

Caracterização química e atividade antioxidante da mucilagem em pó de ora-pro-nobis

Tamiris Machado Kobayasi^{a*} , Darío Abel Palmieri^b , Mônica Rosa Bertão^{b*} 

^a Universidade Federal do ABC, Brasil

^b Universidade Estadual Paulista, Brasil

* Autor correspondente (tamiris.kobayasi@ufabc.edu.br)

INFO

Keywords

Pereskia aculeata Mill
mucilage
protein
bioactive compounds

ABSTRACT

Chemical characterization and antioxidant activity of ora-pro-nobis powder mucilage

Pereskia aculeata Mill., known as ora-pro-nobis, is an unconventional food plant (PANC) that has a high protein content, surpassing many other vegetables commonly used in human food. In addition to being a source of protein, this species has bioactive compounds that give it analgesic, anti-inflammatory and antioxidant properties. Ora-pro-nobis presents a mucilage capable of acting as a thickening, emulsifying and gelling agent, characteristics due to the presence of the arabinogalactan biopolymer and its adhesion to the proteins present in the mucilage. The present study aimed at the chemical characterization and determination of the antioxidant activity of powdered ora-pro-nobis mucilage. Protein quantification showed that lyophilized mucilage has a higher protein content than fresh ora-pro-nobis leaves, with an average of 39.55% protein. The evaluation of antioxidant activity showed a positive correlation with the increase in mucilage concentration and total flavonoid content.

RESUMO

Pereskia aculeata Mill., conhecida como ora-pro-nobis, é uma planta alimentícia não convencional (PANC) que possui alto teor de proteínas, superando muitos outros vegetais utilizados habitualmente na alimentação humana. Além de ser fonte de proteínas, esta espécie apresenta compostos bioativos que lhe confere propriedades analgésicas, anti-inflamatórias e antioxidantes. Ora-pro-nobis apresenta uma mucilagem capaz de atuar como agente espessante, emulsificante e gelificante, características devidas à presença do biopolímero arabinogalactana e sua adesão às proteínas presentes na mucilagem. O presente estudo teve como objetivo a caracterização química e a determinação da atividade antioxidante da mucilagem em pó da ora-pro-nobis. A quantificação de proteínas demonstrou que a mucilagem liofilizada tem teor proteico maior do que em folhas frescas de ora-pro-nobis, apresentando média de 39,55 % de proteínas. A avaliação da atividade antioxidante demonstrou correlação positiva com o aumento da concentração da mucilagem e do teor de flavonoides totais.

Palavras-chaves

Pereskia aculeata Mill
mucilagem
proteína
compostos bioativos

Received 25 July 2022; Received in revised from 22 January 2023; Accepted 02 February 2023

INTRODUÇÃO

Pereskia aculeata Mill., conhecida popularmente como ora-pro-nobis, é uma planta alimentícia não convencional (PANC) pertencente à família Cactaceae. Nativa da América do Sul, pode ser encontrada na Argentina e nos Estados Unidos. Apesar de não ser endêmica no Brasil, já foi registrada nas regiões Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul. A planta é de fácil cultivo e propagação e isso ocorre devido a sua baixa demanda hídrica e alta resistência a ataque de pragas e doenças (Zappi et al., 2015).

Possui folhas com alto teor de proteínas, superando muitos outros vegetais utilizados habitualmente. O alto teor de nutrientes e ausência de toxicidade fazem dessa planta um excelente acréscimo para a alimentação humana e animal. Além das proteínas, as folhas também são compostas por grandes quantidades de fibras, minerais, como cálcio e ferro, vitaminas A e C, ácido fólico e outros componentes bioativos, o que as torna uma boa alternativa de alimentos funcionais em regiões subdesenvolvidas devido ao baixo custo e elevado valor nutricional (Takeiti et al., 2009; Almeida et al., 2014, Maciel et al., 2021).

Apesar de muito nutritiva, essa planta ainda não ganhou espaço nos cardápios correspondentes a nossa alimentação habitual. Todavia, algumas regiões já são adeptas ao uso dessa hortaliça não convencional que pode ser empregada como ingrediente em diversas receitas, de forma a elevar o valor nutricional do alimento (Garcia et al., 2019).

