

Ana Lída Madeira de Sousa¹

Renato Mesquita Peixoto²

Juscilânia Furtado Araújo³

¹Faculdade Luciano Feijão (FLF)

²Universidade Estadual do Ceará (UECE)

³Centro Universitário UNINTA

Autor para correspondência:

Ana Lída Madeira de Sousa

lidia.madeira@flucianofejiao.com.br

Submetido em: 01/12/2024

Aprovado em: 29/12/2024



Copyright (c) 2024 - Scientia - Revista de Ensino, Pesquisa e Extensão - Faculdade Luciano Feijão - Núcleo de Publicação e Editoração - This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DA *Moringa Oleífera* EM ESTUDOS IMUNOLÓGICOS E REPRODUTIVOS

BIOTECHNOLOGICAL POTENTIAL OF *Moringa Oleífera* UNDER STUDIES IMMUNOLOGICAL AND REPRODUCTIVE

Resumo

A *Moringa oleífera*, originária das regiões do sul da Ásia, recebeu o codinome de “árvore da vida” graças à sua rica composição bioativa garantindo um grande potencial biotecnológico em estudos farmacológicos, nutricionais, imunológicos e reprodutivos provenientes de suas folhas, flores, frutos, caules e raízes. Dessa forma, o objetivo dessa revisão é elucidar a importância do potencial biotecnológico da *M. oleífera* dentro do contexto imunológico e reprodutivo. Nos estudos imunológicos, seus polifenóis, flavonoides e isotiocianatos demonstram propriedades imunomoduladoras, estimulando a produção de citocinas e fortalecendo a resposta imunológica, especialmente em condições de imunossupressão, proporcionando também, ação antimicrobiana no patógenos bacterianos, virais e fúngicos. Nos estudos reprodutivos, a *Moringa* mostrou melhorar a qualidade do sêmen, aumentando a contagem e a motilidade espermática em modelos animais, enquanto protege contra danos oxidativos nos testículos, auxilia também na regulação hormonal e na proteção do endométrio e ovários. Com aplicações promissoras, *Moringa oleífera* pode ser utilizada no desenvolvimento de imunomoduladores, terapias de fertilidade, contraceptivos e antioxidantes naturais, oferecendo alternativas terapêuticas eficazes e de baixo custo para a saúde humana e animal. Esses atributos reforçam seu papel como uma fonte valiosa para pesquisas biotecnológicas.

Palavras-chave: Fitoterápicos. Biotecnologia. Sistema Imunológico. Sistema Reprodutivo.

Abstract

Moringa oleifera, native to the southern regions of Asia, has earned the nickname "tree of life" due to its rich bioactive composition, ensuring significant biotechnological potential in pharmacological, nutritional, immunological, and reproductive studies derived from its leaves, flowers, fruits, stems, and roots. Therefore, the objective of this review is to elucidate the importance of the biotechnological potential of *M. oleifera* within the immunological and reproductive context. In immunological studies, its polyphenols, flavonoids, and isothiocyanates exhibit immunomodulatory properties by stimulating cytokine production and strengthening the immune response, particularly under immunosuppressive conditions, also providing antimicrobial activity against bacterial, viral, and fungal pathogens. In reproductive studies, *Moringa* has been shown to improve semen quality by increasing sperm count and motility in animal models while protecting against oxidative damage to the testes, also helping in hormonal regulation and the protection of the endometrium and ovaries. With promising applications, *Moringa oleifera* can be used in the development of immunomodulators, fertility therapies, contraceptives, and natural antioxidants, offering effective and cost-efficient therapeutic alternatives for both human and animal health. These attributes reinforce its role as a valuable resource for biotechnological research.

Keywords: Phytotherapeutics. Biotechnology. Immune System. Reproductive System.

INTRODUÇÃO

O estudo da fitoterapia é um âmbito da ciência que vem se destacando com substâncias atuantes nas áreas imunológicas e reprodutivas aplicadas à saúde animal e humana. Nesse contexto, tem-se observado o direcionamento de inúmeros estudos voltados para *Moringa oleífera* (*M. oleífera*), já que a mesma demonstra resultados relevantes nestas áreas (ARÉVALO-HÍJAR et al., 2018; BARAKAT et al., 2015; EL SHANAWANY et al., 2019; GARCIA et al., 2019; XIONG et al., 2020). As folha e sementes desta planta, em estudo *in vivo*, aumentaram a proliferação de linfócitos, monócitos e macrófagos em murinos (ANUDEEP et al., 2016). Além de ter desempenhado, *in sílico*, efeito imunomodulador contra as proteínas do Sars-Cov-2 (SEN et al., 2021).

