

REVISTA DESAFIOS

ISSN: 2359-3652

COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E BIOACESSIBILIDADE *IN VITRO* DE FERRO EM FOLHAS DE DUAS ESPÉCIES OLERÍCOLAS NÃO-CONVENCIONAIS

CENTISIMAL COMPOSITION AND IN VITRO BIOACCESSIBILITY OF IRON IN LEAVES OF TWO NON-CONVENTIONAL OLERICULTURAL SPECIES

COMPOSICIÓN CENTESIMAL Y BIOACCESIBILIDAD IN VITRO DEL HIERRO EN HOJAS DE DOS ESPECIES OLEÍCULTIVAS NO CONVENCIONALES

Ana Flavia Lopes Siqueira¹, Ana Paula de Oliveira Pinheiro¹, Isabela Mendes Pacheco Narita¹, Ricardo Dalla Villa², Adriana Paiva de Oliveira^{*1}

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), Campus Cuiabá - Bela Vista, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

² Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Cuiabá, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

*Correspondência: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Campus Cuiabá - Bela Vista, Avenida Juliano da Costa Marques s/n, Bairro Bela Vista, Cuiabá, Mato Grosso, Cuiabá, Brasil, CEP: 78050-560. E-mail: adriana.oliveira@ifmt.edu.br

Aprovado em 12 /2023 publicado em 29 /12 /2023.

RESUMO

Este trabalho objetivou determinar a composição centesimal e a bioacessibilidade *in vitro* de ferro em folhas das plantas alimentícias não convencionais, ora-pro-nóbis e taioba. A determinação de umidade e cinzas foi feita por gravimetria, os lipídios pelo método de Goldfish e as proteínas pelo método de Kjeldahl e os carboidratos totais por diferença. Os teores de ferro (Fe) total foram quantificados por espectrometria de absorção atômica em chama (FAAS) após decomposição. A bioacessibilidade *in vitro* de Fe foi realizada pelo método INFOGEST e quantificação por FAAS. Os resultados indicaram um teor de carboidratos superiores aos encontrados em hortaliças convencionais e a taioba apresentou um elevado teor lipídico. A concentração de ferro total foi superior aos valores descritos na literatura para hortaliças fontes de ferro, sendo respectivamente para ora-pro-nóbis e taioba os valores de 0,80 mg Fe/100g e 0,89 mg Fe/100g. A fração de ferro biodisponível após processo de digestão *in vitro* foi de 6,59% para folhas de taioba e de 40,00% para ora-pro-nóbis. Os resultados sugerem que as folhas de taioba e de ora-pro-nóbis são fontes de ferro totais e bioacessíveis e que o consumo de plantas alimentícias não convencionais pode contribuir para a melhoria da alimentação humana.

Palavras-chave: Plantas Alimentícias Não Convencionais, *Pereskia acueliata*, *Xanthosoma sagittifolium*, Ferro.

ABSTRACT

This work aimed to determine the centesimal composition and in vitro bioaccessibility of iron in leaves of unconventional food plants, ora-pro-nobis and taioba. Moisture and ash were determined by gravimetry, lipids by the Goldfish method, proteins by the Kjeldahl method, and total carbohydrates by difference. Total iron (Fe) contents were quantified by flame atomic absorption spectrometry (FAAS) after decomposition. The in vitro bioaccessibility of Fe was performed by the INFOGEST method and quantification by FAAS. The results indicated a carbohydrate content higher than that found in conventional vegetables and taioba had a high lipid content. The total iron concentration was higher than the values described in the literature for vegetables that are sources of iron, respectively for ora-pro-nobis and taioba the values of 0.80 mg Fe/100g and 0.89 mg Fe/100g. The fraction of bioavailable iron after the in vitro digestion process was 6.59% for taioba leaves and 40.00% for ora-pro-nobis. The results suggest that taioba and ora-pro-nobis leaves are total and bioaccessible sources of iron and that the consumption of unconventional food plants can contribute to the improvement of human nutrition.

Keywords: Non-Conventional Food Plants, *Pereskia acueliata*, *Xanthosoma sagittifolium*, Iron.

RESUMEN

Este trabajo tuvo como objetivo determinar la composición centesimal y la bioaccesibilidad in vitro del hierro en hojas de plantas alimenticias no convencionales, ora-pro-nobis y taioba. La humedad y las cenizas se determinaron por gravimetría, los lípidos por el método Goldfish, las proteínas por el método Kjeldahl y los carbohidratos totales por diferencia. El contenido total de hierro (Fe) se cuantificó mediante espectrometría de absorción atómica de llama (FAAS) después de la descomposición. La bioaccesibilidad in vitro del Fe se realizó por el método INFOGEST y la cuantificación por FAAS. Los resultados indicaron un contenido de carbohidratos superior al encontrado en las verduras convencionales y la taioba tenía un alto contenido de lípidos. La concentración de hierro total fue superior a los valores descritos en la literatura para vegetales que son fuente de hierro, respectivamente para ora-pro-nobis y taioba los valores de 0,80 mg Fe/100g y 0,89 mg Fe/100g. La fracción de hierro biodisponible luego del proceso de digestión in vitro fue de 6,59% para hojas de taioba y 40,00% para ora-pro-nobis. Los resultados sugieren que las hojas de taioba y ora-pro-nobis son fuentes totales y bioaccesibles de hierro y que el consumo de plantas alimenticias no convencionales puede contribuir a la mejora de la nutrición humana.

