

ORIGINAL ARTICLE

# Características físico-químicas e compostos bioativos de acessos de batata-doce na região centro-sul do Paraná

*Physical-chemical characteristics and bioactive compounds of sweet potato accesses in the central-south region of Paraná*

Tania Helena Neunfeld<sup>1\*</sup> , Juliano Tadeu Vilela de Resende<sup>1</sup> , Kélin Schwarz<sup>2</sup>,  
Edson Perez Guerra<sup>3</sup> , Vanderlei Aparecido de Lima<sup>4</sup> , Andrielli Leticia Valentim<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Programa de Pós-graduação em Agronomia, Núcleo de Pesquisa em Hortaliças, Guarapuava/PR - Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), Uberaba/MG - Brasil

<sup>3</sup>Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Guarapuava/PR - Brasil

<sup>4</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Pato Branco/PR - Brasil

**\*Corresponding Author:** Tania Helena Neunfeld, Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Programa de Pós-graduação em Agronomia, Núcleo de Pesquisa em Hortaliças, *Campus* CEDETEG, Alameda Élio Antônio Dalla Vecchia, 838, Vila Carli, CEP: 85040-167, Guarapuava/PR - Brasil, e-mail: taniaeunfeld@yahoo.com.br

**Cite as:** Neunfeld, T. H., Resende, J. T. V., Schwarz, K., Guerra, E. P., Lima, V. A., & Valentim, A. L. (2022). Physical-chemical characteristics and bioactive compounds of sweet potato accesses in the central-south region of Paraná. *Brazilian Journal of Food Technology*, 25, e2020268. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.26820>

## Resumo

O alto valor nutricional e o baixo custo de comercialização têm impulsionado o consumo de raízes de batata-doce. Adicionalmente, a grande variabilidade genética levanta questionamentos sobre a qualidade pós-colheita dos acessos cultivados. Assim, o presente estudo objetiva caracterizar e avaliar as características físico-químicas e os compostos bioativos de raízes de batata-doce. Os tratamentos consistiram na avaliação de 11 acessos (UGA 34, UGA 37, UGA 49, UGA 73, UGA 76, UGA 81, UGA 110, UGA 125, UGA 126, UGA 127 e Parcela 49). Os atributos físico-químicos de firmeza (FI) e massa seca (MS) foram avaliados em delineamento experimental em blocos casualizados. Avaliaram-se ainda pH, teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT), e parâmetros colorimétricos L\*, saturação de cor croma e tonalidade da cor pelo ângulo Hue obtidos da casca (externa) e da polpa (interna) das raízes. Avaliou-se também a concentração de compostos bioativos: carotenoides totais (CAR), compostos fenólicos (FEN) e teor de ácido ascórbico (AA), além da capacidade antioxidante hidrofílica e lipofílica (CAH e CAL) de amostras de batata-doce congelada. As análises foram realizadas em triplicata sob delineamento inteiramente casualizado. Os resultados indicaram grande variabilidade entre os acessos estudados, com maior rendimento de raízes de UGA 125 e UGA 127. Os acessos UGA 126 e UGA 34 sobressaíram-se quanto aos teores de sólidos solúveis, à capacidade antioxidante hidrofílica e lipofílica, à firmeza e à matéria seca; seus parâmetros colorimétricos também se destacaram dos demais acessos. Os acessos UGA 73 e UGA 81 apresentaram maiores teores de compostos fenólicos. Dessa forma, identificou-se o potencial produtivo dos acessos estudados que nos permite indicar os acessos mais promissores ao cultivo e ao consumo.

**Palavras-chave:** Capacidade antioxidante; *Ipomoea batatas* (L) Lam; Qualidade pós-colheita; Parâmetros colorimétricos; Genótipos; Atividade lipofílica e hidrofílica.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

## Abstract

The high nutritional value and low marketing costs have increased the consumption of sweet potato roots. In addition, the great genetic variability highlights questions about the nutritional quality of the cultivated accessions. Thereby, this study aimed to characterize and evaluate the physical-chemical characteristics as well as the bioactive compounds of sweet potato roots. The treatments consisted of the use of eleven cultivated accessions (UGA 34, UGA 37, UGA 49, UGA 73, UGA 76, UGA 81, UGA 110, UGA 125, UGA 126, UGA 127 and Parcela 49). The physical-chemical characteristics of Firmness (FI) and Dry Mass (DM) were evaluated in a randomized block design. Indeed, the pH, Soluble Solids (SS), Titratable Acidity (TA), (SS / TA), colorimetric parameters L\*, Color Index (C), Chroma (A), Hue angle (B) from peel (external) and pulp (internal) of roots were evaluated. The concentrations of bioactive compound were also evaluated: Total Carotenoid Contents (TCC); Phenolic Compounds (PCs); Ascorbic Acid Contents (AAC); and also, Hydrophilic and Lipophilic Antioxidant Activity (HAA and LAA) of frozen sweet potato. The analysis was performed in triplicate under a completely randomized design. The results indicated a high variability among the cultivated accessions, consisting of a superior root yield for UGA 125 and UGA 127. The genotypes UGA 126 and UGA 34 stood out for SS, LAA and HAA, FI, and DM; however, their colorimetric parameters stood out from the other genotypes. The genotypes UGA 73 and UGA 81 showed higher PCs. In this way, it could be identified the productive potential of the genotypes studied that allows us to indicate the most promising genotypes for cultivation and consumption.

**Keywords:** Antioxidant capacity; *Ipomoea batatas* (L.) Lam.; Post-harvest quality; Colorimetric parameters; Genotypes; Lipophilic and hydrophilic activity.