A *M. oleífera* é uma planta de uso medicinal nativa do Sul da Ásia, principalmente nas regiões da Índia e do Himalaia, possuindo também, ampla distribuição geográfica na América do Sul e Central e em países com o Afeganistão, Nepal, Bangladesh, Sri Lanka, Filipinas e Camboja (BHATTACHARYA et al., 2018). Quanto a classificação taxonômica, pertence à ordem Brassicales, da família das Moringaceae, com gênero *Moringa* e espécie *M. oleífera* Lam (MAHMOOD et al., 2010) e no Brasil, é popularmente conhecida como acácia branca, lírio branco, quiabo-de-quina, morigueiro ou somente moringa (PEREIRA et al., 2016).

Em geral, o potencial biotecnológico de espécies vegetais está associado aos metabólitos secundários, os quais compostos fenólicos, nitrogenados e terpenóides concentram a maior parte das substâncias que demonstram ação biológica. Tais compostos orgânicos são frutos de reações primárias que ocorrem nas estruturas celulares dos vegetais, com formação inicial de metabólitos vitais e posteriormente de compostos orgânicos que desenvolvem propriedades farmacológicas (CUNHA et al., 2016).

Desse modo, através de pesquisas com produtos naturais consegue-se identificar compostos bioativos, os quais após validação passam a ser incorporados a protocolos terapêuticos e reprodutivos, tornando-se uma estratégia alternativa, seja com fins preventivos ou de tratamento. Portanto, objetiva-se com a presente revisão elucidar a importância do potencial biotecnológico da *M. oleífera* dentro do contexto imunológico e reprodutivo.

MORFOLOGIA DA *Moringa Oleífera*

Morfologicamente a *Moringa* possui porte arbóreo médio que pode atingir de 10 a 12 m de altura, com uma copa larga de crescimento rápido e de fácil propagação. Suas folhas possuem cerca de 25 a 60 cm, compostas bipinadas ou tripinadas, com coloração verde-clara. O caule é de madeira leve, de coloração marrom esbranquiçada. As inflorescências (flores) são bissexuais e de coloração branca. Os frutos são vagens pendulares e trilobadas medindo, geralmente, entre 18 e 50 cm de comprimento. As sementes apresentam tegumento marrom-escuro e finas asas esbranquiçadas em cada um de seus três ângulos (Figura 1) (MOBARAK et al., 2017; SOUSA, 2020).

Figura 1 - Estruturas morfológicas de *Moringa oleifera*. A- Hábito arbóreo. B- Caule. C- Flor. D- Folhas e frutos verdes e maduros.



Fonte: Sousa (2020).

COMPOSIÇÃO FITOQUÍMICA, APLICAÇÕES FARMACOLÓGICAS E ANTIOXIDANTES

A *M. oleifera* é uma planta muito valorizada na medicina popular tradicional devido a seu potencial farmacológico. Essa aplicabilidade ocorre devido à sua composição fitoquímica que está presente nas folhas, frutos, sementes, caule e raízes estudadas (BHATTACHARYA et al., 2018). Ao longo da planta pode ser encontrada uma variedade imensa de bioativos com várias propriedades. Dentre eles, os mais comuns são os flavonoides, taninos, saponinas, terpenóides, carotenóides, alcaloides, os tocoferóis (α , γ , δ), os ácidos fenólicos, ácidos graxos poli-insaturados, além de sacarose e vários minerais e vitaminas de importância nutricional (BHATTACHARYA et al., 2018; GARCÍA-BELTRÁN et al., 2020; LIU et al., 2020; MAHMOOD et al., 2010; PANDEY et al., 2012).