Descriptor: Plantas alimenticias no convencionales, *Pereskia acueliata*, *Xanthosoma sagittifolium*, Hierro.

INTRODUÇÃO

No ano de 2008, Valdely Ferreira Kinupp criou a denominação Planta Alimentícia não convencional – PANC para nomear plantas e suas partes comestíveis que não são comumente consumidas pela população, mas que são consideradas fontes nutricionais e funcionais para a alimentação humana. As PANCs são fontes nutricionais e funcionais para a alimentação humana,

sendo que ainda são pouco estudadas cientificamente, tornando seu consumo mais regional (LIBERATO, 2019).

As plantas alimentícias não convencionais (PANC) são alimentos de baixo custo, fácil cultivo e com alto valor nutricional. O seu cultivo pode ser feito sem o uso de agrotóxicos, podendo ser incorporado à dieta diária de toda população para melhoria da qualidade de vida e saúde. As PANCS podem crescer em ambientes silvestres ou poder ser domesticadas em hortas caseiras (CHAVES, 2016). As hortaliças não convencionais da flora brasileira, ainda são pouco exploradas. A Ora-pro-nobis é uma hortaliça não convencional que é consumida pelas populações rurais, assim como a taioba, mostarda e serralha, porém em pequenas quantidades, pois os consumidores costumam utilizar hortaliças mais comuns na sua alimentação (ALMEIDA et al., 2014).

As PANCs, em especial a ora-pro-nobis possuem substâncias bioativas, tornando um alimento com propriedades funcionais. Sendo uma excelente alternativa para o enriquecimento de alimentos (POCAI et al., 2020).

A planta ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata*) pertence a família Cactaceae o seu uso pode ser considerado como um complemento nutricional, pois contém proteínas, fibras, ferro, cálcio, potássio, magnésio, sódio, fósforo, zinco entre outros. Suas folhas são comestíveis e podem ser consumidas refogadas, na forma de saladas, tortas, massas e farinhas (ROCHA et al., 2009). A origem da planta ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata*) é dos trópicos, pertence à família das cactáceas e é nativa da flora brasileira. É uma planta normalmente conduzida como trepadeira, com demasiados espinhos em seus ramos, folhas carnosas e com presença de mucilagem (TOFANELLI et al., 2011) e conhecida como “carne verde” ou “carne vegetal”, por apresentar elevado teor de proteínas e minerais, em especial cálcio e ferro (MADEIRA et al., 2016). O interesse pelas hortaliças não convencionais vem aumentando com o decorrer dos anos e pesquisas sobre a ora-pro-nobis estão em andamento nas regiões de Minas Gerais e Goiás. Magalhães et al (2011) determinaram a composição centesimal da ora-pro-nobis e neste trabalho foram encontrados valores médios de umidade variando de 90,6%(mínima) a 98,3% (máxima) e teores de cinzas, em folhas recém-colhidas, variando entre 13,5 e 21,0%.

A taioba (*Xanthosoma sagittifolium*) é uma herbácea perene, possui folhas largas e longas, rizomatosa e pode atingir até dois metros de altura. É uma planta tropical, nativa da Ásia, cujo conteúdo nutricional é composto por vitaminas e fibras alimentares nos rizomas. Pode ser consumida em diversas preparações culinárias, cozidas, assadas ou como farinha (SOUZA, 2018). Originária das regiões tropicais da América do Sul, a planta Taioba (*Xanthosoma sagittifolium*) é uma hortaliça folhosa de cultivo amplo em países da América Central, África e Ásia e em território brasileiro ainda é considerado pequeno, sendo uma olerícola de “fundo de quintal” (SEGANFREDO, 2001). Algumas

pesquisas tem sido feitas no Brasil com intuito de avaliar a composição centesimal da taioba, como, por exemplo, o trabalho de Ramos e colaboradores (2017) que determinaram a composição centesimal da taioba e encontraram valores médios de 77% umidade, 17% carboidratos, 4,4% proteínas, 1,1% resíduo mineral, 0,7% fibras e 0,2% lipídios.

Uma das alternativas para obter elementos essenciais para o organismo humano é através de produtos agrícolas que são capazes de suprir as faltas nutricionais da alimentação humana. Esse tipo de alternativa deve ser economicamente viável, capaz de atingir a maioria da população (OLIVEIRA et al., 2020). As PANC, em especial a ora-pro-nóbis possui substâncias bioativas, tornando um alimento com propriedades funcionais. Sendo uma excelente alternativa para o enriquecimento de alimentos (POCAI, 2020).

