

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E DE COMPOSTOS BIOATIVOS DE FOLHAS DE BATATA-DOCE COMUM E BIOFORTIFICADA.

Maria Elisabete Fagundes¹

Luciano Lucchetta²

Diane Maschio de Souza³

Ana Tereza Bittencourt Guimarães⁴

Luciana Bill Mikito Kottwitz⁵

Resumo: O presente estudo teve como objetivo comparar a composição físico-química, de compostos bioativos e o potencial antioxidante presente nas folhas de batata-doce comum (cultivar Rubissol) e biofortificada (cultivar Beauregard). Os resultados médios das análises físico-químicas indicaram percentuais expressivos de proteínas nas folhas da batata-doce comum (28,98%) e da batata-doce biofortificada (28,41%) e, em relação às concentrações de carotenoides totais, flavonoides, antocianinas, compostos fenólicos, além da atividade antioxidante, foram observados níveis médios mais elevados na cultivar Beauregard e diferença significativa ($p < 0,05$) entre as cultivares. Considerando a composição das folhas de batata-doce das duas variedades avaliadas nesta pesquisa, é possível destacar a importância nutricional e relevância nos componentes bioativos desta parte da planta, geralmente descartada quando comparada às raízes que são comumente consumidas.

Palavras-chave: Batata-doce biofortificada; composição nutricional; substâncias bioativas; atividade antioxidante; compostos fenólicos; polifenóis.

PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERIZATION AND BIOACTIVE COMPOUNDS OF THE LEAVES OF COMMON SWEET POTATO AND BIOFORTIFIED SWEET POTATO

Abstract: The present study aimed to compare the physical-chemical composition of bioactive compounds and the antioxidant potential present in the leaves of common and biofortified sweet potatoes (cultivar Beauregard). The average results of the physical-chemical analysis indicated expressive percentages of proteins in the leaves of common (28.98%) and biofortified sweet potato (28.41%) and, the concentrations of total carotenoids, flavonoids, anthocyanins, phenolic compounds, as well as antioxidant activity, higher mean levels were observed in the Beauregard cultivar and a significant difference ($p < 0.05$) between the cultivars. Considering the composition of the sweet potato leaves of the two varieties evaluated in this research, it is possible to highlight the nutritional importance and relevance in bioactive components of this part of the plant, usually discarded when compared to the roots that are commonly consumed, and also evince the possibility of its introduction into human food.

Keywords: Biofortified sweet potatoes; nutritional composition; bioactive substances; antioxidant activity; phenolic compounds; polyphenols.

¹ Economista Doméstico. Mestre em Ciências Aplicadas à Saúde. Servidora Pública na Prefeitura Municipal de Francisco Beltrão. Professora na Escola Profissionalizante ESSEI. E-mail: beti.fagundes2015@gmail.com

² Engenheiro Agrônomo. Mestre, Doutor e Pós-Doutor em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Docente no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus de Francisco Beltrão e Londrina. Email: lucianolucchetta@gmail.com

³ Tecnóloga de Alimentos. Doutoranda em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Email: dianemaschio6@gmail.com

⁴ Bióloga. Mestre e Doutora em Ciências. Docente da Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Docente do Programa de Pós-Graduação em Biociências e Saúde, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná. E-mail: anatbguimaraes@gmail.com

⁵ Médica Veterinária. Mestre e Doutora em Ciência de Alimentos. Docente da Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas à Saúde. E-mail: lukottwitz@yahoo.com.br

Introdução

A batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) é uma dicotiledônea da família Convolvulácea, nativa das Américas Central e do Sul (PARI, 2015). É uma raiz tuberosa de fácil cultivo, tem múltiplas formas de aproveitamento, dispensa o uso de tecnologias avançadas sendo, uma excelente cultura para a agricultura familiar, hortas escolares e comunitárias, além disso, desempenha um importante papel nutricional no cardápio de pessoas com restrições alimentares e deficiências nutricionais (CAMARGO, 2018).

De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), apresentados na pesquisa de Produção Agrícola – Lavoura Temporária no ano de 2020, no Brasil foi plantada uma área de 59.790 hectares de batata-doce, onde foram produzidas 847.896 toneladas do tubérculo, sendo colhidas 14 toneladas por hectare.

A biofortificação caracteriza-se pelo desenvolvimento, por meio de melhoramento genético, de alimentos naturais que contêm quantidades de nutrientes capazes de suprir as necessidades do corpo humano ao ser inserido na dieta da população (BOUIS; SALTZMAN, 2017). Uma das variedades biofortificadas é a batata-doce Beauregard, a qual foi melhorada pela empresa *Louisiana Agricultural Experiment Station*. No ano de 2008 foi trazida para o Brasil por meio de convênio com o Centro Internacional de la Papa (CIP), do Peru, sendo testada e recomendada pela Embrapa Hortaliças (ALVES et al., 2012). Este cultivar (cv) tem um ótimo valor nutricional, possui atividade antioxidante e é rica em compostos bioativos, componentes dos alimentos que tem influência fisiológica e participam de atividades celulares que beneficiam a saúde (Vital & Messias, 2020). Uma das principais características destes compostos é a capacidade antioxidante, capaz de reduzir o estresse oxidativo, presente em diversas patologias crônicas (SUN et al., 2014).

