, además del consumo directo. También suelen ser empleadas como colorantes naturales debido a los pigmentos que el fruto presenta, en su mayoría carotenoides y antocianinas (Figura 5) siendo este último el que proporciona el color característico morado-negruzco. Durante el procesamiento de los frutos de zarzamora, las semillas presentes son consideradas residuos o bioproductos, por lo tanto, se eliminan del proceso de elaboración de alimentos, debido a que no existe un objetivo específico para su uso y, por tanto, se ignora el aporte funcional y nutracéutico que esta fracción del fruto pueda proporcionar al organismo, ya que las semillas de las berries u otras especies frutales pueden aportar sustancias importantes como: ácidos grasos, fibra dietética y compuestos antioxidantes.

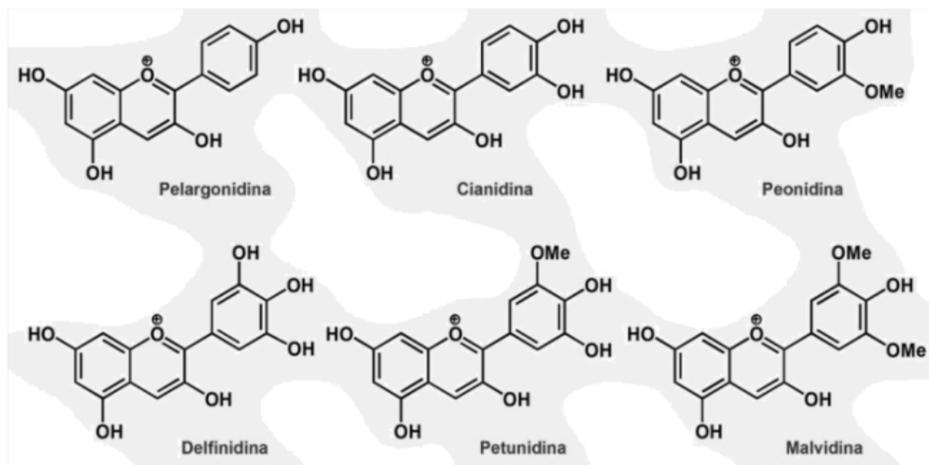


Figura 5. Estructuras de antocianinas.

Fuente: ubuscientia.blogspot.com/2014/01/antocianinas-los-otros-pigmentos-del.html

Los subproductos generados por la industria de las berries suponen entre el 20 y 30% de subproductos, (incluyendo semillas, piel y en ocasiones tallos), provenientes de grosella, frambuesa, arándanos y zarzamora. Los subproductos de alimentos de origen vegetal generan aproximadamente 15 millones de toneladas anualmente; dichos componentes son, en ocasiones, utilizados como material orgánico o alimento para animales, no obstante, no todos los animales pueden alimentarse de cualquier tipo de residuo (Zafra, Q., 2019). Para determinar el potencial de aprovechamiento que tienen las semillas, el objetivo de este trabajo fue determinar la calidad nutricional de semillas de zarzamora (*Rubus sp.*) de frutos mejorado y silvestre, mediante su análisis químico. Las determinaciones de los principales componentes: proteínas, lípidos, humedad, contenido de cenizas y carbohidratos compuestos fenólicos, se llevaron a cabo por los métodos oficiales del AOAC; así mismo, se determinó el contenido de fenoles totales y se evaluó su funcionalidad como antioxidante.

MATERIALES Y MÉTODOS

Acondicionamiento de la muestra

Las semillas de los frutos de zarzamora en estudios: silvestre y cultivada (Driscoll®), empleadas para el análisis se limpiaron de residuos de pulpa y piel, mediante lavados con agua destilada y fueron secadas a temperatura ambiente. Posteriormente, se llevó a cabo la molienda empleando un molino analítico (Analytical Cole Palmer, modelo 4301-00). El polvo de semillas (harina) se homogenizó y tamizó para obtener un tamaño de partícula de 38um, finalmente se almacenó protegidos de luz y humedad, hasta su análisis.

Análisis Químico Proximal

El análisis se efectuó empleando los métodos de la Association of Official Analytical Chemists (Tabla 1):

DETERMINACIÓN	MÉTODO
HUMEDAD	Pérdida de masa. 925.10, (AOAC, (1998)
GRASA TOTAL	SOXHLET. 920.39, (AOAC, (1998)
CENIZAS	Calcinción de la materia orgánica. 923.03 (AOAC, (1998)
FIBRA TOTAL	Método gravimétrico. 991.43, AOAC, (1996)
PROTEÍNAS	KJELDAHL. 920.87, AOAC, (1998)

Tabla 1. Métodos AOAC

Determinación de Fenoles Totales y Capacidad Antioxidante

La determinación de capacidad antioxidante se determinó por los métodos de ABTS y DPPH (Rivas Navia, *et al.*, 2020, y Tahipong, *et al.*, 2006) y el contenido de fenoles totales se determinó por el método de Singleton y Rossi (1967). Los análisis se llevaron a cabo en muestras sin desengrasar y muestras desengrasadas.

Análisis Morfométrico y Microscopía óptica

Se seleccionaron semillas secas de ambas muestras y se colocaron en una cubierta ad-ok, se cubrieron inicialmente con una capa de carbón para después ser recubiertas con una capa de oro; posteriormente, fueron observadas en el microscopio electrónico (MEB).

RESULTADOS

Análisis Químico Proximal

La composición química conocida mediante el análisis bromatológico evidencia el valor nutricional de productos alimenticios, permitiendo evaluar su vida útil y a su vez mejorar la calidad nutricional de alimentos, permitiendo la formulación de alimentos con alto potencial nutricional. Para este estudio, se utilizó una muestra total de 358.405g de subproductos de zarzamora silvestre y 301.055g de la variedad cultivada®, cuyo aprovechamiento de semillas limpias fue de 14.067% y 17.542%, respectivamente. El contenido de humedad, por ejemplo, permite conocer el nivel de estabilidad de los alimentos y las condiciones de almacenamiento, evitando en lo posible el crecimiento de microorganismos, como hongos. Mientras que el contenido de carbohidratos representa la principal fuente de energía suministrada por el alimento.

Los parámetros determinados en ambas muestras de zarzamora (Tabla 1) indican que, si bien el fruto es *Rubus sp.*, se obtuvo una diferencia significativa en el porcentaje de humedad y grasa total, donde las semillas del fruto silvestre presentan 1.66% menos de humedad y son 3.93% más ricas en ácidos grasos, con respecto a las semillas de frutos cultivados. Por otro lado, los parámetros como cenizas, fibra, proteínas y carbohidratos no presentaron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.001$); no obstante, el contenido y la calidad nutricional de las semillas puede diferir entre sí mismas, a pesar de presentar la misma composición química.

Algunos autores reportan que las semillas de zarzamora presentan una concentración de 6-7% de proteínas, y 11-18% de lípidos, los cuales a su vez contienen 53-63% ácido linoleico, 15-31% ácido linolénico, y 3-8% ácidos grasos saturados (Shaun, B. *et al.*, 2004). Por su parte, Cedeño, M. (2015), informa una composición de $6.695 \pm 1.11\%$ de humedad, $1.685 \pm 0.23\%$ de cenizas y $11.01 \pm 1.34\%$ de proteínas. Zafra, Q. (2019), reportó un contenido de $44.26 \pm 0.09\%$ de fibra dietética. Los resultados obtenidos en nuestro trabajo se muestran en el Tabla 2, donde se puede observar que el porcentaje de humedad obtenido en las semillas de frutos silvestres es 1.638% mayor al reportado por Cedeño, mientras que las semillas de frutos cultivados presentaron 3.29% más humedad que el valor reportado en la literatura.

DETERMINACIÓN	FRUTO SILVESTRE	FRUTO CULTIVADO	VALOR DE REFERENCIA
HUMEDAD	8.333±0.09 ^a	9.993±0.03 ^b	6.7±1.11*
GRASA TOTAL	16.415±0.86 ^a	12.485±1.08 ^b	11.0 - 18.0**
CENIZAS	1.325±0.14 ^a	1.263±0.17 ^a	1.68±0.23*
FIBRA TOTAL	26.510±0.65 ^a	26.140±0.27 ^a	44.26±0.09***
PROTEÍNAS	8.118±0.23 ^a	8.018±0.15 ^a	11.01±1.34* 6.0 - 7.0**
CARBOHIDRATOS	39.29±1.63 ^a	42.09±1.44 ^a	NR

Tabla 2. Composición química proximal en porcentaje de semillas de zarzamora

a,b= Análisis estadístico t-Student (P<0.001); *Cedeño, M., 2015; **Shaun, B et al., 2004; *Zafra, Q., 2019**

El porcentaje de cenizas obtenido no presentó diferencias significativas entre las dos muestras de zarzamora analizadas. Al mismo tiempo se observó que el resultado de cenizas obtenido por Shaun B., *et al.*, (2004) es en promedio un 0.4 % mayor que los obtenidos en el presente trabajo. A su vez, el porcentaje de fibra total no presentó diferencias significativas entre los resultados obtenidos, sin embargo, se encuentran entre 17.75 y 18.12% por debajo de los valores reportados por Zafra, Q., (2019).

La composición proteica resulta aproximadamente 2.94 % menor con respecto a los resultados obtenidos por Cedeño, M., (2015) y 1.56 % mayor en comparación al porcentaje reportado por Shaun B., *et al.*, (2004). Finalmente, la presencia de carbohidratos fue aproximadamente 2.80 % mayor en semillas de zarzamora cultivada.

Determinación de Fenoles Totales y Capacidad Antioxidante

El contenido de fenoles totales fue similar para las muestras desengrasadas, obteniendo en la variedad cultivada 132.06 ug/mL y en la silvestre 136.9 ug/mL, las cuales no presentaron diferencias estadísticas significativas.

En general, los valores de capacidad antioxidante obtenidos por ambos métodos (DPPH y ABTS) fueron similares. En particular, las muestras que fueron sometidas a un previo proceso de desengrasado mostraron una actividad antioxidante (DPPH) significativamente menor y osciló entre 418.57 uM y 511.90 uM de trolox. Con el método ABTS los valores de actividad antioxidante oscilaron entre 460.51 uM de trolox hasta 516.67 uM de trolox, para las dos variedades. Si bien las diferencias no fueron significativas entre variedades, las muestras desengrasadas mostraron la mayor capacidad antioxidante entre 510.77 y 516.67 uM de trolox, para las harinas de ambas semillas, cultivadas y silvestres, respectivamente.

Análisis Morfométrico y Microscopía óptica

Los resultados obtenidos en las microfotografías ópticas de las semillas de zarzamora silvestre y cultivada (*Rubus sp.*), demuestran que las semillas tienen una forma reniforme, abultada, testa rugosa y un color de rojizo a café claro, antes de limpieza, como puede apreciarse en la Figura 6.

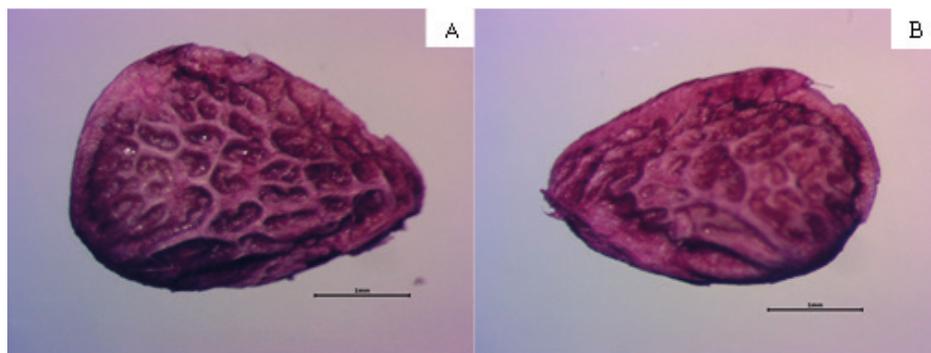


Figura 6. Micrografías de Semillas de zarzamora (*Rubus sp.*), A: Silvestre, B: Cultivada®.

Al respecto, Tomlik, *et al.*, (2010), al estudiar la morfología de las semillas de diversas especies de *Rubus* de origen europeo, señalaron que éstas eran lateralmente comprimidas y a menudo aplanadas o ligeramente cóncavas en la superficie adaxial y redondeadas en la abaxial. En concordancia con lo encontrado, la presencia de semillas reniformes en la especie del estudio actual, Tomlik, *et al.*, (2010) indicaron que los grupos taxa *R. articus L.*, *R. caesius L.* y *R. idaeus L.*, del género *Rubus*, también exhiben semillas con dicha morfología.

En cuanto al tamaño de las semillas, obtenido con base en el promedio de 20 semillas, éstas presentaron tamaños en un intervalo de 2.45 a 3.00 mm de largo y de 1.60 a 2.00 mm de ancho; con un valor promedio de 2.82 mm y 2.88 mm para la primera dimensión, 1.91 mm y 1.69 mm para la segunda, en ambas muestras silvestre y cultivada, respectivamente (Tabla 3). Al respecto, Tomlik, *et al.*, (2010) informaron que, en el conjunto de especies del género, las que presentan un valor mayor son *R. chamaemorus L.* y *R. saxatilis L.*, con 4.00 mm de largo y 1.80 mm de ancho; así mismo, las más pequeñas correspondieron a *R. idaeus L.* y *R. arcticus L.*, las cuales presentan una longitud de 2.10 mm y un ancho de 0.65 mm.

PARÁMETRO	FRUTO SILVESTRE	FRUTO CULTIVADO
LARGO (mm)	2.88	2.82
ANCHO (mm)	1.69	1.91
ESPESOR (mm)	1.02	1.10
PESO (mg)	26.510±0.651	26.140±0.271
Semillas en fruto (%)	4 – 6%	

Tabla 3. Análisis morfométrico de semillas de zarzamora (*Rubus sp.*)

CONCLUSIONES

Con base en el análisis realizado y los resultados obtenidos, se demuestra que las semillas de zarzamora poseen compuestos benéficos para el organismo humano y que, por tanto, pueden ser aprovechadas en la industria farmacéutica y, también, pueden ser utilizadas como aditivos naturales en la industria de los alimentos.

El alto contenido de fibra dietética en las semillas de zarzamora puede utilizarse para prevenir padecimientos del sistema digestivo, así como reducir los niveles de glucosa y colesterol; entre otros. Los carbohidratos, por su parte, son uno de los principales nutrientes que proporcionan energía a las células, tejidos y órganos humanos. La fracción grasa de las semillas de zarzamora contienen ácido linolénico, linoleico, oleico y tocoferoles, entre otros compuestos, los cuales cumplen funciones como reducir los niveles de colesterol LDL y triglicéridos presentes en el torrente sanguíneo; además, se ha descrito que regulan la presión arterial y mantienen el sistema inmunitario fuerte frente a virus y bacterias.

El contenido de fenoles totales y la capacidad antioxidante presente en las semillas de ambas muestras de zarzamora es considerable e independiente del tipo de manejo del cultivo, silvestre o mejorada, lo que puede proveer de compuestos bioactivos y nutricionales de interés en la salud humana. Por tanto, el aprovechamiento de estas semillas, como un bioproducto en la industria alimenticia de la zarzamora, constituye una alternativa sustentable al cultivo.

Agradecimientos: Los autores agradecen al Cinvestav por el financiamiento de la investigación y al Conahcyt por la beca 1077370 para estudios de posgrado de ACRV; al Sr. Alejandro Aranda por su apoyo técnico. Parte del trabajo fue presentado en el Congreso Academia Journals-Hidalgo 2022.

Declaración: Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribución: EGRR- conceptualización, diseño del estudio, análisis e interpretación de datos, preparación del artículo, revisión y aprobación final. JFE- desarrollo, adquisición y análisis de datos, preparación de borrador. ACRV- desarrollo, adquisición y análisis de datos, preparación de borrador. MPMC- desarrollo, análisis de datos, preparación de borrador. JASM- de revisión de datos, preparación del artículo, aprobación.

REFERENCIAS

AOAC (1998). Official Methods of Analysis. 16th Edition, Association of Official Analytical Chemists, Arlington, USA.

Cedeño, M. (2015). "Caracterización fisicoquímica de la harina a partir de semilla de mora (*Rubus glaucus*), y su utilización en la elaboración de alimentos enriquecidos,". Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Escuela de Ingeniería para el Desarrollo Agroindustrial. Quevedo, Ecuador.

CEDRSSA, (2017). Centro de Estudios para el Desarrollo Sustentable y la Soberanía Alimentaria. “La producción y comercio de las berries en México,” Palacio Legislativo de San Lázaro, CDMX.

Farinango, M., (2010). Estudio de la fisiología postcosecha de la mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) y de la mora variedad brazos (*Rubus* sp.). Tesis de grado, Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria. Quito, Ecuador.

<https://asmobel.com.co/castle.php>. Asociación de Productores de Moras de Belen de Umbria, Oct. 2022

<https://letsgrowflorida.com/es/products/brazos-blackberry-rubus>

<https://plantasyhongos.es/glosario/carotenoide.htm>

<https://riuat.uat.edu.mx/bitstream/123456789/2184/1/2184.pdf>

<https://ubuscientia.blogspot.com/2014/01/antocianinas-los-otros-pigmentos-del.html>

SADER, (2019). Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. “México es el número uno gracias a la zarzamora” <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/mexico-es-el-numero-uno-gracias-a-la-zarzamora>

Rivas N. D.M., Dueñas R. A. A., Rodríguez D. J. M. (2009). Metabolitos secundarios y actividad antioxidante del tomatillo silvestre (*Solanum pimpinellifolium* L.). Rev. Téc. Ing. Univ. Zulia. (V.E. 2), 26-32.

Shaun, B.; Phillips, B.; Isabell, T.; Ou, B.; Crane, J. and Knapp, S. (2004). “Chemical Composition of Caneberry (*Rubus* spp.) Seeds and Oils and Their Antioxidant Potential,” Journal of Agricultural and Food Chemistry, Vol.52, No.26, pp. 7982–7987.

Singleton, V.L. and Rossi, J. A JR.J. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American J. of Enology and Viticulture. Pp 144-158.

Thaiponga, K., Boonprakoba, U., Crosby, K., Luis Cisneros-Zevallos, L. and Hawkins Byrnes D. (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. Journal of Food Composition and Analysis 19, 669-675.

Tomlik-Wyremblewska, A., J. Zielinski, and M. Guzicka. 2010. Morphology and anatomy of blackberry pyrenes (*Rubus* L., Rosaceae) elementary studies of the European representatives of the genus *Rubus* L. Flora 205, 370-375.

Zafra, Q. (2019). “Valoración de los subproductos del procesamiento de la zarzamora (*Rubus fruticosus*), por su contenido en antioxidantes y fibra dietética,” Tesis doctoral, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. San Agustín, Tlaxiaca, Hgo., 2019.

www.forttumbleweed.net/farm.html. Rockdale Blackberry Farms. Health benefits of blackberries. Oct. 2022

Zamudio, J., Yahuaca, B. y Cortés, C., (2015). “Calidad sanitaria de zarzamora deshidratada por tecnología osmótica y solar,” Facultad de Químico Farmacobiología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

AVALIAÇÃO DA DUREZA TOTAL E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO EM BAIRROS NO ENTORNO DO IFMA – TIMON

Data de submissão: 12/02/2025

Data de aceite: 05/03/2025

Jessica Helen dos Santos Mota

Graduada em licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto Federal do Maranhão, Brasil

Antonio da Conceição Filho

Graduando em licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto Federal do Maranhão, Brasil

Thiago Desiderio Gomes

Graduado em licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto Federal do Maranhão, Brasil

Carlyanne do Nascimento Costa

Mestra em Saúde Pública e Meio Ambiente pela Fundação Oswaldo Cruz, Brasil. Graduada em Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal do Piauí, Brasil. Graduada em Licenciatura Plena em Educação Física, Universidade Estadual do Piauí, Brasil. Professora Titular do Instituto Federal do Maranhão, Brasil

Rafael José Marques

Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal do Piauí, Brasil. Graduado em licenciatura em Geografia e Especialista em Geografia, Universidade Estadual do Piauí, Brasil

Juliana Beatriz Sousa

Doutora em Biotecnologia, Universidade Federal do Piauí, Brasil. Professora do Instituto Federal do Maranhão, Brasil

RESUMO: No Brasil o consumo de água subterrânea contaminada tem sido associado a diversos problemas de saúde. Este trabalho teve como objetivo, avaliar a qualidade da água de abastecimento proveniente de poços tubulares profundos, distribuída para a população da zona urbana no entorno do Instituto Federal de Educação (IFMA) na cidade de Timon-MA, Brasil. Foram analisados os parâmetros microbiológicos (Coliformes Totais e *Escherichia Coli*) através da técnica do Substrato Cromogênico Enzimático Colilert, além do parâmetro químico, dureza total, utilizando a técnica da volumetria de complexação, a fim de verificar a conformidade destes, segundo o padrão estabelecido pela Portaria de Consolidação nº 888/2021 do Ministério da Saúde e pela Resolução CONAMA nº 396/2008. Os resultados das amostras, coletadas em residências de voluntários em 6 bairros, foram satisfatórios aos padrões de potabilidade estudados. Contudo, amostras do poço tubular e de bebedouros da escola apresentaram Coliformes Totais, estando em desacordo com a legislação vigente,

causando riscos à saúde dos usuários. Além disso, segundo dados obtidos via aplicação de questionários aos voluntários, 83,33% relataram sentir coceira na pele e descreverem características sensoriais desagradáveis quanto ao gosto, cheiro e cor da água, mostrando a necessidade da adoção de políticas públicas capazes de reduzir os fatores de poluição da água subterrânea no Município.

PALAVRAS-CHAVES: Águas subterrâneas; Dureza total; Análise microbiológica; Saúde pública.

EVALUATION OF THE PARAMETERS TOTAL HARDNESS AND MICROBIOLOGICAL QUALITY OF WATER SUPPLIED IN TO THE NEIGHBOURHOODS OF TIMON MARANHÃO

ABSTRACT: In Brazil, the consumption of contaminated groundwater has been associated with several health problems. This study aimed to evaluate the quality of water obtained from deep tube wells and distributed to the population of the urban area around the Federal Institute of Maranhão (IFMA) in the city of Timon-MA, Brazil. Microbiological parameters (total coliforms and *Escherichia coli*) were determined using the Colilert Enzymatic Chromogenic Substrate method. Total hardness was determined using the complexation titration technique. Further, it was determined whether the obtained values met the standards established by the Consolidation Ordinance No. 888/2021 of the Ministry of Health and CONAMA Resolution No. 396/2008. Samples collected from volunteer residences in six neighbourhoods were in accordance with the potability standards. However, total coliform counts in samples from the tube well and the school drinking fountains did not comply with the current legislation, posing a health risk to the users. Additionally, according to data obtained from questionnaires administered to volunteers, 83.33% of respondents reported itchy skin and described unpleasant sensory characteristics regarding the taste, smell, and colour of water. The findings highlight the need to adopt public policies capable of reducing groundwater pollution in the municipality.

KEYWORDS: subterranean waters; total hardness; Microbiological analysis; Public health.

INTRODUÇÃO

As águas subterrâneas apresentam menor vulnerabilidade aos agentes poluidores, reduzindo custos de captação, adução e tratamento, pois são filtradas e purificadas naturalmente, determinando excelente qualidade, em função disso, vem sendo reconhecida como alternativa viável aos usuários, apresentando uso crescente nos últimos anos. No Brasil, cerca de 61 % da população é abastecida para fins domésticos por águas subterrâneas, sendo 6% por poços rasos, 12 % por fontes e 43 % por poços profundos. Em torno de 15,6 % dos domicílios utilizam exclusivamente água subterrânea (Abas, 2020; Brasil, 2013; Villar, 2016).

O município de Timon faz parte da Bacia do rio Parnaíba e está inserido no percentual de 80% dos municípios do Maranhão que utilizam a água subterrânea, sendo esta aproveitada para consumo humano; agricultura e indústria (Abas, 2020). O Instituto Federal do Maranhão (IFMA) Campus Timon fica localizado em uma área da cidade onde

o abastecimento ocorre de forma subterrânea (SGB/CPRM, 2021). As águas subterrâneas, em geral, possuem uma qualidade natural muito boa, contudo, as atividades antrópicas, têm comprometido significativamente alguns aquíferos. Dentre as principais fontes de poluição de águas subterrâneas estão: Inadequada construção de poços rasos e profundos, sem vedação sanitária; Disposição inadequada de resíduos em lixões; Infraestrutura hídrica; Lançamento de efluentes domésticos não tratados em sistemas aquáticos; Atividade industrial e agrícola (Fagundes; Andrade, 2015), portanto, o acompanhamento das condições das águas subterrâneas vem se tornando cada vez mais importante para o gerenciamento deste recurso hídrico no país.

O consumo de água contaminada por agentes biológicos ou físico-químicos tem sido associado a diversos problemas de saúde, como doenças gastrointestinais que representam elevada taxa de mortalidade em indivíduos com baixa resistência, atingindo em especial idosos e crianças menores de cinco anos (OPS, 2000). Portanto, a garantia de água potável, livre de microrganismos patogênicos, de substâncias e elementos químicos prejudiciais à saúde, constitui-se em ação eficaz de prevenção de doenças.