## 1 Introdução

Impulsionada sobremaneira por sua inclusão em cardápios saudáveis, a batata-doce é a quinta hortaliça mais consumida no Brasil e a única com expressivo aumento na demanda. A prova disto é o aumento do consumo *per capita* de 640 gramas em 2008 para 1,24 kg por pessoa por ano, em 2018, enquanto a batata inglesa teve consumo estável em 10 anos e as demais hortaliças tiveram queda no consumo (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2021), fato que tem despertado interesse nacional em diferentes âmbitos.

As raízes possuem diferentes formatos, colorações e características nutricionais, e são passíveis de processamento industrial e transformação em diversos produtos. Grace et al. (2014) destacam a batata-doce como importante produto no mercado de alimentos funcionais por apresentar significativo conteúdo de compostos fenólicos, antocianinas, carotenoides e demais substâncias que estão relacionadas a seu efeito antioxidante e anti-inflamatório.

A batata-doce também é uma cultura de grande repercussão socioeconômica para a região Sul do Brasil, responsável por aproximadamente 32% da safra nacional, com produtividades médias de 14,351 t ha<sup>-1</sup>, 17,990 t ha<sup>-1</sup> e 23,079 t ha<sup>-1</sup>, no Rio Grande do Sul, em Santa Catarina e Paraná, respectivamente, na safra 2017 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2018). Note-se, contudo, que pesquisas apontam produtividades próximas ou superiores a 60 t ha<sup>-1</sup> (Camargo et al., 2012; Athanasios et al., 2016; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2016).

Adicionalmente, parâmetros de coloração, massa seca, firmeza e sólidos solúveis têm grande relação com os genótipos e influenciam na escolha dos consumidores, como destacado por Camargo (2013), United States Department of Agriculture (2017) e Rukundo et al. (2013).

Sabe-se que os compostos bioativos, a produtividade e as características físico-químicas da batata-doce estão relacionados com o potencial genético e as condições edafoclimáticas durante o seu cultivo. Somam-se a este panorama a expressiva variabilidade genética da espécie e o incipiente melhoramento genético da cultura da batata-doce.

Dessa forma, são fundamentais as pesquisas que avaliem a adaptabilidade da cultura com a finalidade de produção de raízes para alimentação humana, uma vez que há carência de parâmetros que possibilitem a total e confiável implantação de extensas faixas da cultura em regiões como a do centro-sul do estado do Paraná.

Assim, o presente estudo objetivou avaliar a adaptabilidade agrônômica, as características físico-químicas e os compostos bioativos de 11 acessos de batata-doce cultivadas na região centro-sul do Paraná.

## 2 Material e métodos

Os estudos foram conduzidos no laboratório, nas casas de vegetação e na área experimental do Núcleo de Pesquisas em Hortaliças do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), *Campus* CEDETEG, Guarapuava, Paraná, sob latitude de 25°23'36", longitude de 51°27'19" e altitude de 1.120 m.

O clima da região, segundo a classificação climática de Köppen, é do tipo clima temperado propriamente dito (Cfb), com temperatura média no mês mais frio abaixo de 18 °C e temperatura média no mês mais quente abaixo de 22 °C, com verões frescos, e sem estação seca definida (Nitsche et al., 2019).

Mudas da cultura advindas de acessos de batata-doce provenientes do banco de germoplasma da UNICENTRO foram produzidas por meio de pequenos segmentos de ramas-semente com dois nós em bandejas de polipropileno de 50 células, em casa de vegetação, durante 45 dias. Posteriormente, as mudas foram transplantadas a campo, onde permaneceram até a colheita.

O solo utilizado para cultivo a campo é classificado como Latossolo Bruno Álico Distrófico (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2013), sendo analisado quimicamente e realizadas calagem com 4 t ha<sup>-1</sup> de calcário calcítico e adubação com formulado 5-20-10, estas realizadas 20 dias antes do transplântio das mudas, partindo-se das necessidades da cultura.

A área experimental foi preparada por meio de aração e gradagem, e as leiras de plantio foram levantadas lado a lado, espaçadas em 0,8 m. Foi utilizada irrigação por aspersão nos estágios iniciais de desenvolvimento, de acordo com as necessidades da cultura.

O manejo de plantas daninhas foi realizado prioritariamente por capina manual. Não foram detectadas pragas e doenças na cultura da batata-doce que indicassem nível de dano econômico, de forma que nenhum defensivo foi utilizado para esse fim.

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados (DBC), consistindo o número de tratamentos de 30 acessos em três blocos. Em cada unidade experimental, foram transplantadas oito plantas, em área correspondente a 5,0 m<sup>2</sup> no espaçamento de 0,75 m entre plantas, divididas em duas leiras, perfazendo área experimental total de 520 m<sup>2</sup>.

Após a colheita, a coloração das raízes de batata-doce foi mensurada com colorímetro (Minolta) sob iluminante D65, realizando-se o seccionamento das raízes no sentido transversal e tomando-se três medidas por raiz, abrangendo parte interna e externa das mesmas. A expressão dos resultados foi feita de acordo com as coordenadas do sistema CIELAB, incluindo os componentes: luminosidade L\* [do branco (+L) ao preto (-L) no eixo z], componente a\* [do vermelho (+a) ao verde (-a) no eixo x] e componente b\* [do amarelo (+b) ao azul (-b) no eixo y]. Os valores foram utilizados no cálculo da saturação de cor croma ( $a^{*2} + b^{*2}$ ) e na tonalidade da cor pelo ângulo de Hue [ $\tan^{-1}(b^*/a^*)$ ], quando  $a^* > 0$  e  $b^* \geq 0$ , e [ $180 + \tan^{-1}(b^*/a^*)$ ], quando  $a^* < 0$ .

