



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de São José do Rio Preto

MARIANA DE SOUZA LEITE GARCIA-SANTOS

**Uva BRS Vitória e Batata Doce Roxa JNRX12: valorização
como matéria-prima no desenvolvimento de barra de vegetais**

São José do Rio Preto

2023

MARIANA DE SOUZA LEITE GARCIA-SANTOS

**Uva BRS Vitória e Batata Doce Roxa JNRX12: valorização
como matéria-prima no desenvolvimento de barra de vegetais**

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Engenharia e Ciência de Alimentos, área de concentração Ciência e Tecnologia de Alimentos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

Financiadora: CAPES

Orientadora: Profa. Dra. Ellen Silva Lago Vanzela

Coorientadora: Profa. Dra. Natália Soares Janzantti

Coorientador: Prof. Dr. Roberto da Silva

São José do Rio Preto

2023

Ficha catalográfica

G216u Garcia-Santos, Mariana de Souza Leite
Uva BRS Vitória e Batata Doce Roxa JNRX12: valorização como
matéria-prima no desenvolvimento de barra de vegetais / Mariana de
Souza Leite Garcia-Santos. -- São José do Rio Preto, 2024
136 p. : tabs., fotos

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio
Preto
Orientadora: Ellen Silva Lago Vanzela

1. Compostos fenólicos. 2. Novos produtos. 3. Barra de vegetais. I.
Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de
Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

MARIANA DE SOUZA LEITE GARCIA-SANTOS

**Uva BRS Vitória e Batata Doce Roxa JNRX12: valorização como
matéria-prima no desenvolvimento de barra de vegetais**

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Engenharia e Ciência de Alimentos, área de concentração Ciência e Tecnologia de Alimentos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

Comissão Examinadora

Prof^a. Dr^a. Ellen Silva Lago Vanzela
UNESP – Câmpus de São José do Rio Preto
Orientador

Prof^a. Dr^a. Maria Vitória Cecchetti Gottardi Costa
FATEC – São José do Rio Preto

Prof^a. Dr^a. Teresa Cristina Castilho Gorayeb
FATEC – São José do Rio Preto

Prof^a. Dr^a. Maria Aparecida Mauro
UNESP – Câmpus de São José do Rio Preto

Prof^a. Dr^a. Ana Carolina Conti
UNESP – Câmpus de São José do Rio Preto

**São José do Rio Preto
02 de Agosto de 2023**

DEDICATÓRIA

Ao grande amor da minha vida Ricardo e pai do meu filho Daniel, que em breve estará em nossos braços para partilhar de toda a felicidade que existe em nosso lar. Aqueles que partiram e fazem parte da cada ano vivido nesse período do doutorado e me fizeram perceber o quanto o amor e a saudade fazem parte do nosso cotidiano: Vô José Telles, Pitoko meu companheiro de 14 anos, Pimenta minha companheira de 11 anos e o nosso primeiro Anjo (*in memoriam* a eles).

AGRADECIMENTOS

Acho que a parte mais difícil de escrever em uma tese são os agradecimentos, porque passa um filme na nossa cabeça e as lágrimas correm no decorrer da escrita.

Ao meu bom Senhor Jesus Cristo que me proporcionou a vida e me deu a oportunidade de nascer em uma família repleta de sabedoria com pais e irmãos amados.

Ao meu esposo, parceiro, amigo e companheiro de vida Ricardo, que sempre me incentivou e nunca deixou eu desistir dos meus ideais e sonhos, principalmente em busca da docência. Obrigada por estar ao meu lado nos momentos de felicidade e também nas nossas perdas. Sem você eu jamais teria conseguido chegar até aqui, você é essencial em minha vida!

Ao meu filho Daniel, que em breve estará presente em nosso lar para completar a nossa grande família, e que está trazendo o verdadeiro significado do que é o amor e me fazendo enxergar o prazer de ser mãe.

Aos meus cachorros e filhos de 4 patas: Gordura, Canela, Pimenta (*in memoriam*), Marrom, Gordão, Azeitona, Paçoca, Estopa e Cacau, que ao chegar em casa depois de dias exaustivos de análises no laboratório, sempre receptivos e felizes ao me verem, ou nos longos dias escrevendo minha tese ou artigos, estiveram deitados ao meu lado, sempre me fazendo companhia.

Aos meus pais amados Cássia e Aurélio, que sempre me guiaram e proporcionaram a educação e o estudo necessário para a formação do meu caráter e ética. Obrigada pela educação diária!

Aos meus irmãos que Deus me deu e aqueles que a vida me deu: Tatiana e Eduardo, Carolina e Thomas, Adriano e Adriana, Victor e Vanessa, e Lara, foram anos de convivência, anos de distância, porém de alguma forma estiveram presentes em minha vida, nesse decorrer de longos anos.

A minha sogra amada Euclair que sempre esteve presente nas minhas idas para Ribeirão Preto e perguntando dos meus estudos, sempre demonstrou orgulho de ter uma nora doutora. E a querida tia Cenira que sempre esteve presente com um delicioso café e um bolo cheiroso para me receber com muito carinho.

Meus lindos sobrinhos Lorenzo e Athena que nesse período estiveram crescendo e brincando, porém poucos os vi, mas em coração e pensamento sempre desejando saúde e felicidade para ambos. A lindeza da minha sobrinha Lavínia que veio esse ano para completar mais ainda a família.

Minhas amigas que sempre estiveram presentes nesses anos na vida corrida acadêmica: Vanessa Citolino, Mariana Peres, Aline Pellicani, Amanda Oliveira, Monique Quartieri e Renata Casarini, obrigada sempre pelo carinho e amizade!

A minha querida orientadora Ellen, que sempre segurou minha mão e acreditou no meu potencial no decorrer de cinco longos anos. Obrigada por me proporcionar tanta sabedoria e conhecimento. Obrigada pelo incentivo quando passei no concurso, obrigada por segurar a minha mão quando tive minha primeira perda e obrigada por segurar novamente quando te dei a notícia do Daniel. Você é um dos meus maiores exemplos, de como eu quero ser como docente!

A minha coorientadora Natália que sempre me ensinou a ser uma excelente analista e minuciosa em técnicas de laboratório. A saber interpretar dados e investigar quaisquer erros analíticos, me tornando uma pessoa mais detalhista, e enxergar a pesquisa de uma forma mais sábia, lógico que além de muitas risadas.

Ao meu coorientador Roberto, que apesar do pouco período de convivência, sempre me proporcionou conhecimento e ensinamentos na área de bioquímica de alimentos.

As minhas amigas de vida e companheiras de laboratório Victoria e Francielli que sempre estiveram presentes na minha longa caminhada e que desfrutaram de muitas risadas, bons cafés, muitas comilanças e muito bissulfito de sódio juntas! Obrigada por serem minha energia diária dentro do Laboratório de Frutas e Hortaliças.

Aos alunos de iniciação científica Mariana, Giovanna, Emily e João e companheiros de laboratório Juma e Mery, obrigada por esse período que estiveram presentes, e espero que do fundo do meu coração eu tenha passado um pouco do meu conhecimento, e que possa ter contribuído para a vida profissional de todos.

Aos meus amigos de vida e no longo decorrer da carreira acadêmica: Carolina Olivati, Yara Nishiyama, Jennifer Henck, Katielli Todisco, Ana Paula Fillipin, Taís Borgonovi, Maisa Cavalcanti, Maria Mariana Garcia, Marcelo Bertolucci, Carlos Alberto, Danúbia Maioto, Bruna Caroline, João Marcos dos Santos, Carolina Sangalli, Cinthia Lionela, Elisa Bellucci que me proporcionaram excelentes companhias na hora do almoço ou nos cafés, ou em ajudas no laboratório. Obrigada por percorrer comigo esse longo caminho, as pedras foram mais leves!

Aos técnicos de laboratório Luiz, Alana e Tânia, sempre tão receptivos e dispostos a me ajudarem no que fosse preciso. Obrigada por serem pessoas de conhecimento grandioso e proporcionarem o convívio diário!

Aos meus queridos professores Ana Carolina, Ana Lúcia, Andrea, Célia, Javier, João Cláudio, Maria Aparecida (Cida), Silvio, Vanildo e Vânia, que sempre contribuíram com seu

conhecimento e sempre abriram o sorriso quando precisei de alguma informação ou até mesmo para usar um equipamento de sua responsabilidade. Obrigada por contribuírem para a minha pesquisa e meu conhecimento adquirido nesses anos dentro do Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos, o professor é essencial para a vida!

As minhas queridas professoras Ana Carol e Cida, obrigada pelo aceite de compor a minha banca de doutorado. Além de sempre estarem presentes na minha vida acadêmica e disponíveis para sanarem dúvidas ou até mesmo desejando um bom dia de trabalho. Ambas fazem o seu papel com excelência e qualidade!

A minha querida professora e amiga Maria Vitória que sempre contribuiu com sua sabedoria na área de agricultura e cultivo, e hoje é minha companheira de trabalho e pesquisa para a toda vida!

A minha querida amiga e mestre Teresa que plantou uma sementinha para a pós-graduação em uma festa de formatura no ano de 2012, que mesmo em momentos de diversão estava sempre com luz e sabedoria para auxiliar nos caminhos de pessoas que ela nem conhecia. Obrigada por ser quem você é!