Muitas partes da planta da batata-doce são comestíveis, incluindo as folhas, que são excelentes fontes de polifenóis antioxidativos (JOSÉ, 2012), entre eles as antocianinas e os ácidos fenólicos, além disso, apresentam elevado valor nutricional, sendo fontes de vitaminas do complexo B, beta caroteno, potássio, fósforo, cálcio, magnésio, ferro, manganês, cobre, zinco, fibras e proteínas (José, 2015). O valor de proteínas encontrado na folha (2,99g/100g de peso seco) é maior do que o encontrado na raiz (1,28-2,3g/100g de peso seco), assim como os valores dos micronutrientes, que atuam como antioxidantes, na homeostase da glicose, na mobilização do cálcio, na absorção de ferro, na expressão gênica, reações enzimáticas e ritmo cardíaco (SUN et al., 2014).

Do ponto de vista sensorial, as culturas biofortificadas são bem aceitas pela população, tanto no consumo tradicional quanto utilizadas como ingredientes no preparo de alimentos, como verifica-se num estudo realizado em alguns países da África, onde existe uma rica aceitação e adoção das mesmas pelas populações destes lugares, incluindo a folha de batata-doce. Os produtores e consumidores, depois de receberem as informações nutricionais referentes a tal cultura, aceitaram pagar um valor superior pelos pães e bolos fabricados pela farinha da folha da batata-doce (TALSMA et al., 2017). Chelfant et al. (1990), também verificou que as folhas e pecíolos de batata-doce têm um alto valor proteico e nutritivo, podendo ser consumidos como qualquer outra hortaliça de folhas, em salada cruas ou cozidas.

Deste modo, o consumo das folhas deste cultivar como um vegetal pode ser uma alternativa importante no combate a escassez de alimentos. Agricultores e cientistas estão cada vez mais motivados na produção destes vegetais antes negligenciados, pois podem ser colhidas várias vezes durante o ano, são resistentes a certas adversidades climáticas, à umidade, doenças e pragas (SALAZAR et al., 2019). Segundo Islan (2006), as pesquisas apontam o consumo das folhas de batata-doce para promover a saúde devido aos seus componentes nutricionais e bioativos que apresentam várias funções fisiológicas como, por exemplo, os polifenóis e antocianinas que apresentam atividade antioxidante, combatendo os radicais livres, possuem efeito anticarcinogênico, antimutagênico, antidiabético, anti-hipertensivo, anti-inflamatório, antimicrobiano, e de inibir a replicação do vírus HIV, bem como as fibras contribuem para a manutenção da microbiota intestinal.

Considerando a escassez de estudos quanto à composição de folhas de batata-doce, o objetivo da presente pesquisa é avaliar e comparar o potencial nutricional de folhas de batata-doce comum (cultivar Rubissol) e biofortificada (cultivar Beauregard), e teor de compostos bioativos presentes nas mesmas, que podem contribuir positivamente para a saúde humana.

Material e Métodos Matéria-prima

As folhas de batata-doce comum cv Rubissol foram adquiridas em uma área rural localizada na Linha Peroba, no município de Cascavel, Estado do Paraná (latitude 25°03'34.33" O, longitude 53°50'32."O).

As folhas da batata-doce biofortificada cv Beauregard foram adquiridas em uma área rural localizada na Linha São João, no município de Cascavel, Estado do Paraná (latitude 24°58'15.18"S e longitude 53°14'10.96"O).

O clima é considerado clima subtropical (Cfa), com precipitação média anual superior a 1800mm, sem estação seca definida, com possibilidade de geadas durante o inverno e o solo do tipo Latossolo Vermelho Distroférrico (EMBRAPA, 1995).

Utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com dois tratamentos e seis repetições, totalizando doze parcelas. Cada parcela experimental foi constituída de um canteiro com dimensões de 3,0 x 3,0 m, com espaçamento de 0,4 m entre plantas e 1,0 m entre canteiros e a condução da cultura foi feita de forma convencional. De cada parcela foram colhidas, entre os meses de fevereiro a março de 2019, 800g de folhas, que foram higienizadas e congeladas, por um período máximo de 24 horas, até o processamento e análises.

Análises físico-químicas

A avaliação das folhas de batata-doce cv Rubissol e das folhas de batata-doce biofortificada cv Beauregard, em triplicata, foi realizada de acordo com as metodologias descritas nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), por meio das seguintes análises: teor de umidade em estufa, a $105\pm 3^{\circ}\text{C}$ até peso constante, sólidos totais foram calculados pela diferença a partir da umidade, determinação de cinzas pelo método gravimétrico para determinação de resíduo por incineração (ou resíduo mineral fixo, RMF) em mufla a 550°C , acidez por titulometria, proteínas totais pela metodologia de Kjeldahl ($\% \text{ N} \times 6,25$), lipídeos por extração direta em Soxhlet, e fibra bruta. Os carboidratos foram estimados pelo cálculo da diferença entre 100g de produto e a soma dos valores encontrados para umidade, proteínas, lipídios, cinzas e fibra bruta. Os resultados das análises físico-químicas são expressos em % (m/m em base seca).

O cálculo da energia foi feito a partir dos teores em proteínas, lipídios e carboidratos, utilizando os coeficientes específicos que levam em consideração o calor de combustão e a digestibilidade, conforme a conversão de Atwater (ANTIA et al., 2006), expressos em Kcal/100.

Vitamina C

Primeiramente as folhas de cada ensaio foram trituradas em um multiprocessador de alimentos da marca Walita® com 660 W de potência e posteriormente, analisadas, em triplicata, seguindo a metodologia descrita nas Normas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008) e expressa em vitamina C mg %.

Determinação dos compostos bioativos

Carotenoides totais: Esta análise foi realizada, diretamente da trituração da amostra, baseada no método de determinação de carotenoides em produtos naturais (IAL, 2008). Os

carotenoides alfa e beta são identificados pela posição relativa dos pigmentos na coluna e por espectrofotometria e expresso em $\mu\text{g/g}$ (microgramas de carotenoides por grama de extrato).