Diariamente ocorrem as perdas diárias de minerais pelo organismo, então sua reposição deve ser feita através de fontes externas, como alimentos naturais de origem animal ou vegetal. No organismo humano os minerais contribuem na contratilidade muscular, na coagulação sanguínea, em processos digestivos, transporte de oxigênio entre outros (ANDRADE et al., 2019).

A deficiência de ferro é uma das consequências de uma alimentação com quantidades insuficientes de ferro. Segundo o Ministério da Saúde (2005) a ingestão diária de ferro para adultos é de 14 mg, em alguns casos é necessária a suplementação, pois a falta de ferro no organismo pode resultar em quadros de anemia, maior predisposição a infecções, aumento da mortalidade infantil, redução da função cognitiva, do crescimento e do desenvolvimento neuropsicomotor de crianças (BRASIL, 2005). No Brasil estima-se que 57,9% das crianças com idade igual ou superior a 6 meses e menor que 2 anos já receberam suplementação de sulfato ferroso. Nas Regiões Norte, Centro-Oeste e Nordeste apresentaram resultados estatisticamente inferiores à média nacional (40,3%, 49,8% e 50,7%, respectivamente) (IBGE, 2013).

A quantidade de ferro presente no alimento não indica a quantidade que ficará biodisponível no organismo humano, pois existem fatores que influenciam na absorção desse mineral, como a presença de fitatos, oxalatos, polifenóis, cálcio, zinco, carbonatos e fosfoproteínas, que inibem a absorção de ferro no organismo (SALTON et al., 2017). A fração biodisponível equivale à quantidade de ferro capaz de ser absorvida pelo organismo e incorporada ao grupo heme (CONSAUL et al., 1983). Uma dieta ideal tem biodisponibilidade em torno de 19% de absorção. Para crianças entre 6 a 8 meses é recomendado uma densidade de ferro de 4mg/100kcal, 2,4mg/100kcal de 9 a 11 meses e 0,8mg/100kcal dos 12 aos 24 meses (GIUGLIANI et al., 2000).

A pouca quantidade de ferro biodisponível absorvido na dieta e a necessidade do organismo

em receber esse mineral, resultam no desequilíbrio da saúde humana. Alguns fatores podem estar relacionados à anemia, tais como: baixo nível socioeconômico, doenças infectoparasitárias e condições de saneamento precárias (RODRIGUES et al., 2011). A fortificação de alimentos básicos pode funcionar através do desenvolvimento de produtos simples com enriquecimento de ferro das folhas de taioba e/ou ora-pro-nóbis. Por se tratar de folha de fácil cultivo, podemos enriquecer os alimentos através de farinhas, pães bolos e biscoitos colaborando assim, para atingira ingestão adequada de vitaminas e minerais, no caso o ferro na alimentação infantil.

A bioacessibilidade *in vitro* é um método de simulação das condições de digestão humana. Nesse método são utilizadas soluções artificiais para simular os processos digestivos, como a ação de enzimas da boca, do estômago e do intestino, ácidos orgânicos e sais biliares. O produto resultante desse processo é utilizado para quantificação dos nutrientes, assim avaliando a bioacessibilidade (TEIXEIRA, 2014).

Além dos ensaios de bioacessibilidade, outras análises químicas e físicas podem contribuir na avaliação dos componentes presentes no alimento. Os valores nutritivos podem ser expressidos através da composição centesimal, a proporção dos componentes é medida através de 100g do produto analisado. A composição centesimal pode ser dividida em: umidade ou voláteis a 105°C, cinzas ou resíduo mineral fixo, lipídeos, proteínas, fibras alimentares e glicídios (SOAVE et al. ,2006).

Considerando que as PANCs podem ser uma excelente alternativa para o enriquecimento de alimentos (POCAI, 2020), o presente trabalho teve como objetivo determinar a composição centesimal e a concentração total e bioacessível *in vitro* de ferro nas folhas das plantas alimentícias não convencionais ora-pro-nóbis e taioba.

MATERIAIS E MÉTODOS

Instrumentação

Todas as medidas de massa foram feitas em uma balança analítica marca Shimadzu® modelo auy-220-unibloc com precisão de $\pm 0,0001$ g. Para a secagem das amostras foi utilizada uma estufa de secagem com circulação mecânica de ar marca Fanem® modelo Orion 515 e estufa a vácuo. Para a extração de lipídios foi utilizado o sistema para determinação de gordura TE-044-5/50. Foi utilizada uma mufla a 550°C para análise de cinzas. Para a análise de proteínas foi utilizado o destilador de nitrogênio TE-0364.

Para o preparo dos padrões de calibração e das amostras foi utilizada água deionizada de alta pureza (resistividade 18,2 M Ω cm) obtida em um sistema deionizador modelo Synergy marca Millipore®, Merck. Para a quantificação de Fe total e bioacessível foi utilizado um espectrômetro de absorção atômica em chama marca Varian® modelo Spectra A 220 e lâmpada de catodo oco marca

Phothon®. Acetileno 99,5% e óxido nitroso 99,5 % foram utilizados como gases combustíveis e, ar comprimido como gás oxidante. Todas as determinações foram feitas de acordo com as recomendações do fabricante.