Ao meu amigo e professor de química Gustavo por dividir sua sabedoria e ensinamentos de um universo paralelo dos princípios da cromatografia, de uma maneira tão simples e lógica. Obrigada por ser esse disseminador de conhecimento e de fácil acesso as pessoas!

Aos meus amigos Adriana Colombo e Thiago Polachini que com muito carinho aceitaram ser suplentes da minha banca de doutorado. Obrigada pela disponibilidade e pelo prazer de ter o carinho de vocês!

A todos os funcionários do Ibilce, que de alguma forma contribuíram para que essa Instituição de ensino fosse o meu segundo lar por muitos anos!

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, Estação de Viticultura Experimental de Jales-SP) e ao produtor Carlos Tinelli pela parceria e colaboração pelo fornecimento das uvas BRS Vitória.

Ao viveiro de mudas Navarro em Presidente Prudente, em especial ao produtor João Navarro pela doação das raízes de batata doce roxa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001*, à qual agradeço.

Os mais sinceros agradecimentos a todos!

Cada pedacinho de meu título de doutora tem o nome de cada um de vocês!

RESUMO

A uva BRS Vitória (CNPUV 681-29 [Arkansas 1976 x CNPUV 147-3 ('Niágara Branca' x 'Vênus')]) x 'BRS Linda) e a batata doce roxa da cultivar JNRX12 (BDR, *Ipomeas batatas* (L.) LAM.) são vegetais com elevada concentração de compostos fenólicos (CF). A aplicabilidade destes dois vegetais como matéria-prima para o desenvolvimento de barras de vegetais (BVs) com apelo para a saudabilidade foi investigada. Para tanto, esta pesquisa constituiu-se de quatro objetivos principais: a) a determinação da composição qualitativa e quantitativa das principais antocianinas presentes na uva BRS Vitória, por meio de cromatografia líquida de alta eficiência com detectores de arranjo de diodos acoplada à espectrometria de massas por sistema de ionização por eletronebulização (HPLC–DAD–ESI-MS/MS); b) a caracterização morfológica e físico-química de três ciclos produtivos (CPs) da uva e de um CP da BDR; c) a composição qualitativa e quantitativa de minerais presentes nos CPs da uva e no CP da raiz de BDR (no formato marjoritário), por meio de espectrometria de massa por plasma indutivamente acoplado (ICP-MS); d) e por fim, o desenvolvimento de BVs desidratadas a 60 °C, composta por purê de maçã, polpa de uva e purê de BDR, e subsquente realização da caracterização físico-química dos produtos obtidos. Diante dos resultados, verificou-se que a uva BRS Vitória apresentou um complexo perfil de antocianina, com predominância das derivadas da malvidina (mv), bem como concentrações importantes de antocianinas totais ($139,09 \text{ mg mv-3,5-diglc} \cdot \text{kg}^{-1}$) e minerais, especialmente de potássio (K, $345,16 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) e ferro (Fe, $0,54 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$). Após avaliar as características morfológicas e físico-químicas dos três CPs da uva, verificou-se que não houve variação em relação à maioria das características avaliadas entre os CPs, e que suas características atendem as principais exigências de mercado tanto para o comércio *in natura* quanto para o processamento. Vale ressaltar que o CP3 avaliado apresentou os maiores valores de massa de cacho e, comprimento e diâmetro de bagas, bem como de concentração de macrominerais; assim como para o CP4 (colheita principal) apresentou maior índice de maturação (38,68) e importante concentração de compostos fenólicos totais (CFT, $412,92 \text{ mg EAG} \cdot 100 \text{ g} \cdot \text{kg uva}^{-1}$). Com relação ao CP da BDR, pode-se destacar que foram identificados nove formatos das raízes, com a redonda elíptica como predominante (34,87%). Houve diferença significativa entre os formatos para os parâmetros de largura, diâmetro e massa, entretanto, todos os valores apresentados são recomendados para a comercialização da raiz no mercado brasileiro. O CFT e antocianinas monoméricas totais (AMT) nos diferentes formatos das raízes variaram entre 204,52 a 258,16 mg EAG $\cdot 100 \text{ g BDR}^{-1}$, e 36,01 a 61,28 mg mv-3,5-diglc $\cdot 100 \text{ g de BDR}^{-1}$, respectivamente. O formato majoritário da raiz redonda elíptica

apresentou valores significativos para K ($511,08 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e P ($96,40 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$). Portanto, ambas as matérias-primas estudadas apresentaram concentrações de CF consideráveis, bem como de minerais, encorajando os estudos na utilização como ingredientes saudáveis para a elaboração das BVs. As BVs foram elaboradas com uma proporção de purê de maçã: polpa de uva: purê de BDR nas proporções de 50:40:10 (m/m/m), após diferentes testes preliminares para padronização das etapas. Os produtos desenvolvidos apresentaram boa estruturação e formato de folhas finas e flexíveis, de fácil moldagem em diferentes formatos. Além disso, os resultados da caracterização físico-química demonstraram que as BVs apresentam baixo percentual de umidade e pH, que favorecem sua estabilidade microbológica. Assim como resultaram em produtos com concentração de CFT e de AMT de $161,86 \text{ mg EAG} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, e $37,25 \text{ mg 3,5-diglc} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, respectivamente. O conteúdo de hidroximetilfurfural foi relativamente baixo para ambos os ensaios, demonstrando que o processo padronizado para obtenção das BVs não acarretou na formação de grande concentração de compostos que podem ser maléficos para a saúde. Diante dos resultados, pode-se concluir que a combinação das matérias-primas brasileiras foi possível elaborar BVs contendo importante valor nutricional e funcional e de grande praticidade de consumo, o que amplia as possibilidades de lanches rápidos e práticos para indivíduos de qualquer faixa etária.

Palavras-chave: Barra de vegetais. Batata doce roxa. BRS Vitória.

ABSTRACT

The grape BRS Vitória (CNPUV 681-29 [Arkansas 1976 x CNPUV 147-3 ('Niágara Branca' x 'Vênus')] x 'BRS Linda) and the purple sweet potato cultivar JNRX12 (PSP, *Ipomeas batatas* (L.) LAM .) are vegetables with a high concentration of phenolic compounds. The applicability of two vegetables as raw materials for the development of vegetable bars (VBs) with health appeal was investigated. To this end, this research consisted of four main objectives: a) determining the qualitative and quantitative composition of anthocyanins present in the BRS Vitória grape, through High-Efficiency Liquid Chromatography with Diode Array Detectors Coupled to Mass Spectrometry by Electronebulization Ionization System (HPLC–DAD–ESI-MS/MS); b) the morphological and physical-chemical characterization of three grape production cycles (PCs) and one PC of the PSP; c) the qualitative and quantitative composition of minerals present in the grape PCs and in the PSP root PC (in marjoritarian format), using Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS); d) and finally, the development of VBs dehydrated at 60 °C, composed of apple puree, grape pulp and PSP puree, and subsequent physical-chemical characterization of the products obtained. Given the results, it was obtained that the BRS Vitória grape presented a complex anthocyanin profile, with a predominance of malvidin derivatives (mv), as well as important concentrations of total anthocyanins (139.09 mg mv-3,5-diglc•kg⁻¹) and minerals, especially potassium (K, 345.16 mg•100 g⁻¹) and iron (Fe, 0.54 mg•100 g⁻¹). After evaluating the morphological and physical-chemical characteristics of the three grape PCs, it was verified that there were no variations in relation to the majority of the characteristics evaluated among the PCs, and that their characteristics meet the main market criteria for both fresh and commercial trade for processing. It is worth mentioning that PC3 evaluated the highest values of bunch mass, bagasse length and diameter, as well as macromineral concentration; as well as for PC4 (main harvest), it presented a higher ripeness index (38.68) and an important concentration of total phenolic compounds (TPC, 412.92 mg EGA•kg grape⁻¹). Regarding the PCs of the PSP, it can be highlighted that new root shapes were identified, with the round elliptical as predominant (34.87%). There were significant differences between the formats for the parameters of width, diameter and mass, however, all values presented are recommended for marketing the root in the Brazilian market. The TPC and total monomeric anthocyanins (TMA) in the different root formats ranged from 204.52 to 258.16 mg EGA•100 g PSP⁻¹, and 36.01 to 61.28 mg mv-3,5-diglc•100 g of PSP⁻¹, respectively. The majority shape of the elliptical round root presented significant values for K (511.08 mg•100g⁻¹) and P (96.40 mg•100g⁻¹). Therefore, both raw materials studied contain considerable

concentrations of phenolic compounds, as well as minerals, encouraging studies on their use as healthy ingredients for the preparation of VBs. The VBs were prepared with a proportion of apple puree: grape pulp: PSP puree in the proportions of 50:40:10 (m/m/m), after different preliminary tests to standardize the steps. The products developed had good structure and the shape of thin, flexible sheets, which were easy to mold into different formats. Furthermore, the results of the physicochemical characterization demonstrated that VBs have a low percentage of moisture and pH, which favors their microbiological stability. They also resulted in products with TPC and TMA concentrations of $161.86 \text{ mg EGA} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, and $37.25 \text{ mv-3.5-diglc} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, respectively. The hydroxymethylfurfural content was relatively low for both tests, demonstrating that the standardized process for obtaining VBs did not result in the formation of a large concentration of compounds that could be harmful to health. Given the results, we can conclude that the combination of Brazilian raw materials made it possible to produce VBs containing important nutritional and functional value and great consumption convenience, which expands the possibilities of quick and practical snacks for individuals of any age group.