Preparo dos extratos

Para realizar as análises de compostos fenólicos, antocianinas e flavonoides foram obtidos extratos etanoaquosos a partir do procedimento descrito por Coseteng & Lee (1987) citado por Intisar et al. (2009) parcialmente modificado.

Flavonoides totais: A determinação do conteúdo de flavonoides totais foi feita segundo metodologia descrita por Zhishen et al. (1999). O teor de flavonoides foi determinado utilizando-se uma curva padrão de catequina e os resultados, determinados a partir de uma equação de regressão, expressos em miligramas de equivalentes de catequina por litro (mg ECA L-1).

Compostos fenólicos totais: A técnica foi realizada de acordo com Singleton & Rossi (1965) onde foi utilizado um método colorimétrico com o reagente de Folin Ciocalteu (amarelo) como indicador de compostos fenólicos (azul) e expresso em mgGAE/100g.

Antocianinas: A metodologia utilizada na determinação de antocianinas totais dos extratos foi de diferença de pH (1,0 e 4,5), de acordo com Lee et al. (2005), com leituras a 520nm e 700nm. A concentração final de antocianinas foi expressa em mg/100g e foi calculada com base no volume de extrato e peso da amostra.

Atividade antioxidante

O potencial de atividade antioxidante foi determinado, no extrato etanoalcoólico previamente preparado, por sequestrante de radicais livres a partir de curva padrão de DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) segundo Rufino et al. (2007) com adaptações, expresso em g de EC/g DPPH (gramas de extrato necessária para inibir em 50% a oxidação).

Análise dos Dados

Os dados das variáveis foram comparados entre a folha da batata doce comum cv Rubissol e a folha da batata biofortificada cv Beauregard por meio do programa XLSTAT 2014 e do Teste não paramétrico Mann-Whitney, uma vez que os pressupostos de normalidade (Teste de Shapiro-Wilk) e homocedasticidade (Teste F) não foram atingidos.

Em seguida, as matrizes dessas variáveis (compostos fenólicos, flavonoides, carotenoides, antocianinas e atividade antioxidante) foram estandarizadas e analisadas por meio da análise de componentes principais (PCA). Na PCA são definidas as cargas fatoriais, as quais são definidas como as correlações de cada variável com a composição do fator, sendo o fator uma nova variável

estatística definida pelo conjunto das cargas fatoriais. Em todos os testes estatísticos o nível de significância utilizado foi de 0.05, sendo realizados com o programa computacional R (R Core Team, 2019).

Resultados

Caracterização físico-química

Com relação a caracterização físico-química, foram observados percentuais elevados de proteínas, fibras, carboidratos e vitamina C nas folhas das duas variedades de batata-doce analisadas, contudo apenas umidade ($p=0,030$), lipídios ($p=0,030$) e carboidratos ($p=0,013$) apresentaram diferenças estatisticamente significativas (Tabela I).

Considerando os valores médios obtidos, as folhas de batata-doce cv Rubissol apresentaram percentual superior de umidade, cinzas, acidez, lipídios, fibras, proteínas e vitamina C, em contrapartida carboidratos e quilocalorias foram encontrados em quantidades superiores nas folhas de batata-doce cv Beauregard (Tabela I).

Tabela I - Resultados médios e desvio padrão das características físico-químicas das folhas de batata-doce comum cv Rubissol e cv Beauregard.

| Variáveis | Folha cv Comum (Média±DP) | Folha cv Beauregard (Média±DP) | Valor de p* |
|------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------|
| Umidade% | 90,19±0,55 | 88,08±0,55 | 0,030* |
| Cinzas% ** | 9,36±0,53 | 8,79±0,08 | 0,128 |
| Acidez% | 0,46±0,09 | 0,34±0,00 | 0,061 |
| Lipídios% ** | 1,24±0,28 | 0,87±0,16 | 0,030* |
| Fibras% ** | 28,07±2,19 | 24,56±1,90 | 0,092 |
| Proteínas% ** | 28,98±1,48 | 28,41±1,62 | 0,471 |
| Vitamina C mg% | 13,21±5,56 | 9,79±1,39 | 0,531 |
| Carboidratos% ** | 32,36±2,64 | 37,59±2,30 | 0,013* |
| Quilocalorias kcal/100 | 254,66±11,26 | 271,41±6,81 | 0,065 |

Nota: *Houve diferença estatística pelo Teste Mann-Whitney somente em umidade, lipídios e carboidratos, com o nível de significância de 5%. DP= desvio padrão. ** Percentuais de cinzas, lipídios, fibras, proteínas e carboidratos expressos em base seca.

Compostos bioativos

Foi possível verificar diferença estatisticamente significativa com relação aos compostos bioativos avaliados entre as duas variedades de batata-doce ($p<0,05$); sendo observados valores médios das folhas de batata-doce da cv Beauregard superiores aos valores das folhas de batatadoce comum da cv Rubissol (Tabela II).