No Brasil a água destinada para consumo humano é regulamentada por normas e padrões estabelecidos pela Portaria de Consolidação nº 888/2021 do Ministério da Saúde (MS), que visa o controle de qualidade da água para consumo humano de forma segura (Brasil, 2021), sendo complementada pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 396/2008 que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas (Brasil, 2008). Por exigência destas legislações, a água natural para consumo humano não deve apresentar risco à saúde do consumidor. Ou seja, os microrganismos patogênicos devem estar ausentes, especificamente Coliformes Totais (CT) e Coliformes Fecais (CF), sendo recomendada sua ausência em 100 mL (Brasil, 2021; Brasil, 2008). Dentre os métodos mais utilizados para a identificação destes microrganismos destaca-se o método rápido Colilert que identifica simultaneamente as bactérias do grupo coliforme total e *Escherichia coli* (*E. coli*), com resultado em 24 horas através de enzimas específicas de cada microrganismo. Este método não necessita de testes confirmatórios ou complementares possibilitando a rápida correção de problemas antes que a água seja destinada ao consumo (Fernandes e Gois, 2015).

Outro parâmetro importante para a avaliação da qualidade da água é a determinação da sua dureza. A dureza da água é um parâmetro químico provocado principalmente pela presença de sais de cálcio e magnésio encontrados em solução e apesar destes íons serem minerais essenciais à saúde humana, quando ingeridos em doses elevadas podem provocar problemas cardiovasculares, reprodutivos, diabetes, hipertensão (Sengupta, 2013). A dureza total é expressa em termos de CaCO_3 em mg/L (APHA, 2017) sendo o valor máximo possível 300 mg/L de CaCO_3 (Brasil, 2021). A técnica mais usada para a determinação deste parâmetro é a volumetria de complexação, que usa soluções padronizadas de ácido etilendiamino tetra-acético (EDTA) como titulante, em meio tamponado (Hussein, 2011).

Populares residentes próximos à escola reclamam da qualidade da água fornecida pela empresa de abastecimento, informando, que pele e/ou cabelos apresentam um aspecto ressecado, causando coceira. Neste contexto, este trabalho é uma contribuição para a avaliação da qualidade de águas subterrâneas, proveniente de poços tubulares, da zona urbana no entorno do Campus, analisando a dureza total da água, utilizando-se a técnica da volumetria de complexação, e também a análise de coliformes totais e fecais, realizadas por meio da técnica Colilert, a fim de avaliar sua conformidade aos padrões estabelecidos pela legislação vigente, verificando a segurança para o consumo e buscando qualidade de vida e proteção da saúde pública da comunidade local. Além disso, foram realizados questionários, envolvendo perguntas abertas e fechadas, junto à população local com o intuito de avaliar possíveis problemas de pele e ressecamento dos cabelos que possam ser causados pelo uso dessa água.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e caracterização da área de estudo

O presente estudo foi realizado no município de Timon, localizado na região leste do estado do Maranhão. A cidade possui uma área territorial corresponde a 1.763,220 km² e população de 174.465 habitantes, de acordo com o último Censo Demográfico de 2022. (IBGE, 2022). A área de estudo correspondente ao perímetro urbano do município de Timon no entorno do IFMA, e está relacionada aos sedimentos da Formação geológica Pedra de Fogo que apresenta litologia pelítica, representada por: siltitos, folhelhos, arenitos muito finos, argilosos e lentes de silexitos sendo um manancial de fraco potencial hidrogeológico (RIDESAB, 2019).

O clima da região, segundo Köppen, é tropical (AW¹) subúmido seco, possuindo período chuvoso de dezembro a maio, com médias mensais superiores a 124 mm e período seco de junho a novembro (CPRM, 2011). Os serviços públicos de abastecimento de água e tratamento de esgoto, atualmente, são realizados pela prefeitura municipal, através do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) e pela empresa Águas de Timon, responsáveis pela região rural e urbana, respectivamente. E utiliza a captação de água superficial e subterrânea em uma atuação conjunta de 71 poços tubulares profundos e pelo Rio Parnaíba através da Estação de Tratamento de Água – ETA (Silva, 2019). Segundo a Lei Municipal nº 1940, de 05 de Dezembro de 2014, a área urbana de Timon possui 30 bairros (Timon, 2014). Para este trabalho foram considerados 6 bairros no entorno do IFMA, sendo eles: Flores, Mutirão, Pedro Patrício, Vila Angélica, Vila Bandeirante e Cidade Nova.

Mapeamento dos poços com pontos georreferenciados

O georreferenciamento dos pontos de coleta foi realizado in loco com GPS da marca Garmin, modelo E-trex 30x. As coordenadas geográficas coletadas foram então usadas para a elaboração de um produto cartográfico (Figura 1) em um Sistema de Informação Geográfica – SIG/SIRGAS 2000 (CPRM, 2011; SIAGAS, 2021).



Figura 1 - Mapa de localização dos poços e residências monitoradas nos bairros onde foram realizadas as coletas de águas subterrâneas.

Fonte: (Marques, 2021)

Parâmetros de Análise

As coletas de amostras de água foram coletadas nas torneiras de 6 residências, na saída do poço do IFMA e nos bebedouros A e B e ocorreram entre 30/06/21 e 07/07/21, período de inverno no Brasil, porém o clima no Nordeste foi seco durante essa estação do ano, sem ocorrência de chuva nas últimas 48 horas antes da coleta, não havendo, portanto, alterações na água de abastecimento através do lençol freático. As coletas, acondicionamento e transporte de amostras de água foram realizadas segundo orientações da Secretaria de Vigilância em Saúde que dispõe sobre a Diretriz nacional do plano de amostragem da vigilância da qualidade da água para consumo Humano (Brasil, 2016) e segundo a Resolução nº 724 de 03 de outubro de 2011 da Agência Nacional de Águas - ANA (Brasil, 2011), em acordo com as normas internacionais do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater de autoria das instituições American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) e Water Environment Federation (WEF) (APHA, 2017). Em todas as residências as amostras foram coletadas da primeira torneira por onde passava a água de abastecimento, além disso, todas tiveram seus acessórios removidos e foram devidamente higienizadas com hipoclorito de sódio a 100mg/L e gaze. O mesmo procedimento de coleta foi aplicado nas torneiras dos bebedouros e na saída de água do poço. Antes da coleta, o excesso de hipoclorito de sódio foi removido abrindo-se a torneira em jato forte, deixando a água escoar por 3 minutos, nas torneiras das casas e nos bebedouros, para eliminação de resíduos de desinfetante ou outras incrustações existentes na canalização e para eliminar a água estagnada na tubulação. No poço, o tempo de escoamento foi de 5 minutos, para estabilização da temperatura da água. Para as análises microbiológicas a água foi coletada em

frascos de polietileno esterilizados, com capacidade para 100 mL de amostra e contendo uma pastilha de tiosulfato de sódio e lacre que impede o vazamento. Para análise e dureza total os frascos de coleta utilizados foram garrafas de polietileno com capacidade para 1000 mL que foram devidamente higienizadas com 48 h de antecedência por imersão em solução de ácido nítrico (HNO_3 a 10 %), estes foram etiquetados e identificados. O intervalo entre a coleta e a realização das análises microbiológicas foi de 1 h e as amostras para análise de dureza foram realizadas no mesmo dia. No transporte até o laboratório as amostras foram armazenadas a 4 °C em caixa térmica, para preservação das suas características. Todas as análises foram realizadas entre os dias 2 e 12 de março de 2021 no Laboratório de Química do Campus.

A análise de dureza total foi realizada por titulação complexométrica - SM 2340 C, de acordo com o Standard Methods (APHA, 2017), utilizando-se 100 mL de amostra sendo titulada contra uma solução padronizada do reagente EDTA, marca Alphatec, teor 99,0-101,0%, e detecção visual do ponto de equivalência usando o indicador Negro de Eriocromo T (marca Neon) que em contato com água dura (pH \square 10), se combina com cátions metálicos bivalentes formando um complexo fraco de cor púrpura avermelhado. Após cada triplicata foi realizada a análise de um branco para avaliação de erros na análise (APHA, 2017). Em seguida calculou-se a dureza total da água expressada em mg/L de carbonato de cálcio (CaCO_3). E calculou-se a média (\bar{x}), a estimativa do desvio padrão (s) e o coeficiente de variação (CV%) (APHA, 2017).

As análises microbiológicas foram realizadas por meio da técnica do Substrato Cromogênico Enzimático Colilert, utilizando Kit Colilert - IDEXX contendo testes simples para amostras de 100 mL e detectando simultaneamente a presença/ausência de coliformes totais e *E. coli*. (Silva, 2017). Os coliformes crescem no Colilert usando a enzima (β -galactosidase) para metabolizar o indicador de nutriente orto- nitrofenil- β -Dgalactopiranosídeo (ONPG) desenvolvendo coloração amarela; enquanto a *E. coli*. utiliza a enzima (β -glucuronidase) para metabolizar o indicador 4-metilumbeliferil (MUG) e apresentar fluorescência azul em contato com a luz ultravioleta (UV) a 365 nM, sendo utilizada uma lanterna portátil UV - Handheld Blacklight DL – 01, após 24 horas de incubação a uma temperatura de 35 °C na estufa microbiológica (Silva, 2017), de marca cienlaB, modelo 210/36. Quando esta encontra-se incolor, o resultado é negativo para a presença de coliformes totais, fecais e *E. coli*. (Brasil, 2013).

Posteriormente, os resultados foram comparados aos padrões físico-químicos e microbiológicos recomendados na Portaria de Consolidação nº 888/2021 (MS) e pela Resolução CONAMA nº 396/2008 (Brasil, 2021; Brasil, 2008).

Aplicação dos questionários

Foram aplicados dois questionários com o objetivo de avaliar os efeitos do uso da água de abastecimento em comparação ao uso de 20 L de água mineral (4 galões de 5L) fornecida pelos pesquisadores. O questionário 1 foi aplicado durante a coleta das amostras e o questionário 2, sete (7) dias após o uso da água mineral. Ambos continham perguntas abertas e fechadas. Esta pesquisa foi avaliada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) e recebeu aprovação pela Universidade Federal do Maranhão – CEP/UFMA (CAAE nº: 37099120.4.0000.5087) (Brasil, 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para a determinação dos parâmetros microbiológicos (Coliformes Totais e *E. coli*) e do parâmetro químico, dureza total, junto aos padrões de potabilidade, estão apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Resultado por amostra									
Parâmetros	Poço IFMA	A	B	Casa 1	Casa 2	Casa 3	Casa 4	Casa 5	Casa 6
Coliformes Totais (100 mL/amostra)	Pres.	Pres.	Pres.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.
<i>E. Coli</i> (100 mL/amostra)	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.
Potabilidade VMP* (100 mL) 888/2021**	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Tabela 1 - Resultados encontrados nas análises microbiológicas das amostras de água coletadas no poço e bebedouros A e B do IFMA além das 6 residências dos bairros avaliados.

VMP* Valor máximo permitido (Ausência em 100 mL de amostra) ****Portaria de Consolidação n° 888/2021. 1 = Flores, 2 = Pedro Patrício, 3 = Mutirão, 4 = Vila Angélica, 5 = Vila Bandeirantes, 6 = Cidade Nova. A = Bebedouro localizado no corredor, B = Bebedouro localizado próximo à biblioteca. Aus. = Ausente, P = Presente.**

Fonte: Dados da pesquisa.

As amostras dos 6 bairros encontram-se em acordo com os padrões de potabilidade conforme a Portaria n.º 888/2021 e pela Resolução n° 396/2008, onde está determinado que seja analisada, a ausência de Coliformes Totais e Coliformes Fecais em cada 100 mL de água destinada ao consumo humano, visando garantir sua potabilidade (Brasil, 2013).

Contudo, nas amostras do poço e bebedouros do IFMA, foi identificada a presença de Coliformes Totais, em desacordo com os parâmetros vigentes. A água da escola provém de poço privado localizado nas dependências desta, e, portanto, não recebe tratamento público do município. Em estudo realizado por Oliveira et al. (2018) foi também confirmada a presença de Coliformes Totais em 30 % dos bebedouros analisados em escolas públicas da cidade de Timon, abastecidas por poços tubulares (Oliveira, 2018). A contaminação por Coliformes Totais na água do poço pode estar relacionada a fatores de poluição do aquífero que atende a escola, tais como: A existência de um terreno, localizado em frente ao Campus, onde ocorre o despejo irregular de lixo domiciliar (Figura 2).



Figura 2 – Depósito irregular de lixo domiciliar em frente ao IFMA Campus Timon.

Fonte: Registro dos autores.

Além disso, segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) apenas 3,03% da população do município tem acesso aos serviços de esgotamento sanitário com coleta de esgotos seguida de tratamento (Brasil, 2019). O último censo realizado em 2010 aponta que dos domicílios particulares permanentes com banheiro, somente 31,98 % são atendidos por esgotamento sanitário via fossa séptica (RIDESAB, 2019). Portanto, recomenda-se a necessidade de instalação de um dosador de cloro no poço da escola e avaliação diária deste parâmetro, evitando prejuízos à saúde dos usuários (OPS, 2000).

Na tabela 2 estão apresentados os resultados de dureza total para cada amostra, desvio padrão (DP) e o Valor Máximo Permitido (VMP) segundo a legislação atual.

Pontos de coleta	Volume gasto de EDTA em 100 mL de amostra			Média (\bar{x}) (mL)	Dureza total mg/L (CaCO ₃)	Desvio Padrão (s) (mg/L)	RSD (%)	VMP* 300,00 mg/L (CaCO ₃) 888/2021**
	Amostra 1 (mL)	Amostra 2 (mL)	Amostra 3 (mL)					
Poço IFMA	16,30	16,30	16,30	16,30	161,61	0,00	0,00	
Casa 1	13,35	13,35	13,40	13,36	132,46	0,28	0,21	
Casa 2	13,40	13,40	13,40	13,40	132,86	0,00	0,00	
Casa 3	13,40	13,50	13,40	13,43	133,16	0,57	0,43	
Casa 4	18,30	18,40	18,40	18,37	182,14	0,58	0,32	
Casa 5	13,30	13,30	13,30	13,30	131,87	0,00	0,00	
Casa 6	11,30	11,30	11,30	11,30	112,04	0,00	0,00	

Tabela 2 – Volumes gastos de EDTA na titulação, Dureza total, Desvio Padrão e Desvio padrão relativo (RSD) das amostras coletadas no IFMA e nos bairros no entorno da escola.

*VMP: Valor Máximo Permitido; ** Portaria de Consolidação nº 888, de 4 de maio de 2021. **1** = Flores, **2** = Pedro Patrício, **3** = Mutirão, **4** = Vila Angélica, **5** = Vila Bandeirantes, **6** = Cidade Nova.

Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Analisando a tabela 2, verifica-se que as amostras dos bairros Flores, Pedro Patrício, Mutirão, Vila Bandeirante e Cidade Nova apresentaram resultado entre 112,04 mg/L e 133,16 mg/L, sendo classificadas como águas de dureza moderada, enquanto as amostras do poço do IFMA e do bairro Vila Angélica apresentaram respectivamente 161,61 mg/L e 182,14 mg/L, sendo classificadas como água dura (Brasil, 2014). Segundo o Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017 do MS a dureza total máxima permitida para atender aos padrões de potabilidade era 500 mg/L de CaCO_3 , no entanto este padrão foi reduzido para 300 mg/L segundo nova portaria Nº 888, de 4 de Maio de 2021 do MS (Brasil, 2021). Para o consumo humano, a água dura, mesmo em concentrações abaixo do VMP pode apresentar propriedades organolépticas desagradáveis e maior gasto de sabão. O banho com sabão em água dura pode deixar uma película coalhada e pegajosa na pele, provocando coceira e ressecamento (Blake-Haskins, 1989; Mgombezi, 2020; Moraes, 2021).

RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS APLICADOS AOS VOLUNTÁRIOS

Do total de entrevistados, 100,00% eram do sexo feminino, na faixa etária de 20 e 53 anos, que nos informaram (questionário 1) sobre o tipo de água utilizada para consumo, satisfação das necessidades básicas e sobre dos efeitos do uso da água de abastecimento, sentidos na pele e nos cabelos (Figura 3) comparados ao uso de água mineral ofertada.

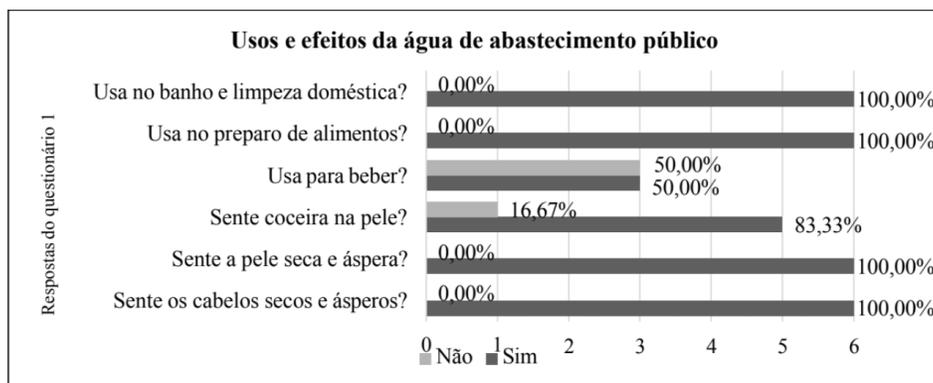


Figura 3: Respostas dos moradores dos 6 bairros, referentes ao questionário 1.

Fonte: dados da pesquisa.

Conforme dados obtidos após aplicação do questionário 1, 100,00% dos voluntários informaram que utilizam a água de abastecimento nas atividades diárias, porém 50,00% das pessoas avaliadas substituiu a água de abastecimento por água mineral (Flores, Pedro Patrício e Vila Angélica), 100,00% dos voluntários se queixam de que a água de abastecimento deixa pele e cabelos secos e ásperos, provocando coceira em 83,33 % dos usuários (Flores, Pedro Patrício, Mutirão, Vila Angélica e Vila Bandeirante). Foram relatadas ainda características sensoriais desagradáveis na água como gosto ruim (Vila Angélica), cheiro forte de cloro (Pedro Patrício), cor amarelada, barrenta ou com fuligem (Mutirão, Cidade Nova e Vila Bandeirante, respectivamente), sendo algumas destas comprovadas durante a coleta (Figura 4, 5 e 6).

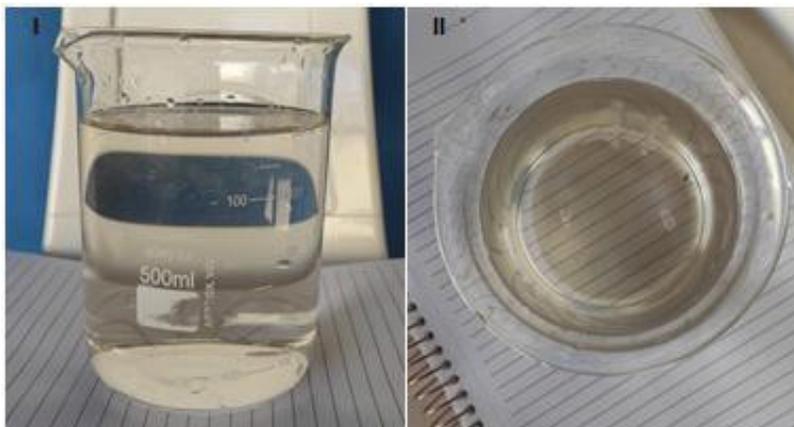


Figura 4 – Amostra da água do bairro mutirão coletada em um Becker e apresentando coloração amarelada.

Fonte: Registro dos autores.

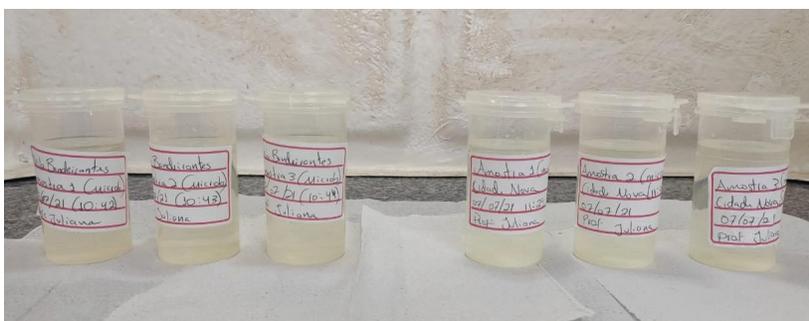


Figura 5 – Amostras dos bairros Vila Bandeirante e Cidade Nova, respectivamente, apresentando coloração amarelada.

Fonte: Registro dos autores.

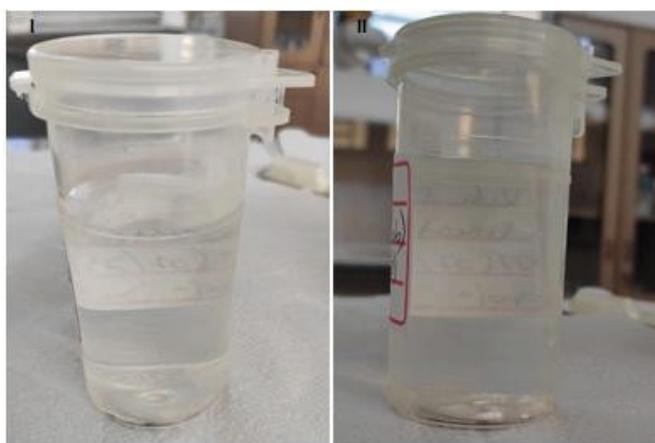


Figura 6 – Amostras do Bairro Vila Bandeirante, apresentando fuligem no fundo do recipiente.

Fonte: Registro dos autores.

Portanto, observou-se que tais aspectos registrados durante a coleta e apresentados nas figuras 4, 5 e 6 são esteticamente indesejáveis para os consumidores, provocando rejeição, o que justifica a busca de 50,00% dos voluntários por outras fontes de água (Figura 3).

No questionário 2 (Figura 6), os mesmos voluntários entrevistados no questionário 1, informaram sobre os efeitos do uso da água mineral sentidos na pele e nos cabelos, em substituição à água de abastecimento público.

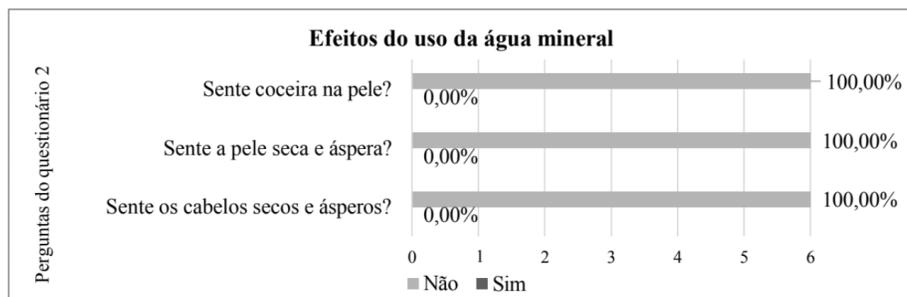


Figura 7 – Respostas dos moradores dos 6 bairros, referentes ao questionário 2.

Fonte: Dados da pesquisa.

Segundo dados obtidos no questionário 2, obtido após os voluntários utilizarem a água mineral oferecida para banho, no preparo de alimentos e para beber, obtivemos que 100,0% destes usuários responderam que o uso da água mineral não causou coceira e todos relataram sentir a pele e os cabelos mais macios e sedosos, demonstrando assim que os efeitos sentidos podem estar relacionados com a dureza da água de abastecimento visto que estes foram anulados após a substituição da água.

CONCLUSÃO

Os resultados das análises microbiológicas das águas subterrâneas coletadas nos 6 bairros estão abaixo do limite máximo permitido pelas legislações em vigor, porém as amostras do poço e bebedouros do IFMA não atendem ao parâmetro Coliformes Totais e oferecem riscos à saúde dos usuários e, portanto, recomenda-se que a instituição adote medidas de melhoramento da gestão de água ofertada à comunidade escolar e avaliação constante deste parâmetro. Acredita-se que estes resultados, estejam diretamente relacionados aos baixos índices de acesso da população aos serviços de esgotamento sanitário correspondente à coleta de esgotos seguida de tratamento, baixo acesso a fossas sépticas e também ao despejo irregular do lixo nas proximidades do Campus sendo necessária a adoção de políticas públicas capazes de reduzir os fatores de poluição que atuam no aquífero que atende à escola, além da aplicação de programas de conscientização da população quanto aos riscos à saúde que podem ser acarretados devido ao consumo de água imprópria, incluindo atividades de educação sanitária e promoção de hábitos higiênicos, como prática efetiva para evitar a contaminação das fontes primárias de água, garantindo, assim, água de qualidade para todos e reduzindo a incidência de doenças de veiculação hídrica.

Em relação ao parâmetro físico-químico dureza total, observou-se que todas as amostras analisadas apresentam valores abaixo do limite máximo permitido segundo a Portaria 888/2021, MS, sendo, portanto, consideradas potáveis. Do total de amostras de água subterrânea analisadas 71,43% apresentam dureza moderada em um intervalo de 112,04 mg/L e 133,16 mg/L e 28,57% apresentam água dura com resultados entre 161,61 mg/L e 182,14 mg/L, porém, de acordo com as respostas fornecidas, pelos 6 voluntários dos bairros selecionados, segundo questionário 1, foi possível afirmar que a água de abastecimento público deixa a desejar em alguns aspectos físicos visto que 50,00 % dos voluntários avaliados não utiliza mais a água de abastecimento para beber, substituindo-a por água mineral, demonstrando assim uma modificação nos hábitos de consumo. Além disso, 100,00% dos voluntários se queixam de que a água de abastecimento deixa pele e cabelos secos e ásperos, provocando coceira em 83,33% dos usuários. Houve ainda relatos dos moradores a respeito das características sensoriais da água percebidas por eles e descreveram que a água apresentava gosto ruim, coloração amarelada, barrenta ou com fuligem, sendo algumas destas comprovadas durante a coleta. E ao serem avaliados após substituição total da água de abastecimento público por água mineral, 100,00% dos voluntários sentiram melhora nos efeitos do seu uso na pele e nos cabelos.