Para o ensaio de bioacessibilidade *in vitro* foi utilizado um pHmetro marca Hanna® modelo HI2214, um banho Dubnoff marca Solab® modelo SL-157 e uma centrífuga refrigerada marca Hettich® modelo 320R.

Coleta das amostras

As amostras de folhas de taioba foram coletadas a partir de mudas adquiridas em viveiros da região da Serra de São Vicente município de Santo Antônio do Leveger - MT e as amostras de folhas de ora-pro-nóbis em horta domiciliar do município de Cuiabá no ano de 2021.

As folhas coletadas foram selecionadas de acordo com sua integridade e ausência de pragas e conservadas em refrigeração até o momento das análises. Para a realização das análises, a amostra foi processada e homogeneizada de acordo com as especificações de cada parâmetro físico-químico e em seguida foram quarteadas para retirada de uma amostra representativa conforme o IAL (2008). Por fim, foram retiradas partes representativas em triplicata, segundo as recomendações *da Association Official of Analytical Chemists* (AOAC) e do Instituto Adolfo Lutz (AOAC, 2012; IAL, 2008).

Determinação da composição centesimal das amostras de taioba e ora-pro-nobis

A determinação de umidade foi feita pelo método gravimétrico com secagem da amostra em estufa de circulação a 105°C. Os teores de cinzas foram quantificados por gravimetria após calcinação em forno mufla a 550°C (IAL,2008; AOAC,2012). A determinação de lipídeos foi realizada pelo método de Goldfish utilizando éter de petróleo como solvente extrator e a determinação de proteínas totais pelo método de Kjeldahl (IAL,2008; AOAC,2012). Os teores de carboidratos totais foram obtidos por diferença entre 100 (percentual total) e o somatório dos percentuais de umidade, cinzas, proteínas e lipídeos. Todas as determinações foram feitas em triplicata e quando necessárias acompanhadas de um branco analítico.

Determinação dos teores totais e bioacessíveis *in vitro* de ferro

O procedimento de preparo das amostras para a determinação do teor de Fe total consistiu inicialmente na pesagem de 2,0 g da amostra em cadinhos de porcelana, calcinadas em aquecimento por rampa em forno mufla até 550°C, até a formação das cinzas (AOAC, 2012). Posteriormente, foram adicionados em cada cadinho, contendo o resíduo mineral, 4,0 mL de água deionizada, 1,0 mL de ácido clorídrico concentrado 37% (m:v) e 2,0 mL de ácido nítrico concentrado 65% (m:v), levando-os

ao aquecimento em chapa aquecedora por 30 minutos. Após o resfriamento, as amostras digeridas foram transferidas para balões volumétricos de 50 mL e completado o volume com água deionizada até o menisco (IAL, 2008).

O preparo dos fluidos salivar, gástrico e intestinal para a determinação dos teores bioacessíveis in vitro de ferro nas amostras foram feitos de acordo com os trabalhos descritos por Minekus et al. (2014) e Brodkorb et al. (2019). Para isso, foram pesados 1,25 g de amostra em tubos de falcon. Em seguida, foi adicionado 2 mL de fluido salivar, 0,5 mL de CaCl_2 7,5 mM nas amostras e as amostras foram incubadas em banho Dubnoff por 10 minutos a 37°C. Após isto, foi adicionado 4,55 mL de fluido gástrico, 0,35 mL de CaCl_2 2,0 mM e as amostras foram mantidas no banho-maria por duas horas a 37°C. Posteriormente, foram acrescidos 9,25 mL de fluido intestinal, 0,675 mL de CaCl_2 9,0 mM e deixados os tubos no banho Dubnoff por mais duas horas a 37°C. Após o período de digestão, a mistura foi deixada em banho de gelo por 20 minutos e posteriormente centrifugada a 10600 xg por 30 minutos. Após a centrifugação o sobrenadante foi filtrado à vácuo primeiramente em papel filtro, e em seguida, filtrado em filtro seringa.

Os extratos totais e bioacessíveis foram armazenados em tubos de Falcon devidamente identificados e refrigerados até o momento da análise para posterior leitura um espectrômetro de absorção atômica em chama o qual a taxa de aspiração das soluções padrões e amostras foi ajustada em $(2,3 \pm 0,3 \text{ mL/min})$ e a curva analítica foi construída com soluções nas concentrações de 0,0, 0,2, 0,5, 1,0 e 2,0 mg/L Fe, sendo as leituras realizadas em triplicata e acompanhadas de branco analítico. A linearidade instrumental foi calculada a partir do coeficiente de correlação linear (r) entre a resposta instrumental e a concentração do analito observados pelo método da padronização externa (AOAC, 2012). O limite de detecção instrumental (LDI) e o limite de quantificação instrumental (LQI) foram obtidos a partir dos parâmetros da curva analítica, de acordo com o Guia Relacre (2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra os resultados médios obtidos para a determinação da composição centesimal das amostras de taioba e ora-pro-nóbis. As folhas de taioba e ora-pro-nóbis apresentam umidade de $85,00\% \pm 0,11\%$ e $91,06\% \pm 0,03\%$ em base úmida, respectivamente. Essa umidade é característica de hortaliças, sendo que a alface apresenta 96,1% de umidade, a couve apresenta 83,3% e a acelga 93,2% (TBCA, 2020).