Tabela II - Medianas (Md) e intervalos interquartílicos (1°Q – 3°Q) dos compostos bioativos das folhas de batata-doce cv Rubissol e cv Beauregard.

| Variáveis | Folha cv Rubissol Md [1°Q – 3°Q] | Folha cv Beauregard Md [1°Q – 3°Q] | p-valor* |
|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|----------|
| Carotenoides totais µg/g | 13,13 [10,88 – 16,12] | 114,49 [94,64 – 128,89] | 0,004 |
| Flavonoides mgCE/100g | 64,25 [62,92 – 67,40] | 81,11 [70,55 – 84,52] | 0,031 |
| Antocianinas mg/100g | 0,835 [0,0 – 1,67] | 7,93 [7,58 – 11,83] | 0,044 |
| Fenólicos Totais mgEAG/100g | 183,9 [170,5 – 211,7] | 279,7 [230,8 – 308,4] | 0,023 |
| Atividade Antioxidante g/g DPPH | 172,7 [170,4 – 219,5] | 130,3 [121,1 – 141,2] | 0,005 |

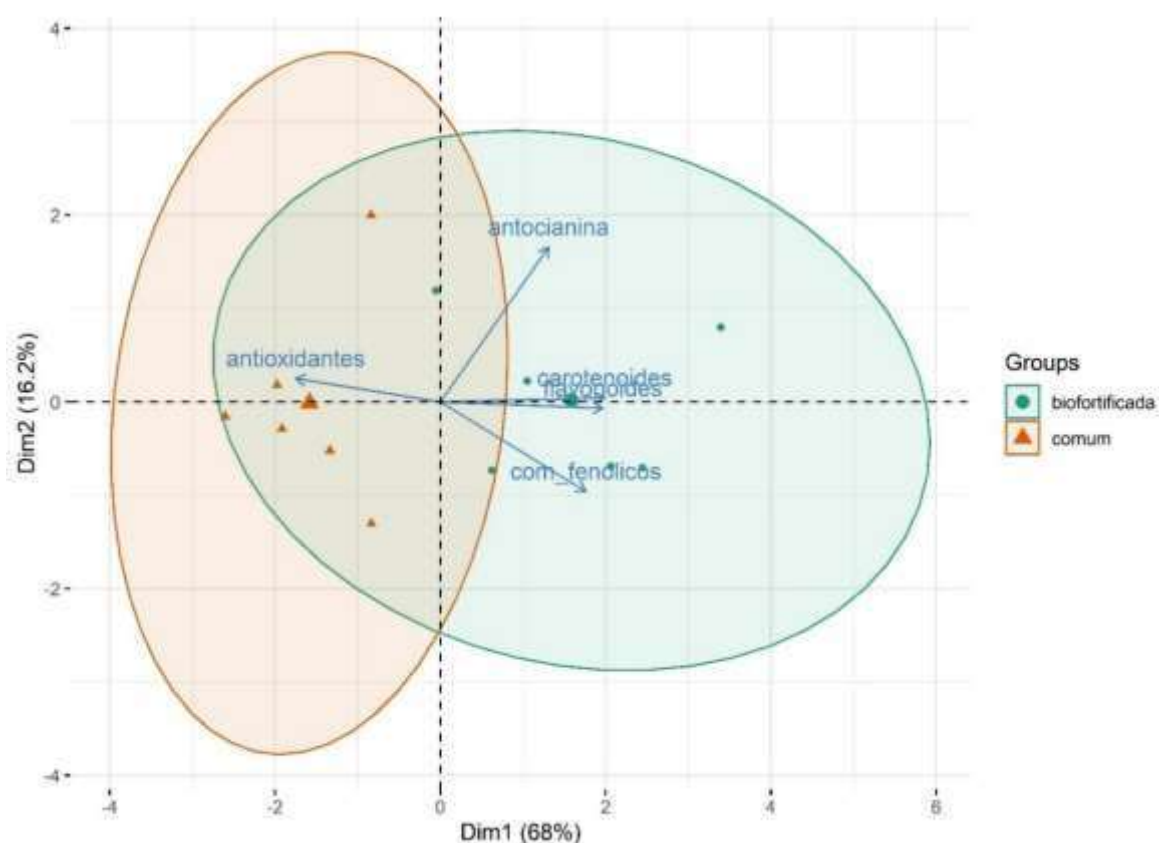
Nota: *Teste Mann-Whitney, com o nível de significância de 5%.

A partir da avaliação multivariada foi verificada as relações lineares entre as variáveis em estudo, verificando-se diferenças entre os grupos de folha da batata doce comum cv Rubissol e a folha da batata biofortificada cv Beauregard.

O primeiro componente principal foi definido como a variação dos valores de carotenoides, flavonoides e atividade antioxidante (Autovalor=3,40; Variabilidade=67,96%), estando a última variável indiretamente relacionada as demais. Este primeiro componente principal pode ser considerado como a sumarização linear destas variáveis, sendo uma nova variável estatística denominada “Capacidade antioxidante”.

Vale ressaltar que os escores deste componente indicam que as amostras da folha de batata biofortificada apresentam maiores concentrações de carotenoides e flavonoides, o que promove o sequestro de moléculas antioxidantes do meio. O segundo componente principal representa a associação entre compostos fenólicos e antocianina (Autovalor=0,81; Variabilidade=16,21%), os quais encontram-se inversamente relacionadas entre si. Este segundo componente principal sumarizou que, em ambos os grupos de folhas de batatas, as amostras que apresentaram os maiores valores de compostos fenólicos tiveram menores concentrações de antocianina (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Comparação entre a composição de compostos bioativos presentes em folhas de batata-doce cv. Rubissol (comum) e cv. Beauregard (biofortificado).



Discussão

Caracterização físico-química

A caracterização físico-química das folhas das duas variedades de batata-doce avaliadas nesta pesquisa, registrou médias expressivas para macro e micronutrientes, evidenciando a importância nutricional desta parte da planta que frequentemente é descartada, contudo, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas, assim como no estudo realizado por Santos et al. (2019), os quais avaliaram a composição mineral e centesimal entre as cultivares de batatadoce convencional e orgânica.