Seu potencial farmacológico é variado podendo ser evidenciados relatos de ação analgésica (ADEDAPPO et al., 2015; KUMBHARE; SIVAKUMAR, 2011), anti-inflamatória (ADEDAPPO et al., 2015), antipirético (AHMAD et al., 2014), anticâncer (KOU et al., 2018) hepatoprotetor (KOU et al., 2018), gastroprotetor e anti-úlceras (DHIMMAR et al., 2015). Desempenhou também redução na pressão arterial, melhorando as funções cardiovasculares (RANDRIAMBOAVONJY et al., 2016), os índices de massa corporal (NAHAR et al., 2016) e diabetes (YASSA; TOHAMY, 2014) em ratos. Além também de demonstrar efeitos antiepiléptico (FATHIMA et al., 2015), antiasmático (GOYAL et al., 2009), antialérgicas (HAGIWARA et al., 2016) e função cicatrizante (MUHAMMAD et al., 2016). Obteve também atividade anti-helmíntica (DE MEDEIROS et al., 2018), antibacteriana (ARÉVALO-HÍJAR et al., 2018), antifúngicas (GARCIA et al., 2019), antiviral (XIONG et al., 2020), imunomoduladora (EL SHANAWANY et al., 2019) e antidiarreicas (CHOUDHURY et al., 2013).

As propriedades antioxidante da moringa já foram observadas, principalmente, em suas partes aéreas, como os frutos e as folhas (LUQMAN et al., 2012; XU et al., 2019) e em menores quantidades

nas raízes (XU et al., 2019). Todavia, as folhas são consideradas maiores fontes de antioxidantes (AA et al., 2017; XU et al., 2019) com propriedades fitoquímicas relatadas em testes com células do epitélio mamário bovino (LIU et al., 2020), células embrionárias de rim humano (HEK 293) (VONGSAK et al., 2015) e em células leucocitárias de peixes (GARCÍA-BELTRÁN et al., 2020). Além disso, em estudos in vivo, utilizando extratos etanólicos provenientes das folhas e frutos em camundongos/ratos demonstraram a redução do malondialdeído (MDA) e o aumento da glutathiona (GSH) (LUQMAN et al., 2012) e também uma eficácia terapêutica contra o N-acetil-p-aminofenol (APAP) (KARTHIVASHAN et al., 2016). Ademais, o efeito antioxidante férrico redutor (FRAP) (HE et al., 2018) e a ação contra os 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) e 2,2'-azinobis-[3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid (ABTS)] da moringa também já foi observado (XU; CHEN; GUO, 2019).

APLICAÇÕES DA *M. Oleífera* E SEUS EFEITOS NOS PROCESSOS IMUNOLÓGICOS E REPRODUTIVOS

O uso da fitoterapia no tratamento de problemas imunológicos e reprodutivos pode ser considerado com uma alternativa viável aos medicamentos industrializados, uma vez que, em países em desenvolvimento, esses fármacos são caros e/ou inacessíveis (EL SHANAWANY et al., 2019; RATES, 2001). A *M. oleífera* vem sendo usada popularmente e com acompanhamento científico na melhoria dos sistemas imunológico (MONERA-PENDUKA et al., 2017) e reprodutivo (CAJUDAY; POCSIDIO, 2010) em humanos e em animais (BHATTACHARYA et al., 2018; GARCÍA-BELTRÁN et al., 2020; LIU et al., 2020; MAHMOOD et al., 2010; PANDEY et al., 2012).

Atividade imunológica

A *M. oleífera* possui um polissacarídeo denominado MOP-3, na composição de suas folhas, que atua na atividade imunomoduladora, aumentando significativamente a capacidade pinocítica e aumentar a secreção de espécies reativas de oxigênio (ROS), óxido nítrico (NO), interleucina-6 (IL-6) e fator de necrose tumoral- α (TNF- α) em macrófagos-RAW de camundongos, podendo ser utilizado em terapias de hip imunidade (LI et al., 2020). Além disso, o extrato proveniente das folhas dessa planta manteve a viabilidade celular, modulou a atividade das enzimas colinérgicas e purinérgicas em células da microglia-BV de ratos, devido seus componentes fitoquímicos, dentre eles, ácido clorogênico, rutina; pentosídeo de quercetina, evidenciando assim, um potencial terapêutico imunoneural (ADEFEGHA et al., 2021).