Keywords: Vegetable bar. Purple sweet potato. BRS Vitória.

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 - Ilustração do formato das bagas de uva.....	31
Figura 1.2 - Ilustração de formato dos cachos de uva.....	32
Figura 1.3 - Ilustração de compacidade dos cachos de uva.....	32
Figura 1.4 - Ilustração das diferentes colorações de polpa e casca de BD.....	34
Figura 1.5- Ilustração do corte longitudinal para identificação interna da raiz de BD.....	37
Figura 1.6 - Ilustração de defeitos de superfície da raiz de BD.....	37
Figure 2.1 - Bunches from BRS Vitoria grapes in three different production cycles...	56
Figure 2.2 - BRS Vitoria grape berry: whole (A), with skin and a longitudinal section (absence of seeds) (B), and without skin and a cross section for flesh visualization (C).....	56
Figure 2.3 - Macronutrient (a) and micronutrient (b) mineral content (mean $\pm$ standard deviation) of BRS Vitoria in different PCs (PC2, PC3 and PC4) ($n=2$)*.....	63
Figura 3.1 - Formatos morfológicos de raízes de BDR JNRX12.....	77
Figura 3.2 - Porcentagens dos diferentes formatos de raiz, encontrados para a cultivar de BDR JNRX12.....	78
Figura 3.3 - Corte longitudinal e identificação do córtex da raiz de BDR JNRX12....	81
Figura 3.4 - Conteúdo de macro (a) e microminerais (b) (média $\pm$ desvio padrão) do formato redondo elíptico da raiz de BDR ($n=2$).....	87
Figura 4.1 - Maçã Fuji (A), Cacho da uva BRS Vitória (B) e BDR JNRX 12 (C).....	93
Figura 4.2 - Purês de BDRs c/ác. (A) e s/ác. (B).....	99
Figura 4.3 - BVs - Superfície rugosa (A) e Superfície lisa (B).....	102
Figura 4.4 - Diferentes formatos das BVs.....	102

LISTA DE QUADROS

	Pág.
Quadro 1.1 - Descrição das normas de classificação e padrões de qualidade segundo o Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura.....	38
Quadro 1.2 - Referências de diferentes vegetais utilizados para a elaboração de barras de frutas ou vegetais.....	39
Quadro 3.1 - Descritores morfoagronômicos para raízes de BDR (<i>Ipomeas batatas</i> (L.) LAM)	73

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Table 2.1 - Physicochemical characteristics ($n = 3$) and qualitative and quantitative profile of the mineral composition ($n = 2$) of BRS Vitoria grape.....	51
Table 2.2 - Anthocyanins in BRS Vitoria grape (PC1) determined by HPLC-DAD-ESI-MS/MS (positive ionization mode): mass spectrum data, molar profiles (percentage of each individual anthocyanins regarding the total content), and total anthocyanin concentration (as equivalents of malvidin-3-glucoside (mv-3-glc) and malvidin-3,5-diglucoside (mv-3,5-diglc)). Given as mean $\pm$ standard deviation ($n=3$).....	54
Table 2.3 - Physical characterization of BRS Vitoria grape bunches and berries from different production cycles (PC2, PC3 and PC4) according to the pre-established descriptors and categories. Results expressed numerically according to the category framed or as mean $\pm$ standard deviation (classified category), as appropriate.	57
Table 2.4 - Chemical characterization of the BRS Vitoria grapes in different production cycles (PCs) ($n=3$).	61
Tabela 3.1 - Caracterização morfológica das raízes de BDR JNRX12, segundo os descritores morfoagronômicos Huamán (1991) e de acordo com o preconizado pelo Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura (CODEAGRO, 2014).....	80
Tabela 3.2 - Caracterização físico-química das raízes de BDR JNRX12.....	84
Tabela 4.1 - Parâmetros físico-químicos da BDR <i>in natura</i> e dos purês de BDR obtidos a partir do cozimento com água acidificada ou não.....	98
Tabela 4.2 - Parâmetros físico-químicos das formulações e das BVs.....	101
Tabela 4.3 - Características cromáticas, compostos bioativos e HMF.....	103
Tabela 4.4 - AMT, CFT e ANP referente as formulações e BVs preparadas com purê de maçã, polpa de uva e purê de BDR e, valores de retenção (R) em porcentagem.....	106

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACG	Ácido clorogênico
acglc	6''-(acetyl) glucoside
AMT	Antocianias monoméricas totais
AP	Antocianinas poliméricas
AT	Acidez total/
Aw	Atividade de água/Water activity
BD	Batata doce
BDR	Batata doce roxa
BV/VB	Barra de vegetais/Vegetables bar
C*	Chroma
CFT	Compostos fenólicos totais
cmglc	6''-(p-coumaroyl)glucoside
CP	Ciclo produtivo
cy	Cyanidin/Cianidina
DAD	Detectores de arranjo de diodos/Diode array detector
dp	Delphinidin
EAG	Ácido gálico
EGA	Gallic acid
ESI-MS ⁿ	Electrospray ionization mass spectrometry
FW	Fresh weight
glc	Glucoside
ICP-MS	Inductively coupled plasma-mass spectrometry
h(°)	Hue
HMF	Hidroximetilfurfural
HPLC	High-performance liquid chromatography
L*	Claridade
LC/MSD	Mass-selective detection
mv	Malvidina/malvidin

MΩ	Megohm
mv-3-glc	malvidin-3-glucoside
mv-3.5-glc	malvidina-3.5-glicosídeo
MS/MS	Mass spectrometry
OIV	Organisation Internationale de la Vigne et du Vin
PBMH	Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura
PC/PCs	Productive cycle/Productive cycles
pH	Potencial hidrogeniônico/ Hydrogen potential
pn	Peonidin
pt	Petunidin
PF	Peso fresco
RS	Reducing sugar
SS	Sólidos solúveis/Soluble solids
SS/TA	Maturation index
TA	Total acidity
TMA	Total monomeric anthocyanins
TPC	Total phenolic compounds
TS	Total sugars

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	21
2	OBJETIVOS.....	23
2.1	Objetivo geral.....	23
2.2	Objetivos específicos.....	23
3	ESTRUTURA DA TESE.....	24
	CAPÍTULO I: REVISÃO DE LITERATURA.....	25
1.	Panorama da Horticultura no Brasil.....	26
2.1	Matérias-primas vegetais fontes de compostos fenólicos.....	27
2.1.1	Uva.....	27
2.1.2	Batata doce roxa (BDR).....	32
3	Barra de vegetais (BV).....	39
	CAPÍTULO II: BRS Vitoria grapes in different production cycles: potential as a nutraceutical ingredient rich in minerals and phenolic compounds.....	43
	Abstract.....	44
1	Introduction.....	45
2.	Materials and methods.....	46
2.1	Reagents and standards.....	46
2.2	Grape samples.....	47
2.3	Determination of qualitative and quantitative profiles of phenolic and mineral compounds.....	47
2.4	Physical and chemical characteristics of BRS Vitoria grapes in three PCs..	49
2.5	Statistical analysis.....	50
3.	Results and discussions.....	50
3.1	Characterization of the BRS Vitoria grape regarding its qualitative and quantitative profile of phenolic and mineral compounds in the first PC.....	50
3.2	Physical and chemical characteristics of BRS Vitoria grapes in different PCs.....	55
4.	Conclusion.....	65
	CAPÍTULO III: Caracterização morfológica e físico-química de raízes de batata doce roxa (<i>Ipomea batatas</i> (L.) LAM.) cultivada no Brasil.....	67
	Resumo.....	68

	Abstract.....	69
1	Introdução.....	70
2.	Material e Métodos.....	71
2.1	Batata doce roxa BDR (<i>Ipomeas batatas</i> (L.) LAM.).....	71
2.2	Determinação morfológica e de qualidade das raízes de BDR (<i>Ipomeas batatas</i> (L.) LAM.)	71
2.3	Determinação físico-química e composição mineral das raízes de BDR (<i>Ipomeas batatas</i> (L.) LAM.)	72
2.4	Análise estatística.....	76
3.	Resultados e Discussões.....	77
3.1	Caracterização morfológica e de qualidade das raízes de BDR (<i>Ipomeas batatas</i> (L.) LAM.)	77
3.2	Caracterização físico-química das raízes de BDR (<i>Ipomeas batatas</i> (L.) LAM.)	82
3.3	Composição mineral da raiz de BDR (<i>Ipomeas batatas</i> (L.) LAM.).....	85
4.	Conclusão.....	88
	CAPÍTULO IV: Produção e avaliação físico-química de barra de vegetais contendo uva e batata doce roxa sem adição de aditivos.....	89
	Resumo.....	90
	Abstract.....	91
1	Introdução.....	92
2.	Material e métodos.....	93
2.1	Matérias-primas e outros ingredientes utilizados para elaboração das BVs	93
2.2	Desenvolvimento das BVs.....	94
2.2.1	Produção do purê de maçã.....	94
2.2.2	Produção da polpa de uva	94
2.2.3	Produção e determinação físico-química dos purês de BDRs.....	94
2.2.4	Produção das BVs.....	96
2.3	Determinação físico-química das BVs.....	96
2.4	Análise estatística.....	97
3.	Resultados e Discussões.....	98
3.1	Caracterização físico-química dos purês de BDRs.....	98
3.2	Caracterização físico-química das BVs.....	101

4.	Conclusão.....	106
	CONCLUSÃO GERAL.....	107
	REFERÊNCIAS.....	108

INTRODUÇÃO GERAL

Frutas e hortaliças são consideradas alimentos nobres nutricionalmente por apresentarem tanto macro e micronutrientes, quanto compostos com propriedades bioativas (LIU *et al.*, 2021; LÓPEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 2021; NERI-NUMA *et al.*, 2020; YIP; CHAN; FIELDING, 2019). A Organização Mundial da Saúde (OMS) e a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) enfatizam, sistematicamente, a importância do consumo desses alimentos, para auxiliar na redução da incidência de doenças crônicas não transmissíveis, como, por exemplo, a diabetes tipo 2, a hipertensão e aterosclerose, alguns tipos de câncer, e distúrbios neurológicos (AGUNLOYE *et al.*, 2019; DINCA *et al.*, 2020; GIACCO *et al.*, 2020; HAAS *et al.*, 2020; SANTOS *et al.*, 2019).