Esta pesquisa contribuiu de forma significativa com dados relevantes para a comunidade acadêmica visto que existem poucos estudos relacionados à verificação da localização dos poços tubulares operantes e avaliação da qualidade da água subterrânea no Município, fornecendo subsídios para a adoção de medidas corretivas voltadas à identificação de riscos à saúde humana no consumo de água, colaborando assim com a melhoria da qualidade de vida da população Timonense.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa concedida ao primeiro autor, ao IFMA Campus Timon pela infraestrutura e suporte ao longo da pesquisa e aos voluntários moradores dos bairros analisados pela disposição em responder aos questionários.

REFERÊNCIAS

ABAS - Associação Brasileira de águas subterrâneas (2020). **Águas Subterrâneas. O que são?**. Disponível em: <<http://www.abas.org/aguas-subterraneas-o-que-sao/>>. Acesso em: 20/01/2020.

APHA - American Public Health Association (2017). **Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater** (22nd ed.). American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Washington, DC.

Blake-Haskins, J., Simion, F. A., Rhein, L. D., Babulak, S. W., Cagan, R. H. (1984). **Processo para a preparação de uma composição de limpeza suave e de condicionamento para amaciamento da pele, contendo baixos níveis de um agente tenso-activo não ionico e um ácido orgânico.** (PT 89126 B). Colgate Palmolive Company. <https://patentimages.storage.googleapis.com/d5/0b/14/fb5941b9d3b118/PT89126B.pdf>.

BRASIL. Agência Nacional de Águas. **Resolução nº 724, de 3 de outubro de 2011. Estabelece procedimentos padronizados para a coleta e preservação de amostras de águas superficiais para fins de monitoramento da qualidade dos recursos hídricos, no âmbito do Programa Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas (PNQA)**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 19 out. 2011. Seção 1, p.105. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2011/724-2011.pdf>>. Acesso em: 01/12/2020.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. (2013). **Manual prático de análise de água** (4a ed.) Brasília: Funasa. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manual_pratico_de_analise_de_agua_2.pdf>. Acesso em 27/09/2021.

BRASIL. (2020). Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 25º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2019**. Brasília: SNS/MDR. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-agua-e-esgotos/diagnostico-dos-servicos-de-agua-e-esgotos-2019>>. Acesso em: 26/09/2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos**. Brasília; 2012. Disponível em: <<https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf>>. Acesso em: 23/09/2021.

BRASIL. (2014). Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Brasília: Funasa. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38937/Manual+de+controle+da+qualidade+da+gua+para+t%C3%A9cnicos+que+trabalham+em+ETAS+2014.pdf/85bbdcbc-8cd2-4157-940b-90b5c5bfcf87>>. Acesso em: 25/03/2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. **Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano** – Brasília: Ministério da Saúde, 2016. Disponível em: <http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretriz_nacional_plano_amostragem_agua.pdf>. Acesso em: 30/11/2020.

BRASIL. **Portaria de Consolidação nº 888, de 04 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Brasília, 2021. Disponível em: <<https://brasilisus.com.br/index.php/pdf/portaria-gm-ms-no-888/>>. Acesso em: 23/09/2021.

BRASIL, **Resolução CONAMA, nº396, de 03 de Abril de 2008**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas, Brasília, 2008. Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLU%C3%87%C3%83O%20CONAMA%20n%C2%BA%20396.pdf>>. Acesso em: 23/09/2021.

Correia, F. L. F., Gomes, E. R., Nunes, O. O., & Lopes, J. B. F. (2011). **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, estado do Maranhão: relatório diagnóstico do município de Timon**, Teresina: CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/bitstream/doc/15662/1/rel_timon.pdf>. Acesso em: 25/09/2021.

Fagundes, J. P. R., & Andrade, A. L. A. (2015). Poços artesianos: uma reflexão na perspectiva da sustentabilidade. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**. Disponível em: <https://revistas.unipacto.com.br/storage/publicacoes/2015/pocos_artesianos_uma_reflexao_na_perspectiva_da_sustentabilidade_35.pdf>. Acesso em: 15/10/2021.

Fernandes, L. L., & Gois, R. V. (2015). Avaliação das Principais Metodologias Aplicadas às Análises Microbiológicas de Água para Consumo Humano Voltadas para a Detecção de Coliformes Totais e Termotolerantes. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, 6(2), 49-64. Disponível em: <<http://www.faema.edu.br/revistas/index.php/Revista-FAEMA/article/view/339/396>>. Acesso em 29/03/21.

- IBGE. (2022). Panorama da cidade de Timon – MA. **Censo Demográfico 2010**. Timon. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/timon/panorama>>. Acessado em: 16/08/2023.
- Hussein, F. R. G. e S., & Fernandes, N. S. (2011). Vivenciando a química ambiental (2. ed.). Natal: EDUFRN.
- Levido, A. S., da Silva, G. M., & Marinho, P. H. O. (2016). **Aplicação de resina de troca catiônica em um reator de leito fluidificado afim de remover dureza total de água de abastecimento**. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/APLICA%C3%87%C3%83O_DE_RESINA_DE_TROCA_CA_TI%C3%94NICA_EM_UM_REATOR_DE_LEITO_FLUIDIFICADO_AFIM_DE_REMOVER_DUREZA_TOTAL_DE_%C3%81GUA_DE_ABASTECIMENTO.pdf>. Acesso em: 04/10/2021.
- Mgombezi, D., & Vegi, M. R. (2020) Uma investigação sobre a eficácia do amido de batata enxertado como adsorvente para tratamento de água dura. **Journal of Chemistry**, 2020. Disponível em: <<https://www.hindawi.com/journals/jchem/2020/4050862/>>. Acesso em: 06/08/2021.
- Mierzwa, J. C., & Hespanhol, I. (2005). **Água na indústria: uso racional e reúso**. Oficina de Textos.
- Moraes, G. de. (2021). **Métodos de Abrandamento de Água para Abastecimento: estudo de caso Habitasul-Jurerê Internacional**. Trabalho de Conclusão de Curso, Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/220235/TCC_GrazieledeMoraes_assinado%20%28%201%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 06/10/2021.
- Oliveira, E. M. de., Ribeiro, D. M., Cronemberger, M. G. de O., Carvalho, W. F. de., Lima, M. D. P., Sousa, K. R. F. (2018). Análises físico-químicas e microbiológicas da água de bebedouros em escolas públicas da cidade de Timon-MA. **PUBVET**, 12(05), 172. Disponível em: <<https://www.pubvet.com.br/artigo/4652/anaacutelisefiacutesicoquiacutemicasemicrobioloacutegicasdaaacuteguaembebedourosemescolaspuacutepublicasdacidadedetimonma>>. Acesso em: 30/10/2021.
- RIDESAB. (2019). **Diagnóstico do saneamento básico da região integrada de desenvolvimento (RIDE) grande Teresina**. Universidade de Brasília. Teresina – PI. Disponível em: <https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/Diagn%C3%B3stico_do_Saneamento_B%C3%A1sico_da_Regi%C3%A3o_Integrada_de_Developimento_RIDE_Polo_Grande_Teresina-PI.pdf>. Acesso em: 26/09/2021.
- Sengupta, P. (2013). Potenciais impactos da água dura na saúde. **Revista internacional de medicina preventiva**, 4(8), 866. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3775162/>>. Acesso em: 12/12/2019.
- SGB/CPRM - Serviço Geológico do Brasil. (2021). **GeoSGB**. Disponível em: <<https://geoportal.cprm.gov.br/geosgb/>>. Acesso em: 26/09/2021.
- SIAGAS. (2021). Serviço de Informações de Águas Subterrâneas. Disponível em: <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/visualizar_mapa.php>. Acesso em: 26/09/2021.
- Silva, T. R. da. (2019). Caracterização e análise do Sistema de abastecimento de água do perímetro urbano do município de Timon, Ma, Brasil. **Acta Geográfica**, 13(33), 1-19. Disponível em: <<https://revista.ufr.br/actageo/article/viewFile/4730/2751>>. Acesso em: 28/09/2021.
- TIMON. **Lei Municipal Nº 1940, de 05 de Dezembro de 2014. Denomina e delimita os bairros do município de Timon-MA**. 2014. Disponível em: <http://timon.ma.gov.br/semgov/leis/Denominacao_De_limitacao_Bairros_Timon.pdf>. Acesso em: 26/09/2021.

CAPÍTULO 4

DIVERSIDAD Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DEL CONOCIMIENTO ETNOBOTÁNICO EN LA RESERVA COMUNAL AMARAKAERI, PROVINCIA DE MANU, MADRE DE DIOS, PERÚ

Data de submissão: 16/01/2025

Data de aceite: 05/03/2025

Carlos Nieto Ramos

Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Departamento de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente, Puerto Maldonado, Perú
<https://orcid.org/0000-0001-6317-7717>

Luis Nieto Ramos

Universidad Andina del Cusco, Filial Puerto Maldonado, Perú
<https://orcid.org/0009-0004-0917-9200>

RESUMEN: La Reserva Comunal Amarakaeri (RCA) alberga una rica biodiversidad, incluyendo un vasto conocimiento etnobotánico en las comunidades nativas que la habitan. Este estudio se enfocó en inventariar la flora y documentar el conocimiento tradicional asociado a las plantas en las comunidades de Palotoa Teparo y Shipetiari. Se establecieron transectos de 10 m x 100 m para el inventario florístico, registrando todos los individuos con DAP > 10 cm. Se registraron un total de 417 individuos, pertenecientes a 188 géneros y 64 familias botánicas. La riqueza de especies fue alta, con 179 especies en Palotoa Teparo y 230 en Shipetiari. Los índices de diversidad confirmaron la alta diversidad florística: Índice

de Shannon (H): 4,684 (Palotoa Teparo) y 5,054 (Shipetiari); Índice de Fisher alpha: 140,4 (Palotoa Teparo) y 240,9 (Shipetiari). Se identificaron 41 usos diferentes para las plantas en ambas comunidades, abarcando categorías medicinales, alimenticias, construcción y artesanías. Este estudio resalta la importancia de la RCA como reservorio de diversidad biológica y cultural, y la necesidad de su conservación.

PALABRAS-CLAVE: Riqueza de especies, Conocimiento tradicional, Diversidad, Índices de diversidad, Etnobotánica, Amazonía peruana.

DIVERSITY AND FLORISTIC COMPOSITION OF ETHNOBOTANICAL KNOWLEDGE IN THE AMARAKAERI COMMUNAL RESERVE, MANU PROVINCE, MADRE DE DIOS, PERU

ABSTRACT: The Amarakaeri Communal Reserve (ACR) harbors a rich biodiversity, including a vast ethnobotanical knowledge within its native communities. This study focused on inventorying the flora and documenting the traditional knowledge associated with plants in the communities of Palotoa Teparo and Shipetiari. 10 m x 100 m

transects were established for the floristic inventory, recording all individuals with DBH > 10 cm. A total of 417 individuals were recorded, belonging to 188 genera and 64 botanical families. Species richness was high, with 179 species in Palotoa Teparo and 230 in Shipetiari. Diversity indices confirmed the high floristic diversity: Shannon Index (H): 4.684 (Palotoa Teparo) and 5.054 (Shipetiari); Fisher's alpha index: 140.4 (Palotoa Teparo) and 240.9 (Shipetiari). Forty-one different uses for plants were identified in both communities, encompassing medicinal, food, construction and handicrafts categories. This study highlights the importance of the ACR as a reservoir of biological and cultural diversity, and the need for its conservation.

KEYWORDS: Species richness, Traditional knowledge, Diversity, Diversity indices, Ethnobotany, Peruvian Amazon.

INTRODUCCIÓN

La Reserva Comunal Amarakaeri (RCA), ubicada en la provincia de Manu, región Madre de Dios, Perú, se extiende por 402,335.65 hectáreas. Esta área protegida alberga una extraordinaria biodiversidad, con una variedad de ecosistemas que incluyen bosques de terra firme, aguajales, y bosques ribereños. En la zona de amortiguamiento de la RCA se encuentran las comunidades nativas de Palotoa Teparo (12° 13' 38.1" Latitud Sur y 71° 13' 07.8" Latitud Oeste) y Shipetiari (12° 26' 00.7" Latitud Sur y 71° 07' 49.6" Latitud Oeste), con una población aproximada de 400 habitantes cada una.

Las comunidades nativas de la Amazonía peruana mantienen un profundo conocimiento sobre las plantas y sus usos. Este conocimiento tradicional, transmitido de generación en generación, es crucial para su subsistencia y bienestar. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que el 80% de la población mundial, y aproximadamente el 70% de la población peruana, utiliza plantas medicinales para tratar diversas dolencias. La Amazonía peruana es un punto caliente de biodiversidad, con un estimado de más de 5,000 especies de plantas con propiedades medicinales.

Este estudio se enfocó en realizar un inventario florístico para determinar la diversidad y composición de especies, y documentar el conocimiento etnobotánico en las comunidades de Palotoa Teparo y Shipetiari.

MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en dos comunidades nativas de la RCA:

- **Comunidad Nativa de Palotoa Teparo:** Ubicada entre los 300 y 400 m.s.n.m., con una extensión de 870 hectáreas.
- **Comunidad Nativa de Shipetiari:** Ubicada entre los 300 y 400 m.s.n.m., con una extensión de 29,016.06 hectáreas.

La distancia entre ambas comunidades es de 30 km.

Familia	Especies	% Especies	Género
FABACEAE	15	9.09	11
ARACEAE	10	6.06	4
PIPERACEAE	10	6.06	2
MORACEAE	8	4.85	5
EUPHORBIAEAE	7	4.24	4
MELASTOMATAEAE	7	4.24	3
RUBIACEAE	7	4.24	5
ARECACEAE	6	3.64	1
URTICACEAE	6	3.64	3
MALVACEAE	5	3.03	4
Subtotal	81	49.09	42
Otros	84		67
Total	165		109

Tabla 1. Las 10 familias más representativas del área de estudio

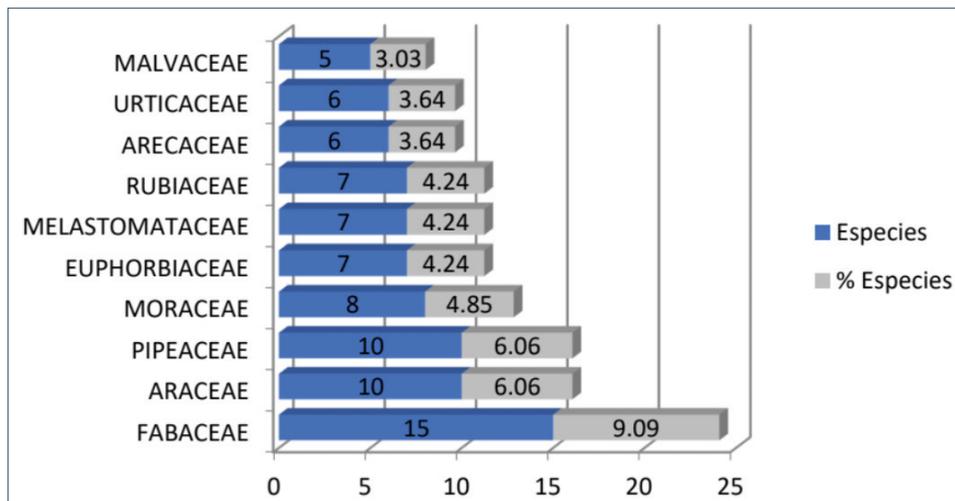


Figura 2. Las 10 familias más representativas del área de estudio

El análisis de la composición florística revela que Fabaceae es la familia más abundante y representativa en el área de estudio, con un 9.09% del total de especies. Esta familia está representada por 11 géneros, 15 especies y 21 individuos. Le sigue en abundancia Araceae, con un 6.06% del total, 4 géneros, 10 especies y 27 individuos. La familia menos abundante es Malvaceae, con 4 géneros, 5 especies y 14 individuos.

Especies	Individuos	% Ind.
<i>Miconia paleacea</i>	27	7.46
<i>Piper aduncum</i>	25	6.91
NN	22	6.08
<i>Calatea sp</i>	9	2.49
<i>Anthurium sp</i>	8	2.21
<i>Piper longestylosum</i>	8	2.21
<i>Cardulovica palmata</i>	7	1.93
<i>Heliconia stricta</i>	7	1.93
<i>Cyathea sp</i>	6	1.66
<i>Cyclanthus bipartitus</i>	6	1.66
Subtotal	125	
Otros	237	
Total	362	

Tabla 2. Las 10 especies más representativas del área de estudio

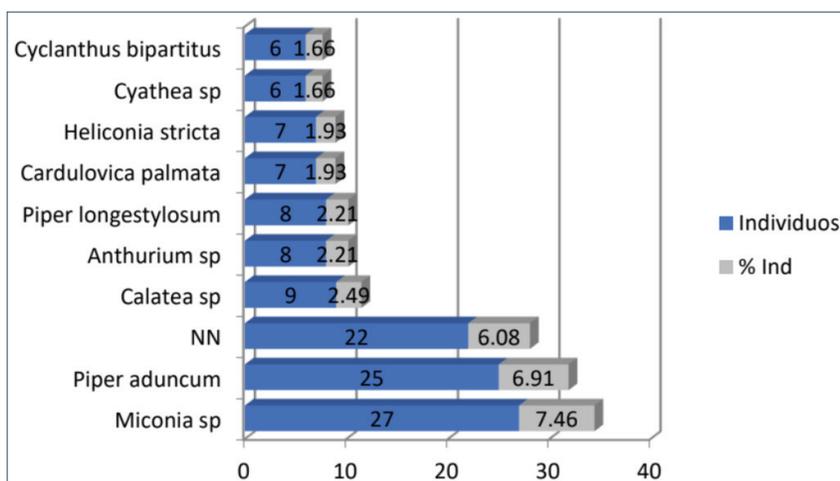


Figura 3. Las 10 especies más representativas del área de estudio

El análisis de la composición florística del área de estudio revela que *Miconia paleacea* es la especie más abundante, representando el 7,46% del total con 27 individuos. Le sigue *Piper aduncum* con un 6,91% y 25 individuos. En contraste, *Cyclanthus bipartitus* presenta la menor representatividad, con tan solo un 1,66% y 6 individuos. Cabe destacar que un 6,08% de los individuos (22 en total) corresponden a especies que aún no han sido determinadas.

Shipetiari: Se registraron 230 especies, pertenecientes a 72 familias botánicas. Las familias más abundantes fueron Fabaceae (31 individuos), Melastomataceae (28 individuos), Piperaceae (25 individuos), Araceae (20 individuos) y Moraceae (18 individuos) (Tabla 3). Las especies más abundantes fueron *Iriartea deltoidea* (15 individuos), *Miconia sp.* (12 individuos), *Piper aduncum* (11 individuos), *Sapium glandulosum* (10 individuos) y *Guarea macrophylla* (9 individuos).

Familia	Especies	% especies	Individuos	%	Genero
Fabaceae	20	8.7	26	6.24	13
Melastomataceae	17	7.39	48	11.51	4
Piperaceae	14	6.09	52	12.47	2
Araceae	12	5.22	23	5.52	4
Moraceae	11	4.78	13	3.12	6
Rubiaceae	10	4.35	13	3.12	6
Euphorbiaceae	9	3.91	12	2.88	5
Marantaceae	9	3.91	20	4.8	3
Malvaceae	7	3.04	8	1.92	5
Solanaceae	7	3.04	10	2.4	4
Subtotal	116	50.43	225	53.98	52
Otros	114	49.57	192	46.02	79
Total	230	100	417	100	79

Tabla 3. Las 10 familias más representativas del área de estudio

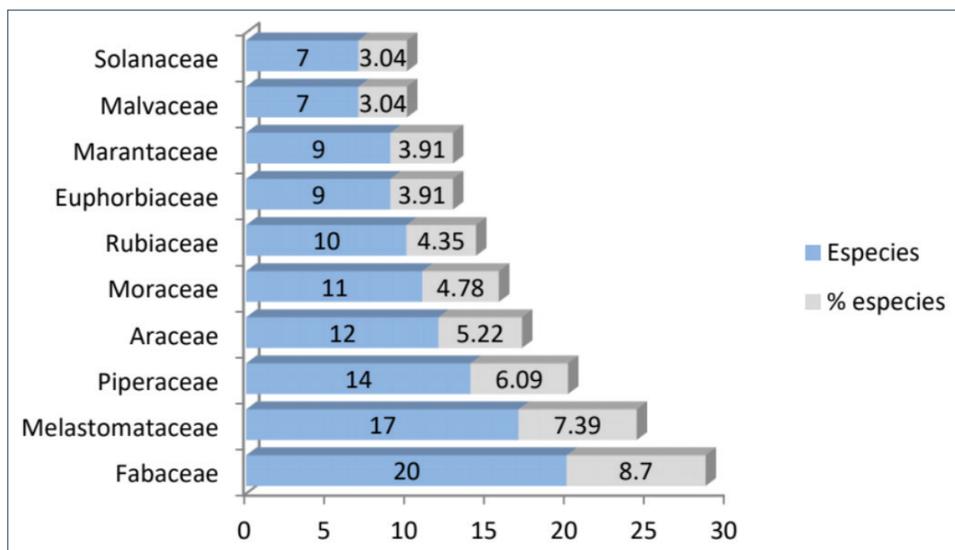


Figura 4. Las 10 familias más representativas del área de estudio

El análisis de la composición florística en la Comunidad Nativa de Shipieteari muestra que la familia Fabaceae es la más abundante, con un 8,7% del total. Esta familia está representada por 13 géneros, 20 especies y 26 individuos. Le sigue en abundancia la familia Melastomataceae, con un 7,39% del total, 4 géneros, 17 especies y 48 individuos. Las familias menos representadas son Malvaceae y Solanaceae, ambas con un 3,04% y 7 especies cada una.

Especies	Individuos	% Ind.
<i>Iriartea deltoidea</i>	22	5.28
<i>Miconia sp</i>	16	3.84
<i>Piper aduncum</i>	14	3.36
<i>Sapium glandulosum</i>	11	2.64
<i>Guarea macrophylla</i>	9	2.16
<i>Cardulovica palmata</i>	7	1.68
<i>Heliconia stricta</i>	6	1.44
<i>Cyclanthus bipartitus</i>	6	1.44
<i>Urera caracasana</i>	5	1.2
<i>Inga nobilis</i>	5	1.2
Subtotal	101	24.24
Otros	316	75.76

Tabla 4. Las 10 especies más representativas del área de estudio

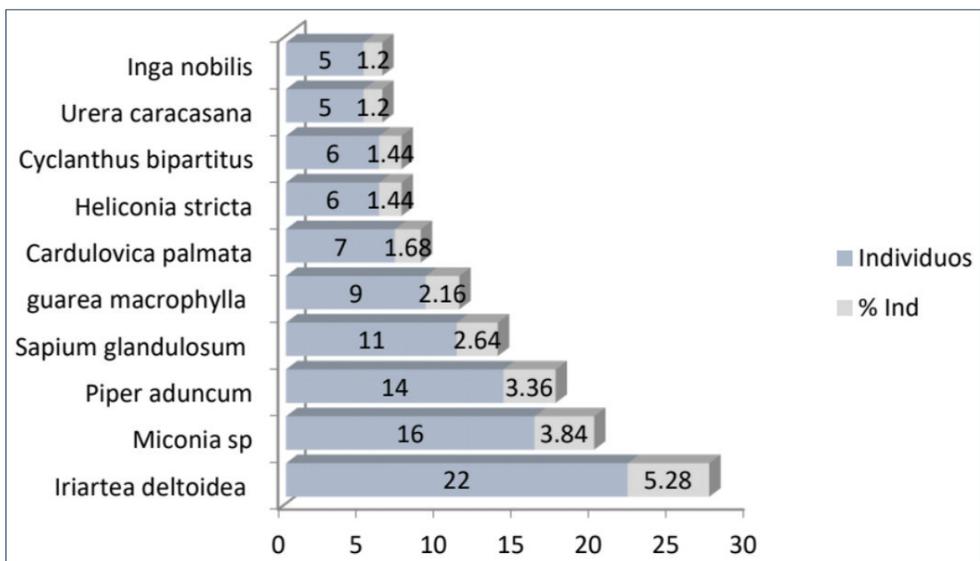


Figura 5. Las 10 especies más representativas del área de estudio

El análisis de la composición florística en la Comunidad Nativa de Shipieteari revela que *Iriartea deltoidea* es la especie más abundante, representando un 5,28% del total con 22 individuos. Le sigue *Miconia sp.* con un 3,84% y 16 individuos. Por otro lado, las especies menos representadas son *Inga nobilis* y *Urera caracasana*, ambas con un 1,2% y 5 individuos cada una.

Índices de diversidad

C.N. Palotoa Teparo		C. N. Shipetiari	
Taxa S	179	Taxa S	230
Individuals	362	Individuals	417
Dominance D	0.01807	Dominance D	0.01192
Shannon H	4.684	Shannon H	5.054
Simpson 1-D	0.9819	Simpson 1-D	0.9881
Evenness e ^{H/S}	0.6042	Evenness e ^{H/S}	0.6809
Menhinick	9.408	Menhinick	11.72
Margalef	30.21	Margalef	38.47
Equitability J	0.9029	Equitability J	0.9293
Fisher alpha	140.4	Fisher alpha	240.9
Berger-Parker	0.07459	Berger-Parker	0.05714

Tabla 5. Los índices de diversidad confirman la alta diversidad de especies en ambas comunidades.

- **Índice de Shannon (H):** 4,684 (Palotoa Teparo) y 5,054 (Shipetiari).
- **Índice de Fisher alpha:** 140,4 (Palotoa Teparo) y 240,9 (Shipetiari).