Quando analisado o teor de proteínas das folhas de ambas as variedades, as mesmas apresentaram-se como uma excelente fonte alimentar do nutriente, sendo a folha da batata-doce da

cv Rubissol com 28,98% e da cv Beauregard com 28,41%. Esse resultado é confirmado por Nkongho et al. (2014) e Antia et al. (2006), que registraram médias entre 15,10% a 27,10% e 24,85%, respectivamente em folhas de batata doce. Vale destacar que ao avaliarem a parte usualmente comestível das batatas, isto é, as raízes, os estudos observaram uma quantidade média de proteínas menor em relação as folhas, variando de 1,4 a 5,6% (CAMARGO, 2018; SANTOS et al., 2019).

As folhas das batatas avaliadas também podem ser caracterizadas como importantes fontes de fibras (28,07% e 24,56%) dado esse confirmado por Nkongho et al. (2014), que verificaram que as folhas das batatas analisadas continham de 27% a 29%. Vale destacar que as folhas apresentam maior teor de fibras do que as raízes (CAMARGO, 2018). Ainda, a fibra bruta encontrada nas folhas corresponde a parte do alimento em que são encontradas as frações de celulose e lignina, responsáveis por benefícios gastrointestinais, visto que estimulam os movimentos peristálticos, aumentam a massa fecal e reduzem o a lipoproteína LDL do sangue; contudo, não fornecem energia, pois não são metabolizadas pelas enzimas presentes no intestino humano (SILVA et al., 2010; GARCIA, 2013).

Em relação a vitamina C, o resultado encontrado de 13,21% e 9,79% para folhas da cv Rubissol e cv Beauregard, respectivamente, foram superiores aos valores descritos na literatura (ISLAM, 2014; AMAGLOH et al., 2017). Os resultados frente ao teor de vitamina C nas folhas avaliadas são importantes, visto que essa vitamina além de atuar como antioxidante, apresenta efeitos positivos contra o câncer, doenças cardiovasculares, cataratas, favorece a cicatrização de feridas e a modulação imune (CAVALARI, 2018).

Ainda, os valores médios observados para os teores de cinzas, 9,36% para folhas batatadoce cv Rubissol e 8,79% para o cv Beauregard são superiores aos obtidos quando analisadas as raízes da planta (CAMARGO, 2018; LEITE, 2017), e indicam abundância de elementos minerais (Almeida et al., 2003).

Compostos bioativos

Considerando os teores de compostos bioativos, é possível evidenciar diferença estatística entre as cultivares ($p < 0,05$), e os valores médios das folhas da cv Beauregard foram superiores aos valores das folhas da cv comum (Rubissol). Resultados semelhantes foram observados no estudo de Uchôa et al. (2015), que caracterizaram a composição da batata-doce comum e biofortificada.

Os carotenoides são substâncias antioxidantes, capazes de minimizar os efeitos dos radicais livres no organismo, e alguns tipos, como o betacaroteno, também são precursores da vitamina A

(FAGUNDES et al., 2021). Jaarsveld et al. (2005), em estudo no qual foi avaliada a ingestão de batata-doce de polpa alaranjada por crianças com faixa etária de 5 a 10 anos, observaram o aumento no conteúdo de vitamina A no grupo de crianças que consumiram as batatas biofortificadas, demonstrando ser eficaz na prevenção de doenças relacionadas às carências nutricionais e no combate aos radicais livres, uma vez que a batata-doce de polpa alaranjada é fonte de carotenoides.

Durante as análises, observou-se que o valor de carotenoides totais das folhas biofortificadas foi superior ao encontrado nas folhas da cv comum, confirmando a previsão devido à biofortificação com beta caroteno. Também foi comprovado a presença de beta caroteno na cv biofortificada no trabalho de Uchôa et al. (2015); bem como de Nkongho et al. (2014), ao analisarem o perfil nutricional de folhas de batata-doce, encontraram resultados expressivos de carotenoides totais (1414,6 a 3556,9 µg/g).

Os flavonoides são compostos bioativos antioxidantes do grupo dos polifenóis encontrados na maioria das frutas e vegetais e, apresentam-se como moléculas promissoras na prevenção ou redução da agressão tecidual no acidente vascular encefálico isquêmico (RODRIGUES; MUZITANO, 2012). Segundo Rodrigues & Muzinato (2012), dietas ricas em flavonoides estão relacionadas com a prevenção de doenças cerebrovasculares, sendo a ação terapêutica atribuída à alta capacidade antioxidante e anti-inflamatória destes compostos. As folhas de batata-doce contêm altas concentrações de polifenóis, dentre estes flavonoides, quando comparada a outros vegetais comerciais como brócolis, couve, espinafre, alface, e é considerada um ótimo alimento funcional, capaz de trazer inúmeros benefícios à saúde humana (ISLAM, 2006).

Os teores médios de flavonoides encontrados neste trabalho são semelhantes aos resultados encontrados no trabalho de Liao et al. (2011), no qual os autores obtiveram valores de 72,7 mgCE/100g para variedade TNG10 folha de cor verde e raiz de cor branca e 65,2 mgCE/100g para variedade TNG 57 folhas verdes e a raiz de cor amarela. No estudo desenvolvido por Pari (2015), o valor de flavonoides totais foi de 104,14 mgEC/100g de amostra para o extrato liofilizado de raiz de batata-doce roxa. Por sua vez, Leite (2017) observou em seu estudo valores de flavonoides inferiores nas raízes das variedades SCS370 Luiza 5,08 mgCE/100g, SCS371 Katiy 4,63 mgCE/100g, SCS372 Marina 1,34 mgCE/100g e Beauregard 0,75 mgCE/100g.