Os teores de cinzas foram de aproximadamente 1,89% para taioba e 1,78% para a ora-pro-nóbis. Os teores de lipídeos foram de 0,78 e 0,15 % para taioba e ora-pro-nóbis, respectivamente. Já para as proteínas, os resultados médios foram 4,15% nas folhas de taioba e 1,90% nas folhas de ora-pro-nóbis.

Em comparação com outras hortaliças da Tabela 1, a composição centesimal das folhas taioba apresentaram resultados para proteínas, lipídeos, cinzas e carboidratos totais mais altos quando comparados a acelga, couve e alface. Já as folhas de ora pro nobis apresentaram valores similares de proteínas e lipídeos, em comparação as hortaliças alface, couve e acelga constantes na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA).

Tabela 1. Composição centesimal obtida para as folhas de taioba e ora-pro-nóbis em base úmida (valor médio \pm desvio padrão) e valores orientadores para alface, acelga e couve da composição centesimal indicados na TBCA.

Composição centesimal	Taioba	Ora-Pro-Nóbis	Alface	Acelga	Couve
Proteínas (%)	4,15 \pm 0,02	1,90 \pm 0,01	0,41	1,47	2,87
Lipídeos (%)	0,78 \pm 0,05	0,15 \pm 0,03	0,11	0,11	0,55
Cinzas (%)	1,89 \pm 0,08	1,78 \pm 0,02	0,28	0,97	1,35
Carboidratos Totais (%)	8,17 \pm 0,15	5,11 \pm 0,06	1,5	4,07	4,33
Umidade (%)	85,00 \pm 0,11	91,06 \pm 0,03	97,7	93,4	90,9

Os resultados obtidos para a composição centesimal das folhas de ora-pro-nóbis deste trabalho foram próximos ao trabalho feito por Barreiras (2013) na região rural de Viçosa – MG e Cruz et.al. (2020) na região metropolitana de Curitiba-PR.

Já para a composição centesimal das folhas de taioba, os teores de proteínas obtidos neste trabalho foram superiores aos determinados no trabalho de Pinto e colaboradores (2001) que foi de 2,78 mg/100g em folhas de taioba da região de Lavras-MG.

Para os teores de proteínas e cinzas das folhas de ora-pro-nóbis e taioba, os valores obtidos neste trabalho foram semelhantes aos descritos no trabalho de Botrel et.al. (2020) no qual as plantas foram cultivadas na cidade de Brasília.

A Tabela 2 mostra os resultados médios obtidos para a determinação de ferro total e bioacessível nas amostras das folhas de taioba e ora-pro-nóbis estudadas neste trabalho.

Tabela 2. Resultados obtidos (média \pm desvio padrão) para os teores totais e bioacessíveis *in vitro* de ferro nas folhas de taioba e ora pro nobis (base seca).

Concentração	Taioba	Ora Pro Nobis
Concentração de ferro total (mg Fe/ 100g de amostra)	5,96 \pm 0,23	5,35 \pm 0,66
Concentração de ferro bioacessível (mg Fe/ 100g de amostra)	2,43 \pm 0,01	0,35 \pm 0,01
Bioacessibilidade (%)	40,82 \pm 1,36	6,59 \pm 0,64

Conforme descrito na Tabela 2, a taioba apresentou uma maior concentração e porcentagem bioacessível de ferro em relação a ora-pro-nobis. Ambas as espécies são ricas em ácido ascórbico (OLIVEIRA, 2013), o que explica, em parte, a alta bioacessibilidade observada, devido ao ácido

ascórbico ser um facilitador de bioacessibilidade. Outro fator que pode impactar na bioacessibilidade de ferro é a presença de outros minerais que competem com o ferro nos processos biológicos, no caso da ora-pro-nóbis que possui maiores concentrações destes minerais, dentre eles: cálcio, magnésio, manganês, cobre e zinco (BOTREL et al., 2020).

Pinto e colaboradores (2001) apresentaram teores de ferro total em folhas de taioba da região de Lavras-MG inferiores (2,38 mg/100g) ao descrito no presente trabalho. Oliveira et.al. (2013) apresentaram teores de ferro total maiores do que o descrito neste trabalho para folhas de taioba (8,1 mg/100g) e ora-pro-nóbis (9,4 mg/100g) coletadas na região de Sinop-MT. Já Botrel et.al. (2020) também apresentaram teores de ferro em folhas de taioba (1,17 mg/100 g) e ora-pro-nóbis (1,33 mg/100g) inferiores aos obtidos neste trabalho. Essa diferença no teor de ferro pode ser explicada pela concentração de ferro biodisponível no solo em que as plantas foram cultivadas. A disponibilidade de ferro e a absorção dos nutrientes dependem do solo utilizado e da maneira como as plantas são cultivadas (MIELKI, 2014). A ora-pro-nobis utilizada nesta pesquisa foi cultivada em vaso doméstico, sendo desconhecida a concentração e biodisponibilidade do ferro presente no substrato.