Conocimiento etnobotánico

Se identificaron 41 usos diferentes para las plantas en ambas comunidades.

- **Usos medicinales:** Las plantas se utilizan para tratar una amplia gama de dolencias, incluyendo enfermedades respiratorias, gastrointestinales, infecciones, y problemas de la piel.
- **Usos alimenticios:** Se registraron numerosas plantas comestibles, incluyendo frutas, hojas, raíces y semillas.
- **Construcción:** Varias especies se emplean en la construcción de viviendas, herramientas y utensilios.
- **Artesanías:** Se utilizan fibras, tintes naturales, y semillas para la elaboración de artesanías.

USOS	Especies	% Especies
Ornamental	51	30.91
Medicinal	38	23.03
Madera	26	15.76
Construcción	22	13.33
Leña	11	6.67
Alimenticio	10	6.06
Artesanal	7	4.24
Total	165	

Tabla 6. Representa el conocimiento tradicional sobre los diferentes usos de las plantas en la comunidad Palotoa Teparo.

La comunidad de Palotoa Teparo utiliza 165 especies de plantas para diversos fines. Las plantas ornamentales y medicinales son las más importantes, seguidas por las que se usan para madera y construcción. Esto demuestra un amplio conocimiento de la flora local y su aprovechamiento integral.

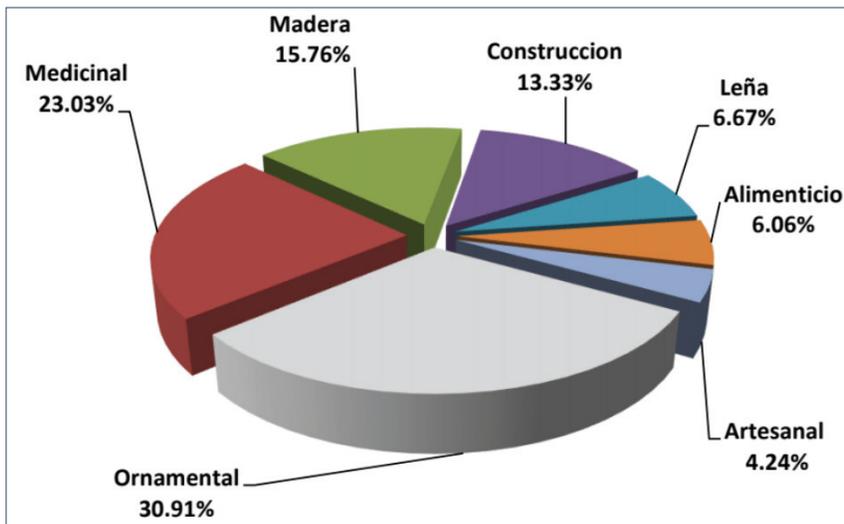


Figura 6. Representa el conocimiento tradicional según los diferentes usos dentro de la comunidad nativa Palotoa Teparo.

Se puede inferir que en esta comunidad se valora la estética y el uso de las plantas para fines medicinales. Un análisis del conocimiento tradicional de las plantas en la comunidad nativa Palotoa Teparo, basado en un inventario realizado en un transecto de 10 x 100 m, revela que el grupo más abundante es el de las plantas ornamentales, constituyendo el 30,91% del total. Le siguen en importancia las plantas medicinales, que representan el 23,03%. Las especies maderables comprenden el 15,76%, mientras que aquellas utilizadas como combustible (leña) alcanzan el 6,67%. Las plantas alimenticias y las de uso artesanal representan el 6,06% y el 4,24% respectivamente.

Usos	Especies	% Especies
Ornamental	84	36.52
Medicinal	64	27.83
Madera	29	12.61
Construcción	21	9.13
Leña	16	6.96
Alimenticio	12	5.22
Artesanal	4	1.74
	230	

Tabla 7. Representa el conocimiento tradicional sobre los diferentes usos de las plantas en la comunidad nativa de Shipetiari.

El cuadro muestra que la comunidad registra 230 especies de plantas con diversos usos. Predominan las ornamentales (36.52%) y medicinales (27.83%), seguidas por las usadas para madera (12.61%) y construcción (9.13%). Esto indica un amplio conocimiento de la flora local y su aprovechamiento para diferentes necesidades.

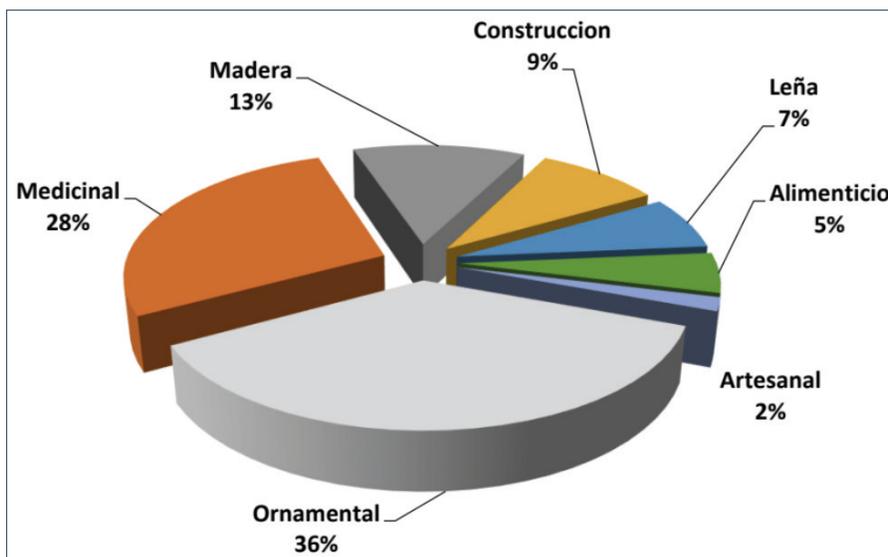


Figura 7. Representa el conocimiento tradicional según los diferentes usos dentro de la comunidad nativa Shipetiari.

Según el estudio etnobotánico realizado en la comunidad nativa Shipetiari, basado en un inventario de un transecto de 10 x 100 m, revela que las plantas ornamentales son las más abundantes, representando el 36% del total. Las plantas medicinales ocupan el segundo lugar con un 28%. Las especies utilizadas para construcción constituyen el 9%, seguidas por aquellas empleadas como combustible (leña) con un 7%. Finalmente, las plantas de uso artesanal comprenden el 2% del total. Este patrón sugiere que la comunidad otorga gran importancia a la estética y al uso de plantas con fines medicinales.

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio confirman la alta diversidad florística de la RCA, en línea con otros estudios realizados en la Amazonía peruana (Mejía et al., 2000; Quijandría et al., 2009). La riqueza de especies y los altos valores de los índices de diversidad reflejan la heterogeneidad de hábitats y la importancia de la RCA como reservorio de biodiversidad.

El conocimiento etnobotánico documentado en este estudio es una muestra de la profunda conexión entre las comunidades nativas y su entorno natural. La diversidad de usos de las plantas refleja la importancia de este conocimiento para la seguridad alimentaria, la salud, y la cultura de las comunidades.

Es importante destacar que la deforestación, la extracción ilegal de madera, y la expansión de la frontera agrícola representan amenazas para la conservación de la biodiversidad y el conocimiento tradicional en la RCA.

Los estudios etnobotánicos son importantes porque funcionan como una herramienta de eficaz utilidad contra la pérdida de la biodiversidad. De ese modo, estos estudios no solo conservan información biológica sino también cultural; estos estudios favorecen a la educación, puesto que fomentan la difusión de los nuevos conocimientos que se han registrado en las comunidades (Sánchez y Torres, 2019). Asimismo, tales estudios proporcionan un soporte a la gestión y preservación de cualquier sistema, puesto que las plantas también son fuente de alimento (Manzanilla *et al.*, 2020)

CONCLUSIONES

- La Reserva Comunal Amarakaeri alberga una alta diversidad florística, con 179 especies registradas en Palotoa Teparo y 230 en Shipetiari.
- Los índices de diversidad (Shannon y Fisher alpha) indican una alta diversidad de especies en ambas comunidades.
- Se documentaron 41 usos diferentes para las plantas, lo que demuestra un amplio conocimiento etnobotánico en las comunidades.
- Es crucial implementar estrategias de conservación para proteger la biodiversidad y el conocimiento tradicional en la RCA.

RECOMENDACIONES

- Continuar con estudios de diversidad florística y etnobotánica en la RCA para ampliar el conocimiento sobre la flora y sus usos.
- Fortalecer los programas de educación ambiental y concienciación sobre la importancia de la conservación en las comunidades nativas.
- Promover el uso sostenible de los recursos naturales y el desarrollo de actividades económicas compatibles con la conservación de la RCA.
- Implementar medidas para controlar la deforestación y otras amenazas a la biodiversidad en la RCA.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios por el apoyo financiero para la realización de este proyecto. También agradecemos a las comunidades nativas de Palotoa Teparo y Shipetiari por su invaluable colaboración y por compartir sus conocimientos.

REFERENCIAS

- ACERO, D. L. E. (1979). *Principales plantas útiles de la Amazonía Colombiana*. Proyecto radargramétrico del Amazonas.
- ALVAREZ, C., MANRIQUE, S., VELA, M., CARDOZO, J., CALLO, J., BRAVO, P., CASTAÑEDA, I. y ALVAREZ, J. (2021). Composición florística, estructura y diversidad arbórea de un bosque amazónico en Perú. *Scientia Agropecuaria*, 12(1), 73-82. <https://bit.ly/3ezGvuk>
- ARÉVALO, V. G. (1994). *Medicina indígena,- las plantas medicinales Y su beneficio en la salud*. Asociación Interétnica de Desarrollo de la Selva Peruana (AIDESEP).
- BARRIGA, R. R. (1994). *Plantas útiles de la Amazonía Peruana, características, usos y posibilidades*. CONCYTEC. Ed. Libertad.
- Bussmann, R. y Sharon, D. (2015). *Plantas medicinales de los Andes y la Amazonía. La flora mágica y medicinal del norte del Perú*. Centro William L. Brown – Jardín botánico de Missouri.
- CASTNER, L.J, TIMME, L. S., & DUKE, A.J. (1997). *A Field Guide to Medicinal and useful Plants of the Upper Amazon*. Felipe Preess, Inc.
- DE LORA, D. y ARJONA, C. (2020). Medicina tradicional: una herencia ancestral y fuente de conocimiento científico. *Universitarios potosinos*, 252, 24-29. <https://bit.ly/3gLP08D>
- DUEÑAS, L.H. (2012). *Botánica Sistemática: Magnoliopsida y Liliopsida*. Imprenta Alfa Servicios Gráficos SRL.
- DUCKE, J. A., & VASQUEZ, R. (1994). *Amazonian ethnobotanical dictionary*. CRC Press.
- ESTRELLA, E. (1995). *Plantas medicinales amazónicas: realidad y perspectivas*. Tratado de Cooperación Amazónica. Secretaría Pro Tempore.
- FAO (2020). *El estado de los bosques del mundo. Los bosques, la biodiversidad y las personas*. FAO. <http://www.fao.org/3/ca8642es/CA8642ES.pdf>
- GONZÁLEZ, L., FERRO, J., RODRÍGUEZ, D. y BERAZAÍN, R. (2017). Métodos de inventario de plantas. Pp. 60-85. En C. A. Mancina y D. D. Cruz (Eds.), *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas* (pp. 61-84). Editorial AMA. <https://bit.ly/3xx6Phv>
- GONZÁLEZ, A. (2020). La década de Naciones Unidas para la Diversidad Biológica: ¿una oportunidad desaprovechada? *Conservación vegetal*, 24, 5-7. <https://bit.ly/3tYGdQt>
- HONORES, F.A., & RODRÍGUEZ, R.E. (2007). *Etnobotánica del Perú Pre-Hispánico*. Ediciones Herbarium Truxillense (HUT), Universidad Nacional de Trujillo.
- INDECOPI (2020). El Indecopi otorgó 96 registros de conocimientos colectivos sobre el uso de la biodiversidad a la Comunidad Nativa Alto Mayo del pueblo indígena Awajún. *Dirección de Invencciones y Nuevas Tecnologías*. <https://bit.ly/3xqfbYa>
- INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE LA AMAZONÍA PERUANA. (2002). *Plantas Medicinales de la Amazonía Peruana: estudio de su uso y cultivo*.

- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA (2018). *III censo de comunidades nativas 2017. Resultados definitivos* (Tomo I). https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1598/TOMO_01.pdf
- JIMÉNEZ, E.; MORENO, A.; VILLACÍS, A.; ROSADO, J.; MORALES, D. y BRAVO, A. (2019). Estudio etnobotánico y comercialización de plantas medicinales del bosque protector Murocomba y su área de influencia del cantón Valencia, Ecuador. *Cienc Tecnol Agropecuaria*, 20 (3), 491-506. <https://bit.ly/3azunsm>
- MALDONADO, C., PANIAGUA, N., BUSSMANN, R., ZENTENO, F. y FUENTES, A. (2020). La importancia de las plantas medicinales, su taxonomía y la búsqueda de la cura a la enfermedad que causa el coronavirus (COVID-19). *Ecología en Bolivia*, 55 (1), 1-5. <https://bit.ly/2QAy5Lr>
- MEJÍA, C. K., & Rengifo, E. (2000). *Plantas Medicinales de Uso Popular en la Amazonía Peruana*. Agencia Española de Cooperación Internacional.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE (2015). *Impacto de la promoción del biocomercio en el Perú. Retos y oportunidades*. <https://unctad.org/system/files/official-document/ditc-ted-17052018-BioTrade-SCC-peru1.pdf>
- MINISTERIO DEL AMBIENTE (2019). *Sexto informe nacional sobre diversidad biológica/La biodiversidad en cifras*. Fábrica de contenidos. <https://bit.ly/3vfin79>
- NIETO, C., PAREJA, V. y DUEÑAS, H. (2023). El conocimiento ancestral etnobotánico y su influencia en las actividades socioeconómicas. Editorial Tercer Sol.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (s.f.). *Medicina tradicional: definiciones*. https://www.who.int/topics/traditional_medicine/definitions/es/
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (2019). *Situación de las plantas medicinales en Perú. Informe de reunión del grupo de expertos en plantas medicinales*. https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/50479/OPSPER19001_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- PINEDO, M.M. (2009). *Etnobotánica para Guías Comunales*.
- PINEDO, P. M., & RENGIFO, S.E. (1997). *Plantas Medicinales de la Amazonía Peruana: estudio de su uso y Cultivo*. PNUD, IIAP. Edic. Ana María Lauro.
- QUIJANDRÍA, A., DUEÑAS, C. G., & CERRO, M.W. (2009). *Estudio Etnobotánico en las Cuencas altas de los ríos Tambopata e Inambari. Proyecto Tambopata-Inambari*.
- RENGIFO, E. (2007). *Las Ramas Floridas: Experiencia en el manejo de Plantas Medicinales Amazónicas*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.
- REYNEL, C. et al. (1990). *Etnobotánica Campa-Asháninka; con especial referencia a las especies del Bosque Secundario*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Ciencias Forestales.
- RODRÍGUEZ, Y; VALDÉS, M.; HERNÁNDEZ, H. & SORIA, S. (2019). Guía metodológica para estudio etnobotánico de especies forestales en comunidades amazónicas y afines. *Revista cubana de ciencias forestales*, 7 (1), 98-110. <http://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/368>
- URRUNAGA, R. (1994). *Uncaria tomentosa uña de gato: Un recurso fitogenético valioso del Perú*. Ponencia. Forum nacional sobre uña de gato. Pucallpa.

SÁNCHEZ, J. & TORRES, L. (2020). Educación, etnobotánica y rescate de saberes ancestrales en el Ecuador. *Espacios*, 41 (23), 148-170. <http://www.ifac.revistaespacios.com/a20v41n23/a20v41n23p14.pdf>

SORIA, N., RAMOS, P., VIVEROS, G., ESTIGARRIBIA, G., RÍOS, P. & ORTÍZ, A. (2020). Etnobotánica y uso de plantas medicinales en unidades familiares de salud de Caaguazú, Paraguay. *Caldasia*, 42 (2), 263-277. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/76907/74896>

SUÁREZ, P. (2019). Incorporación de los saberes ancestrales en la educación ordinaria. *Revista Ciencia UNEMI*, 12 (30), 130-142. <http://ojs.unemi.edu.ec/index.php/cienciaunemi/article/view/800/779>

VALDERRAMA, F. H. (2003). *Plantas de importancia económica y ecológica en el jardín botánico - Arboretum el Huayo*.

VELÁZQUEZ, G., PÉREZ, B., ORTEGA, L., Juárez, Z. (2019). Conocimiento etnobotánico sobre el uso de plantas medicinales en la Sierra negra de Puebla, México. *Boletín latinoamericano y del Caribe de plantas medicinales y aromáticas*, 18 (3), 265-276. <https://www.blacpma.ms-editions.cl/index.php/blacpma/article/view/88/81>

Manu, Madre de Dios – Perú

Registro de Plantas Medicinales
Nieto, C. & Nieto, L.



Iriartea deltoidea
ARECACEAE



Sanchezia
ACANTHACEAE



Costus sp
COSTACEAE



Heliconia sp
HELICONIACEAE



Heliconia lasiorachis
HELICONIACEAE



Drymonia sp
GESNERIACEAE



Inga sp
FABACEAE



Inga sp
FABACEAE



Inga edulis
FABACEAE



Inga auristellae
FABACEAE



Zygia sp
FABACEAE



Senna silvestre
FABACEAE



Miconia bubalina
MELASTOMATACEAE



Miconia sp
MELASTOMATACEAE



Mollinedia sp
MONIMIACEAE



Piper aduncum
PIPERACEAE



Piper peltatum
PIPERACEAE



Otoba parvifolia
MYRISTICACEAE



Picramnia sp
PICRAMNIACEAE



Triplaris americana
POLYGONACEAE



Palicourea sp
RUBIACEAE



Palicourea sp
RUBIACEAE



Pentagonia sp
RUBIACEAE



Psychotria racemosa
RUBIACEAE



Psychotria sp
RUBIACEAE



Hamelia patens
RUBIACEAE



Warwiczia coccinea



Casearia obovalis
SALICACEAE



Ryania speciosa
SALICACEAE



Lunania parviflora
SALICACEAE



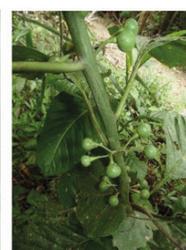
Sarcaulus brasiliensis
SAPOACEAE



Siparuna sp
SIPARUNACEAE



Brunfelsia sp
SOLANACEAE



Solanum sp
SOLANACEAE



Pourouma minor
URTICACEAE



Urea caracasana
URTICACEAE



Urea bacifera
URTICACEAE



Stachytarpheta cayennensis
VERBENACEAE



Vochysia sp
VOCHYSIACEAE



Renealmia sp
ZINGIBERACEAE

POTENCIAL FITOTERAPÊUTICO DO *Anacardium occidentale*: COMPOSIÇÃO FITOQUÍMICA E ATIVIDADES BIOLÓGICAS

Data de submissão: 06/02/2025

Data de aceite: 05/03/2025

Adrielle Rodrigues Costa

Universidade Regional do Cariri - URCA

José Weverton Almeida-Bezerra

Universidade Regional do Cariri - URCA

**Maria Aparecida Barbosa Ferreira
Gonçalo**

Universidade Regional do Cariri - URCA

Maria Érika de Oliveira Silva

Centro Universitário Doutor Leão Sampaio

Marcos Aurélio Figueiredo dos Santos

Universidade Regional do Cariri - URCA

Jeovane Henrique de Souza

Universidade Regional do Cariri - URCA

Jeane Dantas Sousa

Universidade Regional do Cariri - URCA

Josué Dantas de Sousa

Universidade Regional do Cariri - URCA

Francisca de Fátima Silva de Sousa

Universidade Regional do Cariri - URCA

Fábio Caboclo Moreira

Universidade Regional do Cariri - URCA

Cícera Natalia Figueirêdo Leite Gondim

Universidade Regional do Cariri - URCA

Luiz Marivando Barros

Universidade Regional do Cariri – URCA

RESUMO: *Anacardium occidentale* L., popularmente conhecido como cajueiro, é uma espécie de grande relevância tanto na economia quanto na medicina tradicional. Seus frutos, ricos em vitamina C e compostos fenólicos, são amplamente utilizados na alimentação e apresentam propriedades terapêuticas comprovadas, como atividades antimicrobianas, antioxidantes, anti-inflamatórias e anticancerígenas. Esses efeitos são atribuídos aos seus metabólitos secundários, como flavonoides e ácidos fenólicos, que desempenham um papel crucial na defesa da planta e na adaptação ao meio ambiente. Estudos fitoquímicos sobre essa espécie mostram o grande potencial de suas substâncias bioativas, que são extraídas e caracterizadas por técnicas avançadas como cromatografia líquida. Além disso, testes *in vitro* e *in vivo* reforçam o uso seguro e eficaz desses compostos, destacando o modelo de *Drosophila melanogaster* como uma ferramenta promissora para estudos toxicológicos e de estresse oxidativo.

PALAVRAS-CHAVE: Cajueiro, Fitoquímica, Metabólitos, Bioativos, Antioxidantes

PHYTOTHERAPEUTIC POTENTIAL OF *Anacardium occidentale*: PHYTOCHEMICAL COMPOSITION AND BIOLOGICAL ACTIVITIES

ABSTRACT: *Anacardium occidentale* L., popularly known as cashew tree, is a species of great relevance both in the economy and in traditional medicine. Its fruits, rich in vitamin C and phenolic compounds, are widely used in food and have proven therapeutic properties, such as antimicrobial, antioxidant, anti-inflammatory and anticancer activities. These effects are attributed to its secondary metabolites, such as flavonoids and phenolic acids, which play a crucial role in the plant's defense and adaptation to the environment. Phytochemical studies on this species show the great potential of its bioactive substances, which are extracted and characterized by advanced techniques such as liquid chromatography. In addition, *in vitro* and *in vivo* tests reinforce the safe and effective use of these compounds, highlighting the *Drosophila melanogaster* model as a promising tool for toxicological and oxidative stress studies.

KEYWORDS: Cashew, Phytochemistry, Metabolites, Bioactives, Antioxidants

INTRODUÇÃO

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), pertencente à família Anacardiaceae, é uma espécie de grande importância econômica e medicinal, amplamente distribuída no Nordeste brasileiro. Essa família botânica compreende uma diversidade de gêneros, dos quais muitas espécies apresentam potencial tóxico e propriedades terapêuticas associadas à presença de metabólitos secundários, como compostos fenólicos e catecólicos (LUZ *et al.*, 2019; CORREIA *et al.*, 2006). O gênero *Anacardium*, em particular, destaca-se pela relevância do cajueiro, cujos frutos e pseudofrutos são amplamente utilizados na alimentação e na medicina tradicional, desempenhando um papel significativo no mercado mundial (LOPES; COX, 1977).

Os frutos do cajueiro possuem uma composição química rica em vitamina C, minerais essenciais e uma variedade de compostos bioativos, como flavonoides e ácidos fenólicos, que conferem diversas atividades biológicas (BARBOSA-FILHO *et al.*, 2014). Estudos demonstram que extratos de *A. occidentale* apresentam efeitos antimicrobianos, antioxidantes, anti-inflamatórios e anticancerígenos, sendo utilizados para o tratamento de infecções, inflamações e outras condições patológicas (BARBOSA-FILHO *et al.*, 2015; RIBEIRO *et al.*, 2014). Essas propriedades são atribuídas à interação dos compostos químicos com componentes celulares, promovendo efeitos terapêuticos comprovados cientificamente (SOUZA *et al.*, 2017; BARROS *et al.*, 2020).

A identificação e caracterização dos compostos bioativos do cajueiro têm sido amplamente estudadas por meio de técnicas avançadas, como cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) e cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massa (LC-MS), que possibilitam a análise detalhada da composição fitoquímica da espécie (NING *et al.*, 2019). Além disso, estudos ressaltam a influência de fatores ambientais na variação dos metabólitos secundários, destacando a necessidade de compreender a relação entre

as condições ecológicas e a produção desses compostos (TAIZ; ZEIGER, 2017). Diante do crescente interesse na aplicação terapêutica e biotecnológica de *A. occidentale*, pesquisas contínuas são fundamentais para expandir o conhecimento sobre suas propriedades e potencial farmacológico.

***Anacardium occidentale* L. (família: Anacardiaceae)**

Anacardiaceae é uma família vegetal que abrange cerca de 77 gêneros, com 2.935 nomes científicos, dos quais, apenas 701 nomes são aceites como nome de espécies (LUZ *et al.*, 2019). Muitas dessas espécies apresentam toxicidade e são causadores de dermatites de contato (CORREIRA *et al.*, 2006). De modo geral, as espécies venenosas desta família estão restritas principalmente ao gênero *Anacardieae*, *Rhoeae* e *Semecarpeae* (VOGL; METGHELL, 1996). Essa toxicidade, assim como, inúmeras atividades biológicas, apresentadas pelos vegetais, podem ser atribuídas aos compostos químicos presentes nos vegetais como, por exemplo, os compostos fenólicos e catecólicos ou a mistura dessas substâncias, citamos como exemplo, a interação em extratos vegetais (CORREIA *et al.*, 2006). Quanto ao gênero *Anacardium*, atualmente 38 nomes científicos constam-se registrados, destacando a espécie *A. occidentale* como a mais conhecida do gênero (LUZ *et al.*, 2019).