Também se avaliou a firmeza (FI) da porção equatorial das raízes com penetrômetro digital (Instrutherm DD-200) e o teor de sólidos solúveis (SS) com refratômetro digital (PAL<sup>-1</sup> marca Atago). O potencial hidrogeniônico (pH) foi determinado com pHmetro digital marca Tecnopon e a acidez titulável (AT) foi determinada por método titulométrico, segundo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2005), sendo utilizadas alíquotas de 10 g de polpa de batata-doce, 100 mL de água destilada, sendo esta solução titulada

com solução padrão de NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> até pH 8,2. Os resultados foram expressos em newton (N) para a firmeza, em porcentagem de ácido cítrico para o parâmetro AT e % Brix para SS.

Amostras de raízes foram lavadas em água corrente, higienizadas com hipoclorito de sódio (150 mg L<sup>-1</sup>) por 15 minutos e fatiadas com fatiador manual para obtenção de fragmentos de espessura de 5 mm. Na sequência, foi determinada a massa seca (MS) mediante pesagem de 100 gramas de raízes fatiadas, que foram levadas à estufa de circulação forçada do ar, sob temperatura de 60 °C, até massa constante, e posterior pesagem, com resultados expressos em percentual de massa seca em base úmida. O restante das amostras foi armazenado dentro de sacos plásticos em freezer a -18 °C até o momento das demais análises, que foram todas realizadas ao abrigo da luz.

A determinação da capacidade antioxidante das raízes foi realizada pelo método ABTS, segundo a metodologia descrita por Miller et al. (1996), com agentes extratores lipofílicos e hidrofílicos. Para a construção da curva padrão, utilizou-se o Trolox, um antioxidante sintético análogo à vitamina E, nas concentrações de 100-2.000 µM. Os resultados da capacidade antioxidante foram expressos em mmol de equivalentes de Trolox por kg de amostra.

Os extratos para a análise da capacidade antioxidante foram preparados por meio da homogeneização da amostra com solução de metanol:água (1:2) na proporção 1:50 (amostra:solvente) para a extração dos compostos hidrofílicos e, em solução de acetona:água (1:2) na proporção 1:10 (amostra: solvente), para a extração dos compostos lipofílicos. Estes procedimentos foram realizados em ambiente com pouca iluminação. A extração foi realizada em mesa agitadora (Nova Ética modelo 109) à temperatura ambiente, por 15 minutos a 135 rpm, e o extrato resultante foi centrifugado em centrífuga (Hettich Mikro 220R), a 2.790 g por cinco minutos. O procedimento foi realizado o número de vezes necessário para obtenção de coloração transparente e os sobrenadantes combinados. Em seguida, o sobrenadante foi filtrado e este, utilizado para as análises.

O conteúdo de compostos fenólicos (FEN) foi determinado pelo método de Folin-Ciocalteu, de acordo com o descrito por Woisky & Salatino (1998), em espectrofotômetro (Agilent Cary 60 UV-Vis), a 740 nm. Os resultados foram expressos em miligramas de ácido gálico por quilo de amostra.

Os extratos para a análise dos compostos fenólicos (FEN) foram preparados com 5 gramas de batata-doce homogeneizada com 30 mL de etanol 80% durante 30 minutos em mesa agitadora, seguida de 30 minutos em banho-maria a 37 °C e centrifugação por cinco minutos a 2.790 g. Adicionaram-se em 0,5 mL de amostra 2,5 mL de solução de Folin Ciocautau (10%) e, após repouso de cinco minutos, acrescentaram-se 2,0 mL de solução de carbonato de sódio (4%). Após permanência em escuro por duas horas, realizou-se a leitura em espectrofotômetro a 740 nm, de acordo com Rodriguez-Amaya (2001). O ácido gálico foi utilizado como padrão.

O teor de ácido ascórbico (AA) foi determinado pelo método titulométrico da Association of Official Analytical Chemists (1984) modificado por Benassi & Antunes (1988) e os resultados foram expressos em miligrama de ácido ascórbico por kg de amostra.

Os carotenoides totais (CAR) foram determinados de acordo com metodologia de Rodriguez-Amaya (2001). Para a extração de carotenoides, utilizaram-se 10 gramas de amostra com agitação em vórtex durante seis minutos e filtragem do sobrenadante até coloração transparente. Os sobrenadantes combinados foram levados ao funil de separação juntamente com 40 mL de éter de petróleo e 250 mL de água, e após a separação das fases, foi realizada a leitura em espectrofotômetro a 450 nm.

O delineamento em blocos casualizados foi utilizado nas avaliações de firmeza e massa seca, enquanto o delineamento inteiramente casualizado em triplicata foi utilizado nos demais parâmetros avaliados. A análise estatística foi realizada por meio do software Assistat (Silva & Azevedo, 2016). Os dados foram submetidos à análise de normalidade (Shapiro-Wilk) e homocedasticidade das variâncias (Bartlett), e posteriormente submetidos à análise de variância (ANOVA). Na ocorrência de análise de variância significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

### 3 Resultados e discussão

Após o transplante das mudas, as plantas permaneceram em torno de 200 dias em campo sob temperaturas médias de 21,4 °C e precipitação pluviométrica acumulada de 1.170 mm bem distribuída no período (Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná, 2017). Após a colheita, aspectos de rendimento, como o número e a massa de raízes, juntamente com o aspecto geral dos 30 acessos cultivados, permitiram distinguir 11 acessos que foram selecionados para as análises de compostos bioativos, sendo estes: UGA 34, UGA 37, UGA 49, UGA 73, UGA 76, UGA 81, UGA 110, UGA 125, UGA 126, UGA 127 e Parcela 49. O aspecto visual destes acessos pode ser observado na Figura 1.