As antocianinas, após a clorofila, são o mais importante grupo de pigmentos de origem vegetal, responsáveis pelas cores que variam do rosa pálido ao roxo e azul profundo. Eles estão presentes numa grande variedade de tecidos de plantas, principalmente flores e frutos, mas também os órgãos de armazenagem, tais como raízes e tubérculos de armazenamento (TANAKA et al., 2017).

A quantidade média de antocianinas totais encontrada neste estudo para as duas variedades não foi expressiva, pois as duas variedades não dispõem de pigmentos característicos para este parâmetro, entretanto, nas folhas da cv Beuauregard é possível observar um valor médio superior ao da cv Rubissol, isso ocorre devido às folhas daquela cultivar apresentarem um leve arroxamento no ápice do pecíolo e na axila da folha (SILVA et al., 2010). Su et al. (2019), ao caracterizarem as antocianinas presentes em amostras de raízes batata-doce, observaram conteúdo de antocianinas presente nas amostra Beauregard (polpa laranja) igual a 334 mg/Kg de matéria seca, equivalente a 33,4 mg/100g. No trabalho de Su et al. (2019), também foi encontrado o valor de antocianinas mais expressivo na raiz (1310 mg/100g) do que nas folhas (3,27 mg/100g). Já os resultados de antocianinas encontrados por Antia et al. (2006), em seu trabalho sobre a avaliação nutritiva e antinutritiva de folhas de batata-doce foram expressivos, encontraram 30.24 ± 0.02 mg/100 g da concentração de cianidina, que, segundo Islam (2006), é uma substância que caracteriza as antocianinas presentes em batata-doce.

As substâncias antioxidantes como os compostos fenólicos, presentes na maioria dos vegetais, atuam na prevenção do estresse oxidativo, envelhecimento e doenças crônicas, sendo assim, existem indícios de que a introdução de folhas de batata-doce na dieta humana atenuaria vários efeitos causados pelo estresse oxidativo, inflamações, hipertensão e diabetes (ISLAM, 2014).

O conteúdo de compostos fenólicos totais presentes nas folhas estudadas foram de $196,04 \pm 48,19$ e $269,43 \pm 46,15$ mgEAG/100g para cv Rubissol e cv Beauregard respectivamente, resultados esses superiores aos de Liao et al. (2003), 28,01 a 130 mg EAG/100g e inferiores aos resultados do trabalho de Jang e Koh (2019), de 0,65 a 1,91 gEAG/100g. Esses autores compararam o conteúdo antioxidante e a atividade antioxidante nos pecíolos e folhas de seis principais variedades de batata-doce geneticamente modificadas na Coreia do Sul. Truong et al. (2007) relataram que o conteúdo fenólico total nas folhas de três cultivares de batata-doce nos Estados Unidos variaram de 1,22 a 1,30 gEAG /100g.

Percebe-se que os valores encontrados neste trabalho são semelhantes ao trabalho de Pari (2015) no qual o conteúdo total de fenóis no extrato da batata-doce roxa foi de $248,89 \pm 15,34$ mgEAG/100g. Por outro lado são superiores ao valor de fenólicos totais das raízes da cv Beauregard encontrado no trabalho de Leite (2017) que foi de 177,40 EAG/100g. Islam e Jalaluddin (2003) relataram que a maior concentração de polifenóis foi encontrada nas folhas de batata-doce, seguidas pelos pecíolos, caules e tubérculos.

Segundo José (2012), os extratos de polpa da raiz batata-doce de polpa branca e amarela apresentaram diferentes teores de polifenóis, para batata-doce branca de 27,7 mg/100g e para

batata-doce amarela de 55 mg/100g. O baixo teor de polifenóis no extrato de polpa branca pode estar relacionado com ausência ou presença reduzida de pigmentos.

Manach et al. (2004) referem que os polifenóis são altamente solúveis em água e que quanto mais cor púrpura apresentar o vegetal, mais teores de polifenóis podem ser encontrados, o que, até certo ponto, vem ao encontro dos resultados deste trabalho, já que a folha da batata-doce laranja apresentava o pecíolo e nervuras da folha repletos de cor púrpura, ao contrário das estruturas da folha da batata-doce branca.

A principal característica da grande maioria dos compostos bioativos é a capacidade antioxidante, a qual evidencia o sequestro de radicais livres gerados por reações metabólicas. Estes compostos desempenham importante papel na prevenção de doenças como câncer, hipertensão e doenças cardíacas (SALASAR, 2018).

A atividade antioxidante é expressa em concentração do extrato (EC) para eliminação de 50% de radicais livres (DPPH) ou seja EC 50 g/g DPPH, quanto menor o valor encontrado maior será a atividade antioxidante (JANG; KOH, 2019). O valor encontrado nas folhas estudadas foi menor na variedade Beauregard, ou seja, ela tem a maior atividade antioxidante do que a variedade Rubissol.

Resultados equivalentes (130 g/g DPPH) nas folhas de batata-doce foram observados nos trabalhos de Jang e Koh (2019), os quais observaram resultados de polifenóis e atividade antioxidante superiores nas folhas quando comparados aos resultados de pecíolos de variedades de batata-doce.

Ainda, é importante destacar que verificou-se correlação positiva entre a atividade antioxidante e o resultado de compostos fenólicos presente nas folhas das cultivares, visto que quanto maior o resultado de compostos fenólicos, maior a atividade antioxidante encontrada.