Dietas ricas em compostos fenólicos (CF), em particular, estão associadas a múltiplos benefícios para a saúde e esses compostos tornaram-se, nas últimas duas décadas, objeto de muitas pesquisas e revisões (AHMADI; EBRAHIMZADEH, 2020; ARRUDA *et al.*, 2020; DINCA *et al.*, 2020; HAAS *et al.*, 2020; SANCHES-SILVA *et al.*, 2020). A ampla divulgação de suas propriedades bioativas resulta em crescente demanda por alimentos saudáveis que apresentem praticidade de armazenamento e consumo. Estas tendências importantes vêm delineando estratégias na indústria de alimentos, incluindo a prospecção por bioingredientes e, também, por novos produtos à base de vegetais que retenham de maneira eficiente, após o processamento, compostos que possam trazer benefícios adicionais à saúde (MUCHENJE *et al.*, 2018; NERI-NUMA *et al.*, 2018; OLIVEIRA; AMARO; PINTADO, 2018; PREMKUMAR; VASUDEVAN, 2018).

Diante deste cenário e da diversidade de frutas e hortaliças de elevado valor nutricional e funcional presentes no país, a prospecção de vegetais com composições fenólicas interessantes, aptos para uso como matéria-prima no desenvolvimento de ingredientes e de produtos alimentícios, é de notória importância (CASSADY *et al.*, 2007; COLABIANCHI *et al.*, 2021; HERRERO *et al.*, 2021).

No presente projeto foi dada ênfase para a uva tinta brasileira BRS Vitória e a batata doce roxa (BDR) da cultivar JNRX12. A uva é uma fruta muito apreciada e valorizada mundialmente devido seu potencial para o desenvolvimento de diferenciados produtos e devido seus benefícios à saúde (AL-SAIF *et al.*, 2022; BARROSO; ARAÚJO; MENDONÇA, 2022; SABRA; NETTICADAN; WIJEKOON, 2021). Já a BDR, embora nacionalmente não seja comumente consumida, tem sido explorada em diversos países como fonte de CF com propriedades bioativas e de pigmentos (antocianinas), tanto pela indústria farmacêutica como pela alimentícia (BASÍLIO *et al.*, 2022; PENG *et al.*, 2021; RODRÍGUEZ-MENA *et al.*, 2023).

O objetivo primário da pesquisa foi a valorização dessa uva e BDR citados, a partir de uma caracterização físico-química que fornecesse subsídios para o desenvolvimento de produtos alimentícios com apelo para nutrição/funcionalidade e naturalidade/autenticidade. Na sequência, buscaram-se alternativas de processamento que não fossem dispendiosas e não exigissem capacitação técnica muito elevada para implementação, o que poderia dificultar a aplicação por produtores rurais e por cooperativas, principalmente. Visando agregar valor a esses vegetais, permitir o aproveitamento dos excedentes da produção e, sobretudo, possibilitar a oferta de produtos com elevado valor nutricional a um preço acessível, optou-se pelo desenvolvimento de barras de vegetais (BVs) (*fruit leather*) constituída da uva e da BDR.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o potencial das matérias-primas (uva BRS Vitória e BDR da cultivar JNRX12) como fontes de CF para o desenvolvimento de BVs.

2.2 Objetivos específicos

- 1) Determinar as características morfológicas segundo os descritores morfoagronômicos específicos para uva e BDR.
- 2) Determinar as características físico-químicas (umidade, potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis (SS) e acidez total (AT), compostos fenólicos totais (CFT) e de antocianinas monoméricas totais (AMT) e características cromáticas (L^* , C^* e h°) das matérias-primas (uva e BDR) utilizadas no desenvolvimento das BVs;
- 3) Determinar a composição qualitativa e quantitativa das principais antocianinas presentes na uva por meio de cromatografia líquida de alta eficiência com detectores de arranjo de diodos acoplada à espectrometria de massas por sistema de ionização por eletronebulização (HPLC–DAD–ESI-MS/MS);
- 4) Determinar a composição qualitativa e quantitativa de minerais presentes na uva e na BDR (formato majoritário) por meio de Espectrometria de massa por plasma indutivamente acoplado (ICP-MS);
- 5) Realizar testes preliminares de formulações e, posteriormente, desenvolver e determinar algumas características físico-químicas (umidade, pH, atividade de água (A_w), SS, AT, CFT, AMT e antocianinas poliméricas (ANP), características cromáticas e presença de hidroximetilfurfural (HMF) nas BVs.

3 ESTRUTURA DA TESE

Os resultados obtidos neste período do doutorado foram organizados em quatro capítulos resumidos para o entendimento do leitor e dos assuntos abordados.

CAPÍTULO I: *Revisão de literatura*

Neste capítulo foi abordada uma breve revisão sobre o panorama da horticultura em nível nacional e mundial, bem como, a importância das matérias-primas escolhidas para a pesquisa e os trabalhos científicos já desenvolvidos para BVs.

CAPÍTULO II: *BRS Vitoria grapes in different production cycles: potential as a nutraceutical ingredient rich in minerals and phenolic compounds*

Neste capítulo investigou-se as características físico-químicas básicas e o perfil qualitativo e quantitativo de antocianinas de uvas BRS Vitória de um ciclo produtivo (CP1) e, na sequência três outros CPs diferentes (CP2, CP3 e CP4) foram avaliadas quanto as características morfológicas, físico-químicas e também a composição mineral.

CAPÍTULO III: *Caracterização morfológica e físico-química de raízes de BDR JNRX12 cultivada no Brasil*

Neste capítulo investigou-se a caracterização morfológica e físico-química raízes de BDR JNRX12, bem como para a raiz marjoritária foi determinada a composição mineral.

CAPÍTULO IV: *Produção e avaliação físico-química de barra de vegetais contendo uva e batata doce roxa sem adição de aditivos*

Diante dos resultados obtidos nos capítulos II e III, referente aos benefícios e concentrações consideráveis de CF das matérias-primas estudadas, foram desenvolvidas BVs com adição de purê de maçã: polpa de uva: purê de BDR nas proporções de 50:40:10 (m/m/m), e subsequentemente foram realizadas as análises físico-químicas dos produtos finais obtidos.

CAPÍTULO I

Revisão de Literatura

1. Panorama da Horticultura no Brasil

A horticultura nacional possui um papel fundamental na economia mundial. Destaque deve ser dado a fruticultura e olericultura, devido a grande diversidade de espécies e cultivares de frutas e de hortaliças distribuídas nas diferentes regiões do país. Suas cadeias produtivas contam com grandes e médios empresários, assim como inúmeros pequenos e micro produtores, utilizando mão de obra familiar em todos os segmentos. A maior parcela de frutas e hortaliças produzidas no País é cultivada no Sudeste, com destaque para São Paulo. Na sequência decrescente de produção estão Nordeste, Sul, Norte e Centro-Oeste. Estes dados são referentes a um estudo feito em 2021 pela Confederação de Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), no qual a produção total foi contabilizada em aproximadamente 74 milhões de toneladas de hortifruti no Brasil, sendo para as frutas e hortaliças, um montante de aproximadamente 41 e 33 milhões de toneladas, respectivamente. De acordo com a CNA, a evolução no mercado externo de frutas cresceu 4,2% em valor e 0,9% em volume, com US\$ 810,4 milhões e 978,6 mil toneladas, estando mangas, melões, uvas e limões entre os principais produtos exportados. Para as hortaliças, a exportação ainda é pouco significativa. Dentre as principais hortaliças produzidas para o mercado interno, em ordem decrescente de produção, estão mandioca, tomate, batata-inglesa, cebola, alface, alho, batata doce (BD) e cenoura (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI & FRUTI, 2022).

De acordo com uma pesquisa realizada pelo “*Fresh Market*”, supermercado que opera 160 lojas em 22 estados nos Estados Unidos da América, em 2023, há algumas tendências de consumo de maior impacto relacionadas a alimentos frescos: novos sabores globais; alimentação à base de vegetais, com uma crescente demanda por inovação nas formulações dos alimentos; e, alimentos naturais e funcionais, e produzidos com responsabilidade ambiental (ANUÁRIO HORTIFRUTI BRASIL, 2023).