Ademais, em leucócitos de camundongos, o extrato etanólico das sementes desta planta, aumentou a atividade imunológica dessas células, sugerindo que as sementes possuem atividade imunossupressora (MAHAJAN; MEHTA, 2010). Adicionalmente, os extratos das folhas dessa planta produziram resposta imunológica celular e humoral em camundongos infectados com a *Pasteurella multocida* bovina, aumentou significativamente os níveis de imunoglobulinas séricas e aumentou significativamente o título de anticorpos circulantes no teste de hemaglutinação indireta nos animais vivos. Já *in vitro*, esse extrato produziu um aumento significativo na adesão de neutrófilos, atenuação da neutropenia induzida pela ciclofosfamida e aumento do índice fagocítico no ensaio de depuração de carbono (SUDHA et al., 2010).

Atividade reprodutiva

No trato reprodutivo de fêmeas, os extratos aquosos das folhas e raízes de *M. oleífera* contribuíram para o aumento da foliculogênese em ovários policísticos (AMELIA *et al.*, 2018) e também para o desenvolvimento da histoarquitetura uterina, conforme revelado pelo aumento da altura do epitélio luminal, glândulas bem desenvolvidas, estroma frouxo e rica vascularização do órgão em ratas (SHUKLA *et al.*, 1989). Em ovelhas, o uso dos extratos etanólico associado a suplementação hormonal com gonadotrofina melhorou a taxa de maturação de oócitos (BARAKAT *et al.*, 2015). Ademais, na espécie humana, o consumo pó das folhas, como suplementação alimentar, reduziu o estresse oxidativo no período da menopausa (KUSHWAHA *et al.*, 2014).

Quanto à produção hormonal, o uso desta planta ajudou a controlar os índices baixos de testosterona em estudo em ratos machos (ABARIKWU *et al.*, 2017). Em fêmeas da mesma espécie, houve o controle da esteroidogênese, com melhor produção de estrogênio e progesterona, redução dos níveis de antioxidantes e melhoria da histoarquitetura uterina (JANA *et al.*, 2020). Moichela *et al.* (2020) afirmam que o efeito androgênico da moringa pode ser atribuído às suas atividades de enzimas antioxidantes, contribuindo assim para a redução dos danos fisiológicos causados pelas Espécies Reativas de Oxigênio (EROS), quando presentes em excesso, podem comprometer vários em aspectos, incluindo a foliculogênese, maturação, ovulação e luteólise (SILVA *et al.*, 2020).

Na Tabela 1 estão dispostos outros efeitos da *Moringa oleífera* no trato reprodutivo em várias espécies de animais e até do uso em humanos.

Tabela 1 - Efeitos benéficos da *M. oleífera* no trato reprodutivo em várias espécies.

Parte da Planta /Extrato	Princípio ativo	Espécie animal	Efeito no trato Reprodutivo	Referência
Extrato hexano das folhas	Flavonoides	Camundongos Machos	Aumento da contagem espermática	(CAJUDAY, POCSIDIO, 2010)
Extrato etanólico das folhas	Flavonoides (<i>quercetina</i>)	Camundongos Machos	Proteção contra a ciclofosfamida nas células espermatozóides	(NAYAK <i>et al.</i> , 2016)
Consumo das folhas	Não citado	Coelhos	Aumento do desempenho reprodutivo	(ODEYINKA <i>et al.</i> , 2008)
Extrato etanólico das folhas	<i>Quercetina</i>	Carneiro	Melhorou o mecanismo de defesa antioxidante do plasma seminal	(SHOKRY <i>et al.</i> , 2020)
Pó das folhas	Não citado	Peixes zebra	Aumento na produção de ovos e células espermáticas	(PAUL <i>et al.</i> , 2013)
Folhas secas	Vitamina A	Não citado	Auxilia nos processos fisiológicos da reprodução e no desenvolvimento embrionário	(LEONE <i>et al.</i> , 2015, VERGARA-JIMENEZ <i>et al.</i> , 2017)
Consumo do Fruto	Não citado	Homens	Aumento da libido	(CAJUDAY, POCSIDIO, 2010)
Extrato aquoso de folhas	Não citado	Homens	Inibiu a produção de superóxido livre de espermatozoides e preservou a integridade do DNA	(MOICHELA <i>et al.</i> , 2020)

Fonte: Própria.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com aplicações promissoras, *Moringa oleifera* pode ser utilizada no desenvolvimento de imunomoduladores, terapias de fertilidade, contraceptivos e antioxidantes naturais, oferecendo alternativas terapêuticas eficazes e de baixo custo para a saúde humana e animal.