Além do potencial nutricional, estudos comprovam uma extensa gama de atividades biológicas por parte desta PANC, como propriedades analgésicas, anti-inflamatórias, antitumorais, antimicrobianas e antioxidantes. Algumas comunidades acabam por utilizá-la na medicina tradicional e em rituais religiosos. Devido a esses aspectos funcionais e fisiológicos, ora-pro-nobis apresenta grande importância ecológica e econômica, um alto potencial a ser explorado e com possíveis aplicações na indústria farmacêutica e alimentícia, podendo colaborar na formulação de novos produtos (Pinto e Scio, 2014). O incentivo ao consumo e cultivo dessa PANC pode trazer grandes benefícios, não só para a culinária, como também para a renda urbana e rural (Telles et al., 2016).

A mucilagem da ora-pro-nobis (MOPN) apresenta estrutura polissacarídica complexa com alto teor do biopolímero arabinogalactana (Souza et al., 2009), sendo constituída por 10,47 % de proteínas e 46,88 % de carboidratos, além de microelementos

como ferro, manganês, zinco e cálcio. Devido a adesão da arabinogalactana aos componentes proteicos na estrutura da mucilagem, esta torna-se capaz de atuar como agente espessante, gelificante e emulsificante (Oliveira et al., 2019). Estudos comprovam a eficácia da arabinogalactana como aditivo em filmes de celulose bacteriana, os quais tornaram-se mais resistentes na presença do biopolímero (Lucyszyn et al., 2016).

Ainda não existem relatos da eficácia da mucilagem de ora-pro-nobis (MOPN) na produção de filmes biopoliméricos, entretanto, levando em consideração suas propriedades químicas e microestruturais, a MOPN apresenta-se como uma alternativa promissora para plásticos biodegradáveis e filmes comestíveis.

Atualmente, estamos em uma época de constantes buscas por inovações tecnológicas, há uma necessidade crescente de fontes renováveis, sustentáveis e de baixo custo para o avanço da ciência e para o desenvolvimento de produtos de qualidade. Assim, o presente trabalho buscou caracterizar quimicamente a mucilagem da ora-pro-nobis e determinar seu potencial antioxidante, evidenciando o valor que esta PANC agregaria se utilizada na como alimento funcional e na produção de filmes biopoliméricos comestíveis.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizadas folhas jovens de *Pereskia aculeata* Miller, obtidas a partir de plantas adultas (Cadastro SisGen ACFE353) cultivadas no Campus da Faculdade de Ciências e Letras de Assis da UNESP (22°38'56,6" S 50°26'09,4" O).

A extração da mucilagem (MOPN) seguiu Oliveira et al. (2019), com modificações. Folhas frescas coletadas de plantas adultas foram lavadas com detergente neutro e enxaguadas com água clorada a 0,003 %. Após secagem em papel de filtro 1,0 Kg de folhas foi homogeneizado com água (2,5 L) em liquidificador a 80 °C, por 10 minutos, até completa trituração. A amostra triturada foi transferida para frascos de vidro âmbar e disposta em banho maria termostático a 65 °C por 6 horas. O extrato obtido foi submetido a duas filtrações (manual e à vácuo) com tecido de organza como elemento filtrante. Após as filtrações, foi realizada a precipitação acrescentando etanol absoluto ao extrato na razão de 1:2 (1,0 L de filtrado: 2,0 L de etanol) e a emulsão centrifugada à 3000 rpm. Após a remoção do etanol, a mucilagem precipitada foi congelada a -20 °C e posteriormente seca em liofilizador (Liotop L101, Liobras) a -40 °C com pressão a vácuo de 0,998 mbar. A mucilagem foi

triturada em cadinho até a obtenção de um pó fino (MOPN) e armazenada em dessecador para uso posterior. O rendimento foi calculado dividindo a massa da mucilagem resultante pela massa inicial de matéria-prima e multiplicando o resultado por



Figura 1 - Extração da mucilagem das folhas de ora-pro-nobis

Para a caracterização química da mucilagem de ora-pro-nobis (MOPN) a determinação da composição centesimal de umidade, cinzas, proteínas, lipídios e fibras foi realizada de acordo com os métodos oficiais da AOAC (2000).