**Figura 1.** Acessos de batata-doce selecionados (Guarapuava-PR, UNICENTRO, 2019).

Os acessos apresentavam raízes grandes e de massa incompatível para comercialização *in natura*, de acordo com a classificação da batata-doce (Centro de Qualidade em Horticultura, 2014), podendo-se sugerir

o processamento destas raízes, como, por exemplo, a desidratação para obtenção de snacks, chips e palitos, e produção de farinhas e fécula, a fim de agregar valor e permitir sua comercialização.

Quanto à firmeza (Tabela 1), os acessos UGA 126 e UGA 34 tiveram os maiores valores, 19,80 N e 18,77 N, respectivamente. Paralelamente, esses acessos apresentaram os maiores teores de massa seca (36,58% e 37,24%, respectivamente). Estes resultados podem ser considerados benéficos para a maior conservação pós-colheita das raízes, uma vez que podem permitir menor sensibilidade às pragas de solo.

Camargo (2013) observou teores de massa seca variando de 23,33% a 36,46% para os 40 acessos avaliados também na região de Guarapuava-PR. Carmona (2015) observou teores de massa seca entre 24,62% e 34,97% para os 23 acessos estudados e destacou sua importância para a produção de etanol e na indústria feculeira. Rukundo et al. (2013) enfatizam que o conteúdo de massa seca está entre as principais características na preferência dos consumidores e agricultores, e que seu processamento industrial exige teores acima de 30%, devendo este parâmetro ser considerado nos trabalhos de melhoramento da espécie com maior rigor.

**Tabela 1.** Características físico-químicas de firmeza (FI), massa seca (MS), teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) e pH de 11 acessos de batata-doce.

Acessos	FI	MS	SS	AT	SS/AT	pH
	(N)	(%)	(% Brix)	(% de ácido cítrico)		
UGA 34	18,77 ab	37,24 a	12,05 a	0,13 c	9,89 a	5,81 ab
UGA 37	16,52 bc	27,52 bc	9,51 bcd	0,15 bc	5,68 c	5,54 abc
UGA 49	16,52 bc	28,09 bc	10,30 abc	0,13 c	7,23 abc	5,68 ab
UGA 73	16,23 bc	25,97 c	11,05 ab	0,24 a	4,59 c	5,42 bc
UGA 76	15,31 c	20,06 d	8,10 d	0,15 bc	5,58 c	5,50 bc
UGA 81	16,60 bc	28,77 bc	9,88 bcd	0,16 bc	6,14 bc	5,54 abc
UGA 110	15,46 c	25,50 c	10,36 abc	0,20 ab	5,47 c	5,59 abc
UGA 125	15,17 c	31,59 b	9,92 bcd	0,14 bc	7,01 abc	5,63 abc
UGA 126	19,80 a	36,58 a	11,35 ab	0,13 c	9,09 ab	5,96 a
UGA 127	14,80 c	31,29 b	9,67 bcd	0,13 c	7,16 abc	5,63 abc
Parcela 49	16,40 bc	26,46 c	8,62 cd	0,18 bc	4,86 c	5,23 c
F (acessos)	5,4396 **	37,2449 **	6,5884 **	8,1443 **	6,4787 **	4,5265 **
QM Blocos	4,8529 <sup>ns</sup>	0,2145 <sup>ns</sup>				
QM Res	3,852	2,004	2,395	0	2,627	0,048
d.m.s	3,08	4,17	2,07	0,05	3,14	0,42
CV (%)	11,89	4,88	15,36	17,53	24,5	3,93

QM Blocos: quadrado médio do bloco. QM Res: quadrado médio residual. d.m.s.: diferença mínima significativa. CV (%): coeficiente de variação (%). Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). \*\*significativo a 1%.<sup>ns</sup> - não significativo.

Ainda na Tabela 1, observam-se as características SS, AT e a relação SS/AT. O teor de sólidos solúveis (SS) foi superior para UGA 34 (12,05%), seguido dos acessos UGA 126 (11,35%) e UGA 73 (11,05%), sendo considerados excelentes valores por indicarem, de forma aproximada, a maturação das raízes mediante o teor de açúcares presentes. Tais teores têm alta relação com os acessos utilizados, sendo compatíveis com os reportados por Carmona (2015), que observou valores de SS entre 7,61% e 12,13%. Corrêa et al. (2015, 2016) observaram teores de sólidos solúveis para a variedade Canadense variando de 6,48% a 8,54%, o que, segundo os autores, foi resultado de sete dias de armazenamento. Vizzotto et al. (2017) obtiveram teores entre 7,30% e 14,57%, com acréscimo destes na posterior avaliação de batatas-doces processadas. Castro et al. (2009) observaram valor máximo de SS de 13,60% para o acesso ILS-06 e acidez titulável entre 0,14% e 0,19% para cinco acessos de destaque (ILS-01, ILS-03, ILS-04, ILS-06 e ILS-12).

Neste estudo, os valores de acidez titulável (AT) encontrados foram de 0,13% a 0,24% de ácido cítrico, sendo os valores mais expressivos observados nos acessos UGA 73 (0,24%) e UGA 110 (0,20%). Esse resultado é semelhante ao encontrado por Vizzotto et al. (2017), que observaram teores de AT entre 0,12% a

0,18%, e de Velho (2016), que obteve média de 0,22% na batata-doce *in natura* e entre 0,17% e 0,23% na batata-doce processada.

A relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT), também chamada de *Ratio*, foi superior para os acessos UGA 34 (9,89) e UGA 126 (9,09). A relação SS/AT indica o equilíbrio entre esses dois componentes, especificando o teor mínimo de sólidos e o máximo de acidez, para determinar mais precisamente o sabor de um alimento (Chitarra & Chitarra, 2005). De acordo com Carmona (2015), há correlação inversa entre o *Ratio* e a AT, e forte correlação positiva entre o pH e o *Ratio*. Note-se que acessos mais precoces apresentaram maior pH e maior *Ratio*, porém menor AT, resultado do processo de maturação dos materiais estudados.