Os custos dos alimentos, em virtude da pandemia e da crise econômica já estavam altos. O fenômeno climático *La Niña* – que impactou a produção de frutas e hortaliças no verão 2021/22 e em 2022/23, prejudicou a produção de alguns vegetais, agravando a situação de insegurança alimentar no país. Há excesso de chuva no Nordeste e precipitações abaixo da média e/ou irregulares no Sul. No Sudeste, entre final de 2022 e início de 2023, as chuvas acima do esperado favoreceram a recuperação das reservas hídricas do Sudeste, mas prejudicaram a qualidade e a produtividade de hortifrúti, além de ter elevado os custos de produção, à medida que houve necessidade de intensificação no manejo fitossanitário (ANUÁRIO HORTIFRUTI BRASIL, 2022).

O grande desafio diante desses fatos é reconfigurar a produção e o consumo dos

alimentos, em suas dimensões ambiental, econômica e social, visando o oferecimento de produtos alimentícios a preços mais acessíveis. Neste contexto, visando utilizar o excedente de safra ou aproveitar cultivares de vegetais subutilizados, no presente projeto buscou-se avaliar as potencialidades de uma cultivar de uva brasileira e de uma cultivar de batata doce roxa para o desenvolvimento de produtos alimentícios, utilizando tecnologias sociais passíveis de serem reproduzidas por pequenos produtores rurais.

2.1 Matérias-primas vegetais fontes de compostos fenólicos

2.1.1 Uva

As uvas contêm carboidratos, fibras alimentares, proteínas, embora em baixas concentrações, e importante conteúdo de CF (DA-SILVA; LAGO-VANZELA; BAFFI, 2015; LENG *et al.*, 2022; ZHOU; RAFFOUL, 2012), sendo muitos deles com atividade antioxidante (COLETTA *et al.*, 2014; MILELLA *et al.*, 2012).

De acordo com Winkler (1965), os primeiros cultivos de videiras foram iniciados no Sul da Ásia Menor, localizado nas regiões entre o Mar Cáspio e o Mar Negro. Outros autores relatam que as primeiras sementes de *Vitis vinifera* spp foram encontradas entre 7000 e 5000 a.C. (AMARAL, 2000). Entretanto, quanto à origem das videiras, existem dúvidas sobre os locais e períodos de início de plantio (THIS; LACOMBE; THOMAS, 2006).

As videiras pertencem a família *Vitaceae*, do gênero *Vitis*, que são plantas com crescimento do tipo trepadeira, com tronco retorcido, ramos flexíveis, folhas grandes e repartidas, flores esverdeadas, cujos frutos são carnosos em formatos de cachos, e denominados bagas ou uvas (GIOVANNINI, 1999). Existe uma diversidade de espécies de videiras, dentre elas as mais conhecidas são as *Vitis vinifera*, *V. aestivalis*, *V. rupestres*, *V. riparia*, *V. cinérea*, *V. labrusca* (DA-SILVA; LAGO-VANZELA; BAFFI, 2015). A espécie mais cultivada no mundo é a *Vitis vinifera*, com uma ampla diversidade de cultivares de mesa para o consumo *in natura*, bem como daquelas destinadas à produção de vinhos, uvas passas e sucos (LEÃO, 2010). As cultivares da espécie *Vitis vinifera* do grupo europeu caracterizam-se por apresentarem frutos com maior qualidade e diversidade morfológica e fenotípica, porém, a exigência ao clima seco, com baixa umidade e maiores índices de insolação, não lhes conferem alta adaptabilidade (CAMARGO; MAIA; RITSCHER, 2008; CAMARGO; MAIA; RITSCHER, 2010; NETO; SOUSA, 2018).

No Brasil, em particular, há três tipos de vitivinicultura para produção de uvas, sucos e vinhos, com grande variedade de climas e solos aptos à produção dos diferenciados produtos.

As cultivares do grupo americano e as híbridas são as mais plantadas, por causa da sua maior adaptabilidade climática em relação à umidade e insolação, resistência a pragas e doenças fúngicas, e também por serem de fácil cultivo (CAMARGO; MAIA; RITSCHHELL, 2010; NETO; SOUSA, 2018). Os principais Estados produtores de uva no Brasil são o Rio Grande do Sul, seguido por Pernambuco e São Paulo. A uva foi a terceira fruta em maior produção, perdendo apenas para laranja e banana em 2021, sendo que o país totalizou aproximadamente 1.656.279 toneladas de uva (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI & FRUTI, 2022).

A uva oriunda do Vale do Rio São Francisco, na divisa de Pernambuco com Bahia é, em sua maioria, destinada ao mercado externo, ocupando a terceira posição entre as mais exportadas. Já a uva colhida no Rio Grande do Sul é utilizada em sua maior parte na transformação em vinhos, espumantes e sucos. Deve-se ressaltar que na região Sul do país está localizada uma das principais instituições que realizam melhoramento genético em videiras no Brasil, a saber, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), no Centro Nacional de Pesquisa da Uva e Vinho. Neste local, está alocado o maior banco de germoplasma de videiras, com mais de 1400 acessos, introduzidos de diversas partes do mundo, incluindo mais de 40 espécies de *Vitis*, cultivares, híbridos interespecíficos e espécies silvestres (LEÃO; BORGES, 2009). Assim como o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) e a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) também contribuem para compor o acervo de acessos de videiras.

Em São Paulo, terceiro maior produtor de uva, está instalada a Estação Experimental de Viticultura Tropical da EMBRAPA, que auxilia grandemente os produtores rurais da região do Noroeste Paulista (ANUÁRIO HORTIFRUTI BRASIL, 2022). Há também neste Estado outra instituição que possui um acervo importante de acessos de videiras, tal como o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). No Estado de São Paulo, a produção é diversificada atendendo tanto ao mercado de produtos frescos quanto ao de processados, para a elaboração de sucos e vinhos. A cidade de São Roque, interior de São Paulo, região de Sorocaba, é considerada como a terra do vinho.

Com a expansão de novas áreas de cultivo de videiras e visando a necessidade de adaptação ao clima nacional, os programas de melhoramento genético de videira estão direcionando a pesquisa para a obtenção de cultivares para mesa, vinho e suco, que apresentem características de alta produtividade, diversos ciclos anuais e alta resistência a pragas e a doenças. Além de um conjunto de atributos de qualidade tanto para consumo *in natura* quanto para o processamento visando atender consumidores cada vez mais exigentes. O Programa de Melhoramento ‘Uvas do Brasil’ utiliza métodos clássicos e ferramentas biotecnológicas para a

seleção de clones e híbridos adaptáveis as condições edafoclimáticas brasileiras e visando melhorias contínuas para o cenário da vitivinicultura nacional (MELLO; MACHADO, 2020). As principais cultivares pirências (com sementes) e apirências (sem sementes) desenvolvidas pelo Programa para processamento são a BRS Bibiana, BRS Carmem, BRS Cora, BRS Lorena, BRS Magna, BRS Margot, BRS Rúbea, BRS Violeta, Concord Clone 30, Isabel Precoce e Moscato Embrapa. Para as cultivares de mesa, destaca-se aqui as cultivares BRS Clara, BRS Isis, BRS Linda, BRS Melodina, BRS Morena, BRS Núbia, BRS Vitória, Dona Zilá e Tardia de Caxias (CAMARGO; MAIA; RITSCHER, 2016).

Dentre as diversas uvas desenvolvidas por melhoramento genético no Brasil, destaca-se no presente projeto a uva BRS Vitória (CNPUV 681-29 [Arkansas 1976 x CNPUV 147-3 ('Niágara Branca' x 'Vênus')] x 'BRS Linda'). Ela apresenta bagas de tamanho médio e formato esférico, com casca grossa e resistente de coloração preto azulada, e de polpa incolor (MAIA *et al.*, 2016). Além disso, possui alto grau glucométrico (podendo atingir até 23 °Brix) e elevada acidez (variando entre 0,75 a 0,90 g de ácido tartárico/100 mL) que lhe proporciona um sabor aframbuezado agradável (MAIA *et al.*, 2012) e importante concentração de CF (COLOMBO *et al.*, 2021). Os principais CF presentes nas uvas são divididos em dois grupos: os flavonoides que constituem as antocianinas, os flavonóis, os flavan-3-óis e os não flavonoides que são compostos por ácidos fenólicos (hidroxibenzóicos e hidroxicinâmicos) e os estilbenos (resveratrol) (DA-SILVA; LAGO-VANZELA; BAFFI, 2015). As antocianinas, em particular, são substâncias responsáveis pela pigmentação das bagas de uvas tintas (FALLAH; SARMAST; JAFARI, 2020).

Embora as uvas, de forma geral, apresentem como principais antocianinas as agliconas malvidina, cianidina, peonidina, delphinidina, petunidina e perlagonidina, deve-se destacar que nas uvas *Vitis viníferas* estão presentes apenas as na forma monoglicosilada. Enquanto nas uvas *Vitis labrusca* e híbridos envolvendo tanto uvas *Vitis viníferas* quanto as americanas, há monoglicosiladas, porém predominantemente diglicosiladas (GARRIDO; BORGES, 2013; LAMBRI *et al.*, 2015; NIXDORF; HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, 2010). As antocianinas estão localizadas principalmente nas cascas das uvas (GUIDONI; HUNTER, 2012; NOGALES-BUENO *et al.*, 2017) e em menor proporção na polpa de algumas cultivares, nesses casos recebendo o nome de tintureiras (DA SILVA; LAGO-VANZELA; BAFFI, 2015).