Anacardium occidentale (Figura 1) é uma espécie nativa do continente Americano, com ampla faixa de distribuição no nordeste brasileiro, popularmente conhecida como cajueiro, derivado da palavra indígena “acaiú”, de origem tupi guarani, que quer dizer “noz que se produz”. Os indivíduos constituem árvores de médio porte, podendo chegar a 10 m de altura, são resistentes à seca, com pH ideal entre 4,5 e 6,5, com adaptações em solos pedregosos, arenosos, argilosos e pesados, solos típicos do domínio fitogeográfico “Cerrado”. Estes solos são caracterizados por apresentar uma alta acidez, com nutrientes essenciais para o desenvolvimento destes vegetais (LOPES; COX, 1977).

Os frutos dessa espécie são ricos em nutrientes essenciais ao nosso corpo, como vitamina C, açúcares, minerais (cálcio, ferro e fósforo) e compostos fenólicos aos quais apresentam alto valor em termos de atividades biológicas (BARBOSA-FILHO *et al.*, 2014). O fruto e pseudofruto de *A. occidentale* tem grande relevância no mercado econômico mundial, isso porque é consumida mundialmente no setor alimentício. Suas folhas e cascas são utilizadas na medicina tradicional na forma de chás (Infusão e decocção), com uma variedade de funções terapêuticas, incluindo doenças infecciosas, inflamação, reumatismo e tumores (BARBOSA-FILHO *et al.*, 2015; RIBEIRO *et al.*, 2014).



Figura 1. *Anacardium occidentale* L. (Anacardiaceae). A) Aspecto geral em uma mancha de domínio fitogeográfico “Cerrado” em meio a Floresta Nacional do Araripe– CE, Brasil. B) folhas.

Fonte: Costa (2019).

Quanto ao seu potencial comprovado cientificamente alguns relatos descrevem sua atividade microbiológica, pela ação de interagir com a camada lipídica da membrana externa das bactérias ou com suas proteínas (BARBOSA-FILHO *et al.*, 2015), antioxidante, por se apresentar como bom no sequestro de radicais livres (BARBOSA-FILHO *et al.*, 2014; TAN *et al.*, 2014), anti-inflamatória e antinociceptiva por demonstrar eficácia na inibição da liberação de TNF- α e IL-1 β em células estimuladas por LPS (SOUZA *et al.*, 2017) e atividade anticancerígena por demonstrar inibição significativa no crescimento tumoral por causar perda de viabilidade celular (BARROS *et al.*, 2020). Estas e outras atividades biológicas e farmacológicas dos vegetais estão diretamente relacionadas à natureza química de seus compostos secundários, também conhecidos como fitoquímicos.

Estudos Fitoquímicos, Métodos Analíticos e Interações Ambientais

A fitoquímica é a área responsável pelo estudo dos princípios ativos de drogas vegetais, conhecidas como metabólitos secundários (TAIZ, ZEIGER, 2017). As plantas produzem uma larga e diversa ordem de componentes orgânicos, produzidos a partir do metabolismo primário, os mesmos não possuem relação direta com crescimento e desenvolvimento vegetal, e sim características evolutivas fundamentais para adaptação ao meio (TAIZ, ZEIGER, 2017), uma vez que são essenciais para proteção contra o ataque de insetos e herbívoros, contra a radiação ultravioleta, proteção contra doenças, além de contribuir com a dispersão e sobrevivência da planta sobre determinadas condições ambientais.

Estes fitoquímicos são produzidos por vias secundárias para suprir as necessidades dos vegetais (BARBOSA *et al.*, 2012; SIMÕES, 2016). Em suma, a via que dá origem aos compostos fitoquímicos pode ser resumida a partir do metabolismo da glicose, via dois intermediários principais: o ácido chiquímico e o acetato- malaldeído, ou até mesmo uma combinação dessas rotas biossintéticas. Estes compostos podem ser encontrados em diversas partes da planta (SODAEIZADEHA *et al.*, 2011). Havendo vários meios de extraí-los e identificá-los (PEREIRA e CARDOSO, 2012).

Inúmeras técnicas cromatográficas têm sido abordadas para estudos de caracterização química. Neste estudo, destacamos a cromatografia líquida de alta eficiência, que apresenta vários benefícios nas análises fitoquímicas, além da ultrafiltração por bioafinidade acoplada a cromatografia líquida baseada em espectrometria de massa (LC-MS), que é um método que vêm crescendo nos últimos anos, devido ser amplamente utilizada em triagem de alto desempenho nos processos que facilitem a separação e identificação de compostos químicos em produtos de origem vegetal (NING *et al.*, 2019).

A Cromatografia Líquida de Ultra Performance (CLUP/UPLC) é uma técnica recente na pesquisa científica relativamente diferente da tradicional Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE/HPLC), principalmente pelo tamanho de partículas da fase estacionária (JASTREBOVA *et al.*, 2011), proporcionando maior eficiência de pico (largura do pico), boa separação, alta sensibilidade, rendimento da amostra e redução do tempo de análise (JASTREBOVA *et al.*, 2011; HEINISCH *et al.*, 2009).

Esta técnica permite a identificação de diferentes classes de compostos orgânicos, dos quais se diferem pelas estruturas químicas e propriedades. Eles podem ser classificados em ácidos orgânicos solúveis em água, álcoois de cadeia linear, aldeídos alifáticos e cetonas, lactonas simples insaturadas, ácidos graxos de cadeia longa e poliácetilenos, quinonas (benzoquinona, antraquinona e quininas complexas), compostos fenólicos e seus derivados, e terpenoides (TAIZ; ZEIGER, 2017; BUCHANAN *et al.*, 2015).

A produção dos metabólitos secundários está diretamente relacionada com as interações ambientais e fatores fisiológicos, apresentando variação qualitativa e quantitativa de seus fitoquímicos (BARBOSA-FILHO *et al.*, 2012). Fatores como: fenologia, sazonalidade, taxas pluviométricas, composição do solo, luminosidades, exposição direta aos raios UV, dentre outros fatores abióticos, são diretamente responsáveis pela mudança na produção de seus constituintes (BARBOSA-FILHO *et al.*, 2013; DUARTE *et al.*, 2010).

Pesquisas afirmam que condições adversas contribuem significativamente para o aumento ou diminuição da produção de um determinado composto, dependendo das suas necessidades (TAIZ; ZEIGER, 2014). Um fator diretamente relacionado é a disponibilidade de nutrientes essenciais para o desenvolvimento dos vegetais retirados do solo.

*Classes de Compostos Fitoquímicos de *Anacardium occidentale**

De acordo com Correia *et al.* (2006), duas classes se destacam por ser características da família *Anacardiaceae*, flavonoides (especialmente biflavonoides) e lipídios fenólicos, encontrados em espécies que normalmente apresentam propriedades tóxicas ou alergênicas. Os flavonoides apresentam uma estrutura química que se resume em apresentar pelo menos um anel aromático no qual ao menos um hidrogênio é substituído por um grupamento hidroxila. Além das funções biológicas, esses compostos possuem elevada importância como matéria-prima industrial e medicinal (MUBOFU *et al.*, 2018). Como demonstrado na Tabela 1, inúmeras classes de compostos foram registrados para *A. occidentale*, muitas vezes estes se repetem nos trabalhos, com pequenas variações quantitativas, destacando-se como principais classes: flavonas, flavonoides, chalconas, xantonas, alcaloides, flavanonas, auronas e pirogalatos de tanino (BARBOSA-FILHO *et al.*, 2015).

COMPOSTO	FÓRMULA	PARTES	MATERIAL	REFERÊNCIA
Compostos fenólicos				
Ácidos benzoicos				
Ácido gálico	$C_7H_6O_5$	Cascas frescas e folhas	Extrato hidroalcoólico, fração metanólica e acetato de etil e em extrato hidroetanólico de folhas	Barbosa-Filho <i>et al.</i> , 2014; Martins, <i>et al.</i> , 2018;
Ácido elágico	$C_{14}H_6O_8$	Cascas frescas, suco de maçã de caju	Extrato hidroalcoólico, fração metanólica e acetato de etila	Barbosa-Filho <i>et al.</i> , 2014; Vilar <i>et al.</i> , 2016; Martins, <i>et al.</i> , 2018; Queiroz <i>et al.</i> , 2011
2-hydroxy-6-penta decylbenzoic acid	$C_{21}H_{34}O_4$	Folhas, pedúnculo e castanha	Extrato hidroetanólico	Tedong <i>et al.</i> , 2010; Assunção <i>et al.</i> , 2003
2,6-dihydroxybenzoic acid	$C_7H_6O_4$	Castanha	Líquido da castanha	Assunção <i>et al.</i> , 2003
5-hidroximetilfurfural ácido cinâmico ácido	$C_9H_8O_2$	Pseudofruto	Suco de caju	Queiroz <i>et al.</i> , 2011
Ácido fenólico				
Ácido clorogênico	$C_{16}H_{18}O_9$	Cascas frescas	Extrato hidroalcoólico e acetato de etila	Barbosa-Filho <i>et al.</i> , 2014; Martins, <i>et al.</i> , 2018
Ácido salicílico	$C_7H_6O_3$	Castanha	Extrato hidroetanólico	Tedong <i>et al.</i> , 2010
Acido anacárdico	$C_{22}H_{30}O_3$	Líquido de casca da castanha de caju, semente de caju	Extrato hidroetanólico; óleo chamado líquido de casca de castanha de caju	Tedong <i>et al.</i> , 2010; Stasiuk <i>et al.</i> , 2014 ;Mubofu <i>et al.</i> , 2002;
Ácidos cinâmicos				
Ácido cafeico	$C_9H_8O_4$	Cascas frescas	Extrato hidroalcoólico, fração metanólica e acetato de etila	Barbosa-Filho <i>et al.</i> , 2014; Martins, <i>et al.</i> , 2018
Ácidos hidroxicinâmicos				
Ácido ferulico	$C_{10}H_{10}O_4$	Pseudofruto	Suco do pseudofruto	Ange <i>et al.</i> , 2012
Flavonoides				
Flavanóis				
Catequina	$C_{15}H_{14}O_6$	Cascas frescas	Extrato hidroalcoólico, fração metanólica e acetato de etila	Barbosa-Filho <i>et al.</i> , 2014; Martins, <i>et al.</i> , 2018
Cyaniding peonidin	$C_{15}H_{11}O_6$	Líquido de casca de castanha de caju	Líquido da castanha	Paramashivappa <i>et al.</i> , 2001
Epicatequina	$C_{15}H_{14}O_6$	Cascas frescas	Extrato hidroalcoólico, fração metanólica e acetato de etila	Barbosa-Filho <i>et al.</i> , 2014; Martins, <i>et al.</i> , 2018
Isoquercetina (Quercetina 3-O-glucosídeo)	$C_{21}H_{20}O_{12}$	Cascas frescas; germoplasma	Extrato hidroalcoólico, fração metanólica e acetato de etila; Extrato de brotos	Barbosa-Filho <i>et al.</i> , 2014; Martins, <i>et al.</i> , 2018; Mohd Shukri & Alan, 2010
Quercetina	$C_{15}H_{10}O_7$	Cascas frescas	Extrato hidroalcoólico, fração metanólica e acetato de etila	Barbosa-Filho <i>et al.</i> , 2014; Martins, <i>et al.</i> , 2018

Quercetina 3-O-galactosídeo		Folhas jovens	Extratos de brotos	Mohd Shukri e Alan, 2010
Quercetin-3-O-xyloside	$C_{20}H_{18}O_{11}$	Folhas jovens	Extrato das folhas	Mohd e Alan, 2010
Quercetin	$C_{15}H_{10}O_7$	Cascas frescas	Extrato hidroalcoólico, fração metanólica e acetato de etila	Barbosa-Filho <i>et al.</i> , 2014; Martins, <i>et al.</i> , 2018
Kaempferol	$C_{15}H_{10}O_6$	Cascas frescas	Extrato hidroalcoólico, fração metanólica e acetato de etila	Barbosa-Filho <i>et al.</i> , 2014; Martins, <i>et al.</i> , 2018
Kampferol glycoside	$C_{21}H_{20}O_{11}$	Cascas frescas	Extrato hidroalcoólico, fração metanólica e acetato de etila	Barbosa-Filho <i>et al.</i> , 2014; Martins, <i>et al.</i> , 2018
Kaempferol-3-O-arabinofuranosídeo	$C_{26}H_{28}O_{14}$	Folhas	Extrato	Mohd <i>et al.</i> , 2010
Kaempferol-3-O-xyloside		young tender leave	Extrato das folhas	Mohd e Alan 2010
Kaempferol 3-O-arabinofuranosídeo	$C_{26}H_{28}O_{14}$	Germoplasma	Extratos de brotos	Mohd Shukri & Alan, 2010
Kaempferol 3-O-glucosídeo	$C_{21}H_{20}O_{11}$	Germoplasma	Extratos de brotos	Mohd Shukri & Alan, 2010
(+)- catequina	$C_{15}H_{14}O_6$	Castanha, fruto e casca	Extrato e suco da fruta	Trox <i>et al.</i> , 2011; Vilar <i>et al.</i> , 2016
Naringenina	$C_{15}H_{12}O_5$	Pseudofruto	Suco do pseudofruto	Ange <i>et al.</i> , 2012
Bioflavonoide				
Rutina	$C_{27}H_{30}O_{16}$	Cascas frescas	Extrato hidroalcoólico, fração metanólica e acetato de etila	Barbosa-Filho <i>et al.</i> , 2014; Martins, <i>et al.</i> , 2018
Alquil fenóis				
Cardanol	$C_{21}H_{30}O$	Líquido de casca da castanha de caju, semente de caju	Extrato hidroetanólico; óleo chamado líquido de casca de castanha de caju	Tedong <i>et al.</i> , 2010

Tabela 1. Compostos fitoquímicos de *Anacardium occidentale*.

Os flavonoides são a classe mais estudada na pesquisa científica, isto porque, apresentam atividades biológicas de grandes aplicações nas indústrias farmacêuticas, devido às propriedades farmacológicas de relevância. Os compostos fenólicos (subclasse dos flavonoides) apresentam uma diversidade de atividades biológicas, como, por exemplo, o ácido cafeico e ácido clorogênico que apresentam atividades anti-inflamatórias, imunomoduladoras e microbiológica de relevância (CHOI *et al.*, 2015; PRASAD *et al.*, 2011).

O ácido clorogênico é descrito como o éster do ácido cafeico e ácido químico e a absorção desses ácidos podem levar a efeitos biológicos na circulação sanguínea (SATO *et al.*, 2011). Já a quercetina e ácido gálico apresentam consideráveis relatos quanto ao seu potencial farmacológico.

Os principais componentes do líquido da castanha do caju se destaca com altos teores de ácido anacárdico geralmente com 60 a 70%, cardol com 20 a 25%, cardanol com 10% e pequenas quantidades de 2-metilcardol (LOPEZ *et al.*, 2012). O ácido anacárdico classificado como um ácido fenólico é citado na literatura como composto majoritário de *A. occidentale*, isso porque em muitas análises sempre se apresenta em maiores porcentagens (TEDONG *et al.*, 2010), apresentando um grau de instauração de mais de 90% em sua cadeia lateral C₁₅, ainda que em menor proporção pode conferir irritabilidade em contato com a pele e mucosas. É importante ressaltar que monômeros deste ácido é precursor acrilato, anacardanil e macrilado de anacardanil (CAMPOS *et al.*, 2017). A descarboxilação através do aquecimento do ácido anacárdico dá origem ao cardanol e cardol. O cardanol e o cardol são os principais componentes depois do ácido anacárdico. Eles apresentam uma estrutura semelhante à do ácido anacárdico, por ter uma segunda hidroxila no anel aromático por serem separados por destilação sob pressão reduzida (ca. 10 mmHg), (LOPEZ *et al.*, 2012). Esses dois compostos possuem diversas aplicações na ciência farmacêutica e biológica, tais como atividade antioxidante, larvicida e antibacteriana (OSMARI *et al.*, 2015; ANDRADE *et al.*, 2011).

Ensaio Citotóxicos *in vitro* em Linhagens Neoplásicas

Células neoplásicas são aquelas células normais que, por alguns mecanismos tiveram seu código genético alterado, ocasionando defeitos no ciclo mitótico, e conseqüentemente desencadeando uma série de alterações morfológicas, fisiológicas e genéticas, se tornando células mutagênicas, se multiplicando desordenadamente (LUZ *et al.*, 2018; LIU *et al.*, 2018) e este crescimento desordenado de células dão origem aos tumores, considerados como doenças complexas.

A descoberta mais antiga sobre câncer transcorreu no Egito há aproximadamente 1600 a.C., com os primeiros casos de tumores de mama (MERICAN CANCER SOCIETY, 2015). A partir daí, o número de casos aumentou consideravelmente, e hoje é um dos principais problemas de saúde pública no mundo, a sua forma maligna é considerada a segunda causa de morte entre as doenças não-transmissíveis (INCA, 2016). Dentre os mais incidentes, destaca-se o câncer de pulmão (principal causa de morte), câncer de mama, cólon, reto e próstata (BRAY *et al.*, 2018; BRAY *et al.* 2014, ISLAMI *et al.*, 2018; INCA 2013).

Vários fatores exógenos e endógenos estão diretamente relacionados ao aparecimento de câncer. Tais como: os hábitos alimentares, estilo de vida, agentes físicos, químicos e biológicos (INCA, 2016).

Os estudos desta natureza têm esclarecido muitos aspectos da biologia molecular, desde substâncias promissoras na redução da taxa de viabilidade celular, quanto aos mecanismos envolvidos no ciclo celular normal e de suas alterações no câncer (LUZ *et al.*, 2018). Ensaio citotóxicos *in vitro* são altamente recomendados, uma vez que fazem parte dos procedimentos que contribuem para a padronização de substâncias, visto que são mais fáceis de manuseio, economicamente viáveis e apresentam melhores reprodutibilidades (BEDNARCZUK *et al.*, 2010).

Geralmente, os ensaios citotóxicos *in vitro* são realizados através de vários métodos colorimétricos quantitativos, dentre os quais se destaca o MTT, desenvolvido por Tim Mosmann em 1983. Neste ensaio ocorre um processo de conversão do sal 3-(4,5-dimetil-2-tiazol)-2,5-difenil-brometo de tetrazolium (MTT) em cristais de formazan (*N'*-anilino-*N*-[(4,5-dimethyl-1,3-thiazol-2-yl) imino] benzenecarboximidamide), pela atividade da enzima mitocondrial succinato desidrogenase (Figura 2), processo este que somente ocorre em células viáveis.

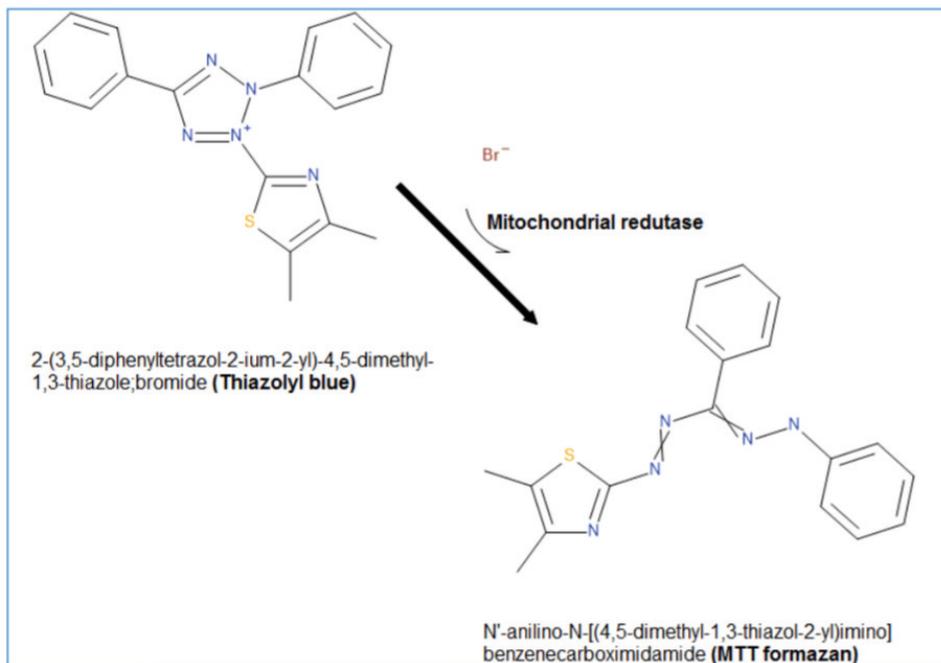


Figura 2. Mecanismo colorimétrico usado em testes de citotoxicidade.

Fonte: adaptado de Pubchem, 2019

Testes Toxicológicos *in vivo* em Modelo *Drosophila melanogaster* e Marcadores de Estresse Oxidativo

Os testes de toxicidade são considerados um bioensaio preliminar essencial para o estudo de novos agentes com potencial biológico. Normalmente, esses testes têm por finalidade avaliar o potencial tóxico de uma molécula, indicando a relação dose-resposta e estabelecer as condições seguras para a exposição dessa substância (FARIAS; IMADA; KATAYAMA, 2010). Os ensaios toxicológicos *in vivo* com alternativas viáveis, livres de comitê de ética, fácil manuseio e boa precisão dos resultados, que substituam espécies de mamíferos em testes, são altamente recomendadas por agências governamentais nacionais e internacionais (ADEDARA 2015). Assim, o uso de *Drosophila melanogaster* tem se tornado promissor, por ser um modelo de inseto bem estudado para estudos de

doenças humanas (AULUCK *et al.*, 2002; KAZANTSE *et al.*, 2002), relevantes na pesquisa científica para modelar o câncer, doenças neurológicas e toxicológicas (NUNES *et al.*, 2019). A mosca-da-fruta, popularmente conhecida, apresenta um genoma 60% homólogo ao dos seres humanos, destes 75% dos genes são causadores de doenças em humanos, incluindo genes cancerígenos (PANDEY; NICHOLS, 2011). Demonstrando um excelente modelo para o estudo da genética e biologia celular, com vantagens distintas para as investigações toxicológicas (PAMPA *et al.*, 2011), por diferentes métodos, incluindo os marcadores de estresse oxidativo.

O estresse oxidativo é caracterizado pelo desequilíbrio entre o excesso de EROs (Espécies Reativas de Oxigênio) e os agentes de defesa como as enzimas antioxidantes e defesas não-enzimáticas, e estas espécies reativas podem ocasionar sérios danos ao nível molecular, levando a danos celulares até mesmo a morte celular (BARREIROS; DAVID, 2006). Um estresse oxidativo moderado, frequentemente é acompanhado do aumento das defesas antioxidantes. No entanto, muitas vezes isto não acontece, pois quando as células estão expostas a um estresse severo, a produção de espécies reativas pode exceder a sua capacidade de neutralização dos sistemas de proteção antioxidante (KANG; SALTVEIT, 2002) e a toxicidade oxidativa pode ocorrer. Marcadores oxidativos como o excesso de Fe^{2+} livre e Glutathiona (GSH) são considerados indicativos de toxicidade induzida por radicais livres. De acordo com alguns pesquisadores, um alto nível de íons Fe^{2+} livre e GSH foram detectados em várias doenças, inclusive no câncer (SANG *et al.*, 2019; DIXON, *et al.*, 2014; LIU *et al.*, 2018).

A Glutathiona é uma molécula formada por três aminoácidos: cisteína, glicina e ácido glutâmico. Considerada o tiol não proteico mais importante nos sistemas antioxidante celular (BARBOSA *et al.*, 2010). Por sua vez o Fe^{2+} livre é um mineral vital para a homeostase celular. Sendo indispensável na forma de hemoproteína, fundamental para o transporte de oxigênio, o ferro no organismo apresenta um equilíbrio entre os processos de absorção do ferro, reciclagem, mobilização, utilização e armazenamento. Alterações no sincronismo desses processos podem causar tanto a deficiência como a sobrecarga de ferro, ambos com importantes repercussões clínicas para o aparecimento de enfermidades (GROTTO, 2010).

CONCLUSÃO

O estudo de *Anacardium occidentale* revela sua importância não apenas como um recurso econômico, mas também como uma fonte promissora de compostos bioativos com diversas aplicações terapêuticas. A ampla gama de atividades biológicas associadas aos seus fitoquímicos, como os flavonoides e ácidos fenólicos, justifica a continuidade das pesquisas, especialmente no campo da farmacologia e toxicologia. Testes citotóxicos e avaliações em modelos biológicos, como *Drosophila melanogaster*, abrem novas perspectivas para o desenvolvimento de fitoterápicos seguros e eficazes.