Houve diferenças significativas para o pH, que se situou entre 5,23 e 5,96. Isso pode ser relacionado ao fato de a colheita ter ocorrido no mesmo período com acessos com ciclos de desenvolvimento diferentes, visto que pesquisas apontam que quanto mais tempo a cultura permanecer no campo, maior o seu pH, em decorrência da transformação de açúcares em grânulos de amido. Resultados semelhantes foram obtidos por Carmona (2015) para as nove cultivares e os quatro clones estudados.

Todos os parâmetros colorimétricos e compostos bioativos avaliados foram significativos frente aos acessos utilizados (Tabelas 2 e 3), exceto o teor de ácido ascórbico (AA), cujos valores variaram entre 46,57 mg kg<sup>-1</sup> a 61,43 mg kg<sup>-1</sup>, e não diferiram entre si. Estes valores são inferiores aos obtidos por Velho (2016), que verificou teores de 65,1 a 130,3 mg kg<sup>-1</sup> em batatas-doces *in natura* e processadas.

**Tabela 2.** Compostos fenólicos (FEN), teor de ácido ascórbico (AA), carotenoides totais (CAR), capacidade antioxidante hidrofílica (CAH) e capacidade antioxidante lipofílica (CAL) de polpa de batata-doce.

Acessos	FEN	AA	CAR	CAH	CAL
	(mg kg <sup>-1</sup> )			(mmol kg <sup>-1</sup> )	
UGA 34	303,458 bc	52,29	0,475 a	5,040 bc	6,487 a
UGA 37	317,708 b	49,43	0,406 abc	4,001 d	4,374 c
UGA 49	318,829 b	46,57	0,390 abcd	4,592 c	2,862 e
UGA 73	365,357 a	55,43	0,411 ab	2,663 e	4,782 c
UGA 76	292,032 bc	53,15	0,288 def	3,500 d	3,055 e
UGA 81	367,061 a	55,07	0,340 bcde	4,783 bc	5,481 b
UGA 110	298,059 bc	52,27	0,296 bcdef	2,775 e	5,560 b
UGA 125	299,331 bc	48,69	0,221 f	2,765 e	3,530 d
UGA 126	271,594 c	56,64	0,233 ef	5,185 b	6,291 a
UGA 127	279,163 bc	53,22	0,307 bcdef	2,619 e	3,491 d
Parcela 49	307,226 bc	61,43	0,283 def	6,036 a	5,670 b
F (acessos)	12,2098 **	1,0175 <sup>ns</sup>	11,1740**	112,5229 **	228,1550 **
QMRes	467,064	99,142	0,003	0,077	0,044
d.m.s	41,87	19,29	0,11	0,53	0,41
CV(%)	6,95	18,75	17,64	6,97	4,51

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). \*\* significativo a 1%; <sup>ns</sup> - não significativo.

De acordo com Peluzio et al. (2010), o ácido ascórbico é classificado como uma vitamina hidrossolúvel, com função antioxidante, por sua capacidade de ceder e receber elétrons e atuar na defesa contra radicais hidroxilas, superóxidos e oxigênio singlete, sendo abundante em frutas e hortaliças. Entretanto, fatores, como a variedade, o estado de maturação, o tempo de armazenamento, a parte da planta, as estações e as áreas geográficas, podem afetar o seu teor nestes alimentos.

Neste estudo, os acessos UGA 81 e UGA 73 apresentaram os maiores valores de compostos fenólicos, com 367,06 mg kg<sup>-1</sup> e 365,36 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente, como detalhado na Tabela 2. Esses valores estão de acordo com Vizzotto et al. (2017), que obtiveram concentrações de compostos fenólicos de 51,26 a 663,48 mg de equivalente em ácido clorogênico por 100 g de batata-doce fresca, destacando-se os genótipos de polpa roxa.

Os compostos fenólicos (FEN) presentes nos vegetais representam um número expressivo de substâncias e podem atuar como antioxidantes e anti-inflamatórios de diferentes maneiras no organismo humano, além de possibilitarem maior conservação dos vegetais por períodos mais prolongados (Mancini-Filho, 2010). Wang et al. (2018), analisando a composição de cinco cultivares de batata-doce de diferentes colorações de polpa, identificaram 213 metabólitos, dentre os quais 29 flavonoides e 27 ácidos fenólicos, em que se destacam as antocianinas e os ácidos ferúlicos. Semelhantemente, Grace et al. (2014) ressaltam a existência de uma mistura de ácidos fenólicos contendo ácidos hidroxinâmicos, em batatas de cor amarelada e alaranjada, enquanto batatas de cor roxa contêm altos níveis de antocianinas aciladas e outros fenólicos com atividade antioxidante e anti-inflamatória. Observe-se que todos são altamente dependentes da variedade e afetados pelas condições de pós-colheita, como temperatura, exposição à luz, tempo de irradiação e de cura.

Quanto à capacidade antioxidante hidrofílica (CAH), os maiores teores foram encontrados nos acessos Parcela 49 (6,03 mmol kg<sup>-1</sup>), UGA 126 (5,18 mmol kg<sup>-1</sup>), UGA 34 (5,04 mmol kg<sup>-1</sup>) e UGA 81 (4,78 mmol kg<sup>-1</sup>). Teores de CAH podem ser associados com os teores de compostos fenólicos e de ácido ascórbico, por serem ambos extraídos nesta análise. Entretanto, nesta pesquisa, não foram observadas correlações entre estas variáveis, visto que os teores de compostos fenólicos foram superiores nos acessos UGA 73, UGA 81 e UGA 34. Por outro lado, não houve significância entre os acessos de batata-doce para os teores de ácido ascórbico. Assim, infere-se a existência de diferentes componentes antioxidantes proeminentes entre os acessos estudados (Tabela 2).