M. oleifera detém enormes potenciais de uso, vindo seus metabólitos secundários serem passíveis de compor protocolos com fins de preventivos e até mesmo de tratamento contra enfermidades que afetam a saúde animal e humana. Todavia, a validação de suas propriedades farmacológicas carece de pesquisas que evidenciam se tais ações ocorrem mediante compostos isolados ou em ação sinérgica.

REFERÊNCIAS

ADEPOJU-BELLO, A. A.; JOLAYEMI, O. M.; EHIANETA, T. S.; AYOOLA, G. A. Preliminary phytochemical screening, antioxidant and antihyperglycaemic activity of *Moringa oleifera* leaf extracts. **Pakistan journal of pharmaceutical sciences**, v. 30, n. 6, 2017.

ABARIKWU, S. O.; BENJAMIN, S.; EBAH, S. G.; OBILOR, G.; AGBAM, G. Oral administration of *Moringa oleifera* oil but not coconut oil prevents Mercury induced testicular toxicity in rats. **Andrologia**, v. 49, n. 1, p. e12597, 2017.

ADEDAPO, A. A.; FALAYI, O. O.; OYAGBEMI, A. A. Evaluation of the analgesic, anti-inflammatory, antioxidant, phytochemical and toxicological properties of the methanolic leaf extract of commercially processed *Moringa oleifera* in some laboratory animals. **Journal of basic and clinical physiology and pharmacology**, v. 26, n. 5, p. 491–499, 2015.

ADEFEGHA, S. A.; ASSMANN, C. E.; SCHETINGER, M. R. C.; DE ANDRADE, C. M.; EMANUELLI, T. *Moringa oleifera* modulates cholinergic and purinergic enzymes activity in BV-2 microglial cells. **Metabolic Brain Disease**, v. 36, n. 4, p. 627–638, 2021.

AHMAD, S.; SHAH, S. M.-A.; ALAM, M. K.; USMANGHANI, K.; AZHAR, I.; AKRAM, M. Antipyretic activity of hydro-alcoholic extracts of *Moringa oleifera* in rabbits. **Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 27, n. 4, p. 931–934, 2014.

AMELIA, D.; SANTOSO, B.; PURWANTO, B.; MIFTAHUSSURUR, M.; JOEWONO, H. T.; BUDIONO. Effects of *Moringa oleifera* on Insulin Levels and Folliculogenesis in Polycystic Ovary Syndrome Model with Insulin Resistance. **Immunology, Endocrine & Metabolic Agents in Medicinal Chemistry**, v. 18, n. 1, p. 22–30, 2018.

ANUDEEP, S.; PRASANNA, V. K.; ADYA, S. M.; RADHA, C. Characterization of soluble dietary fiber from *Moringa oleifera* seeds and its immunomodulatory effects. **International journal of biological macromolecules**, v. 91, p. 656–662, 2016.

ARÉVALO-HÍJAR, L.; AGUILAR-LUIS, M. Á.; CABALLERO-GARCÍA, S.; GONZÁLES-SOTO, N.; VALLE-MENDOZA, D. Antibacterial and cytotoxic effects of *Moringa oleifera* (moringa) and *Azadirachta indica* (neem) methanolic extracts against strains of *Enterococcus faecalis*. **International journal of dentistry**, v. 2018, 2018.

BARAKAT, I. A. H.; KHALIL, W. K. B.; AL-HIMAIDI, A. R. *Moringa oleifera* extract modulates the

expression of fertility related genes and elevation of calcium ions in sheep oocytes. **Small Ruminant Research**, v. 130, p. 67–75, 2015.

BHATTACHARYA, A.; TIWARI, P.; SAHU, P. K.; KUMAR, S. A review of the phytochemical and pharmacological characteristics of *Moringa oleifera*. **Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences**, v. 10, n. 4, p. 181, 2018.