O teor de umidade foi determinado através do método gravimétrico, em estufa (CE 220/81, Cienlab) a 105 °C, durante o período de 6 horas. O procedimento foi realizado com filtro contendo 3,0 g de MOPN. A amostra foi pesada antes de ir para a estufa e ao final do processo de secagem. A análise foi realizada em triplicata e a porcentagem da umidade calculada com base na fórmula:

Umidade (%) = $PU/P \times 100$, onde:

PU = peso inicial – peso final (amostra após secagem)

P = peso da amostra

O teor de cinzas foi determinado através da calcinação de 3,0 g de MOPN. A amostra, contida em cadinho de cerâmica, foi incinerada com bico de Bunsen até se tornar uma massa de carvão, só então o cadinho foi levado à mufla (SP-1200DM/G, LABOR) a 550 °C por 4 horas. A amostra foi resfriada à temperatura ambiente em dessecador e a massa final medida e comparada à massa inicial para determinação da porcentagem de matéria inorgânica. A análise foi realizada em triplicata e a porcentagem de cinzas calculada com base na fórmula:

Cinzas (%) = $PC/P \times 100$, onde:

PC = peso final (amostra após calcinação) – Peso inicial;

P = peso da amostra inicial.

A determinação de proteínas pelo método Kjeldahl foi realizada com 0,1 g de MOPN seca digerida em tubos de digestão com 1,0 g de

100 (Oliveira et al., 2019). As etapas do processo de extração da mucilagem de ora-pro-nobis até a obtenção da mucilagem em pó estão sumarizadas na Figura 1.

catalisador e 3,0 mL de ácido sulfúrico a 350 °C. Após a digestão, os tubos foram resfriados, acrescidos de 5 gotas de fenolftaleína e conectados ao aparelho de destilação (TE-036/1, TECNAL). Foi adicionado NaOH 40 % (m/v) aos tubos de digestão até o aparecimento da coloração rosada para posterior destilação em erlenmeyer de 125 mL contendo uma solução de 10 mL de H₃BO₃ com 2 gotas de vermelho de metila e de verde de bromocresol. O destilado foi titulado com solução de HCl a 0,02 M. A análise foi realizada em triplicata e para a determinação da quantidade de proteína bruta foram utilizadas as equações:

NT (%) = $((V_a - V_b) \times M \times f \times 0,014) / P \times 100$, onde:

NT = teor de nitrogênio total na amostra, em porcentagem;

V_a = volume (mL) da solução de ácido clorídrico gasto na titulação da amostra;

V_b = volume (mL) da solução de ácido clorídrico gasto na titulação do branco;

M = molaridade teórica da solução de ácido clorídrico 0,02 mol/L;

f = fator de correção para o ácido clorídrico 0,02 mol/L;

P = massa da amostra;

PB = NT × F_n, onde:

PB = teor de proteína bruta na amostra, em porcentagem;

F_n = Fator de conversão nitrogênio em proteína 6,25.

O teor de lipídios foi determinado por extração com solvente a quente por Soxhlet (DiogoLab). O procedimento foi realizado com 4,0 g da amostra de MOPN em cartucho de Soxhlet preparado com papel filtro, balão de fundo chato previamente tarado a 105 °C e acoplado ao extrator, e hexano

como solvente. A extração ocorreu de forma contínua por 8 horas, em seguida o balão com o resíduo extraído foi transferido para uma capela para resfriamento à temperatura ambiente. O hexano residual da amostra foi eliminado em rotaevaporador (TE-211, TECNAL). A análise foi realizada em triplicata e a porcentagem de lipídios foi calculada com base na fórmula:

Lipídios (%) = $(PL/P) \times 100$, onde:

PL = peso do balão com gordura – peso do balão antes da extração;

P = peso da amostra.

O teor de fibras brutas foi determinado pelo método da digestão ácida seguida de digestão básica. O procedimento foi realizado com 1,0 g de MOPN em erlenmeyer tarado e pesado, onde primeiramente foram adicionados 100 mL de ácido sulfúrico (H₂SO₄) 1,25 % e a solução foi fervida por 30 minutos. A amostra foi então lavada em peneira de 0,053 mm φ do poro e depois adicionada à 100 mL de hidróxido de sódio (NaOH) 1,25 % retornando à fervura até completar 1 hora. Após a fervura a solução passou por uma segunda lavagem e foi submetida à secagem em estufa a 105 °C. A massa final foi medida e comparada à massa inicial para determinar a porcentagem de fibras brutas. A análise foi realizada em triplicata e a porcentagem de fibras foi calculada com base na fórmula:

% FB = $PF/P \times 100$, onde:

FB = teor de fibra bruta na amostra, em porcentagem;

PF = peso do erlenmeyer com a fibra – peso inicial do erlenmeyer;

P = peso da amostra.