Quanto à capacidade antioxidante hidrofílica, Velho (2016) encontrou teores de 1,43 mmol kg<sup>-1</sup> em amostras *in natura*, com aumento de até 3,30 mmol kg<sup>-1</sup>, em amostras processadas.

Paralelamente, a capacidade antioxidante lipofílica (CAL) foi superior nos acessos UGA 126 (6,29 mmol kg<sup>-1</sup>) e UGA 34 (6,48 mmol kg<sup>-1</sup>), relacionando-se, neste último acesso, com o maior teor de carotenoides totais de 0,47 mg kg<sup>-1</sup>. Semelhante relação não ocorreu para todos os acessos, provavelmente pela existência, em alguns acessos, de outros compostos antioxidantes lipofílicos, como vitaminas lipossolúveis, que atuam na capacidade antioxidante, mas não foram analisados no presente estudo. Semelhantemente, Velho (2016) obteve teores de 1,47 a 2,80 mg kg<sup>-1</sup> de betacaroteno, enaltecendo a importância de cultivares alaranjadas como fonte de pró-vitamina A.

O betacaroteno é importante precursor de vitamina A no organismo e está associado com a coloração amarela a vermelha dos alimentos. Neste estudo, isto pode ser demonstrado pelo parâmetro colorimétrico Hue da polpa e da casca dos acessos estudados, apontando acessos mais alaranjados (Tabela 3).

**Tabela 3.** Parâmetro L\* e índices de cor (Croma e Hue) externos (casca) e internos de raízes de batata-doce.

Acessos	L*	Croma	Hue (°)	L*	Croma	Hue (°)
	----- Externo (casca) -----			----- Interno (polpa) -----		
UGA 34	52,60 b	22,04 d	37,24 c	60,16 c	21,40 b	37,64 c
UGA 37	59,66 a	34,43 a	78,96 a	84,71 a	29,13 a	103,58 a
UGA 49	58,21 ab	33,37 ab	76,90 a	85,16 a	28,34 a	104,29 a
UGA 73	57,75 ab	32,55 ab	71,59 ab	84,15 a	29,56 a	102,37 a
UGA 76	57,71 ab	32,07 ab	70,09 ab	84,15 a	31,23 a	102,24 a
UGA 81	54,58 ab	29,15 bc	65,25 b	82,64 a	30,26 a	102,38 a
UGA 110	58,61 ab	34,91 a	78,77 a	83,35 a	30,52 a	100,80 a
UGA 125	39,65 c	23,61 d	34,48 c	82,66 a	27,04 a	102,43 a
UGA 126	42,76 c	22,36 d	34,83 c	64,77 b	19,40 b	54,41 b
UGA 127	37,07 c	25,41 cd	22,38 d	83,31 a	26,77 a	102,86 a
Parcela 49	59,46 a	34,59 a	79,55 a	83,79 a	30,31 a	102,98 a
F (acessos)	43,30 **	29,81 **	102,53 **	80,370 **	16,27 **	73,81 **
QMRes	15,102	8,105	42,591	8,502	8,273	65,807
d.m.s	6,05	4,43	10,09	4,54	4,48	12,63
CV (%)	7,39	9,65	11,04	3,65	10,41	8,78

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). \*\* significativo a 1%.



Também quanto aos aspectos colorimétricos, obtiveram-se valores de polpa para L\* (luminosidade/brilho) entre 60,16 e 85,16, em acessos de coloração de polpa branca, amarela e creme, semelhantes aos encontrados por Camargo (2013), cujos valores foram de 79,02 a 84,49, e Velho (2016), de 62,55 a 78,35. Note-se que, para a casca, foram detectados valores de L\* entre 37,07 e 59,66.

Baafi et al. (2015) investigaram o hábito de consumo de batata-doce em cinco regiões de Gana, verificando a preferência pelo consumo de raízes de polpa amarela para 88 dos 178 entrevistados. No Brasil, ainda inexistem publicações detalhando o perfil do consumidor para todas as regiões do país, enfatizando-se a importância desta informação no planejamento do melhoramento genético da espécie.

De acordo com a classificação da batata-doce (Centro de Qualidade em Horticultura, 2014), um lote desta cultura, para se enquadrar na Categoria Extra, deve apresentar coloração intensa, que é característica da cultivar, sendo que a descoloração é considerada defeito leve, quando atinge mais de 10% da superfície da raiz. Adicionalmente, o escurecimento da casca, a perda de massa e de turgidez, e a emissão de brotos mostram os efeitos do período pós-colheita, sendo indicativo de batata-doce velha (passada da hora do consumo).

Verificaram-se, ainda, para os parâmetros croma e ângulo Hue da polpa, valores de 19,40 a 31,23 e de 37,64 a 104,29, respectivamente (Tabela 3). Estes parâmetros refletem a presença de dois acessos bem distintos, UGA 34 e UGA 126, contendo mosqueados vermelho/arroxeados no interior das raízes, enquanto os demais apresentaram coloração creme. Velho (2016) verificou valores de croma de 14,23 a 21,83 e ângulo Hue de 91,91 a 104,05. Donado-Pestana (2011) correlacionou positivamente o valor de croma com o teor de carotenoides totais, enquanto, para luminosidade (L\*) e ângulo Hue (H\*), estes se correlacionaram inversamente com os teores de carotenoides totais analisados. Nesta pesquisa, o acesso UGA 34 teve comportamento semelhante, com os maiores teores de carotenoides totais e os menores valores para luminosidade da casca e da polpa.