REFERÊNCIAS

- ADEDARA, I. A., ROSEMBERG, D. B., SOUZA, D. O., KAMDEM, J. P., FAROMBI, E. O., ASCHNER, M.; ROCHA, J. B. T. Biochemical and behavioral deficits in the lobster cockroach *Nauphoeta cinerea* model of methylmercury exposure. **Toxicology Research**, 4(2), 442–451, 2015.
- ANDRADE, T. DE J. A. DOS S., ARAÚJO, B. Q., CITÓ, A. M. DAS G. L., DA SILVA, J., SAFFI, J., RICHTER, M. F., & FERRAZ, A. DE B. F. Antioxidant properties and chemical composition of technical Cashew Nut Shell Liquid (tcNSL). **Food Chemistry**, v. 126, p. 1044-1048, 2011.
- AULUCK, P. K.; CHAN, H. Y. E.; TROJANOWSKI, J. Q.; LEE, V. M. Y.; BONINI, N. M. Chaperone suppression of alpha-synuclein toxicity in a *Drosophila* model for Parkinson's disease. **Science**, v. 295, p. 865–868, 2002.
- BARBOSA, K.B.M.; COSTA, M.N.B.; ALFENAS, R.C.G.; PAULA, S.O.; MINIM, V.P.R.; BRESSAN, J. Oxidative stress: concept, implications and modulating factors. **Revista Nutrição**. v.23, n.4, 2010.
- BARBOSA, P., MEDEIROS, R.S., SAMPAIO, P.T.B., VIEIRA, G., WIEDEMANN, L.S.M., VEIGA-JUNIOR, V.F. Influence of abiotic factors on the chemical composition of copaiba oil (*Copaifera multijuga* Hayne): soil composition, seasonality and diameter at breast height. **Journal of the Brazilian Chemical Society**. v. 23, p.1823–1833, 2012
- BARBOSA-FILHO, V. M.; WACZUK, E. P.; KAMDEM, J. P.; ABOLAJI, A. O.; LACERDA, S. R.; DA COSTA J. G. M. Phytochemical constituents, antioxidant activity, cytotoxicity and osmotic fragility effects of Caju (*Anacardium microcarpum*). **Industrial Crops and Products**. v.55, p.280-288, 2014.
- BARBOSA-FILHO, V. M.; WACZUK, E. P.; LEITE, N. F.; MENEZES, I. R.; DA COSTA, J. G.; LACERDA, S. R. Phytochemicals and modulatory effects of *Anacardium microcarpum* (cajuí) on antibiotic drugs used in clinical infections. **Drug Design, Development and Therapy**. v.9, p.5965-72, 2015.
- BARREIROS, A. L. B. S.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Estresse oxidativo: relação entre gerações de espécies reativas e defesa do organismo. **Química Nova**, v. 29, n. 1, p. 113-123, 2006.
- BARROS, A. B., MOURA, A. F., SILVA, D. A., OLIVEIRA, T. M., BARRETO, F. S., RIBEIRO, W. L. C., MARINHO-FILHO, J. D. B. Evaluation of antitumor potential of cashew gum extracted from *Anacardium occidentale* Linn. **International Journal of Biological Macromolecules**. v. 20, p. 293-296, 2020.
- BEDNARCZUK, V. O.; VERDAM, M. C. S.; MIGUEL, M. D.; MIGUEL, O. G. Testes *in vitro* e *in vivo* utilizados na triagem toxicológica de produtos naturais. **Visão Acadêmica**. v.11, n. 2, p. 36-42, 2010.
- BRAY, F., FERLAY, J., SOERJOMATARAM, I., SIEGEL, R. L., TORRE, L. A., JEMAL, A. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. **CA: a cancer journal for clinicians, Hoboken**, v. 68, n. 6, p. 394-424, Nov. 2018.
- BRAY, F. SOERJOMATARAM, I., SIEGEL, R. L. Planning and developing populations-based cancer registration in low-and middle-income settings. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer, 2014. (IARC technical publication, n. 43). Available at: http://www.rho.org/files/IARC_Planning_developing_cancer_registries_2014.pdf. Access in: 20 Sep. 2019
- BUCHANAN, B.B., GRUISSEM, W., JONES, R.L. **Biochemistry and molecular biology of plants**. John Wiley & Sons. 2015
- CAMPOS, L.A.; SANTOS, S.A.; FRANCO, F.H., et al Influence of the hydroxypropyl acrylate and hydroxypropyl methacrylate monomer concentration on the emulsion copolymerization of styrene with n-butyl acrylate and acrylonitrile to produce adhesives. **revista Matéria**, v.24, n.3, 2019.

- CHOI, J. H.; ROH, K.H.; OH, H.; PARK, S.J.; HA, S.M.; KANG,M.S.; LEE, J.H.; JUNG, S.Y.; H SONG, H.; YANG, J.W.; PARK, S.G. Caffeic acid phenethyl ester lessens disease symptoms in an experimental autoimmune uveoretinitis mouse model. **Research**, v.134, p. 53–62, 2015.
- CORREIA; S. J.; JUCENI P. D.; JORGE M.D. Secondary metabolites from species of Anacardiaceae. **Química Nova**. v. 29, n. 6, 2006.
- DIXON S. J.; STOCKWELL, B.R. The role of iron and reactive oxygen species in cell death. **Nature Chemical Biology**. v.10, p.9-17, 2014.
- DUARTE, A. R.; SANTOS, S. C.; SERAPHIN, J. C.; FERRI, P. H. Environmental influence on phenols and essential oils of *Myrciaria cauliflora* leaves. **Journal of the Brazilian Chemical Society**. v.21, p.1672–1680, 2010.
- FARIAS, D. C. O; IMADA, L. F.Y; KATAYAMA, L. Análise do efeito de toxicidade do chorume utilizando *Artemia salina*. **Revista Ciências do ambiente Online**, v. 6, n. 1, p. 83-85, 2010.
- GROTTO, H.Z.W. Iron physiology and metabolism. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**. v. 32, p. 8-17, 2010.
- HEINISCH, S.; ROCCA, J.L. Sense and Nonsense of High-Temperature Liquid Chromatography. **Journal Chromatography A**, v. 1216, p. 642–658, 2009.
- ISLAMI, F., GODING SAUER, A., MILLER, K. D., SIEGEL, R. L., FEDEWA, S. A., JACOBS, E. J., JEMAL, A. Proportion and number of cancer cases and deaths attributable to potentially modifiable risk factors in the United States. CA: **a cancer journal for clinicians**, Hoboken, v. 68, n. 1, p. 31-54, Jan. 2018.
- JASTREBOVA, J., STRANDLER, H. S., PATRING, J., WIKLUND, T. Comparison of UPLC and HPLC for Analysis of Dietary Foliates. **Chromatographia**, v. 73, n.3-4, p. 219–225, 2011.
- KAMDEM, J.P.; AMOS O. A.; ROOS, D.H.; CALABRÓ, L.; BARBOSA, N. V.; SOUZA, D.O.; ROCHA, J. B. T. Scientific Performance of Brazilian Researchers in Pharmacology with grants from CNPq: A comparative study within the Brazilian categories. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 88 n. 3, p.1735-1742, 2016.
- KANG, H. M.; SALTVEIT, M. E. Chilling tolerance of maize, cucumber and rice seedling leaves and roots are differentially affected by salicylic acid. **Physiologia Plantarum**, v. 115, p. 571-576, 2002.
- LIU, T.; LIU, W.; ZHANG, M.; YU, W.; GAO F.; LI, C. Ferrous-Supply-Regeneration Nanoengineering for Cancer-Cell-Specific Ferroptosis in Combination with Imaging-Guided Photodynamic Therapy. **ACS Nano**. v. 12, n. 121, p. 81-92, 2018.
- LOPES, A.S.; COX, F.R. A survey of the fertility status of surface soils under “Cerrado” vegetation in Brazil. **Soil Science Society of America Journal**, v.41(4), p. 742-747, 1977.
- LUZ, C.L.S., 2017. Anacardiaceae in **Flora do Brasil 2020** em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB77852>>. Acesso em: 28 jun. 2019.
- MOSMANN T. Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: application to proliferation and cytotoxicity assays. **Journal of Immunological Methods**. 16;65(1-2):55-63, 1983.
- MUBOFU, E.B.; MGAYA, J.E. Chemical valorization of cashew nut shell waste. **Topics in Currnt Chemistry**. v. 376, n. 8, 2018.
- NUNES, S.; PEREIRA, R. G.; ELEKOFEHINTI, P. S.; FIDELIS, O. O.; DA SILVA, K. R.; IBRAHIM, C. S.; TSOPMO, A. Possible involvement of transcriptional activation of nuclear factor erythroid 2-related factor 2 (Nrf2) in the protective effect of caffeic acid on paraquat-induced oxidative damage in *Drosophila melanogaster*. **Pesticide biochemistry and physiology**. v.157, p.161-168, 2019.

- OSMARI, M.P., DE MATOS, L.F., SALAB, B.L., DIAZ, T.G., GIOTTO, F.M. Líquido da casca da castanha de caju: características e aplicabilidades na produção animal. **Pubvet**, v. 9, 143-149, 2015.
- PANDEY, U. B.; NICHOLS, C. D. Human disease models in *Drosophila melanogaster* and the role of the fly in therapeutic drug discovery. **Pharmacological Reviews**. v.63, p. 411–436, 2011.
- PEREIRA, R.J., CARDOSO, M.G. Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes Vegetable secondary metabolites and antioxidants benefits. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**. v. 3, n. 4, p.146-152, 2012.
- PRASAD, N. R. ; A. KARTHIKEYAN, S. KARTHIKEYAN, B.V. Reddy, Inhibitory effect of caffeic acid on cancer cell proliferation by oxidative mechanism in human HT-1080 fibro sarcoma cell line, **Molecular and Cellular Biochemistry**. v.349, p. 11–19, 2011.
- RIBEIRO, D. A.; OLIVEIRA, L. G. S.; DE MACÊDO, D. G.; DE MENEZES, I. R. A.; DE COSTA, J. G. M.; DA SILVA, M. A. P.; DA LACERDA, S. R.; SOUZA, M. M. Promising medicinal plants for bioprospection in a Cerrado área of Chapada do Araripe, Northeastern Brazil. **Journal Ethnopharmacology**. v.155, p.1522–1533, 2014.
- SANG, M., LUO, R., BAI, Y., DOU, J., ZHANG, Z., LIU, F., LIU, W. Mitochondrial membrane anchored photosensitive nano-device for lipid hydroperoxides burst and inducing ferroptosis to surmount therapy-resistant cancer. **Theranostics**, v. 9(21), p. 6209–6223, 2019.
- SATO, Y.; ITAGAKI, S.; KUROKAWA, T.; OGURA, J.; I KOBAYASHI, M.; HIRANO, T.; SUGAWARA, M.; ISEKI, K.; *In vitro* and *in vivo* antioxidant properties of chlorogenic acid and caffeic acid. **International Journal of Pharmaceutics**, v.403, p.136–138, 2011.
- SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; DE MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: do produto natural ao medicamento**. Artmed Editora. 2016.
- SODAEIZADEH, H.; *et al.* Herbicidal activity of a medicinal plant, *Peganum harmala* L., and decomposition dynamics of its phytotoxins in the soil. **Industrial Crops and Products**, v. 31, n. 2, p. 385-394, 2010.
- SOUZA, N. C.; OLIVEIRA, J.M.; MORRONE, M.S.; ALBANUS, R.D.; AMARANTE, M.S.M.; CAMILLO, C.S.; LANGASSNER, S.M.Z.; GELAIN, D.P.; MOREIRA, J.C.F.; DALMOLIN, R.J.S.; PASQUALI, M.A.B. Antioxidant and Anti-Inflammatory Properties of *Anacardium occidentale* Leaf Extract. **Research Article**. v. 8, p. 278-308, 2017.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 5 ed., 2017. 820 p.
- TAN, Y. P., & CHAN, E. W. C. Antioxidant, antityrosinase and antibacterial properties of fresh and processed leaves of *Anacardium occidentale* and Piper betle. **Food Bioscience**, v. 6, p. 17–23, 2014.
- TEDONG, L. ; MADIRAJU, P. ; MARTINEAU, L. C.; VALLERAND, D.; ARNASON, J. T.; DESIRE, D. D.; LAVOIE, L.; KAMTCHOUING, P.; HADDAD,P.S. Hydro-ethanolic extract of cashew tree (*Anacardium occidentale*) nutandit sprincipal compound, anacardic acid, stimulate glucose uptake in c2c12 muscle cells. **Molecular Nutrition and Food Research**. v. 54, p. 1753–1762, 2010.
- VIEIRA, V.; MAYO, S. J.; ANDRADE, I. M. Geometric morphometrics of leaves of *Anacardium microcarpum* Ducke and *A. occidentale* L. (Anacardiaceae) from the coastal region of Piauí, Brazil. **Brazilian Journal of Botany**. v.37, n. 3, p. 315–327, 2014.
- VOGL, O.; MITCHELL, J. D. Pure Appl. **Chemical**. v. 33, p. 158-162, 1996.

AS PLANTAS DA SUA CASA VÃO SER IRRIGADAS COM A ÁGUA DO AR CONDICIONADO!

Data de submissão: 20/02/2025

Data de aceite: 05/03/2025

Ana Sophia Gomes Luz

Universidade da Integração da Lusofonia
Afro Brasileira- UNILAB
Redenção-CE
<http://lattes.cnpq.br/9510395353049932>.

Francisco Aldenir Pereira Clemente

Universidade da Integração da Lusofonia
Afro Brasileira- UNILAB
Redenção-CE
<http://lattes.cnpq.br/4279457001036884>

Kaique Macoto Nishigawa

Universidade da Integração da Lusofonia
Afro Brasileira- UNILAB
Redenção-CE
<http://lattes.cnpq.br/5415283258944064>

Karolayne Viana Alves Lopes

Universidade da Integração da Lusofonia
Afro Brasileira- UNILAB
Redenção-CE
<http://lattes.cnpq.br/6250057507243701>

Virna Braga Marques

Universidade da Integração da Lusofonia
Afro Brasileira- UNILAB
Redenção-CE
<http://lattes.cnpq.br/0673627322843193>

RESUMO: Em busca de conforto térmico as populações de várias partes do mundo têm recorrido ao uso de ar condicionado. Estes equipamentos elétricos são responsáveis por condensar a água da atmosfera, esta água geralmente é desperdiçada. Neste trabalho, foi avaliada a capacidade de gerar água desses refrigeradores, e a utilização dela para o cultivo de plantas. O trabalho foi realizado no laboratório de Fitotecnia, Campus Auroras, Redenção-CE, no período de 15 de abril a 9 de julho de 2024. Foi utilizada a trepadeira Alamanda vermelha (*Allamanda blanchetti* violacea). O plantio de 100 sementes foi feito em quatro floreiras de madeira, sob sol pleno. Foi coletada a água de um aparelho de ar condicionado, para calcular o volume por hora, e avaliar o pH da água coletada do ar condicionado. O volume coletado foi de 18,202 l/h. O pH avaliado foi de 6,89. Por isso, nessas condições, se afirma que foi possível semear e cultivar plantas a Alamanda vermelha com a água do ar condicionado.

PALAVRAS-CHAVE: Recursos naturais; Soluções Inteligentes; Produção de Plantas; água;

THE PLANTS IN YOUR HOUSE WILL BE WATERED BY THE AIR CONDITIONING!

ABSTRACT: In search of thermal comfort, people all over the world have resorted to using air conditioning. This electrical equipment is responsible for condensing water from the atmosphere, and this water is generally wasted. In this study, we evaluated the water-generating capacity of these refrigerators and how they could be used to grow plants. The work was carried out in the Phytotechnics laboratory, Auroras Campus, Redenção-CE, from April 15 to July 9, 2024. The climbing plant *Alamanda vermelha* (*Allamanda blanchetti* violacea) was used. 100 seeds were planted in four wooden planters in full sun. Water was collected from an air conditioning unit in order to calculate the volume per hour and assess the pH of the water collected from the air conditioning unit. The volume collected was 18.202 l/h. The pH assessed was 6.89. Therefore, under these conditions, it can be said that it was possible to sow and grow *Alamanda vermelha* plants with the water from the air conditioner

KEYWORDS: Natural resources; Intelligent solutions; Plant production; Water;

INTRODUÇÃO

A busca por conforto térmico aumenta no mundo todo, aparelhos de ar condicionado e ventiladores já representam cerca de 20% do consumo total de eletricidade do mundo. A climatização artificial de ambientes especialmente de refrigeração aumentam as emissões de carbono que contribuem para o aquecimento global, aumentando a temperatura ambiente e, por fim, causando maior demanda por climatização (TOCCHIO, 2020).

O princípio de funcionamento para refrigeração segue um padrão, em que a evaporação de um fluido refrigerante é utilizada para fornecer refrigeração, e isso gera um volume de água condensado dos aparelhos de ar condicionado (VIEIRA et al, 0000), que é drenada para fora dele.

A água é um recurso essencial à vida e indispensável para o desenvolvimento de diversas atividades realizadas pelas pessoas, seja nos ramos da indústria, agricultura ou doméstico. Entretanto, o crescimento populacional desordenado e o aumento da demanda por água, associado às mudanças climáticas e o mau uso dos recursos hídricos, tem provocado uma ameaça global de escassez de água. Em 2050, a expectativa é que a demanda hídrica mundial aumente em 55% (UNESCO, 2017).

Nesse sentido, a conscientização e o uso racional desse recurso é importante, e se faz necessária para que a preservação e conservação da água seja eficiente e não comprometa as gerações futuras. A preocupação com o risco de escassez desse recurso está impulsionando o desenvolvimento de várias tecnologias em diversas vertentes, dentre elas, o aproveitamento da água descartada através dos drenos de equipamentos de ares condicionados para finalidades não potáveis.

Nunes (2006) confirma que o aproveitamento de água produzida por condensação pelos aparelhos de ares condicionados, apresenta-se como medida sócio ambientalmente responsável e de baixo custo, a fim de suprir as demandas menos exigentes de usos não potáveis, utilizadas como fonte suplementar de água.

Dentre as possíveis atividades em que a água reutilizada pode ter, o cultivo das plantas ornamentais é uma alternativa, já que a irrigação delas pode ser substituída pela água condensada no aparelho de refrigeração. Essa água gerada é considerada limpa, e pode ser uma forma para reduzir os custos diários dos aparelhos com energia elétrica para o funcionamento do mesmo.

Esta pesquisa teve o propósito de comprovar que a água que é vertida pelos equipamentos de refrigeração de uso doméstico, públicos, ou empresarial pode ser utilizada para cultivo ou manutenção de plantas, ornamentais ou não.

METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado no laboratório de Fitotecnia, Campus Auroras, na Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB, em Redenção-CE, o clima é caracterizado como tropical quente sub-úmido. No período de 15/04 a 09/07/2024, desde a confecção das caixas de madeira, a coleta da água e o tempo da implantação das sementes. As sementes da trepadeira Alamanda vermelha (*Allamanda blanchetti* violace), foram coletadas no município de Caucaia-CE. As sementes foram selecionadas, pela aparência e sanidade, foram utilizadas 100 sementes distribuídas em 4 floreiras de madeira.

A água foi coletada de um equipamento de refrigeração da marca Agratto, modelo LCST9QF-021 com a capacidade de refrigeração de 9000 Btus/h do laboratório anexo ao Restaurante universitário - R.U. do mesmo Campus. Para realizar a coleta da água: ao final da tubulação, do lado de fora do prédio foi colocado um becker de capacidade de 1L, e avaliado a cada hora o volume recolhido, durante uma semana no período de 8h às 17h. Esta ação foi realizada 10 vezes durante o dia, para mensurar o volume gerado pelos equipamentos por hora. Todo volume de água coletado, foi reservada e no decorrer do experimento foi utilizada na irrigação das floreiras

Foi feita uma análise do valor do pH da água vertida pelo equipamento com pHmetro de bancada, para caracterizar a qualidade dela.

O plantio foi feito em quatro floreiras de madeira, com dimensões aproximadamente 60 cm de altura e 40 cm de largura. Cada floreira foi preenchida com uma camada de material drenante (brita) e a segunda de substrato para desenvolvimento das plantas (composto por bagana, solo e NPK 10-10-10). Foram avaliadas a emergência e desenvolvimento de plantas de Alamanda vermelha. O experimento foi conduzido nas floreiras, todas elas com a mesma quantidade de substrato e 30 sementes distribuídas em três fileiras com distância de 10 cm de cada. Regadas periodicamente com a água coletada dos equipamentos, o volume aplicado diariamente foi de 250 ml para cada caixa. As floreiras foram mantidas a sol pleno. O desenvolvimento das plantas foi avaliado semanalmente.



FIG 1- Coleta da água vertida pelo aparelho de ar condicionado

Fonte: Virna Braga Marques, 2024

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pH da água foi de 6,89. Embora algumas plantas se desenvolvam melhor em um solo com o pH mais ácido ou básico, a maioria dos cultivos têm níveis recomendados de pH entre 5,5 e 7, variando de levemente de ácido a neutro (AGROPECUÁRIA, 2024). O pH da água coletada foi adequado à irrigação das plantas cultivadas nas floreiras de madeira.

O equipamento de ar condicionado verteu um volume de 3,033 litros por hora, isso corresponde a 136,485 litros por semana, caso funcionem por 9h por dia. A média diária de produção do aparelho foi de 27,29 litros.

Considerando a média diária de produção do aparelho, e que os laboratórios funcionam de segunda a sexta-feira, ou seja, em média, 20 dias por mês, teremos a produção mensal estimada de 4.912 litros.

Após 15 dias do cultivo, se deu o início da emergência das plantas, das 100 sementes semeadas se observou que 50 emergiram após 15 dias, o que equivale a taxa de emergência de 50% dentro do período avaliado.

A utilização da água condensada nos equipamentos de ar-condicionado da UNILAB podem gerar uma economia na conta de água da instituição, diminuir o consumo de água para a irrigação das plantas do Campus e dos outros Campi, e reduzir o desperdício da água que está sendo derramada nas calçadas dos prédios da instituição.

O Sistema de captação de águas provenientes de aparelhos de ar condicionado já existe nos prédios principais do campus Auroras, pois já existem instalações de drenagem da água em vários equipamentos (como nas salas de professores dos Blocos A e B).

A água coletada pelo sistema de drenos dos equipamentos poderia ser direcionada a reservatórios para os mais diversos usos na universidade, como a manutenção das plantas dos jardins, limpeza, para que possa promover além do benefício econômico a instituição, qualidade ambiental, e melhoria social.

É importante desenvolver tecnologias de aproveitamento dessa água que desenvolvam soluções sustentáveis para manutenção de espaços verdes da instituição, que possam promover o resfriamento natural dos ambientes, evitando o uso contínuo de equipamentos de ar condicionado e consequentemente o gasto energético.

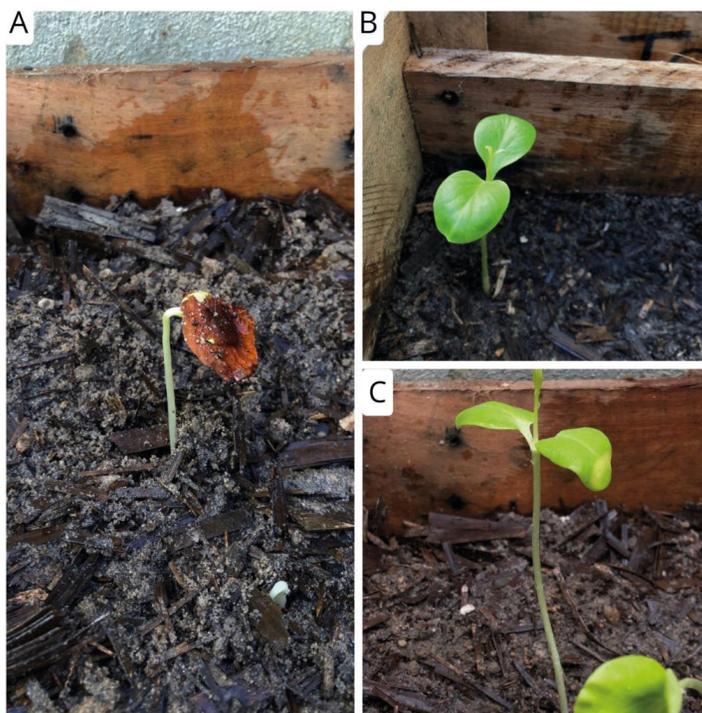


FIG 2- Fase inicial da germinação ainda com tegumento (A). Desenvolvimento da semente após um dia da foto anterior (B). Última avaliação da germinação (C)

Fonte: Ana Sophia Gomes Luz, 2024

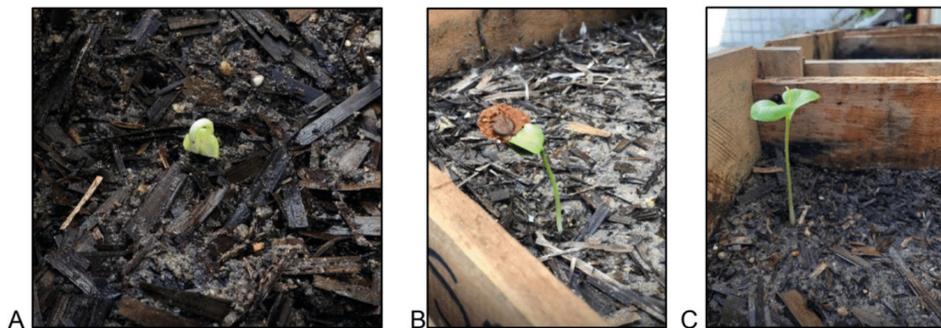


FIG 3- Início da emergência da plântula (A). Plântula ainda com resquícios de tegumento cobrindo os cotilédones (B). Plântula com os cotilédones totalmente abertos (C)

Fonte: Ana Sophia Gomes Luz, 2024



FIG 3- Remoção das impurezas físicas da água retirada do aparelho do ar condicionado

Fonte: Virna Braga Marques, 2024

A germinação com água de ar condicionado ilustra a possibilidade de reutilização de recursos hídricos em processos naturais. As fotografias deste experimento demonstram que, desde os estágios iniciais da germinação, a água recolhida do ar condicionado pode ser eficaz. As sementes absorvem a umidade e começam seu crescimento normal, evidenciando que, em determinadas circunstâncias, essa água pode ser uma opção viável e sustentável, auxiliando no uso responsável da água em períodos de falta de água. Isso enfatiza a relevância do uso sustentável dos recursos naturais.