A determinação do conteúdo provável de carboidratos na amostra foi realizada pelo cálculo da diferença entre 100 (percentual total) e a soma dos percentuais encontrados para umidade, cinzas, lipídio, proteína e fibra (Instituto Adolfo Lutz, 2008; Almeida et al., 2014; Barreira et al., 2021).

Para avaliação da capacidade antioxidante da MOPN frente ao radical DPPH. (2,2-difenil-picril-hidrazila), foi utilizada a metodologia descrita por Teixeira et al. (2017), com modificações. As amostras foram preparadas com a mucilagem diluída em etanol nas concentrações de 1, 5, 10 e 15 g L⁻¹. Uma mistura de reação contendo 1 mL de tampão acetato (100 mM pH 5,5), 1,25 mL de etanol PA, 250 µL de solução etanólica de DPPH (500 µM) e 50 µL de amostras. A mistura foi

agitada em misturador vortex, incubada a 25 °C no escuro por 30 min. O controle foi a medição com etanol em substituição aos extratos na solução reacional e para o branco foi utilizado etanol em substituição à solução de DPPH. A absorbância foi mensurada a 517 nm em espectrofotômetro (SP-220, Biospectro). As leituras para as amostras foram acompanhadas de leituras para o controle inicial. As análises foram realizadas em triplicata. O cálculo da atividade antioxidante foi realizado de acordo com a equação:

% AA = $(ABS \text{ Controle} - ABS \text{ Amostra}) / (ABS \text{ Controle}) \times 100$, onde:

ABS Controle = absorbância do DPPH a 517 nm;

ABS Amostra = absorbância das amostras a 517 nm após 30 minutos;

AA = Atividade antioxidante em porcentagem.

A determinação de flavonoides totais foi realizada segundo Teixeira et al. (2017), baseada na complexação dos flavonoides com AlCl₃, com modificações. Alíquotas de 500 µL das amostras de MOPN nas concentrações de 1, 5, 10 e 15 g L⁻¹ foram misturadas a 2,0 mL de álcool 70 % e 250 µL de solução de NaNO₂ (5,0 %), as soluções foram agitadas e mantidas na ausência de luz por 6 minutos (estabelecido a partir de testes preliminares). Após, foram adicionados 250 µL de AlCl₃, 1,5 mL de NaOH e 500 µL de água destilada. As amostras foram novamente agitadas, mantidas a temperatura ambiente na ausência de luz por 40 minutos e então a absorbância mensurada a 510 nm em espectrofotômetro UV-Vis (SP-220, Biospectro). Os testes foram realizados em triplicata e os resultados expressos em µg de rutina por mL de extrato. Foi utilizada a curva padrão de Rutina com R² = 0,9998.

Todas as análises da composição centesimal, atividade antioxidante e flavonoides foram realizadas em triplicatas e os resultados expressos em média ± desvio padrão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A metodologia de extração utilizada apresentou rendimento bruto de 4,18%. O processo de liofilização resultou em 83,58 g de mucilagem em pó (figura 2 a - c) obtidas a partir dos 2 kg de folhas de ora-pro-nobis coletados inicialmente.