Quanto à correlação dos dados, a Tabela 4 detalha somente os 14 parâmetros que foram significativos dentre os 21 parâmetros estudados, em que se podem observar correlações já esperadas, como os parâmetros colorimétricos entre si.

**Tabela 4.** Coeficientes de correlação de Pearson significativos dentre 21 parâmetros avaliados.

	SS/AT	pH	FI	MS	L	C	Hue	L	C	Hue
					int	int	int	ext	ext	ext
CAH		0,64	0,67							
CAL			0,69		-0,66		-0,64			
SS	0,64*		0,65	<b>0,74</b>	-0,71	-0,71	-0,7			
AT	<b>-0,73**</b>									
SS/AT		0,6	0,67	<b>0,86</b>	<b>-0,85</b>	<b>-0,91</b>	<b>-0,85</b>		<b>-0,83</b>	-0,72
pH			<b>0,82</b>		-0,71	-0,64	<b>-0,73</b>			
FI				<b>0,67</b>	<b>-0,85</b>	<b>-0,79</b>	<b>-0,88</b>			
MS					<b>-0,8</b>	<b>-0,91</b>	<b>-0,78</b>	-0,61	<b>-0,83</b>	<b>-0,74</b>
L int						<b>0,9</b>	<b>0,99</b>		<b>0,73</b>	
C int							<b>0,91</b>		<b>0,82</b>	0,72
L ext									<b>0,81</b>	<b>0,93</b>
C ext								0,69		<b>0,94</b>

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t. \* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t. Abreviaturas: Capacidade antioxidante hidrofílica (CAH), Capacidade antioxidante lipofílica (CAL), Teor de sólidos solúveis (SS), Acidez titulável (AT), Relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT), Potencial Hidrogeniônico (pH), Firmeza (FI), Massa Seca (MS), Parâmetro L\* (L int e L ext), Índices de cor Croma (C int e C ext) e Hue internos e externos (casca) de raízes de batata-doce (Hue int e Hue ext).

Deve-se porém destacar a correlação entre parâmetros colorimétricos e físico-químicos, como a luminosidade ( $L^*$ ) de polpa, a qual, como observado, correlaciona-se forte e inversamente com seis destas variáveis (CAL, SS, SS/AT, pH, FI e MS), o que pode ser explicado pelo fato de as batatas-doces mais escuras e, portanto, com tonalidades arroxeadas e avermelhadas, apresentarem-se mais adocicadas, com ciclos de desenvolvimento mais precoces e com maior capacidade antioxidante lipofílica, o que pode ser associado aos carotenoides totais, como já observado por Donado-Pestana (2011) e Wang et al. (2018).

## 4 Conclusões

Os resultados indicaram grande variabilidade entre os acessos estudados, com superior rendimento de raízes nos acessos UGA 125 e UGA 127.

Quanto às características físico-químicas e aos compostos bioativos avaliados, os acessos UGA 126 e UGA 34 se sobressaíram quanto aos teores de sólidos solúveis, à atividade antioxidante lipofílica e hidrofílica, à firmeza e à massa seca. Além disso, seus parâmetros colorimétricos os colocam em separado dos demais, distinguindo-se principalmente por possuírem coloração de polpa com mosqueados arroxeados. Os acessos UGA 73 e UGA 81 apresentaram maiores teores de compostos fenólicos.

Dessa forma, observar o potencial produtivo dos acessos estudados e suas características bioativas nos permite indicar os acessos mais promissores ao consumo *in natura*: UGA 125 e UGA 127.

## Referências

- Association of Official Analytical Chemists – AOAC. (1984). *AOAC 43.064: Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Gaithersburg: AOAC International.
- Athanasios, P., Hareau, G., Pradel, W., & Suarez, V. (2016). *Forecasting potato and sweetpotato yields for 2050* (Working Paper, No. 1, 102 p.). Lima: International Potato Center. <http://dx.doi.org/10.4160/9789290604785>
- Baafi, E., Manu-Aduening, J., Carey, E. E., Ofori, K., Blay, E. T., & Gracen, V. E. (2015). Constraints and breeding priorities for increased sweetpotato utilization in Ghana. *Sustainable Agriculture Research*, 4(4), 1-16. <http://dx.doi.org/10.5539/sar.v4n4p1>
- Benassi, M. T., & Antunes, A. J. (1988). A comparison of metaphosphoric and oxalic acids as extractant solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 31(4), 507-513.
- Camargo, L. K. P., Resende, J. T. V., Zanin, D. S., Camargo, C. K., Neumann, E. R., & Mógor, A. F. (2012). Desempenho produtivo de acessos de batata-doce na região centro-sul do Paraná. *Horticultura Brasileira*, 30(2), S3219-S3225.
- Camargo, L. K. P. (2013). *Caracterização de acessos de batata-doce do banco de germoplasma da Unicentro, PR* (Tese de doutorado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Carmona PAO. (2015). *Caracterização morfoagronômica, físico-química e tolerância ao nematoide-das-galhas de acessos de batata-doce avaliados no Distrito Federal* (Tese de doutorado). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília.
- Castro, L. A. S., Treptow, R. O., Campos, A. D., Choer, E., & Thürmer, L. (2009). Acessos de batata-doce do banco ativo de germoplasma da Embrapa Clima Temperado recomendados para mesa e processamento industrial (Série Documentos, No. 289, 26 p.). Pelotas: Embrapa Clima Temperado.
- Centro de Qualidade em Horticultura – CEAGESP. (2014). *Normas de classificação: Programa Brasileiro para Modernização da Horticultura* (Vol. 12, No. 2, 8 p.). São Paulo: CEAGESP.
- Chitarra, M. I. F., & Chitarra, A. B. (2005). *Pós-colheita de frutas e hortaliças: Fisiologia e manuseio* (2ª ed., 785 p.). Lavras: UFLA.
- Corrêa, C. V., Gouveia, A. M. S., Moreno, L. A., Tavares, A. E. B., Evangelista, R. M., & Cardoso, A. I. I. (2015). Características qualitativas de raízes de batata-doce em função da época de colheita e do período de armazenamento. *Revista Raízes e Amidos Tropicais*, 11(1), 8-16. <http://dx.doi.org/10.17766/1808-981X.2015v11n1p8-16>
- Corrêa, C. V., Gouveia, A. M. de S., Evangelista, R. M., & Cardoso, A. I. I. (2016). Qualidade de raízes de batata-doce em função das cultivares e do armazenamento. *Revista Raízes e Amidos Tropicais*, 12(1), 26-35. <http://dx.doi.org/10.17766/1808-981X.2016v12n1p26-35>
- Donado-Pestana, C. M. (2011). *Efeitos do processamento sobre a disponibilidade de carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante em quatro cultivares de batata-doce (Ipomoea batatas L.) biofortificados* (Dissertação de mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. (2013). *Sistema brasileiro de classificação de solos* (3ª ed.). Rio de Janeiro: Embrapa Solos.

- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. (2016). *Prosa rural: Uso de cultivares registradas de batata-doce*. Recuperado em 11 de abril de 2017, de <https://www.embrapa.br/produtos-e-mercado/batata-doce>
- Grace, M. H., Yousef, G. G., Gustafson, S. J., Truong, V. D., Yencho, G. C., & Lila, M. A. (2014). Phytochemical changes in phenolics, anthocyanins, ascorbic acid, and carotenoids associated with sweetpotato storage and impacts on bioactive properties. *Food Chemistry*, 145, 717-724. PMID:24128536. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.107>
- Instituto Adolfo Lutz – IAL. (2005). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. Brasília: IAL.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2018). *Produção agrícola municipal: Culturas temporárias e perenes*. Recuperado em 10 de dezembro de 2018, de <http://www.sidra.ibge.gov.br>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2021). *Pesquisa de orçamentos familiares: 2008/2009 e 2017/2018*. Recuperado em 7 de setembro de 2021, de <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pof/tabelas>
- Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – IAPAR. (2017). *Estação meteorológica do IAPAR instalada no CEDETEG/UNICENTRO, Guarapuava – PR*. Londrina: IAPAR.
- Mancini-Filho, J. (2010). Alimentos funcionais nas doenças cardiovasculares. In N. M. B. C. Costa & C. O. B. Rosa (Eds.), *Alimentos funcionais: Componentes bioativos e efeitos fisiológicos* (pp. 297-306). Rio de Janeiro: Rubio.
- Miller, N. J., Sampson, J., Candeias, L. P., Bramley, P. M., & Rice-Evans, C. A. (1996). Antioxidant activities of carotenes and xanthophylls. *FEBS Letters*, 384(3), 240-242. PMID:8617362.
- Nitsche, P. R., Caramori, P. H., Ricce, W. S., & Pinto, L. F. D. (2019). *Atlas climático do Estado do Paraná*. Londrina: IAPAR.
- Peluzio, M. C. G., Rosa, D. D., & Oliveira, V. P. (2010). Vitaminas antioxidantes. In N. M. B. C. Costa & C. O. B. Rosa (Eds.), *Alimentos funcionais: Componentes bioativos e efeitos fisiológicos* (pp. 37-58). Rio de Janeiro: Rubio.
- Rodriguez-Amaya, D. B. (2001). *A guide to carotenoid analysis in food*. Washington: International Life Sciences Institute.
- Rukundo, P., Shimelis, H., Laing, M., & Gahakwa, D. (2013). Storage root formation, dry matter synthesis, accumulation and genetics in sweetpotato. *Australian Journal of Crop Science*, 7(13), 2054-2061.
- Silva, F. A. S., & Azevedo, C. A. V. (2016). The Assisat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal of Agricultural Research*, 11(39), 3733-3740. <http://dx.doi.org/10.5897/AJAR2016.11522>
- United States Department of Agriculture – USDA. (2017). *National Nutrient Database for standard reference release 28*. Recuperado em 20 de maio de 2017, de <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3207?n1=%7BQv%3D1%7D&fgcd=&man=&facet=&count=&max=35&sort=&qlookup=sweet+potato&offset=&format=Stats&new=&measureby=&ds=&qt=&qp=&a=&qn=&q=&ing=>
- Velho, L. C. F. L. (2016). *Avaliação da retenção de nutrientes, aspectos sensoriais e microbiológicos de batata-doce (Ipomoea batatas (L.) Lam.) submetida a diferentes métodos de cocção* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- Vizzotto, M., Pereira, E. S., Vinholes, J. R., Munhoz, P. C., Ferri, N. M. L., Castro, L. A. S., & Krolow, A. C. R. (2017). Physicochemical and antioxidant capacity analysis of colored sweet potato genotypes: In natura and thermally processed. *Ciência Rural*, 47(4), e20151385. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20151385>
- Wang, A., Li, R., Ren, L., Gao, X., Zhang, Y., Ma, Z., Ma, D., & Luo, Y. (2018). A comparative metabolomics study of flavonoids in sweet potato with different flesh colors (*Ipomoea batatas* (L.) Lam). *Food Chemistry*, 260, 124-134. PMID:29699652. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.03.125>
- Woisky, R. G., & Salatino, A. (1998). Analysis of propolis: Some parameters and procedures for chemical quality control. *Journal of Apicultural Research*, 37(2), 99-105. <http://dx.doi.org/10.1080/00218839.1998.11100961>

---

Financiamento: Nenhum.

---

Received: Nov. 24, 2020; Accepted: Dec. 01, 2021

**Associate Editor:** Giuseppina Pace Pereira Lima.