As formas de ferro presente na alimentação se apresentam em dois tipos: ferro heme, decorrido de alimentos de origem animal (tecidos musculares, fígado, aves, peixe) através da hemoglobina e mioglobina e o ferro não-heme, que é encontrado em alimentos de origem vegetal como feijão, soja, hortaliças de folha verde como couve, espinafre. Sendo que estes podem apresentar menor biodisponibilidade e afetados por fatores químicos ou alimentares (SATO, 2010). Os vegetais verdes como acelga, couve e brócolis possuem quantidades razoáveis de ferro, porém baixa de biodisponibilidade.

Na Tabela 3 são apresentadas as concentrações de ferro total em diferentes hortaliças (base úmida) em comparação com os dados apresentados sobre as folhas de taioba e de ora-pro-nóbis deste trabalho, convertidos também para base úmida.

Tabela 3. Concentração de ferro total (mg/100g) em diferentes hortaliças (base úmida)* e os valores obtidos para a ora-pro-nobis e taioba convertidos para base úmida.

Hortaliças	Ferro Total mg/100g
Ora-pro-nóbis	0,80 ± 0,10
Taioba	0,89 ± 0,03
Acelga (<i>Beta vulgaris</i> L.)	0,21
Brócolis cru (<i>Brassica oleracea</i>)	0,60
Brócolis cozido (<i>Brassica oleracea</i>)	0,50
Couve (<i>Brassica oleracea</i>)	0,66

*Fonte: Acelga e Couve: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA, 2020);
Brócolis: (REIS, 2014).

A couve (*Brassica oleracea*) é uma das plantas comumente utilizadas na cozinha brasileira. Segundo a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA, 2020), são encontrados 0,66 mg/100g de ferro total na couve. Já o brócolis (*Brassica oleracea*) é um vegetal comestível que é consumido por inteiro, desde as folhas e talos que são normalmente cozidos. A composição centesimal em 100g de brócolis cru apresenta 0,6 mg de ferro e nos brócolis cozido 0,5 mg (REIS,2014). A acelga (*Beta vulgaris* L.) também é um vegetal que pode ser consumido por inteiro, suas folhas são bem desenvolvidas e o do talo é comestível e é fonte de sais minerais como cálcio e ferro, podendo ser consumida crua ou cozida (SILVA,2012). Segundo a TBCA (2020), são encontrados 0,21 mg/100g de ferro total na acelga.

Em comparação, as folhas das plantas alimentícias não convencionais taioba e ora-pro-nóbis, apresentaram teores de ferro total maiores do que as hortaliças tradicionais consideradas fontes de ferro, sendo $0,89 \pm 0,03$ e $0,80 \pm 0,1$ mg/100g de ferro total, respectivamente, o que sugere o consumo destas folhosas também como possíveis fontes de ferro total na alimentação.

CONCLUSÃO

A partir dos dados encontrados da composição centesimal das folhas de ora-pro-nobis e taioba, podemos concluir que os valores de proteínas encontrados nas folhas de taioba, são superiores aos encontrados em hortaliças como alface, acelga e couve. As concentrações de ferro total obtida nas amostras de taioba e ora-pro-nóbis (base úmida) foram maiores do que as indicadas na literatura e na TBCA para as hortaliças consideradas fontes de ferro como couve, brócolis e acelga.

Em relação aos resultados dos ensaios de bioacessibilidade *in vitro*, as folhas de taioba apresentaram uma maior concentração de ferro bioacessível quando comparada às folhas de ora-pro-nóbis.

Neste contexto, as folhas das plantas alimentícias não convencionais avaliadas neste trabalho podem ser fontes de macronutrientes e de ferro e o consumo destas oleícolas de baixo custo deve ser incentivado para melhoria da qualidade da alimentação humana.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPEMAT pela bolsa de iniciação científica concedida a autora A.F.L.S. e ao IFMT pelo fomento de taxa de bancada concedido através do Edital nº51/2020 PROPES/IFMT.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

Lopes Siqueira et al, 2023_COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E BIOACESSIBILIDADE IN VITRO DE FERRO EM FOLHAS DE DUAS ESPÉCIES OLERÍCOLAS NÃO-CONVENCIONAIS

ALMEIDA, M. E. F. D.; JUNQUEIRA, A. M. B.; SIMÃO, A. A.; CORRÊA, A. D. Caracterização química das hortaliças não-convencionais conhecidas como ora-pro-nóbis. **Bioscience Journal**, v. 30, n.1, p.431-439, 2014.

ANDRADE, R. R.; GALBIATTI, J. A.; DOS ANJOS QUEIROZ, C. R. A.; PAVANI, L. C. Teores de cálcio e de ferro em folhas de ora-pro-nóbis em função da adição de composto orgânico no substrato e de lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 9, n. 2, p.120-130, 2019. <https://doi.org/10.21206/rbas.v9i2.8063>

AOAC. Association of Official Analytical Chemis. **Official Methods SM Program Manual (OMA Program Manual)**. 19 ed. Arlington: AOAC International 2012.