CONCLUSÕES

O pH é adequado a irrigação de plantas. As sementes de almandia vermelha germinaram com a água coletada do ar condicionado. O volume de água coletado foi suficiente para manter as plantas se desenvolvendo nas floreiras no período avaliado. A água coletada pode ser utilizada para usos não potáveis, tais como rega de jardim, e limpeza de forma geral.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão ao Grupo de Estudo em Fisiologia, Fitotecnia e Agroecologia (GEFFA) pelo apoio constante e pela colaboração valiosa durante este processo. Agradeço especialmente à Professora Orientadora Virna Braga, cuja orientação, cuidado e dedicação nos processos do experimento foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

AGROPECUÁRIA, Revista. **Qual a importância de avaliar o pH da água para irrigação**. Disponível em: www.revistaagropecuaria.com.br

Braga, C. (2024, April 6). **Alamanda vermelha – Allamanda blanchetti Violacea. Flores E Folhagens**. https://floresefolhagens.com.br/alamanda-vermelha-allamanda-blanchettiviolaacea/#google_vignette

NUNES, R.T.S. **Conservação da água em edifícios comerciais: potencial de uso racional e reuso em shopping center. 2006. 144f.** Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro-RJ, 2006

WWAP – World Water Assessment Programme. **Relatório mundial das Nações Unidas sobre o desenvolvimento dos recursos hídricos, 2017: Águas residuais: o recurso inexplorado, resumo executivo**. Unesco, 2017. em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247552_por.

TOCCHIO, G. G. **PROJEÇÃO DA DEMANDA POR AR CONDICIONADO NO SETOR RESIDENCIAL BRASILEIRO. 2020. 57p.** Trabalho de Conclusão de Curso(Bacharelado em Engenharia Mecânica)– Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2020.

VIEIRA, et al. Capítulo 25 - **Potencial de captação de água de aparelho de ar condicionado: um estudo de caso na secretaria de infraestrutura de São Cristovão/SE**. In: **Águas e Florestas: desafios para conservação e utilização. 1ed. Científica Digital. p. 364-371.2021**. Disponível: <https://downloads.editoracientifica.org/articles/210504506.pdf>

CAPÍTULO 7

ATIVIDADE ANTIMICROBIANA E POTENCIAL FARMACOLÓGICO DE *Raphiodon echinus*: UMA REVISÃO SOBRE A LAMIACEAE E SEU EFEITO MODULADOR NO COMBATE A MICRORGANISMOS PATOGÊNICOS

Data de submissão: 18/02/2025

Data de aceite: 05/03/2025

Adrielle Rodrigues Costa

Universidade Regional do Cariri - URCA

José Weverton Almeida-Bezerra

Universidade Regional do Cariri - URCA

Raimundo Samuel Leite Sampaio

Universidade Regional do Cariri – URCA

Raniere Rodrigues Da Silva

Universidade Regional do Cariri – URCA

Ademar Maia Filho

Universidade Regional do Cariri – URCA

Amanda Maria de Alencar Campos Maia

Faculdade de Medicina Estácio de
Juazeiro do Norte

Maria Érika de Oliveira Silva

Centro Universitário Dr. Leão Sampaio

**Maria Aparecida Barbosa Ferreira
Gonçalo**

Universidade Regional do Cariri – URCA

José Thyálisson da Costa Silva

Universidade Regional do Cariri – URCA

Maria Hellen Garcia Novais

Universidade Federal do Cariri – UFCA

Luiz Neldecilio Alves Vitor

Universidade Federal do Cariri – UFCA

Antônia Eliene Duarte

Universidade Regional do Cariri - URCA

RESUMO: Este trabalho revisa as propriedades químicas, farmacológicas e antimicrobianas de *Raphiodon echinus*, uma espécie pertencente à família Lamiaceae. A planta, nativa da caatinga brasileira, apresenta uma composição rica em compostos fenólicos, como ácidos cafeico e clorogênico, além de sesquiterpenos, que conferem à espécie atividade antioxidante, anti-inflamatória e antimicrobiana. Estudos destacam seu potencial no combate a fungos do gênero *Candida* e bactérias multirresistentes, como *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. A ação sinérgica entre os compostos naturais e antibióticos tradicionais é apresentada como uma estratégia promissora no enfrentamento à resistência microbiana. Além disso, a toxicidade de *R. echinus* foi avaliada por meio de ensaios com *Artemia salina*, indicando um perfil de segurança para futuros estudos terapêuticos.

PALAVRAS-CHAVES: Características, Metabólitos secundários, Ação bactericida, Tolerância bacteriana, Segurança biológica.

ANTIMICROBIAL ACTIVITY AND PHARMACOLOGICAL POTENTIAL OF *Raphiodon echinus*: A REVIEW ON LAMIACEAE AND ITS MODULATING EFFECT IN COMBATING PATHOGENIC MICROORGANISMS

ABSTRACT: This paper reviews the chemical, pharmacological and antimicrobial properties of *Raphiodon echinus*, a species belonging to the Lamiaceae family. The plant, native to the Brazilian caatinga, has a composition rich in phenolic compounds, such as caffeic and chlorogenic acids, in addition to sesquiterpenes, which give the species antioxidant, anti-inflammatory and antimicrobial activity. Studies highlight its potential in combating fungi of the genus *Candida* and multidrug-resistant bacteria, such as *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. The synergistic action between natural compounds and traditional antibiotics is presented as a promising strategy in combating microbial resistance. In addition, the toxicity of *R. echinus* was evaluated through assays with *Artemia salina*, indicating a safety profile for future therapeutic studies.

KEYWORDS: Characteristics, Secondary metabolites, Bactericidal action, Bacterial tolerance, Biological safety.

INTRODUÇÃO

De acordo com os autores Vianna (2009), Saeb e Gholamrezaee (2012), a família Lamiaceae, antes conhecida como Labiatae, está inserida na ordem Tubiflorae, sendo considerada como uma das maiores famílias de angiospermas já registradas. Está por sua vez é conhecida como uma das principais famílias botânicas, representantes de plantas medicinais, possuindo atualmente 245 gêneros, dos quais são aceitos 1.886 nomes científicos de espécies (THE PLANT LIST, 2018). Uma característica peculiar dessa família é a presença de tricomas secretores, geralmente produtores de óleos essenciais de grande valor medicinal. Esta característica confere aromas marcantes ao vegetal.

Essa família é representada por ervas, arbustos e árvores. São espécies cosmopolitas, e suas morfologias são representadas por folhas do tipo simples, que podem estar tanto no tipo oposta quanto verticilada. O limbo foliar geralmente é inteiro, dentado ou partido, porém todos possuem pêlos responsáveis pela secreção dos aromas característicos. Suas folhas são de tamanhos variados, com cores radiantes para atração de polinizadores (DIAS et al., 2007). Essa família apresenta amplo potencial farmacológico, e muitos estudos comprovam os efeitos positivos de várias espécies pertencentes a essa família botânica (LIMA; CARDOSO, 2007).

O gênero *Rhaphiodon* é composto por apenas uma espécie, a mesma aqui estudada. Uma vez que essa espécie por sua vez apresenta 4 sinonímias, ou seja, quatro nomes diferentes para essa espécie. São elas: *Hyptis sideritis* Mart. ex Benth, *Lippia echinus* (Nees & Mart.) Spreng., *Mesosphaerum sideritis* (Mart. ex Benth.) Kuntze, *Zappania echinus* Nees & Mart. (THE PLANT LIST, 2018). É um gênero monotípico, que como é representado por um único vegetal é importante destaca como principais características a presença de cálice frutífero com lacínios espinescentes e hábito prostrado (DIAS et al., 2007).

Raphiodon echinus (Nees & Mart.) Schauer (Fig. 1), é uma planta endêmica nativa da caatinga, um bioma brasileiro original. Com ampla distribuição pelo Nordeste Brasileiro, alguns estudos comprovam seu efeito farmacológico tais como atividade microbiana, ação inflamatória, analgésica, citotóxica e antioxidante (DUARTE et al., 2016a; DUARTE et al., 2016b; SOUSA et al., 2012; MENEZES et al., 2006; COSTA et al., 2017).

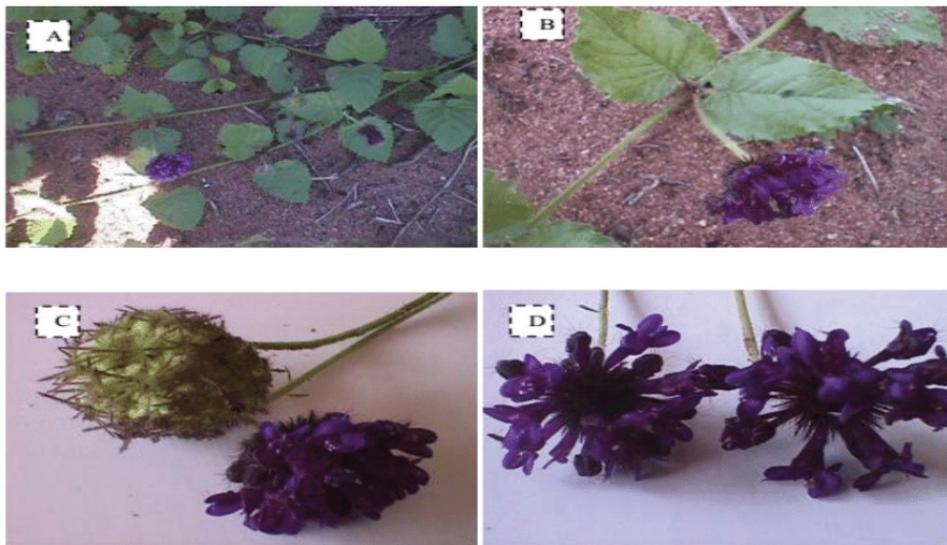


Figura 1: A- Vista frontal de *Raphiodon echinus* (Nees & Mart.) Schauer. B- Detalhe da folha e flor. C- Vista dorsal da flor e fruto. D- Vista frontal da inflorescência e flor mostrando filetes e o lobo da corola recobrinco as anteras.

Fonte: DUARTE, A.E. 2015.

COMPOSIÇÕES QUÍMICAS DA ESPÉCIE

Em relação à composição química, existem relatos na literatura da presença de germacrênico D e α -guaieno, citados como principais compostos do óleo essencial dessa espécie, cuja composição é dotada de mono e sesquiterpeno (TORRES et al., 2009). Em alguns estudos com extratos dessa espécie, foi abordado como compostos principais que se apresentaram com maiores porcentagens nos extratos aquoso e etanólico destaca-se o ácido elágico, ácido cafeico e ácido clorogênico como compostos majoritários (DUARTE et al., 2016b).

Os extratos da *R. echinus* são ricos em compostos fenólicos e polifenólicos, os quais apresentam estruturas variadas e com atividades multifuncionais, apresentando-se na literatura com várias atividades biológicas relevantes, como por exemplo, os flavonóides, ácidos fenólicos, taninos, ligninas e tocoferóis (ANGELO; JORGE, 2007; MENEZES; KAPLAN, 2006; SOARES, 2012).

Os flavonóides encontrados nas folhas podem diferir daqueles presentes em outras partes do vegetal como flores, caules, ramos, raízes ou frutos, podendo ainda ocorrer em diferentes concentrações, dependendo do órgão vegetal onde se encontra, bem como ao meio onde o vegetal se encontra (ZUANAZZI, 2000). A variação da composição química entre os horários é devida aos fatores físicos, químicos e biológicos aos quais a espécie esta submetida. Fatores como a taxa de luminosidade, estresse hídrico, calor, dentre outros fatores podem alterar os compostos fenólicos presentes nos óleos voláteis e extratos vegetais.

Candida sp. E FUNGICIDAS

Leveduras de *Candida* sp. residem no homem como comensais, fazendo parte da microbiota normal em indivíduos saudáveis. No entanto, quando há um desequilíbrio entre a microbiota e o sistema imune do hospedeiro, esses fungos podem se tornar patógenos, causando a chamada candidíase, apresentando formas clínicas como: mucosa, sistêmica e alérgica cutânea (MORAIS-BRAGA et al., 2013; SHINOBU et al., 2007; ZIARRUSTA, 2002). Entre as várias espécies patogênicas com maior interesse na pesquisa microbiológica, a *Candida albicans* é uma das espécies mais frequentemente isolada de amostras clínicas (ALFONSO et al., 2010).

Nos últimos anos, muitas plantas foram avaliadas não apenas para atividade antifúngica, mas também como agente modificador da resistência a antibióticos, pois a resistência microbiológica aos fármacos de primeira linha aumentou consideravelmente, tornando-se muito importante a busca constante de novos agentes antifúngicos (COUTINHO et al., 2008 e GIBBONS, 2004). Os compostos naturais são ricos em fitoquímicos que podem atuar diretamente na membrana plasmática, causando uma ruptura na membrana e levando ao dano citoplasmático causando a morte celular do microrganismo (COUTINHO et al., 2015).

Os ensaios *in vitro* utilizados para detectar novos agentes antifúngicos a partir de produtos naturais são uma ferramenta útil para a avaliação de derivados de plantas, como óleos essenciais e extratos (MALELE et al., 2003, MORAES-BRAGA et al., 2017; 2016). Uma vez que muitos estudos relatam a importância das interações de óleos essenciais e extratos testados em diferentes concentrações com os antifúngicos tradicionais na inibição do crescimento e resistência adquirida aos fármacos de primeira linha (AHME et al., 2009; CIRKOVIC et al., 2011; SHINOBU et al., 2007).

BACTÉRIAS E BACTERICIDAS

O *Staphylococcus aureus* é uma das espécies bacterianas mais comuns causadoras de doenças infecciosas, altamente patogênicas, embora faça parte da microbiota dos indivíduos. São classificados como cocos Gram-positiva, imóveis, não esporulados, é a espécie mais virulenta do seu gênero (LIMA et al., 2015), destacando que várias características morfológicas, fisiológicas e químicas são responsáveis pela sua virulência (MURRAY, 2009; SANTOS, 2007).

É causadora de diversas formas de infecções, tais como endocardites, pneumonias e septicemias (RATTI et al., 2009; SILVA et al., 2012). Essas espécies possuem diversos mecanismos de defesa contra algumas drogas utilizadas no tratamento, consideradas portadoras de resistência múltipla, dificultando os problemas clínicos e epidemiológicos (RATTI et al., 2009).

A *Escherichia coli* é uma bactéria Gram-negativa, anaeróbia facultativa pertencente à Família Enterobactereacea (KAPER et al., 2014). É uma espécie que também faz parte da microbiota humana (intestinal) que em alguns momentos pode se tornar uma espécie patogênica, devido a infecções ou alterações no sistema biológico dos indivíduos, responsáveis por infecções intestinais e infecção extra intestinal (JOHNSON et al., 2005; MOULIN-SCHOULER et al., 2007)

Pseudomonas aeruginosa: Gram-negativa, baciliforme e aeróbia, pertencente à família Pseudomonadaceae. Normalmente é uma bactéria aeróbia, mas pode crescer anaerobicamente se o nitrato estiver disponível (NEVES et al., 2011). Responsável por causar a peritonite, bacteremia, infecções do trato urinário e infecções cirúrgicas em indivíduos imunocomprometidos (KONEMAN et al., 2011; NASCIMENTO, 2014).

Embora os antibióticos ajam muitas vezes de forma eficaz, o uso indiscriminado desses agentes, pela população, é o maior responsável pelo desenvolvimento de microrganismos resistentes (TRABULSI, 2005), devido ao intercâmbio de material genético, que ocorre de forma natural intra ou interespecies entre os bacilos Gram (NEVES et al., 2011). Diante disso, a combinação de produtos naturais com antibióticos de primeira escolha pode apresentar ótimos resultados na ação direta contra muitas espécies bacterianas, relação essa conhecida como sinergismo, podendo de alguma forma reverter à resistência biológica de muitas espécies patogênicas (SIEBRA et al., 2018).

TOXICIDADE E *Artemia salina* LEACH

Os ensaios de toxicidade são fundamentais para determinar a segurança de substâncias, especialmente quando estas são derivadas de produtos naturais com potencial terapêutico. No caso de plantas medicinais, é essencial avaliar os possíveis efeitos adversos para garantir a eficácia sem comprometer a saúde humana. Entre os métodos mais simples e acessíveis para este tipo de avaliação, destaca-se o teste com *Artemia salina* Leach, um microcrustáceo que serve como um modelo biológico versátil e de baixo custo. Este ensaio permite verificar a toxicidade aguda de extratos vegetais e substâncias purificadas, proporcionando uma estimativa rápida e preliminar da concentração letal média (CL₅₀) – ou seja, a concentração da substância que causa a morte de 50% da população testada.

A metodologia com *A. salina* apresenta diversas vantagens. Além de ser amplamente utilizada em estudos de toxicidade geral, este modelo é sensível, reprodutível e econômico, o que o torna uma ferramenta importante na triagem inicial de compostos bioativos. O teste tem mostrado boa correlação com a toxicidade observada em ensaios mais avançados, como

aqueles realizados em células tumorais, o que o qualifica como uma excelente abordagem para identificar substâncias com potencial farmacológico. Em algumas investigações, a toxicidade frente à *A. salina* é 10 vezes maior do que a dose efetiva (DE_{50}) necessária para causar citotoxicidade em linhagens celulares tumorais (MACLAUGHLIN, 1991).

Estudos experimentais conduzidos com extratos vegetais de espécies da família Lamiaceae, como *R. echinus*, também se beneficiaram desta metodologia. *R. echinus*, reconhecida por sua composição rica em fenóis e flavonoides, foi submetida a avaliações de toxicidade utilizando *A. salina*. Os resultados indicaram uma baixa toxicidade geral, sugerindo um perfil seguro para o uso farmacológico da planta. Contudo, a presença de compostos bioativos potentes, como os ácidos cafeico e clorogênico, exige um monitoramento cauteloso das doses terapêuticas para evitar potenciais efeitos adversos.

É importante destacar que a toxicidade de plantas medicinais pode variar de acordo com diversos fatores, como a forma de preparo do extrato (aquoso, etanólico, entre outros), a parte da planta utilizada (folhas, caules, raízes), bem como o ambiente de cultivo e as condições climáticas. Por isso, ensaios como o de A. salina são uma etapa essencial no desenvolvimento de medicamentos fitoterápicos, ajudando a mapear as doses seguras e identificar possíveis riscos toxicológicos.

Além do teste com *A. salina*, outros modelos *in vivo* e *in vitro* podem ser utilizados para complementar os dados de toxicidade, como ensaios em linhagens celulares humanas e em organismos superiores. No entanto, a simplicidade e a eficiência do teste com *A. salina* continuam a torná-lo uma primeira escolha nos estudos iniciais de triagem, sendo amplamente empregado na pesquisa de novos agentes terapêuticos.

Dessa forma, os ensaios de toxicidade com *A. salina* são uma ferramenta valiosa no campo da farmacognosia e fitoquímica, permitindo a avaliação rápida da segurança de compostos naturais antes de sua aplicação clínica. A avaliação da toxicidade é um passo essencial para garantir que as substâncias investigadas, como os extratos de *R. echinus*, possam ser exploradas com segurança no tratamento de doenças microbianas e outras condições de saúde.

CONCLUSÃO

A espécie *Raphiodon echinus*, pertencente à família Lamiaceae, apresenta um notável potencial farmacológico, especialmente devido à sua composição rica em compostos fenólicos e terpenóides. Estudos indicam sua relevante atividade antimicrobiana, destacando seu efeito contra bactérias multirresistentes, como *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*, além de fungos do gênero *Candida*. A sinergia entre os compostos bioativos da planta e antibióticos convencionais reforça a importância da busca por alternativas naturais para combater a resistência microbiana. Além disso, sua composição química diversificada, com presença de ácidos fenólicos e flavonoides, confere à espécie propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias, ampliando seu espectro de aplicações terapêuticas.

Os estudos de toxicidade realizados com *Artemia salina* demonstraram um perfil de segurança favorável para *R. echinus*, sugerindo seu potencial para o desenvolvimento de novos fitoterápicos. No entanto, fatores como a variação na composição química e a concentração dos compostos bioativos reforçam a necessidade de um controle rigoroso na formulação de produtos à base dessa espécie. Dessa forma, pesquisas futuras devem aprofundar as investigações sobre seu mecanismo de ação, segurança em modelos biológicos mais complexos e sua aplicabilidade clínica. A valorização de espécies da flora nativa, como *R. echinus*, reforça a importância da biodiversidade brasileira na descoberta de novos agentes terapêuticos.

REFERÊNCIAS

ALFONSO, C.; LOPEZ M.; ARECHAVALA, A.; PERRONE, D. C.; GUELFAND, L.; BIANCHI, M.; Identificación presuntiva de *Candida* spp. y otras levaduras de importancia clínica: utilidad de la identificación de *Candida* agar. **Revista Iberoamericana de Micología**. v. 27, n. 2, p. 90–93, 2010.

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos - uma breve revisão. **Rev. Instituto Adolfo Lutz**. v. 66, p. 01-09, 2007.

COSTA, A. R.; SILVA, J. L.; LIMA, K. R. R.; ROCHA, M. I.; BARROS, L. M.; COSTA, J. G. M.; BOLIGON, A. A.; KAMDEM, J. P.; CARNEIRO, J. N. P.; LEITE, N. F.; MENEZES, I. R. A.; DUARTE, A. E.; MORAIS-BRAGA, M. F. B.; COUTINHO, H. D. M. Rhamnolipid echinus (Nees & Mart.) Schauer: Chemical, toxicological activity and increased antibiotic activity of antifungal drug activity and antibacterial. **Microbial Pathogenesis**. v. 107, p. 280-286, 2017.

COUTINHO, H. D. M.; BRITO, S. M. O.; VANDESMET, S.; OLIVEIRA, M. T. A.; MARTINS, M. G. A.; SILVA, A. R. P.; COSTA, M. S. Evaluación comparativa de la modulación de antibióticos frente a cepas bacterianas de *Escherichia Coli*, *Staphylococcus aureus*. **Revista Ciencias de la Salud**. v. 13, p. 345-354, 2015.

DIAS, C. T. V.; KIILL, L. H. P. Ecología da polinização de *Rhaphiodon echinus* (Nees & Mart.) Schauer (Lamiaceae) em Petrolina, PE, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**. v. 21, n. 4, p. 977-982, 2007.

DUARTE, A. E.; WACZUK, E. P.; ROVERSI, K. R.; DA SILVA, M. A. P.; BARROS, L. M.; DA CUNHA, F. A. B.; DE MENEZES, I. R. A.; DA COSTA, J. G. M.; BOLIGON, A. A.; ADEMILUYI, A. O.; KAMDEM, J. P.; ROCHA, J. P. T.; BURGER, M. E. Polyphenolic composition and evaluation of antioxidant activity, osmotic fragility and cytotoxic effects of *Rhaphiodon echinus*. **Molecules**. v. 21, p. 2-15, 2016.

DUARTE, A. E.; MENEZES, I. R. A.; MORAIS-BRAGA, M. F. B.; LEITE, N. F.; BARROS, L. M.; WACZUK, E. P.; SILVA, M. A. P.; KAMDEM, J. P.; COUTINHO, H. D. M.; BURGER, M. E. Antimicrobial Activity and Modulatory Effect of Essential Oil from the Leaf of *Rhaphiodon echinus* (Nees & Mart.) Schauer on Some Antimicrobial Drugs. **Molecules**. v. 21, p. 2-14, 2016.

GIBBONS, S. Anti-staphylococcal plant natural products. **Emerging Infectious Diseases**. v. 21, p. 263-277, 2004.

JOHNSON, J. R.; RUSSO, T. A. Molecular epidemiology of extraintestinal pathogenic (uropathogenic) *Escherichia coli*. **International Journal of Medical Microbiology**. v. 295, p. 383-404, 2005.

- KAPER, J. B.; NATARO, J. P.; MOBLEY, H. L. T. Pathogenic *Escherichia coli*. **Nature Reviews Microbiology**. v. 2, p. 123-40, 2014.
- KONEMAN, E. W.; ALLEN, S. D.; JANDA, W. M.; SCHRECHENBERGER, P. C.; WINN, W. C. **Diagnóstico Microbiológico**. 5ª Ed. Medsi, São Paulo, 2011.
- KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**, Ed. EDUR, Rio de Janeiro, 1977.
- LIMA, M. F. P.; MILKA, A. B.; PARENTE, R. S. P.; JÚNIOR, R. C. V.; OLIVEIRA, M.E.O. *Staphylococcus aureus* e as infecções hospitalares – revisão de literatura. **Uningá Review**. v. 21, n. 1, p. 32-39, 2015.
- LIMA, R.K.; CARDOSO, M. G. Lamiaceae family: important essential oils with biological and antioxidant activity. **Revista Fitos**. v. 3, n. 3, p.14-24, 2007.
- MACLAUGHLIN, J. L. *Methods in Plant Biochemistry*; Hostettmann, K., **Academic Press**. v. 6, p 1-3, 1991.
- MALELE, R. S.; MUTAYABARWA, C. K.; MWANGI, J. W.; THOITHI, G. N.; LOPEZ, A. G.; LUCINI, E. I.; ZYGADLO, J. A. Essential oil of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. from Tanzania: composition and antifungal activity. **Journal of Essential Oil Research**. v. 15, p. 438-40, 2003.
- MENEZES, F. S.; KAPLAN, M. A. C. In-mixture analysis of triterpenes from *Rhaphiodon echinus*. **Revista Latinoamericana Química**. v. 34, p. 37-41, 2006.
- MORAIS-BRAGA, M. F. B.; SOUZA, T. S.; SANTOS, K. K. A; GUEDES, G. M. M.; ANDRADE, J. C.; TINTINO, S. R.; COSTA, J. G. M.; MENEZES, I. R. A.; SARAIVA, A. A. F.; COUTINHO, H. D. M. Atividade antibacteriana, antifúngica e moduladora da atividade antimicrobiana de frações obtidas de *Lygodium venustum* SW. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**. v. 12, n. 1, p. 38-43, 2013.
- MOULIN-SCHOULER, M.; REPERANT, M.; LAURENT, S.; BREE, A.; MIGNON-GRASTEAU, S.; GERMON, P.; RASSCHAERT, D.; SCHOULER, C. Ex traintestinal pathogenic *Escherichia coli* strains of avian and Human origin: link between phylogenetic relationship and common virulence patterns. **Journal Clinical Microbiolgi**. v. 45, n. 10, p. 3366-3376, 2007.
- MURRAY, P. R. **Microbiologia Médica**. 6ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.
- NASCIMENTO, A. L. D. R. **Ação antimicrobiana do extrato de *Eugenia Uniflora* L.(pitanga) sobre *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Escherichia coli***. (Trabalho de conclusão de curso), Universidade Estadual da Paraíba- UEPB, Campina Grande, 2013.
- NEVES, P. N.; ELSA, M.; MAMIZUKA, E. M.; CARLOS, E.; LEVY, C. E.; LINCOPAN, N. Multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa*: an endemic problem in Brazil. **Jornal Brasileiro de Patologia Medicina Laboratorial**. v. 47, n. 4, p. 409-420, 2011.
- RATTI, R. P.; SOUSA, C. P. *Staphylococcus aureus* metilicina resistente (MRSA) e infecções nosocomiais. **Revista de Ciências Farmaceutica Básica**. v. 30, n. 2, p. 1-8, 2009.
- SAEB, K.; GHOLAMREZAEI, S. Variation of essential oil composition of *Melissa officinalis* L. leaves during different tages of plant growth. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**. v. 2, p. 547-549, 2012.