Conclusão

Os resultados deste estudo demonstram que as folhas de batata-doce contêm alta concentração de nutrientes, principalmente de proteínas, fibras, vitamina C e β caroteno e de compostos bioativos, destacando-se os maiores teores na cv Beauregard. Considerando a composição das folhas de batata-doce, das duas cultivares avaliadas nesta pesquisa e comparando a estudos que avaliaram a parte usualmente comestível deste vegetal, isto é, as raízes, é possível verificar a importância nutricional desta parte usualmente descartada, bem como compostos bioativos que exibem potencial para atividades antioxidantes.

Referências

- ALMEIDA M.M.B., LOPES M.F.G., SOUSA P.H.M., NOGUEIRA C.L.D., MAGALHÃES C.E.C. Determinação de umidade, fibras, lipídios, cinzas e sílica em plantas medicinais. Boletim do Centro de Processamento de Alimentos; 2003, 21(2):343-50.
- ALVES, R.M.V.; ITO, D.; CARVALHO, J.L.V.; MELO, W.F.; GODOY, R.L.O. Estabilidade de farinha de batata-doce biofortificada. Brazilian Journal of Food Technology, 2012, 15, 1, 59-71.
- AMAGLOH FK, ATUNA RA, MCBRIDE R, CAREY EE, CHRISTIDES T. Nutrient and total polyphenol contents of dark Green leafy vegetables, and stimation of their iron bioaccessibility using the in vitro digestion/caco-2 cell model. Foods; 2017; 6(7):E54
- ANDRADE DF. Estatística para as ciências agrárias e biológicas: com noções de experimentação. 2. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2010, 470p.
- ANTIA BS, AKPAN EJ, OKON PA, UMOREN IU. Nutritive and Anti-Nutritive Evaluation of Sweet Patatoes (*Ipomoea batatas*) Leaves. Pakistan Journal of Nutrition; 2006, 5(2):166-8.
- BOUIS, H. E; SALTZMAN, A. Improving nutrition through biofortification: A review of evidence from HarvestPlus, 2003 through 2016. Glob Food Sec, v.12, p. 49-58, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28580239/>.
- CAMARGO VCS. Avaliação in vivo de retinol em produtos (farinha e bolo sem glúten) oriundos de batata-doce (*Ipomoea batatas* L) cultivar Beauregard biofortificada com carotenoides. 2018. 174f. Dissertação [Mestrado] – Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciências da Saúde do Centro de Ciências da Vida, Pontifícia Universidade Católica, Campinas, 2018.
- CAVALARI TGF, SANCHES RA. Os efeitos da Vitamina C. Revista Saúde em Foco; 2018; 749-765.
- CHALFANT RB, JANSSON RK, SEAL DR, SCHALK JM. Ecology and management of sweet potato insects. Annual Review of Entomology; 1990, 35:157-80.

COSETENG MY, LEE CY. Changes in apple polyphenoloxidase and polyphenol concentrations in relation to degree of browning. *Journal of Food Science*; 1987, 52:985-89.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. A cultura da batata-doce. 1995. 94 p. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional Pesquisa de Hortaliças. - Brasília EMBRAPA-SPI, 1995.

FAGUNDES, G.A.; PINTO, N.S.; MICHELOTTI, A.A.H.; WALTER, M.; SEVERO, J. Batata-doce biofortificada como alternativa no combate à deficiência de vitamina A em crianças. *Revista de Ciência e Inovação do IFFAR*. v. 07 / 2021

GARCIA EL. Composição dos tubérculos, extração e caracterização de amidos de diferentes cultivares de batata. 2013. 82p. Dissertação [Mestrado] - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2013.

IAL- Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos Químicos e Físicos para Análises de Alimentos. 4 ed. São Paulo: IMESP, 2008.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola - Lavoura Temporária - 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/14/10193> Acesso em: 09 de maio de 2022.

INTISAR I, SHAIKH AU, SHAHIDU IM. Antioxidative and Antimutagenic Potentials of Phytochemicals from *Ipomoea batatas* (L.) Lam. *International Journal of Cancer Research*; 2009, 5:83-94.

ISLAM MS, JALALUDDIN M. Genotypic variation of antimutagenicity and DPPH radical scavenging activity in *Ipomoea batatas* L. genotypes. *HortScience*; 2003, 38:831.

ISLAM S. Nutritional and Medicinal Qualities of Sweetpotato Tops and Leaves. Cooperative Extension Service, University of Arkansas. <https://www.uaex.edu/publications/PDF/FSA6135.pdf>; 2014.

ISLAM S. Sweetpotato (*Ipomea batatas* L.) leaf its Potencial Effect on Human Healt and Nutrition. *Journal Off Food Science*; 2006, 71(2):13-121.

JAARSVELD PJV, FABER M, TANUMIHARDJO SA, NESTEL P, LOMBARD CJ, BENADÉ AJ. Beta-carotene-rich orange-fleshed sweet potato improves the vitamin A status of primary school children assessed with the modified-relative-dose-response test. *The American Journal of Clinical Nutrition*; 2005, 81(5):1080-87.

JANG Y, KOH E. Antioxidant content and activity in leaves and petioles of six sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) and antioxidant properties of blanched leaves. *Food Science and Biotechnology*; 2019, 28(2):337-45.

JOSÉ AE. Compostos fenólicos e atividade antibacteriana em acessos de *Ipomoea Batatas* (L.) Lam (Batata-doce). 2012. 90p. Dissertação [Mestrado] - Programa de Pós graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Porto Alegre, BR-RS, 2012.

JOSÉ, AE.; Chaves Carvalho, HH.; Wiest, JM. Avaliação do efeito antibacteriano de extratos de folhas de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) frente a bactérias de interesse em alimentos e correlação com os compostos fenólicos. *Revista Ceres*, v. 62, n. 5, 2015.