CAJUDAY, L. A.; POCSIDIO, G. L. Effects of *Moringa oleifera* Lam.(Moringaceae) on the reproduction of male mice (*Mus musculus*). **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 4, n. 12, p. 1115–1121, 2010.

CHOUDHURY, S.; SHARAN, L.; SINHA, M. P. Antidiarrhoeal potentiality of leaf extracts of *Moringa oleifera*. **Current Journal of Applied Science and Technology**, p. 1086–1096, 2013.

DE MEDEIROS, M. L. S.; DE MOURA, M. C.; NAPOLEÃO, T. H.; PAIVA, P. M. G.; COELHO, L. C. B. B.; BEZERRA, A. C. D. S.; DA SILVA, M. D. C. Nematicidal activity of a water soluble lectin from seeds of *Moringa oleifera*. **International journal of biological macromolecules**, v. 108, p. 782–789, 2018.

DHIMMAR, N.; PATEL, N. M.; GAJERA, V.; LAMBOLE, V. Pharmacological activities of *Moringa oleifera*: an overview. **Research Journal of Pharmacy and Technology**, [s. l.], v. 8, n. 4, p. 476–480, 2015.

EL SHANAWANY, E. E.; FOUAD, E. A.; KESHTA, H. G.; HASSAN, S. E.; HEGAZI, A. G.; ABDEL-RAHMAN, E. H. Immunomodulatory effects of *Moringa oleifera* leaves aqueous extract in sheep naturally co-infected with *Fasciola gigantica* and *Clostridium novyi*. **Journal of Parasitic Diseases**, [s. l.], v. 43, n. 4, p. 583–591, 2019.

FATHIMA, S. N.; VASUDEVAMURTHY, S.; RAJKUMAR, N. A review on phytoextracts with antiepileptic property. **Journal of Pharmaceutical Sciences and Research**, v. 7, n. 11, p. 994, 2015.

GARCIA, T. B.; SOARES, A. A.; COSTA, J. H.; COSTA, H. P. S.; NETO, J. X. S.; ROCHA-BEZERRA, L. C. B.; SILVA, F. D. A.; ARANTES, M. R.; SOUSA, D. O. B.; VASCONCELOS, I. M. Gene expression and spatiotemporal localization of antifungal chitin-binding proteins during *Moringa oleifera* seed development and germination. **Planta**, [s. l.], v. 249, n. 5, p. 1503–1519, 2019.

GARCÍA-BELTRÁN, J. M.; MANSOUR, A. T.; ALSAQUFI, A. S.; ALI, H. M.; ESTEBAN, M. Á. Effects of aqueous and ethanolic leaf extracts from drumstick tree (*Moringa oleifera*) on gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) leucocytes, and their cytotoxic, antitumor, bactericidal and antioxidant activities. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 106, p. 44–55, 2020.

GOYAL, B. R.; GOYAL, R. K.; MEHTA, A. A. Investigation into the mechanism of anti-asthmatic action of *Moringa oleifera*. **Journal of dietary supplements**, v. 6, n. 4, p. 313–327, 2009.

HAGIWARA, A.; HIDAKA, M.; TAKEDA, S.; YOSHIDA, H.; KAI, H.; SUGITA, C.; WATANABE, W.; KUROKAWA, M. Anti-allergic action of aqueous extract of *Moringa oleifera* Lam. leaves in mice. **European Journal of Medicinal Plants**, p. 1–10, 2016.

HE, T.-B.; HUANG, Y.-P.; HUANG, Y.; WANG, X.-J.; HU, J.-M.; SHENG, J. Structural elucidation and antioxidant activity of an arabinogalactan from the leaves of *Moringa oleifera*. **International journal of biological macromolecules**, [s. l.], v. 112, p. 126–133, 2018.

JANA, S.; CHATTOPADHYAY, S.; DEY, A.; PERVEEN, H.; DOLAI, D. Involvement of metallothionein, homocysteine and B-vitamins in the attenuation of arsenic-induced uterine disorders in response to the

oral application of hydro-ethanolic extract of *Moringa oleifera* seed: a preliminary study. **Drug and chemical toxicology**, v. 43, n. 1, p. 1–12, 2020.