Estudos relacionados aos efeitos do consumo de uvas afirmam que as antocianinas são benéficas para a saúde humana, pois atuam como antioxidantes (BRAGA *et al.*, 2019; PROKOP *et al.*, 2018; ZHANG; LUNA-VITAL; DE MEJIA, 2019; ZHU, 2018), prevenindo doenças cardiovasculares, diabetes, câncer (REZAEI *et al.*, 2019; SANTOS *et al.*, 2013), inflamações

(LEE; LEE; CHOUNG, 2011), doenças neurais (FOSSEN; RAYYAN; ANDERSEN, 2006; MARTÍN *et al.*, 2017; YOUSSEF *et al.*, 2015), entre outras doenças. Além disso, as antocianinas são utilizadas como corantes naturais para melhorar os atributos sensoriais e a coloração dos alimentos na indústria (ARROYO-MAYA; McCLEMENTS, 2015; FALLAH; SARMAST; JAFARI, 2020).

Sabe-se que sua composição físico-química, bem como a composição qualitativa e quantitativa de alguns micronutrientes e outros compostos com propriedades bioativas variam consideravelmente dependendo de inúmeros fatores, como por exemplo, práticas de manejo agrônomicos, porta-enxertos, condições edafoclimáticas e grau de maturação (BLANCQUAERT *et al.*, 2019; OLIVEIRA; AMARO; PINTADO, 2018; SILVA *et al.*, 2018; WANG *et al.*, 2019). Devido a excelente adaptação climática da uva BRS Vitória, ela é produzida em diferentes regiões do Brasil (MAIA *et al.*, 2012; MELLO; MACHADO, 2020). Em consequência, a concentração e o perfil fenólico das suas bagas, bem como suas características físicas e químicas podem variar de acordo com a produção, tipo de cultivar, características morfológicas e maturação (LAGO- VANZELA, 2011).

A legislação brasileira estabelece critérios mínimos de qualidade para a comercialização de uvas, sendo que os consumidores de uvas finas têm maior preferência para as uvas íntegras, com ausência de defeitos e manchas, bem como com sanidade e livre de contaminantes. Os padrões técnicos e requisitos mínimos de qualidade para uva são relacionados a especificidade da cultivar, cachos inteiros, limpos, firmes, isentos de pragas e insetos visíveis ao olho nu, fisiologicamente desenvolvidos ou com maturação comercial (entre 14 a 17,5 °Brix), ausente de odores não característicos da espécie, não apresentarem bagas excessivamente maduras ou passadas, isentos de danos profundos e podridões, não se apresentarem desidratadas ou murchas ou até mesmo congeladas (BRASIL, 2018). Além disso, alguns métodos de classificação para a descrição e identificação de cultivares de uva (morfológico, fisiológico e fenotípico) podem auxiliar na identificação e classificação da uva visando determinar sua qualidade e potencial para comercialização. O método morfológico consiste na classificação, baseado nas características fornecidas por um único órgão ou pelo conjunto deles, que são os brotos novos, as folhas e os cachos. O método fisiológico fundamenta-se no período de brotação da cultivar ou na maturação das uvas, utilizado somente como observacional no local de produção, para complementar o método morfológico. Por fim, o método fenotípico avalia as cultivares durante o decorrer do crescimento e desenvolvimento da videira, que consiste no conjunto de órgãos da planta, como as diversas brotações, folhas jovens, folhas adultas, ramos herbáceos (pâmpanos e sarmentos), inflorescências e flores, cachos, bagas e sementes (GALET, 1985).

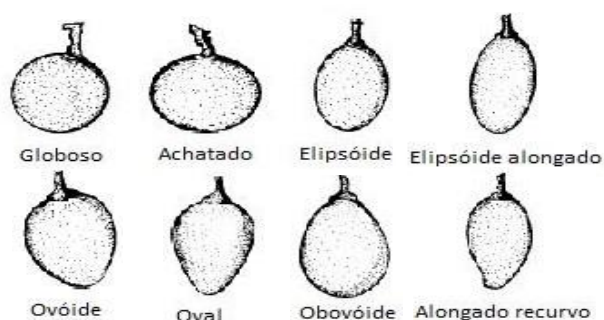
A descrição das características morfológicas de videiras é baseada na *Organisation Internationale de la Vigne et du Vin* (OIV) (2001), que define o conjunto de caracteres ampelográficos necessários para identificação das cultivares *Vitis*. O número de caracteres utilizados para a descrição de uma cultivar depende dos objetivos da pesquisa, como a descrição de genótipos de banco de genes, novas cultivares, classificação sistemática, entre outros. O número de descritores variam de 21 a 78, sendo que 35 descritores são obrigatórios quando há a identificação de uma nova cultivar, visando a proteção das características da espécie. Alguns trabalhos para a identificação de uma mesma espécie de videira foram realizados utilizando descritores morfológicos para algumas cultivares de *Vitis vinífera* (BORGES *et al.*, 2008; COELHO *et al.*, 2004; MARTÍNEZ *et al.*, 2003; THIS; LACOMBE; THOMAS, 2006).

As características com maior expressividade relacionadas à aparência das uvas são o tamanho e o formato das bagas e dos cachos, massa dos cachos (g), compacidade dos cachos, bem como a ausência de defeitos presentes no lote e a coloração (PONI *et al.*, 2018; ZHOU *et al.*, 2015). Quanto ao formato das bagas e dos cachos das uvas, por exemplo, Sousa (1996) e Weaver (1976) apresentam classificações de acordo com as Figuras 1.1 e 1.2, respectivamente.

Com relação à compacidade dos cachos das uvas, que refere-se ao grau de agregação das bagas dentro de um cacho (LEÃO, 2014), oito classificações são estabelecidas (SOUSA 1996), de acordo com a Figura 1.3.

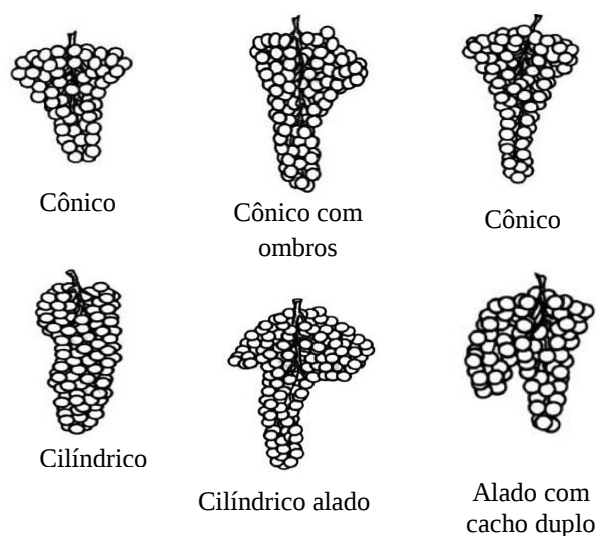
Sabe-se que os consumidores buscam preferencialmente uvas de mesa que apresentem cachos de massa de 300 a 800 g, com tamanho médio de 16 a 20 cm de comprimento, em formato cônico com ombros bem desenvolvidos, cheios e não compactos, isto é, devem ser cheios o suficiente para que quando suspensos pelo engaço não permita que o engaço e os pedicelos sejam visíveis (LEÃO, 2020). Embora os consumidores tenham preferências pelos cachos cônicos, é comum encontrar cachos de uvas de formato cilíndrico para a comercialização (CHOUDHURY 2007; LEÃO; PEREIRA, 2001; LIMA; PIMENTEL *et al.*, 2015).

Figura 1.1 - Ilustração do formato das bagas de uva.



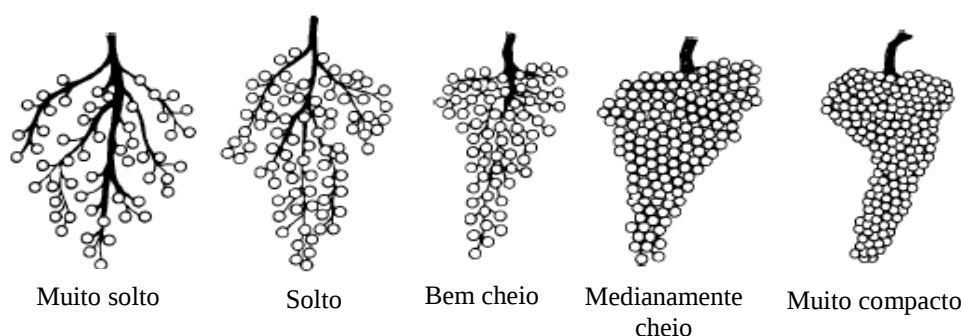
Fonte: Adaptada de Sousa, 1996.

Figura 1.2 - Ilustração de formato dos cachos de uva.



Fonte: Adaptada de Weaver, 1976.

Figura 1.3 - Ilustração de compacidade dos cachos de uva.



Fonte: Adaptada de Souza, 1996.