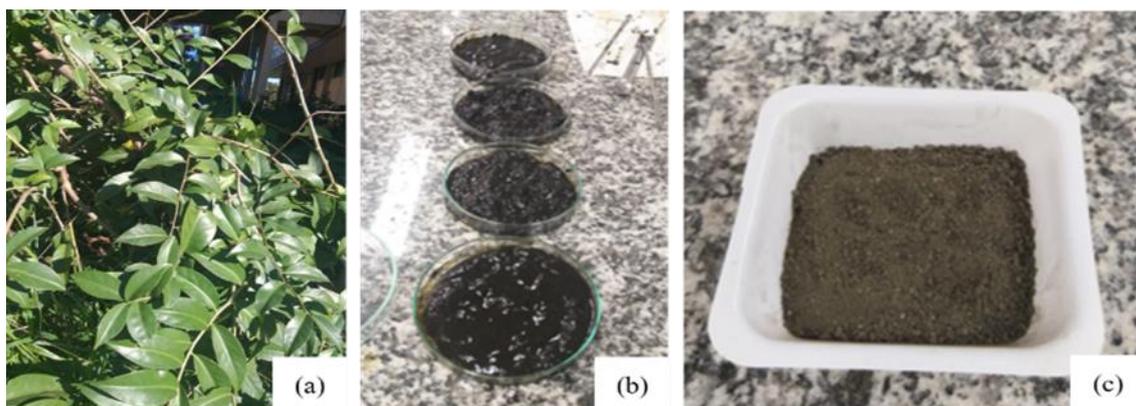


Figura 2 - Processo de extração da mucilagem de ora-pro-nobis: (a) Coleta das folhas em plantas adultas; (b) Aspecto da mucilagem após a precipitação com etanol e centrifugação; (c) Aspecto da mucilagem em pó após a liofilização.

A composição centesimal da mucilagem em pó (liofilizada) de ora-pro-nobis é apresentada na Tabela 1 e comparada com os resultados obtidos por Oliveira et al. (2019), que desenvolveram o

mesmo procedimento experimental e análises químicas da mucilagem de MOPN.

Tabela 1 - Composição centesimal da mucilagem de ora-pro-nobis (MOPN).

Composição	(%) MOPN Análise	(%) MOPN Oliveira et al. (2019)
Umidade*	6,61 ± 0,34	6,08 ± 0,12
Cinzas	10,86 ± 0,38	9,99 ± 0,03
Lipídios	4,54 ± 1,93	1,68 ± 0,16
Proteínas	39,55 ± 0,20	8,89 ± 0,17
Fibras	0,69 ± 0,081	0,49 ± 0,29
Carboidratos	44,36 ± 1,57	78,93 ± 0,29

Valores apresentados como média ± desvio padrão. *Os valores expressos em base seca, exceto o teor de umidade.

Os resultados obtidos com a mucilagem liofilizada corroboram com Oliveira et al. (2019) quanto aos teores de umidade, cinzas e fibras. Entretanto, o teor de carboidratos foi menor, enquanto de lipídios foi maior. A principal diferença foi observada no teor proteico, 39,55 % em base seca, superior ao valor obtido por Oliveira et al. (2019), que enfatizam que tais alterações se devem às modificações no processo de obtenção do MOPN, bem como a fatores externos relativos ao cultivo das plantas como clima, região de coleta, época de colheita e método de processamento.

A mucilagem liofilizada também evidenciou maior teor proteico (39,55 %) em relação aos resultados obtidos por Souza et al. (2014) (14,38 %), Almeida et al. (2014) (28,99 %) e Maciel et al. (2021) (13,39 %) e este resultado pode estar relacionado ao teor de fibras e a etapa de precipitação em etanol, ou ao processo de extração da mucilagem como um todo.

O baixo teor de fibras observado neste estudo pode ser explicado pelas filtrações consecutivas utilizadas, cujo objetivo era a remoção da maior quantidade possível de material fibroso e a precipitação com etanol que resultou em uma elevada quantidade de proteínas na mucilagem liofilizada. Esses mesmos procedimentos contribuíram para a redução no teor de carboidratos da mucilagem. Assim, infere-se que o solvente e método de extração utilizados para preparar um extrato influenciam diretamente em sua composição final.

Considerando que o índice proteico é o fator de maior relevância quando se trata de ora-pro-nobis, o presente estudo se destacou, superando os valores de proteínas registrados na literatura.