KARTHIVASHAN, G.; KURA, A. U.; ARULSELVAN, P.; ISA, N. M.; FAKURAZI, S. The modulatory effect of *Moringa oleifera* leaf extract on endogenous antioxidant systems and inflammatory markers in an acetaminophen-induced nephrotoxic mice model. **PeerJ**, [s. l.], v. 4, p. e2127, 2016.

KOU, X.; LI, B.; OLAYANJU, J. B.; DRAKE, J. M.; CHEN, N. Nutraceutical or pharmacological potential of *Moringa oleifera* Lam. **Nutrients**, v. 10, n. 3, p. 343, 2018.

KUMBHARE, M.; SIVAKUMAR, T. Anti-inflammatory and analgesic activity of stem bark of *Moringa oleifera*. **Pharmacologyonline**, v. 3, p. 641–650, 2011.

KUSHWAHA, S.; CHAWLA, P.; KOCHHAR, A. Effect of supplementation of drumstick (*Moringa oleifera*) and amaranth (*Amaranthus tricolor*) leaves powder on antioxidant profile and oxidative status among postmenopausal women. **Journal of food science and technology**, v. 51, n. 11, p. 3464–3469, 2014.

LI, C.; DONG, Z.; ZHANG, B.; HUANG, Q.; LIU, G.; FU, X. Structural characterization and immune enhancement activity of a novel polysaccharide from *Moringa oleifera* leaves. **Carbohydrate polymers**, v. 234, p. 115897, 2020.

LIU, J.; MA, G.; WANG, Y.; ZHANG, Y. *Moringa oleifera* leaf flavonoids protect bovine mammary epithelial cells from hydrogen peroxide-induced oxidative stress in vitro. **Reproduction in Domestic Animals**, 2020.

LUQMAN, S.; SRIVASTAVA, S.; KUMAR, R.; MAURYA, A. K.; CHANDA, D. Experimental assessment of *Moringa oleifera* leaf and fruit for its antistress, antioxidant, and scavenging potential using in vitro and in vivo assays. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2012, 2012.

MAHAJAN, S. G.; MEHTA, A. A. Immunosuppressive activity of ethanolic extract of seeds of *Moringa oleifera* Lam. in experimental immune inflammation. **Journal of ethnopharmacology**, v. 130, n. 1, p. 183–186, 2010.

MAHMOOD, K. T.; MUGAL, T.; HAQ, I. U. *Moringa oleifera*: a natural gift-A review. **Journal of Pharmaceutical Sciences and Research**, v. 2, n. 11, p. 775, 2010.

MOBARAK, A. A.; SHALTOUT, K.; ALI, H. I.; BARAKA, D.; ALY, S. Morphological Variability Among *Moringa oleifera* (Lam.) Populations in Egypt. **Egyptian Journal of Botany**, v. 57, n. 1, p. 241–257, 2017.

MOICHELA, F. T.; ADEFOLAJU, G. A.; HENKEL, R. R.; OPUWARI, C. S. Aqueous leaf extract of *Moringa oleifera* reduced intracellular ROS production, DNA fragmentation and acrosome reaction in Human spermatozoa in vitro. **Andrologia**, p. e13903, 2020.

MONERA-PENDUKA, T. G.; MAPONGA, C. C.; WOLFE, A. R.; WIESNER, L.; MORSE, G. D.; NHACHI, C. F. B. Effect of *Moringa oleifera* Lam. leaf powder on the pharmacokinetics of nevirapine in HIV-infected adults: a one sequence cross-over study. **AIDS research and therapy**, v. 14, n. 1, p. 1–7, 2017.

MUHAMMAD, A. A.; ARULSELVAN, P.; CHEAH, P. S.; ABAS, F.; FAKURAZI, S. Evaluation of wound healing properties of bioactive aqueous fraction from *Moringa oleifera* Lam on experimentally induced diabetic animal model. **Drug design, development and therapy**, v. 10, p. 1715, 2016.

NAHAR, S.; FAISAL, F. M.; IQBAL, J.; RAHMAN, M. M.; YUSUF, M. A. Antiobesity activity of *Moringa*

oleifera leaves against high fat diet-induced obesity in rats. **Int J Basic Clin Pharmacol**, v. 5, p. 1263–1268, 2016.