BARREIRAS, T. F. Levantamento e investigação do valor nutricional de hortaliças não convencionais da zona rural de Viçosa, MG. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal de Viçosa – UFV; 2013.

BOTREL, N.; FREITAS, S.; FONSECA, M. J.O.; CASTRO E MELO, R. A.; MADEIRA, N. Valor nutricional de hortaliças folhosas não convencionais cultivadas no Bioma Cerrado. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 23, p. 1-8, 2020. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.17418>

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, RDC nº. 269, 22 de setembro de 2005. **Dispõe sobre o Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Brasília, Brasil, 2005.

BRODKORB, A.; EGGER, L.; ALMINGER, M. ALVITO, P.; ASSUNÇÃO, R.; BALLANCE, S.; TORSTEN, B.; BOURLIEU-LACANAL, C.; BOUTROU, R.; CARRIERE, F.; CLEMENTE, A. CORREDIG, M.; DUPONT, D.; DUFOUR, C.; EDWARDS, C.; GOLDING, M.; KARAKAYA, S.; KIRKHUS, B.; LE FEUNTEUN, S.; LESMES, U.; MACIERZANKA, A.; MACKIE, A.R.; MARTINS, C.; MARZE, S.; MCCLEMENTS, D.J.; MENARD, O.; MINEKUS, M.; PORTMAN, R.; SANTOS, C. N.; SOUCHON, I.; SINGH, R.P.; VEGARUD, G.E.; WICKHAM, M. S. J.; WEITSCHIES, W.; RECEIO, I. INFOGEST static *in vitro* simulation of gastrointestinal food digestion. **Nature Protocols**, v. 14, n. 4, p. 991–1014, 2019. <https://doi.org/10.1038/s41596-018-0119-1>

CHAVES, M. S. Plantas alimentícias não convencionais em comunidades ribeirinhas na Amazônia. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal de Viçosa, UFV; 2016.

CONSAUL, J. R.; LEE, K. Extrinsic tagging in iron bioavailability research: a critical review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 31, n. 4, p. 684-689, 1983.

CRUZ, A. F.; SAVICKI, A.; FRENTZEL, A. E.; ADAM, I. P.; PRADO, L. O.; FRANQUETO, L.; BALBI, M. E. Plantas alimentícias não convencionais: utilização das folhas de “ora-pro-nobis” (pereskia aculeata mill, cactaceae) no consumo humano. **Visão Acadêmica**, v.21 n.3, p. 19-33, 2020. <http://dx.doi.org/10.5380/acd.v21i3.76001>

GIUGLIANI, E. R. J.; VICTORA, C. G. Alimentação complementar. **Jornal de pediatria**, v. 76, n. 3, p. s253-s262, 2000.

GUIA RELACRE 13. **Validação de Métodos Internos de Ensaio de Análise Química**. 2013. Disponível em: <https://www.relacre.pt/assets/relacreassets/files/commissionsandpublications/Guia%20RELACRE%2013.pdf>. Acesso em: 10 dezembro de 2023.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos Físico-químicos para análise de alimentos, Agência de Vigilância Sanitária, Ministério da Saúde**, 4ed., 2008.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Coordenação de Trabalho e Rendimento. **Pesquisa Nacional de Saúde 2013: Ciclos de vida: Brasil e grandes regiões**. Rio de Janeiro: IBGE; 2013.

LIBERATO, P. S.; LIMA, D. V. T.; SILVA, G. M. B. PANCs-Plantas alimentícias não convencionais e seus benefícios nutricionais. **Environmental Smoke**, v. 2, n. 2, p. 102-111, 2019.

MADEIRA, N. R.; AMARO, G. B.; MELO, R. A. de C. e; BOTREL, N.; ROCHINSKI, E. **Cultivo de Ora-pro-nóbis (Pereskia) em plantio adensado sob manejo de colheitas sucessivas**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1066888/cultivo-de-ora-pro-nobis-pereskia-em-plantio-adensado-sob-manejo-de-colheitas-sucessivas>. Acesso em: 17 de abril de 2023.

MAGALHÃES, R.O.; SANTOS, G.M.; QUEIROZ, C.R.A.A.; ANDRADE, R.R.; OLIVEIRA, F.M.; MORAIS, S.A.L.; PAVANI, L.C. **Avaliação físico-química de folhas de ora-pro-nóbis de plantas catalogadas no município de Uberlândia, MG**. In: Seminário de Iniciação Científica e Inovação Tecnológica, Uberlândia, 2011. Resumos. Uberlândia: IFTM, SIN, 2011.

MIELKI, G. F. Disponibilidade de ferro em solos tropicais e sua absorção pela planta. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal de Viçosa – UFV; 2014.