Os resultados da análise da atividade antioxidante realizada através da redução do radical livre DPPH. (2,2-difenil-picril-hidrazila) e o teor de flavonóides totais nas amostras preparadas a partir

da mucilagem diluída em etanol nas concentrações de 1, 5, 10 e 15 g L⁻¹ são evidenciados na Figura 3

e na Tabela 2

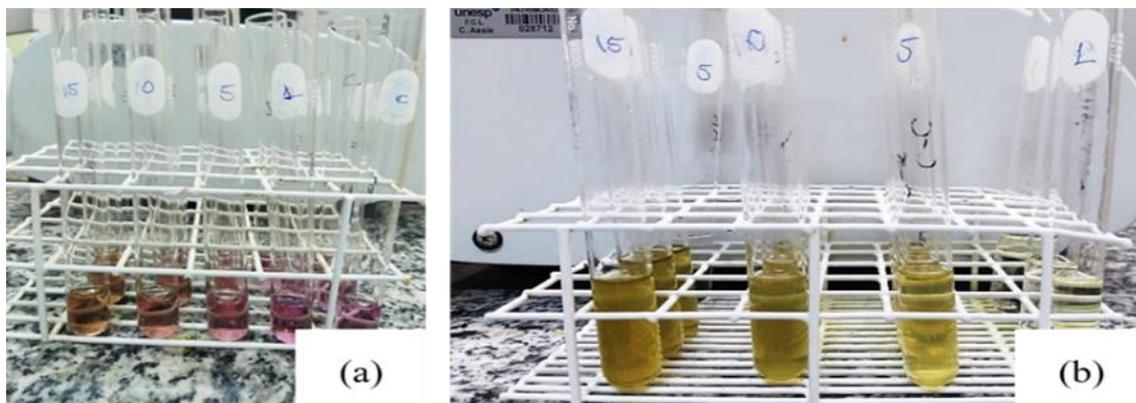


Figura 3 - Resultados da atividade antioxidante e do teor de flavonoides totais (b) da mucilagem de ora-pro-nobis.

Tabela 2 - Atividade antioxidante e concentração de flavonoides totais ($\mu\text{g ER/mL}$ de extrato) nas diferentes concentrações de MOPN.

Concentrações (g L ⁻¹)	Atividade Antioxidante (%)	Flavonoides Totais ($\mu\text{g ER / mL}$)
1	5,96 \pm 1,94	29,20 \pm 1,00
5	10,64 \pm 0,39	215,20 \pm 10,82
10	13,36 \pm 1,03	431,20 \pm 45,21
15	17,44 \pm 1,09	875,87 \pm 15,50

Valores apresentados como média \pm desvio padrão

Observa-se que atividade antioxidante aumentou com o aumento da concentração da amostra, sendo que na menor concentração (1,0 g L⁻¹) foi obtida atividade de 5,96 % e na maior concentração (15 g L⁻¹) essa atividade aumentou para 17,44 %. Assim, é possível constatar que a mucilagem de ora-pro-nobis apresentou atividade antioxidante considerável na concentração mais elevada. Enfatiza-se que foram utilizados extratos aquosos e não hidroetanólico, fator que pode ter influenciado na atividade antioxidante final. Segundo Maciel et al. (2021) o solvente aquoso pode ser utilizado para produzir extrato de ora-pro-nobis rico em ferro, compostos bioativos e com atividade antioxidante.

Os resultados também indicam que o teor de flavonoides totais aumentou conforme o aumento da concentração da amostra, se elevando de 29,20 $\mu\text{g / mL}$ na concentração de 1,0 g L⁻¹ para 875,87 $\mu\text{g / mL}$ na concentração de 15 g L⁻¹. Tais resultados demonstram que os flavonoides estão amplamente presentes na mucilagem de ora-pro-nobis e que a maior atividade antioxidante ocorreu com a maior quantidade de flavonoides presentes nas amostras.

Os dados evidenciam que o processo de extração da mucilagem de ora-pro-nobis pode ainda ser otimizado para a obtenção de um rendimento melhor e, uma possibilidade é o aumento da quantidade de álcool etílico no momento de precipitação, associado a um maior tempo para que esse processo ocorra. A atividade antioxidante também pode ser mais expressiva fazendo uso de extratos etanólicos e hidroetanólicos, visto que no presente estudo o extrato mucilaginoso foi aquoso e a atividade antioxidante, apesar de presente, não foi muito expressiva.

CONCLUSÕES

O processo de extração da mucilagem de ora-pro-nobis (MOPN) se mostrou eficaz para a caracterização e definição da composição química final, resultando no melhor teor de proteínas já registrado na literatura para a espécie *Pereskia aculeata* Mill. A mucilagem também apresentou atividade antioxidante e elevada quantidade de flavonoides, características que demonstram seus benefícios, pois agregariam um alto valor nutritivo e enriqueceriam seu potencial biotecnológico.