PANDEY, A.; PANDEY, R. D.; TRIPATHI, P.; GUPTA, P. P.; HAIDER, J.; BHATT, S.; SINGH, A. V. *Moringa oleifera* Lam. **Sahijan)-A Plant with a Plethora of Diverse Therapeutic Benefits: An Updated Retrospection. Medicinal and Aromatic Plants**, v. 1, n. 1, p. 1–8, 2012.

PEREIRA, K. T. O.; OLIVEIRA, F. D. A. de; CAVALCANTE, A. L. G.; DANTAS, R. D. P.; OLIVEIRA, M. K. T. de; COSTA, J. P. B. de M. Qualidade de mudas de moringa sob diferentes níveis de nutrientes aplicados via fertirrigação. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 88, p. 497, 2016.

RANDRIAMBOAVONJY, J. I.; LOIRAND, G.; VAILLANT, N.; LAUZIER, B.; DERBRÉ, S.; MICHALET, S.; PACAUD, P.; TESSE, A. Cardiac protective effects of *Moringa oleifera* seeds in spontaneous hypertensive rats. **American journal of hypertension**, v. 29, n. 7, p. 873–881, 2016.

RATES, S. M. K. Promoção do uso racional de fitoterápicos: uma abordagem no ensino de Farmacognosia. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 11, n. 2, p. 57–69, 2001.

SEN, D.; BHAUMIK, S.; DEBNATH, P.; DEBNATH, S. Potentiality of *Moringa oleifera* against SARS-CoV-2: identified by a rational computer aided drug design method. **Journal of Biomolecular Structure and Dynamics**, p. 1–18, 2021.

SHUKLA, S.; MATHUR, R.; PRAKASH, A. O. Histoarchitecture of the genital tract of ovariectomized rats treated with an aqueous extract of *Moringa oleifera* roots. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 25, n. 3, p. 249–261, 1989.

SILVA, L. M.; LUNARDI, F. O.; RODRIGUES, G. Q.; GIRÃO, V. C. C.; RODRIGUES, A. P. R. Importância da utilização de ácido alfa lipóico (ALA) e catalase (CAT) no processo de criopreservação de folículos ovarianos pré-antrais, visando reduzir os danos causados pelo estresse oxidativo. **Revista de Medicina da UFC**, v. 60, n. 1, p. 41-46, 2020.

SOUSA, A. M. P. PROSPECÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE PEPTÍDEOS NEMATICIDAS EM SEMENTES DE *Moringa oleifera* PARA O CONTROLE DE ENDOPARASIToses EM PEQUENOS RUMINANTES. **Tese (doutorado) - Universidade Estadual do Ceará, Rede Nordeste de Biotecnologia, Doutorado em Biotecnologia, Fortaleza**, p. 1689–1699, 2020.

SUDHA, P.; ASDAQ, S. M.; DHAMINGI, S. S.; CHANDRAKALA, G. K. Immunomodulatory activity of methanolic leaf extract of *Moringa oleifera* in animals. **Indian J Physiol Pharmacol**, v. 54, n. 2, p. 133–140, 2010.

VONGSAK, B.; MANGMOOL, S.; GRITSANAPAN, W. Antioxidant activity and induction of mRNA expressions of antioxidant enzymes in HEK-293 cells of *Moringa oleifera* leaf extract. **Planta Med**, v. 81, n. 12–13, p. 1084–1089, 2015.

XIONG, Y.; RIAZ RAJOKA, M. S.; ZHANG, M.; HE, Z. Isolation and identification of two new compounds from the seeds of *Moringa oleifera* and their antiviral and anti-inflammatory activities. **Natural Product Research**, p. 1–9, 2020.

XU, Y.-B.; CHEN, G.-L.; GUO, M.-Q. Antioxidant and anti-inflammatory activities of the crude extracts of *Moringa oleifera* from Kenya and their correlations with flavonoids. **Antioxidants**, v. 8, n. 8, p. 296, 2019.

YASSA, H. D.; TOHAMY, A. F. Extract of *Moringa oleifera* leaves ameliorates streptozotocin-induced

Diabetes mellitus in adult rats. **Acta Histochemica**, v. 116, n. 5, p. 844–854, 2014.