Diante dos atributos descritos, pode-se verificar que a qualidade da uva refere-se não só aos atributos químicos mas também aos físicos, unindo uma combinação de características que determinam se a uva é adequada para o mercado de produtos frescos, ou se pode ser aproveitada como matéria-prima para o processamento ou se deve ser descartada. Devido a grande variabilidade das características de qualidade de uma mesma cultivar produzida nas diferentes regiões do país (NASSIRI-ASL; HOSSEINZADEH, 2016; REBELLO *et al.*, 2013), estudos mais aprofundados sobre as características de qualidade da uva BRS Vitória produzidas no Noroeste Paulista são necessárias para verificar as possibilidades do excedente de safra como matéria-prima para o desenvolvimento de produtos derivados.

2.1.2 Batata doce roxa (BDR)

A batata doce (BD, *Ipomoea batatas* (L.) LAM.) é uma planta herbácea dicotiledônea que pertence à família *Convolvuceae* (CHASE *et al.*, 2016). Diversos estudos discutem a

origem da BD, sendo que alguns autores relatam que ela é originária das Américas Central e do Sul, sendo encontrada desde a Península de Yucatam, no México, até a Colômbia, enquanto outros autores afirmam que essa hortaliça tem sua origem na Ásia ou África (CÂMARA, 2009). Relatos de seu uso e produção remontam mais de dez mil anos, com base em análise de batatas secas encontradas em cavernas localizadas nos vales de Chilca e Canyon, no Perú, e em evidências contidas em escritos arqueológicos encontrados na região ocupada pelos Maias, na América Central (SILVA; LOPES; MAGALHÃES, 2002). A BD é uma planta rústica que exige poucos tratos culturais e não necessita de uso de tecnologias agrícolas avançadas (FIGUEIREDO *et al.*, 2012; MASSAROTO, 2008; PEDROSA *et al.*, 2015), sendo uma cultura fundamental para a agricultura familiar (RESENDE; COSTA; YURI, 2012). Ela cresce ao longo dos trópicos e regiões temperadas ao redor do mundo (KOUSSAO *et al.*, 2014; MOHAMMAD *et al.*, 2014), com ramos de hábito rastejante com coloração que varia do roxo ao verde, comprimento entre 3 a 5 m e sistema radicular de raízes fibrosas e raízes de armazenamento (VARGAS, 2015).

Mundialmente, a China é considerada o maior produtor de BD, representado mais de 50% da produção mundial. A produção mundial de BD foi de aproximadamente 92 milhão de toneladas (FAO, 2021) e o Brasil ocupa o décimo sexto lugar no ranking mundial na produção, sendo considerado o primeiro maior país da raiz tuberosa na América Latina, com uma produção superior a 800 mil toneladas no ano de 2020 (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI & FRUTI, 2022). A produção de BD ocorre em quase todos os Estados brasileiros, com as regiões Nordeste, Sul e Sudeste destacando-se pela área cultivada. Os dois estados que mais se destacam na produção de BD são o Rio Grande do Sul e São Paulo (CONAFER, 2022).

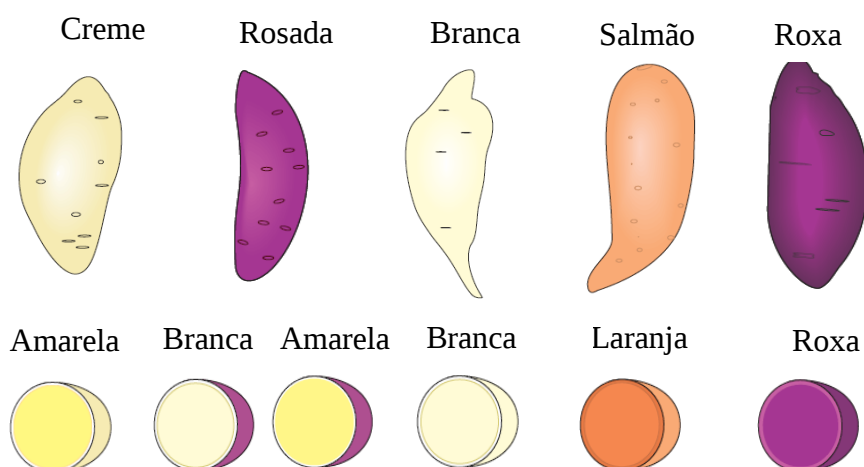
A BD possui uma alta variação morfológica que inclui uma notável variedade de formatos e diferentes formas foliares, com flores hermafroditas com variações de tamanhos e cores, que dependem do genótipo (HUAMÁN, 1987; HUAMÁN, 1992).

Considerada uma raiz tuberosa que possui carboidratos como o seu principal macronutriente, apresentando-se como uma fonte de amido (KOUROUMA *et al.*, 2020) e pectina (HAMIDON; ZAIDEL; JUSOH, 2020), além de conter minerais, vitaminas, proteínas (WEENUTTRANON, 2018), e fibras alimentares (SÁNCHEZ; SANTOS; VASILENKO, 2019; ZHU; SUN, 2019). Apesar da grande maioria das cultivares de BD apresentarem coloração de polpa branca, amarela ou creme, existe uma grande variedade de coloração de polpas, dentre elas as cultivares de polpa laranja, que contêm carotenoides (GRACE *et al.*, 2014; KANO *et al.*, 2005; NASCIMENTO *et al.*, 2013; OKI *et al.*, 2006; RODRIGUEZ-AMAYA, 2001; TRUONG *et al.*, 2011) as de polpa roxa (LEITE, 2017; MELO *et al.*, 2021; VENDRAME

et al., 2018; 2022), vermelha e rosa (AYWA; NAWIRI; NYAMBAKA, 2013; CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA – CIP, 2015; JI *et al.*, 2015; JOSÉ, 2012; MOULIN *et al.*, 2014) (Figura 1.4).

Dentre as diferentes cultivares comercializadas mundialmente, as de polpa colorida têm chamado a atenção dos consumidores, devido principalmente a presença de compostos com propriedades bioativas, e aos seus possíveis impactos positivos na saúde humana (CAMIRE *et al.*, 2009; PILON *et al.*, 2020). A cultivar de polpa roxa (AHMED; SORIFA; EUN, 2010), em particular, contém CF (KANO *et al.*, 2005; TRUONG *et al.* 2011), tal como antocianinas (FAN *et al.*, 2008; KIM *et al.*, 2015; JIANG *et al.*, 2019; LI *et al.*, 2013), catequinas (SHAHIDI; NACZK, 2004), ácidos clorogênicos (JUNG *et al.* 2011) e alguns derivados do ácido cafeoilquínico (DINI; TENORE; DINI, 2006).

Figura 1.4 - Ilustração das diferentes colorações de polpa e casca de BD.



Fonte: Adaptada de CODEAGRO, 2014.

A pesquisa científica relacionada a identificação e quantificação desses compostos bioativos presentes na BDR são realizadas em grande número na China (CAI *et al.*, 2016; ESATBEYOGLU *et al.*, 2017; JI *et al.*, 2015; SUN *et al.*, 2014; ZHANG *et al.*, 2013), Estados Unidos (GRACE *et al.*, 2014; LIM *et al.*, 2013) e Japão (SASAKI *et al.*, 2013). Algumas cultivares de BD são comercializadas pela cor da polpa e da casca, e não pelo nome da cultivar (CEASA, 2022). Além disso, poucos estabelecimentos comercializam as cultivares de polpa roxa nas diferentes regiões do país.

As BD de polpa de cor amarela e laranja são cultivares encontradas com maior frequência em países como China e países africanos, sendo fontes básicas de carotenoides na alimentação desses lugares (RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA; AMAYA-FARFAN, 2008). As cultivares coloridas ganharam destaque também no Japão, devido aos benefícios nutricionais

(LEKSRIOMPONG *et al.*, 2012). De acordo com Rodrigues *et al.* (2016), nos países asiáticos como Coréia e Japão e na Nova Zelândia, as cultivares de BDR foram desenvolvidas visando atender a demanda do mercado consumidor em busca de alimentos mais saudáveis. Duas diferentes cultivares de BDR são utilizadas no Japão para a produção de corantes naturais, pães, sucos, geleias, macarrão, bebidas fermentadas e produtos de confeitaria (STEED; TRUONG, 2008).

No Brasil, por outro lado, embora tenha pequena produção de BD de polpa colorida, as cultivares comumente comercializadas são as de casca rosa e polpa branca ou creme (RUMBAOA; CORNAGO; GERONIMO, 2009). Visando ampliar a oferta de BDs de qualidade no país, a EMBRAPA, unidade Embrapa Hortaliças, ao longo dos anos desenvolve estudos relacionados ao desempenho de diferentes clones de BD de polpa branca e com polpa colorida (AMARO *et al.*, 2019; SILVA; VENDRAME; AMARO, 2019; VENDRAME *et al.*, 2018).

A Embrapa desenvolveu pesquisas com o desempenho de clones de BDR para determinação de caracteres relacionados ao rendimento e à qualidade de raiz (VENDRAME *et al.*, 2018) e recentemente realizou a caracterização físico-química e a determinação de alguns compostos bioativos em BDR *in natura* e farinhas obtidas a partir de seis genótipos produzidos pela Embrapa Hortaliças (PILON *et al.*, 2020).