AGRADECIMENTOS

Esse trabalho foi apoiado pela PROPe - Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Os autores agradecem ao Prof. Dr. Regildo Márcio Gonçalves da Silva e a Dra. Cássia Roberta Malacrida Mayer por disponibilizarem equipamentos de seus laboratórios para a execução das atividades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida MEF, Junqueira AMB, Simão AA, Corrêa, AD. Caracterização química das hortaliças não-convencionais conhecidas como ora-pro-nobis. *Bioscience Journal*, v.30, p.431-439, 2014.
- AOAC. Official Methods of Analysis. 17th Edition, The Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA. Methods 925.10, 65.17, 974.24, 992.16. 2000.
- Barreira TF, Paula Filho GXD, Priore SE, Santos RHS, Pinheiro-Sant'ana HM. Nutrient content in ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Mill.): unconventional vegetable of the Brazilian Atlantic Forest. *Food Science and Technology*, v.41, p.47-51, 2021. <https://doi.org/10.1590/fst.07920>
- Garcia JAA, Corrêa RCG, Barros L, Pereira C, Abreu RMV, José Alves M, Ferreira ICFR. Phytochemical profile and biological activities of “Ora-pro-nobis” leaves (*Pereskia aculeata* Miller), an underexploited superfood from the Brazilian Atlantic Forest. *Food Chemistry*, v.294, p.302-308, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.05.074>
- Lucyszyn N, Ono L, Lubambo AF, Woehl MA, Sens CV, Souza CF, Sierakowski MR. Physicochemical and in vitro biocompatibility of films combining reconstituted bacterial cellulose with arabinogalactan and xyloglucan. *Carbohydrate Polymers*, v.151, p.889-898, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.06.027>
- Lutz – IAL, Instituto Adolfo. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4ª edição, 1ª Edição Digital. São Paulo: IAL. 2008.
- Maciel VBV, Bezerra RQ, Chagas EGL, Yoshida, CMP, Carvalho RA. Ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Miller): a potential alternative for iron supplementation and phytochemical compounds. *Brazilian Journal of Food Technology*, v.24, p.1-13, 2021. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.18020>
- Oliveira NL, Rodrigues AA, Oliveira Neves IC, Teixeira Lago AM, Borges SV, Resende JV. Development and characterization of biodegradable films based on *Pereskia aculeata* Miller mucilage. *Industrial Crops and Products*, v.130, p.499-510, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.01.014>
- Pinto NC, Scio E. The biological activities and chemical composition of *Pereskia* species (Cactaceae)-a review. *Plant Foods Hum Nutr*, v.69, n.3, p.189-95, 2014. <https://doi.org/10.1007/s11130-014-0423-z>
- Souza M, Correa E, Guimarães G, Pereira P. O Potencial do Ora-pro-nobis na Diversificação da Produção Agrícola Familiar. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.4, n.2, p.3550-3554, 2009.
- Souza LF. Aspectos fitotécnicos, bromatológicos e componentes bioativos de *Pereskia aculeata* miller e *Anredera cordifolia*, Ano de obtenção: 2014. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, RS.
- Takeiti CY, Antonio GC, Motta EMP, Collares-Queiroz FP, Park KJ. Nutritive evaluation of a non-conventional leafy vegetable (*Pereskia aculeata* Miller). *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, v.60, p.148-160, 2009. <https://doi.org/10.1080/09637480802534509>
- Teixeira TS, Vale RC, Almeida RR, Ferreira TPS, Guimarães LGL. Antioxidant potential and its correlation with the contents of phenolic compounds and flavonoids of methanolic extracts from different medicinal plants. *Revista Virtual de Química*, v.9, n.4, p.1546-1559, 2017. <https://doi.org/10.21577/1984-6835.20170090>
- Telles C, Matos JDM, Madeira N, Mendonca JL, Botrel N, Junqueira A, Silva DB. *Pereskia aculeata*: ora-pro-nobis. In: Vieira RF, Camillo J, Coradin L. (Ed.). *Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: Região Centro-Oeste*, Brasília, DF: MMA (Série Biodiversidade; 44). p.280-289, 2016.
- Zappi D, Taylor N, Santos MR, Larocca J. 2015. Cactaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB1682>