SANTOS, A. L. D. Staphylococcus aureus: visitando uma cepa de importância hospitalar. **Jornal Brasileiro de Patologia Medicina Laboratorial**. v. 43, n. 6, p. 413-423, 2007.

SHINOBU, C. S.; OGATTA, S. F. Y.; BIZERRA, F.; FURLANETO, L.; PERALTA, R. M.; SVIDZINSKI, T. I. E. Lack of association between genotypes and virulence factors in *C. albicans* strains isolated from vagina secretion. **Brazilian Journal Microbiology**. v. 38, p. 467-471, 2007.

SIEBRA, A. L. A.; OLIVEIRA, L. R.; PEREIRA, A. O.; SIEBRA, D. C.; ALBUQUERQUE, R. S.; LEMOS, I. C. S.; DELMONDES, G. A.; TINTINO, S. R.; FIGUEREDO, F. G.; COUTINHO, H. D. M.; MENEZES, I. R. A.; FELIPE, C. F. B.; KERNTOPF, M. R. Potentiation of antibiotic activity by *Passiflora cincinnata* Mast. front of strains *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. **Saudi journal of biological sciences**. v. 25, p. 37-43, 2018.

SILVA, S. A.; DEUSCHLE, R. A. N.; GARLET, C. D. C. M. Pesquisa de *Staphylococcus aureus* nas maçanetas das portas dos quartos de um hospital da região noroeste do estado do rio grande do sul. **Revista Saúde**. v. 38, n. 1, p. 99-108, 2012.

SOARES, S. E. Phenolic acids as antioxidants. **Revista de Nutrição**. v. 15, n. 1, p.71-81, 2012.

SOUSA, A. Z.; RODRIGUES, S. A. Atividade antimicrobiana do óleo essencial de *Rhaphiodon echinus* (nees & mart) shauer. **Biologia e farmácia**. v. 07, p. 12-16, 2012.

TORRES, M. C. M.; FLORÊNCIO, L. C. M.; SILVEIRA, E. R.; PESSOA, O. D. L. Chemical composition of the Essential Oils of *Rhaphiodon echinus* (Nees & Mart.) Shauer. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**. v. 12, p. 674-677, 2009.

TRABULSI, L. R.; ALTERTHUM, F. **Microbiologia**. 5 ed. São Paulo: SP, 2005

VIANNA, J. S. **Caracterização anatômica, morfológica e química de quimiotipos de *Ocimum gratissimum* Lineu**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

ZIARRUSTA, G. B. Vulvogaginitis candidiásica. **Revista Iberoamericana de Micología**. v. 19, p. 22-24, 2002.

ZUANAZZI, J. A. S. Flavonóides. In: SIMÕES, C.M.O. et al. (Eds.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre/Florianópolis: Ed. da Universidade/UFRGS/ Ed. da UFSC, 2000. p.489-544.

CAPÍTULO 8

BROTE POR SARS-COV-2 EN TRABAJADORES DE LA SALUD EN LA UNIDAD DE CUIDADO INTENSIVO NEONATAL DE UNA INSTITUCIÓN HOSPITALARIA DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ, COLOMBIA. ABRIL-MAYO 2020

Data de submissão: 30/01/2025

Data de aceite: 05/03/2025

Laura Taylor

Medina T

Torres M

Sussmann O

RESUMEN: Introducción: se reporta al sistema de vigilancia nacional de Infecciones Asociadas a la Atención en Salud (IAAS), una alerta de brote por SARS-CoV-2 (COVID-19) en la Unidad de Cuidado Intensivo Neonatal (UCIN). Se confirmó por medio de reporte positivo para RT-PCR en 2 trabajadores de salud, con la cual se inicia el estudio de brote entre abril y mayo del 2020, en este documento presentamos los resultados. Metodología: se realizó un estudio descriptivo de brote de IAAS, bajo la metodología propuesta por el Instituto Nacional de Salud de Colombia que permite verificar el evento, realizar su caracterización y abordaje sistemático. Se practican pruebas de RT-PCR a trabajadores del área y pacientes; interrogatorio de síntomas y uso de elementos de protección personal (EPP). Resultados: se identificaron 18 casos, 14 sintomáticos y 4 asintomáticos. La curva epidémica mostró el brote durante tres periodos epidemiológicos. La tasa de ataque fue de 10.3%. Se observó un

mayor riesgo de contagio en la entrega de turno, áreas de descanso y alimentación, vestidores y traslado trabajo-casa- trabajo. No hubo contagios en pacientes, ni afecciones severas ni mortalidad asociada en trabajadores de la salud. Conclusiones y recomendaciones: el brote se produce por fallas en el distanciamiento social y el uso inadecuado de EPP. Se recomienda enfatizar en: uso adecuado EPP, lavados e higienización de manos, fortalecer procedimientos de limpieza y desinfección de superficies. Posterior a esto no se han presentado más casos en el área.

PALABRAS-CLAVE: Infecciones por coronavirus, brote, protección personal, infección hospitalaria. (Fuente: DeCS-BIREME)

INTRODUCCIÓN

En diciembre del 2019, varios pacientes de la ciudad de Wuhan, China, desarrollan un cuadro de neumonía viral, que motiva a una investigación con relación a su origen, arrojando como común denominador la visita a un mercado mayorista de mariscos. Se inicia un brote que en poco tiempo se transforma en epidemia que abarca varias ciudades y

regiones de China. Durante la primera semana de enero, las autoridades chinas dan a conocer la identificación de un nuevo coronavirus, los cuales son un grupo de virus que causan enfermedades en mamíferos y aves; ciertos tipos circulan en humanos causando resfriados principalmente en invierno y primavera. Seis semanas después, la OMS anuncia que la nueva enfermedad infecciosa se llamaría COVID-19. Rápidamente, la enfermedad se propaga por Asia, Europa y América del norte, hasta ser declarada por la OMS como pandemia el 11 de marzo del 2020.

El 06 de marzo del 2020, se confirma el primer caso de COVID-19 en Colombia, específicamente en la ciudad de Bogotá, el cual se identifica como importado de España; desde ese momento se inicia la fase de contención para evitar que la enfermedad se propague por la ciudad y al resto del país. El 20 de marzo del 2020 la ciudad entra en cuarentena lo cual contribuye significativamente a la disminución del índice de contagios, evitando así, la saturación del sistema de salud como venía sucediendo en otros países. Sin embargo, el 31 de marzo del 2020, las autoridades de salud informan que Colombia entra en fase de mitigación; de esta manera, se empieza a evidenciar un aumento de las consultas de urgencias por síntomas respiratorios, y se hace indispensable el uso de elementos de protección personal específicos en los trabajadores de la salud para prevenir el contagio. A pesar de ello, el 17 de abril del 2020 en una institución hospitalaria de Bogotá se reciben resultados confirmatorios de infección por SARS COV 2 en dos personas que laboran en la unidad de cuidados intensivos neonatal (1).

Objetivo General

Determinar y describir las causas de un brote del virus SARS COV 2, ocurrido de abril a mayo del 2020, en el personal de salud que labora en la unidad de cuidado intensivo neonatal de una institución hospitalaria de Bogotá, Colombia. Abril-mayo 2020.

Objetivos específicos

- Determinar la fuente y el modo mediante los cuales se produjo el contagio entre el personal de salud.
- Reconocer los grupos de población expuestos a riesgo según tiempo, lugar y persona.
- Identificar los factores de riesgo y puntos críticos de control para prevenir el contagio.
- Recomendar medidas para controlar el brote y prevenir la futura aparición de eventos similares.

METODOLOGÍA

Se realizó un estudio descriptivo dentro de una investigación de brote de infecciones asociadas al cuidado de la salud (IAAS), enmarcada en la metodología propuesta por el instituto nacional de salud y el ministerio de salud de Colombia(2) mediante los 14 pasos que permiten verificar la existencia del brote y realizar su caracterización y abordaje sistemático en una institución de salud de Colombia. Se reportan dos casos positivos simultáneos para COVID-19 en trabajadores de la salud de la UCIN de una institución de tercer nivel en abril del 2020.

DEFINICIONES

Caso probable: cuadro sindrómico de infección respiratoria aguda – IRA - leve o moderada que NO requiere hospitalización, IRA por virus nuevo y que además sea trabajador de la salud u otro personal del ámbito hospitalario que haya tenido contacto estrecho con caso confirmado o probable para enfermedad por nuevo coronavirus (COVID19) (2).

Caso confirmado: todo caso probable con prueba de PCR para nuevo coronavirus 2019 positiva

Caso índice: aquél que inicia la epidemia

Contacto estrecho: es el contacto entre personas en un espacio de 2 metros o menos de distancia, en una habitación o en el área de atención de un caso de COVID-19 confirmado o probables, durante un tiempo mayor a 15 minutos, o contacto directo con secreciones de un caso probable o confirmado mientras el paciente es considerado infeccioso (3).

Fuentes de información: entrevistas al personal de salud de la UCIN

Recolección de información: los datos fueron almacenados en una hoja de cálculo de Microsoft Excel.

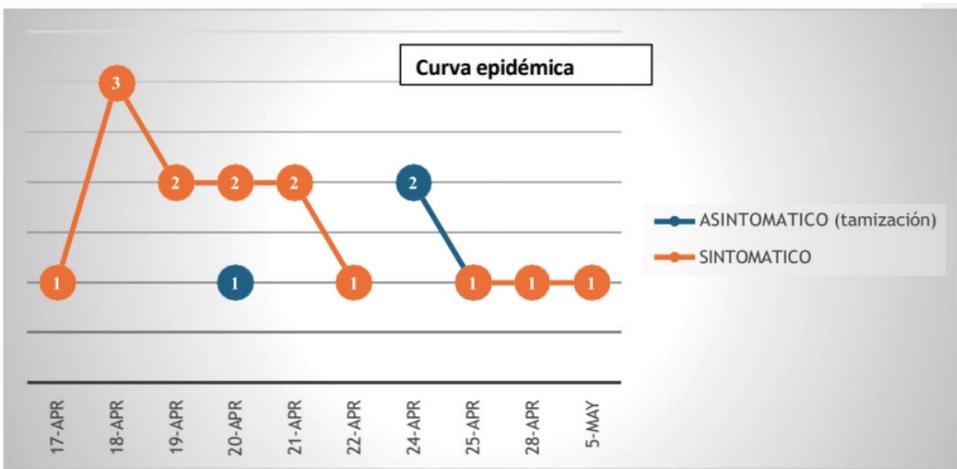
Análisis: Se realizó identificando los contactos estrechos de los trabajadores que resultaron positivos para COVID-19, por medio de la planificación de los turnos, entrevistas vía telefónica en donde se indagan los contactos estrechos en los últimos 7 días. Se realiza un listado del personal de la UCIN, incluidos los contactos estrechos y el personal que accede al servicio de manera frecuente y se realiza tamización general. Se le solicita al personal de la UCIN que, de presentar sintomatología respiratoria, asistan al servicio de urgencias de la institución para ser valorados y les sea tomada la muestra para PCR.

Consideraciones éticas: De acuerdo con el Artículo 11 de la Resolución No. 008430 de 1993 del Ministerio de Salud y Protección Social, se realizó una investigación sin riesgo al tratarse de un estudio descriptivo, sin ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales. Se respetaron los principios de confidencialidad de datos individuales, honestidad, intelectual y transparencia de los datos.

RESULTADOS

La Unidad Primaria Generadora de Datos (UPGD), es una institución de salud de alta complejidad que cuenta con servicios como el de cuidado intensivo neonatal. Antes de la identificación del brote, no se habían reportado casos positivos en personal de salud de la institución. En la segunda mitad del mes de abril e inicios del mes de mayo del 2020 se identificaron 18 casos confirmados para COVID-19, 15 de ellos trabajadores de la UCIN y 3 personal del servicio de hospitalización cercano a la unidad. Desarrollaron síntomas 14 trabajadores, y 4 fueron asintomáticos identificados mediante la tamización. Los síntomas más comunes fueron tos seca (50%), astenia (50%), odinofagia (22%), cefalea (44%), fiebre (11%) y disnea (11%).

En el momento de la identificación del brote, se encontraban 20 recién nacidos hospitalizados, se realiza tamización al 100%, resultando todos negativos para COVID-19 y son remitidos a otras instituciones de salud de la ciudad. Lo que permite deducir que, el contagio del personal de salud como caso índice, fue externo a la institución y se propagó por medio del contacto entre ellos.



Gráfica 1. Curva epidémica de casos de infección por COVID-19 en la URN de la Clínica Palermo de Bogotá, Colombia. Abril a mayo 2020.

Con relación a la caracterización epidemiológica de los casos contagiados, se evidenció que la mayoría correspondió al sexo femenino, dado que en gran parte de ellos tienen el perfil de auxiliar de enfermería, quienes históricamente presentan más contacto entre sí y con el resto del personal. Más de la mitad de los casos fueron mayores de 40 años. No hubo condiciones de severidad ni mortalidad asociada a los contagios, todos los casos fueron tratados de manera ambulatoria. La tasa de ataque resulta significativa siendo del 10.3%.

Perfil ocupacional	Número
Auxiliar de enfermería	10
Estudiante de medicina	1
Médico Pediatra	2
Profesional de enfermería	4
Terapeuta respiratoria	1
Total	18
Sexo	Número
F	16
M	2
Total	18
Edad	Número
20-39	8
40-59	10
Total	18

Tabla 1. Características epidemiológicas de casos de infección por COVID- 19 en la UCIN de una institución hospitalaria de Bogotá, Colombia. Abril a mayo 2020.

MEDIDAS DE VIGILANCIA Y CONTROL DE LA INFECCIÓN

La unidad de epidemiología de la institución implementó una serie de medidas para contener el brote dentro de las cuales se pueden enumerar:

1. Enviar a aislamiento domiciliario a los casos confirmados
2. Indicar al personal sintomático dirigirse al servicio de urgencias para su valoración y toma de muestra de PCR para COVID-19.
3. Realizar tamización del total del personal de la UCIN, contactos estrechos de los casos confirmados y del personal externo que tiene contacto frecuente con la UCIN.
4. Realizar recapacitación y evaluación de uso de EPP en el personal de la UCIN.
5. Realizar recapacitación y evaluación de limpieza y desinfección de superficies en el área de la UCIN.
6. Tamizar al 100% de los bebés hospitalizados en el momento del brote.
7. Gestionar la remisión de los bebés hospitalizados durante el brote a otras instituciones de salud de la ciudad.
8. Mientras se llevan a cabo las remisiones, minimizar el contacto en los horarios de almuerzos haciéndolos alternos, restringir las reuniones tanto en la UCIN como en los demás servicios de la institución.
9. En conjunto con la junta directiva institucional se decide el cierre temporal de la UCIN y se restringe la atención de alto riesgo obstétrico (ARO) en el servicio de ginecología disminuyendo el riesgo de hospitalización de los recién nacidos.

10. Hacer de obligatorio cumplimiento el uso de EPP a los trabajadores de la salud mientras se encuentren dentro de la institución.
11. Toma de la temperatura del personal al ingresar a la institución a su turno laboral.
12. Reporte diario de sintomatología respiratoria del personal de salud, previo al inicio del turno, por medio de una encuesta electrónica.
13. Seguimiento del uso correcto y estado de los EPP.

DISCUSIÓN

El COVID-19 es una enfermedad nueva, altamente contagiosa y que ha cambiado el estilo de vida de gran parte del mundo. El personal de salud ha tenido un reto sumamente importante al brindar un servicio de atención en el cual se expone constantemente al contagio, es por ello, que las sociedades científicas han dirigido todos sus esfuerzos en estudiar y definir los EPP adecuados para disminuir la probabilidad del contagio y garantizar que el personal de salud labore de manera segura.

Éste estudio recalcó que, no solo los pacientes son fuentes de contagio, el mismo personal de salud lo es y puede adquirir el virus al igual que cualquier otra persona en distintos sitios, en la calle, en el supermercado, en su residencia, en el transporte público, demarcando así la importancia del distanciamiento en el turno de trabajo y el uso constante y adecuado de los EPP, incluso con los compañeros de trabajo. La limpieza y desinfección frecuente de superficies es fundamental para cortar la cadena de transmisión del COVID-19, así como la higienización de manos (en los 5 momentos establecidos por la OMS); acciones que son de responsabilidad individual.

Entre las limitaciones presentadas en el estudio está que, no todos los contagiados se practicaron la prueba para COVID-19 en el laboratorio institucional, lo que por estandarización de la prueba generó resultados que debieron ser confirmados, considerando que todo personal de salud contagiado no se debe incorporar a sus labores hasta no tener una prueba negativa después de los 14 días de la primera prueba. Además, el conocimiento actual de la reinfección en el 2% de los contagios.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se logró identificar el brote inmediatamente al tener los resultados de los dos primeros casos. El estudio de la noción de contagio permitió establecer el caso índice y los factores de riesgo que desencadenaron el brote y con ello las medidas de control y prevención a implementar en la URN y en la institución en general. De acuerdo con los factores de riesgo identificados en el brote, se clasifica la URN como un servicio con alto riesgo de probabilidad de contagio, dentro de la matriz de identificación de peligros, evaluación y valoración del riesgo de la institución.

Posteriormente al cumplimiento del tiempo de aislamiento y las pruebas negativas, se reabre la URN cohortizando pacientes y personal de salud, y se retomó la atención de alto riesgo obstétrico (ARO) en el servicio de ginecología y obstetricia.

Como recomendación general, es importante continuar con el seguimiento del cumplimiento de las normas de bioseguridad, determinadas por el Ministerio de salud y adoptadas por la institución.

Conflictos de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

Fuentes de financiación

Este estudio fue realizado con recursos propios de los autores.

REFERENCIAS

1. CovidReference06_es.
2. Martínez MLO, Duran MEM, García OEP, Bonilla HQ, Rubio ALG. Protocolo de Vigilancia en Salud Pública.
3. Rodríguez JHU. GUILLERMO ALFONSO JARAMILLO MARTÍNEZ ministro de Salud y Protección Social.

JOSÉ WEVERTON ALMEIDA-BEZERRA: Possui graduação em Ciências Biológicas (Licenciatura) pela Universidade Regional do Cariri - URCA (2017), Especialista em Microbiologia pela Faculdade de Venda Nova do Imigrante - FAVENI (2020), e possui Mestrado (2020) e Doutorado (2023) em Biologia Vegetal pela Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, com foco em Botânica Aplicada e Etnobotânica. Atualmente, é Bolsista de Pós-Doutorado no Departamento de Química Biológica (PPQB) da Universidade Regional do Cariri - URCA. Foi listado no ranking *AD Scientific Index* (2024) como um dos principais pesquisadores (25º lugar) da Universidade Regional do Cariri. A Dra. Almeida-Bezerra atuou como professora no programa de Ciências Biológicas da URCA, Campus Missão Velha, ministrando cursos como Microbiologia, Parasitologia, Tese I, Tese II e Entomologia. Além disso, atuou como docente no Departamento de Ciências Biológicas do Programa de Residência Multiprofissional em Saúde Pública da URCA. É membro das equipes de pesquisa do Laboratório de Micologia Aplicada do Cariri (LMAC) e do Laboratório de Microbiologia e Biologia Molecular (LMBM), ambos da URCA. Sua especialidade reside na investigação das atividades biológicas de produtos naturais e sintéticos contra agentes etiológicos de doenças infecciosas e parasitárias. Além disso, ele é revisor *ad hoc* de vários periódicos, como *Antibiotics-Basel* (ISSN: 2079-6382; IF: 5.222) e *Applied Sciences* (ISSN: 2076-3417; IF: 2.835).

MARIA ÉRIKA DE OLIVEIRA SILVA: Possui graduação em Biomedicina pelo Centro Universitário Doutor Leão Sampaio- UNILEÃO (2019). Pós-graduanda em Microbiologia e Hematologia e Imuno-hematologia pela Faculdade de Venda Nova do Imigrante - FAVENI (2025). Atuou como ministrante de aulas das eletivas de Microbiologia e Práticas laboratoriais, na escola estadual Presidente Geisel, no primeiro semestre de 2020. Participou como membro da direção da liga acadêmica de Farmacologia- LAFARM de 2017 à 2018, pelo Centro Universitário Doutor Leão Sampaio- UNILEÃO. Atuou como biomédica voluntária na cidade de Abaiara - Ceará no período de 6 meses em 2023.

ADEMAR MAIA FILHO: Mestre em Desenvolvimento Regional Sustentável pela Universidade Federal do Cariri (2019), possui graduação em Ciências Biológicas (URCA/2008) e no Curso de Tecnologia em Recursos Hídricos / Saneamento Ambiental (Instituto CENTEC/2005), é especialista em Educação Ambiental (URCA/2008), em Engenharia Sanitária e Ambiental (Instituto CENTEC/2020) e em Saúde Coletiva (URCA 2023). Tem experiência nas áreas das Ciências Ambientais e Ciências da Saúde em contextos interdisciplinares, com ênfase na saúde coletiva, ambiental e sanitária, tendo participado de diversas pesquisas e projetos com temas relacionados a promoção da Saúde e Segurança Alimentar e Nutricional, na perspectiva da cultura alimentar, agroecologia, economia solidária, saneamento ambiental, saúde e segurança do trabalhador e sustentabilidade. Tem

experiência em laboratórios, atuando no Laboratório de Análise Físico-química de Águas e Efluentes (FATEC Cariri); Laboratório de Análise Microbiológica de Águas e Efluentes (FATEC Cariri); Laboratório Didático de Química (CVTEC Barbalha); e no Laboratório Didático de Biologia (CVTEC Barbalha). Coordenou o Curso Técnico em Agricultura (Instituto CENTEC 2011/2015) e foi Professor do Cursos: Técnico em Fruticultura; Técnico em Agricultura e do Técnico em Meio Ambiente (Instituto CETEC-2007/2017). Trabalhou como Técnico em Saneamento em Processos de Levantamento Topográfico e Regularização Fundiária e Áreas rurais (IDACE), e como Professor Pesquisador junto a comunidades rurais agroecológicas e de empreendimentos rurais de economia solidária (UFCA).

A

Água subterrânea 21, 22, 32, 33

Alcaloides 2, 54

Antioxidante 11, 12, 13, 15, 17, 19, 20, 53, 57, 59, 70, 72

Antioxidantes 13, 14, 20, 50, 51, 59, 62, 75

B

Biodiversidade 76

C

Candida 70, 71, 73, 75, 76

Coliformes totais 21, 23, 24, 26, 27, 31, 33

Compostos ativos 2

Compostos fenólicos 50, 51, 52, 54, 55, 56, 70, 72, 73, 75, 76

Conservação 64, 69

Contaminação 27, 31

COVID-19 47, 79, 80, 81, 82, 83, 84

Cromatografia líquida 50, 51, 54

D

Drosophila melanogaster 50, 51, 58, 59, 61, 62

Dureza total 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 32, 34

E

Escherichia coli 21, 22, 23, 70, 71, 74, 75, 76, 77, 78

Etnobotânica 2, 86

F

Fibra 11, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 20

Fitoquímica 2, 50, 51, 53, 75

Flavonoides 2, 12, 50, 51, 54, 55, 56, 59, 75

I

Índice de Fisher 35, 42

Índice de Shannon 35, 42

Irrigação 65, 66, 67, 69

L

Lipídios 54

M

Medicina tradicional 2, 46, 47, 50, 51, 52

P

pH da água 63, 65, 66, 69

Potabilidade 21, 27, 29, 33

Proteínas 11, 15, 16, 17, 53

R

Resistência microbiana 70, 75

RT-PCR 79

S

Saponinas 2

Saúde pública 21, 22, 24, 57, 86

Sesquiterpenos 70

Staphylococcus aureus 70, 71, 73, 75, 76, 77, 78

Sustentabilidade 33, 86

T

Trepadeira 63, 65

V

Volume coletado 63

Fundamentos da vida

Explorando

as Ciências

Biológicas

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Fundamentos da vida

Explorando

as Ciências

Biológicas

 www.arenaeditora.com.br

 contato@arenaeditora.com.br

 [@arenaeditora](https://www.instagram.com/arenaeditora)

 www.facebook.com/arenaeditora.com.br