MINEKUS, M.; MARIE, A.; ALVITO, P.; BALLANCE, S.; BOHN, T.; BOURLIEU, C.; CARRIÈRE, F.; BOUTROU, R.; CORREDIG, M.; DUPONT, D.; DUFOUR, C.; EGGER, L.; GOLDING, M.; KARAKAYA, S.; KIRKHUS, B.; LE FEUNTEUN, S.; LESMES, U.; MACIERZANKA, A.; MACKIE, A. ; BRODKORB, A. A standardised static in-vitro digestion method suitable for food – an international consensus. **Food & Function**, n. 5, p. 1113-1124, 2014. <https://doi.org/10.1039/C3FO60702J>

OLIVEIRA, A. P.; NAOZUKA, J. Enriquecimento elementar por meio de cultivo: plantas e cogumelos. **Química Nova**, v. 43, p. 1277-1293, 2020. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170601>

OLIVEIRA, D. D. C. D. S.; WOBETO, C.; ZANUZO, M. R.; SEVERGNINI, C. Composição mineral e teor de ácido ascórbico nas folhas de quatro espécies olerícolas não-convencionais. **Horticultura Brasileira**, v.31, p.472-475, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362013000300021>

PINTO, N.A.V.D.; FERNANDES, S.M.; THÉ, P. M. P; CARVALHO, V.D. Variabilidade da composição centesimal, vitamina c, ferro e cálcio de partes da folha de taioba (*Xanthosoma sagittifolium* Schott). **Revista Brasileira de Agrociência**, v.7, n 3, p.205-208, 2001.

POCAI, A. V.; LAURINDO, J. B.; JIMÉNEZ, M. S. E.; RICHARDS, N. S. P. .S. **Produção de bebida fermentada enriquecida com ora-pro-nóbis (Pereskia aculeata)**. Produtos Lácteos: Desenvolvimento & Tecnologia, 2020. <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-991393-2-1.c4>

RAMOS, A. S.; COSTA, B. E. T.; LUZ, S. M. **Caracterização de compostos antinutricionais de plantas alimentícias não-convencionais (pancs) amazônicas**. III Simpósio de Alimentos e Nutrição. Rio de Janeiro, 2017. v. 1. <https://doi.org/10.17648/sian-2017-60727>

REIS, L. C. R. Efeito do processamento na concentração de substâncias bioativas em brócolis e couve-flor. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS; 2014.

ROCHA, D. D. C.; PEREIRA JÚNIOR, G. A.; VIEIRA, G.; PANTOJA, L.; SANTOS, A. D.; PINTO, N. A. V. D. Macarrão adicionado de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller) desidratado. **Alimentos e Nutrição**, v. 19, n. 4, p. 459-465, 2009.

RODRIGUES, V. C.; MENDES, B. D.; GOZZI, A.; SANDRINI, F.; SANTANA, R. G.; MATIOLI, G. Deficiência de ferro, prevalência de anemia e fatores associados em crianças de creches públicas do oeste do Paraná, Brasil. **Revista de Nutrição**, v. 24, p. 407-420, 2011.

SALTON, C.; DABAGHI, P.; MEZZOMO, T. R. Influência do cálcio na biodisponibilidade de ferro em preparações enterais manipuladas em alimentos convencionais para uso domiciliar. **Revista Saúde e Desenvolvimento**, v. 11, n. 8, p. 15-17, 2017.

SATO, A. P. S.; FUJIMORI, E.; SZARFARC, S. C.; BORGES, A. L. V.; TSUNECHIRO, M. A. Consumo alimentar e ingestão de ferro de gestantes e mulheres em idade reprodutiva. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 18, p. 247-254, 2010.

SEGANFREDO, R.; FINGER, F. L.; BARROS, R. S.; MOSQUIM, P. R. Influência do momento de colheita sobre a deterioração pós-colheita em folhas de taioba. **Horticultura Brasileira**, v. 19, p. 316-319, 2001.

SILVA, M.F.; SANTOS, R.F.; SILVEIRA, L.; TOMASSONI, F.; CARPINSKI, M.; RUFFATO, R.J. Efeito da adubação nitrogenada na cultura da acelga (*Beta vulgaris* L. var. cicla). **Acta Iguazu**, v.2, n.1, p.61-65, 2013

SOAVE, P. B.; LACERDA, T. H. M. **Avaliação da Composição Centesimal de Preparações Fortificadas com Ferro Destinadas a Alimentação Escolar**. In: 14º Congresso de iniciação científica, Anais., São Paulo: Universidade Metodista de Piracicaba. 2006.

SOUZA, J. S. S. Caracterização nutricional, fitoquímica e biológica da Taioba (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Shott). **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal do Paraná – UFPR; 2018.

TBCA. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. Universidade de São Paulo (USP). Food Research Center (FoRC). Versão 7.1. São Paulo, 2020. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tbca>. Acesso em: 10 de dezembro de 2023.

TEIXEIRA, M. B. Avaliação e especiação do ferro bioacessível em alimentos. **Dissertação de Mestrado**. Universidade de São Paulo, USP; 2014.

TOFANELLI, M. B. D.; RESENDE, S. G. Sistemas de condução na produção de folhas de ora-pro-nobis. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, p. 466-469, 2011.