LEE J, DURST RW, WROLSTAD RE. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and winesby the pH. *Journal of AOAC International*; 2005, 88(5):1-10.

LEITE CEC. Novas cultivares de batatas-doces (*Ipomoea batatas* L. Lam.): potencial nutricional, composição de bioativos, propriedades antioxidantes e análise digital de imagem. 2017. 200p. Dissertação [Mestrado] - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2017.

LIAO WC, LAI YC, YUAN MC, HSU YL, CHAN CF. Antioxidative activity of water extract of sweet potato leaves in Taiwan. *Food Chemistry*; 2011, 127(3):1224-8. doi: 10.1016/j.foodchem.2011.01.131

MANACH C, SCALBERT A, MORAND C, RÉMÉSY C, JIMÉNEZ L. Polyphenols: food sources and bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition*; 2004, 79(5):727-47.

NKONGHO GO, ACHIDI AU, NTONIFOR NN, NUMFOR FA, DINGHA BN, JACKAI LEN et al. Sweet potatoes in Camerron: Nutritional Profile of leaves and their potential new use in local foods. *African Journal of Agricultural Research*; 2014, 9(18):1371-77.

PARI YNV. Avaliação das propriedades antioxidantes presentes no extrato de batata doce roxa (*Ipomoea batatas* (L.) lam). 2015. 83p. Dissertação [Mestrado] – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas. 2015.

PRAKASH A, MILLER E. Antioxidant activity. Medallion Laboratories, Analytical Progress, 2001.

RODRIGUES AMG, MUZITANO MF. Acidente vascular encefálico: flavonoi-des como possível estratégia neuroprotetora. *Perspectivas online: ciências biológicas e da saúde*; 2012, 2:9-19.

RUFINO MSM, ALVES RE, BRITO ES, MORAIS SM, SAMPAIO CG, PÉREZ-JIMÉNEZ J et al. Metodologia científica: determinaçãoda atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. Comunicado técnico n° 127 - Embrapa Agroindústria Tropical, 2007.

SALASAR, T.C.C.O. 2018. Avaliação fitoquímica e antioxidante do extrato hidroetanólico da folha da batata-doce [*ipomoea batatas* (l). lam] Dissertação de Mestrado. Universidade de Cruz Alta - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - Programa de Pósgraduação *Stricto Sensu* em Atenção Integral à Saúde. 80p.

SALASAR, TCCO; HORN, RC; GOLLE, DP; ZAMBERLAN, JF; GELATTI, GT; KOEFENDER, J; SALAZAR, RFS. (2019). Propriedades nutricionais e benefícios do consumo da polpa e folha de batata doce. In: *Desenvolvimento Agropecuário Sustentável*. 1. Ed. Cap. 8

SANTOS AMP, LIMA JS, SANTOS IF, SILVA EFR, SANTANA FA, ARAUJOA DGGR.

Mineral and centesimal composition evaluation of conventional and organic cultivars sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) using chemometric tools. Food Chemistry; 2019, 273:166-71. doi:10.1016/j.foodchem.2017.12.063

SILVA JBC, MELO WF, BUSO JA, NUTTI MR, CARVALHO PGB. Beauregard: cultivar testada e indicada de batata-doce: batata-doce vitaminada. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças-CNPH, Brasília. <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/195007/1/digitalizar0171.pdf>; 2010.

SILVA JBC, MELO WF, BUSO JA, NUTTI MR, CARVALHO PGB. Beauregard: cultivar testada e indicada de batata-doce: batata-doce vitaminada. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças-CNPH, Brasília. <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/195007/1/digitalizar0171.pdf>; 2010.

SINGLETON VL, ROSSI JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture; 1965, 16:144-58.

SU X, GRIFFINB J, XUA J, OUYANGC P, ZHAOD Z, WANGA W. Identification and quantification of anthocyanins in purple-fleshed sweet potato leaves. Heliyon; 2019, 5(6):e01964.

SUN H, MU T, XI L, ZHANG M, CHEN J. Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) leaves as nutritional and functional foods. Food Chemistry; 2014, 156:380-9. doi:10.1016/j.foodchem.2014.01.079

TALSMA EF, MELSE-BOONSTRA A, BROUWER ID. Acceptance and adoption of biofortified crops in low- and middle-income countries: A systematic review. Nutrition Reviews; 2017, 75(10):798–829. doi:10.1093/nutrit/nux037

TANAKA M, ISHIGURO K, OKI T, OKUNO S. Functional components in sweetpotato and their genetic improvement. Breeding Science; 2017, 67:52-61.

TRUONG VD, MCFEETERS RF, THOMPSON RT, DEAN LL, SHOFRAN B. Phenolic acid content and composition in leaves and roots of common commercial sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) varieties in the United States. Journal of Food Science; 2007, 72:343-349. doi: 10.1111/j.1750-3841.2007.00415.x

UCHÔA VT, NOLETO DCS, SILVA CRP, COSTA CLS. Caracterização físico-química de batata-doce (*Ipomoea batatas*) comum e biofortificada. Ciência Agrícola, Rio Largo; 2015, 13(1):59-68.

VITAL, ANS., MESSIAS, CMBO. Beauregard sweet potato: literature review. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 9, p. 70 – 78, sep, 2020

ZHISHEN J, MENGCHENG T, JIANMING W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food Chemistry; 1999, 64(4):555-9. doi:10.1016/S0308-8146(98)00102-2.

Recebido em 03/10/2022 – Aprovado em 15/12/2022