Duas novas cultivares de casca e polpa roxa foram lançadas e ainda estão sendo pesquisadas pela Embrapa, que são a BRS Anembé (MELO *et al.*, 2021) para consumo de mesa e para processamento industrial, a BRS Cotinga (VENDRAME *et al.*, 2022). Além disso, a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural (EPAGRI), em parceria com produtores rurais do estado de Santa Catarina, desenvolveu uma pesquisa de seleção e cruzamento de diferentes plantas de BDR. A cultivar desenvolvida é denominada como SCS370 Luiza, registrada pelo Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC), e a sua comercialização foi disponibilizada em dezembro de 2014 (LEITE *et al.*, 2016). Embora a BDR apresente diversos benefícios relacionados à saúde devido à presença de CF, os estudos sobre a composição qualitativa e quantitativa desses compostos nas BDR são escassos no Brasil.

A comercialização de cultivares de BDR também não está consolidada e são de difícil acesso para o consumidor final. Por conseguinte, a utilização dessa matéria prima para a elaboração de produtos derivados pela indústria alimentícia ainda apresenta diversos desafios tecnológicos. A ampliação do conhecimento sobre as principais características físicas e químicas de potenciais cultivares foi um dos objetivos deste projeto, visando aumentar as perspectivas de seu uso como matéria-prima na indústria alimentícia.

No Brasil, a BD é produzida por propagação vegetativa, que consiste na multiplicação assexuada de partes das plantas, gerando indivíduos idênticos à planta-mãe (WENDLING, 2003). Há uma grande diversidade genética de BD, onde raízes de diferentes formas e cores podem ser encontradas (AZEVEDO *et al.*, 2015). De acordo com Augustin, Garcia e Rocha (2000), algumas cultivares de BD podem ser caracterizadas facilmente por suas características morfológicas, entretanto, existem outras muito semelhantes, fazendo-se necessária a utilização de métodos isoenzimático para diferenciar a espécie.

Os programas efetivos de melhoramento genético de BD estão concentrados nos Estados Unidos, Peru, Uruguai, Ruanda, Tanzânia, Malawi, Moçambique, África do Sul, Zâmbia, Bangladesh, Índia, China Indonésia e Papua Nova Guiné. No Brasil, a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) na unidade Embrapa hortaliças estão trabalhando com a pesquisa de material genético de espécies e de BD no país. A efetividade dos programas de melhoramento genético de BD no Brasil, ainda é muito pequena, pois os materiais registrados e a inexistência de material protegido ocasiona a falta de conhecimento e publicação efetiva de cultivares com qualidade agrônômica e fitossanitária (MELLO, 2016).

Os descritores morfológicos específicos para a cultura da BD estão disponíveis no livro Descritores de BD (HUAMÁN, 1991) e consistem na determinação das características físicas da parte vegetativa aérea e da raiz. Moulin *et al.* (2014) coletaram diversas raízes de BD com uma alta diversidade genética na região Norte do Rio de Janeiro e afirmaram que a caracterização morfoagronômica qualitativa e quantitativa baseada nos relatos de Huamán (1991) foram eficientes para estimar a diversidade genética da região estudada.

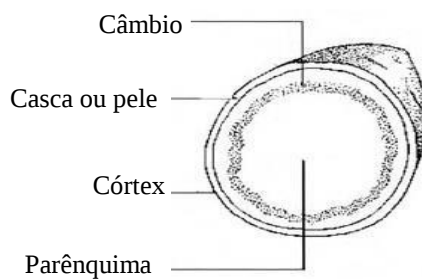
Para caracterizar um acesso de BD quanto a sua raiz é necessário avaliar o seu formato, massa (g), comprimento (cm), largura (cm), espessura do córtex, cor da casca e da polpa da raiz, e defeitos de superfície, de acordo com a padronização mundial dos descritores de BD (HUAMÁN, 1991). Diferentemente das uvas, no Brasil, as BDs de polpa colorida não são muito conhecidas e consumidas e observou-se a necessidade de detalhar algumas características físicas e químicas relacionadas às suas características de qualidade.

O córtex (Figura 1.5), por exemplo, é uma característica morfológica importante em BD, pois ela auxilia no processo de conservação da raiz de batata em situações de transporte e armazenamento (CAVALCANTE *et al.*, 2009).

Atualmente, no Brasil existem 29 registros de cultivares de BD no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e as plantas possuem variabilidade genética, o que contribui para uma grande variação de cor secundária da polpa, que vai depender dos clones

utilizados para sua produção. O Centro Nacional de Pesquisas de Hortaliças da EMBRAPA possui uma descrição técnica com normas de classificação não oficiais para raízes de BD, entretanto, até hoje é utilizada como padrão para a comercialização das raízes frescas de BD nos estados do Rio de Janeiro e São Paulo (MIRANDA *et al.*, 1995).

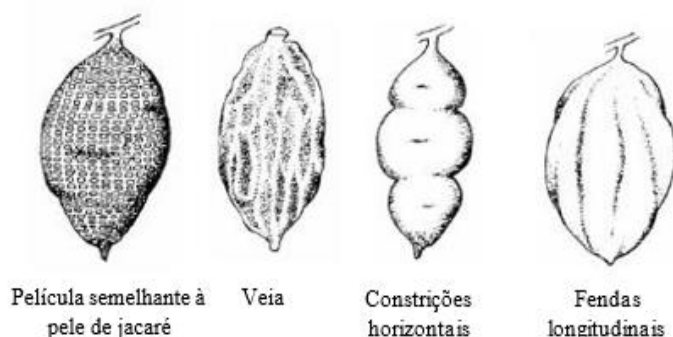
Figura 1.5 - Ilustração do corte longitudinal para identificação interna da raiz de BD.



Fonte: Adaptada de Huamán, 1999.

Para o Estado de São Paulo, o Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura (PBMH) lançou a cartilha de classificação de BD, visando à adoção de normas de classificação e padrões de qualidade para melhorar os métodos de comercialização da espécie (CODEAGRO, 2014). A classificação dos defeitos variam de acordo com a intensidade que o defeito compromete a aparência, a conservação, a qualidade e que contribuem para a restrição da sua comercialização e utilização, e possuem três categorias grave, leve e variável. Os defeitos de superfície na raiz de BD, exemplificados na Figura 1.6, são de fácil identificação e permitem uma diferenciação visual entre as raízes.

Figura 1.6 - Ilustração de defeitos de superfície da raiz de BD.



Fonte: Adaptada de Huamán, 1991.

As principais categorias de defeitos para classificar e identificar os padrões de qualidade das BDs de acordo com o Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura (PBMH)

estão apresentadas na Quadro 1.1.

Quadro 1.1 - Descrição das normas de classificação e padrões de qualidade segundo o Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura.

Categoria dos defeitos	Descrição
Podridão	Processos microbiológico ou fisiológico, desintegração ou fermentação da raiz. A presença de mais de cinco furos profundos por praga, caracteriza podridão, sendo considerado como um defeito grave.
Dano mecânico	Ocorre quando a raiz sofre impacto físico durante a colheita mecânica ou manual ou no transporte. Deve ser considerado como defeito grave quando atinge a polpa e defeito leve quando restringe ao dano na casca e atinge mais de 10% da superfície da raiz
Dano por praga	A classificação realizada por meio da contagem de perfurações da raiz por broca (<i>Euscepes postfasciatus</i>) e em estimativa de porcentagem (%) na superfície da raiz. Para determinar esse dano como um defeito grave é necessário a presença de ataque profundo de broca ou que a superfície da raiz tenha mais de 80% de sua área atingida superficialmente por broca. Em caso de ocorrência de dano superficial por broca em mais que 10% da área da raiz, caracteriza-se como defeito leve.
Defeito de formação	São caracterizadas como defeitos leves de formação quando há presença de dano por praga cicatrizado, presença de nervuras na raiz e presença de rachaduras e deformações nas raízes que atingem menos que 50% do comprimento da raiz. Para serem considerados defeitos graves de formação é necessário a presença de rachaduras profundas na raiz.
Defeito de preparação	Presença de raízes secundárias, talo comprido e presença de resíduos ou substâncias estranhas. O defeito de preparação é considerado um defeito leve.
Injúria	É considerado defeito grave quando ocorre queimadura por sol na raiz de BD. Para classificar como defeito leve, a descoloração ou perda de coloração é considerado defeito leve quando atinge mais que 10% da superfície da raiz.
Passado	Denominação quando a BD está velha para comercialização e que demonstra efeitos do tempo do período de pós-colheita como o escurecimento da casca, perda de peso, emissão de brotos e perda de turgidez.

Fonte: Adaptada do CODEAGRO, 2014. Abreviação: Batata Doce: BD.

Com base no aprofundamento das características físicas e químicas da uva BRS Vitória e da BDR (*Ipomea batatas* (L.) LAM.), pequenas melhorias ou o aperfeiçoamento de processos podem ser realizados para elevar a qualidade de produtos elaborados como as BVs.

3. Barra de vegetais (BVs)

Segundo a *National Center for Home Food Preservation* (2014), as BVs são semelhantes as barras de frutas (*fruit leather*), e os mais comuns em preparações domésticas são os de abóbora, vegetais mistos e tomate. Em um contexto geral, as BVs podem ser caracterizadas como produtos desidratados, em formato retangular ou quadrado, com espessura de cerca de 1 a 2 mm, assemelhando-se a folhas finas e flexíveis, com aparência e superfície de “couro”, conforme já descrito por alguns autores de barra de frutas (DIAMANTE *et al.*, 2013; QUINTERO RUIZ; DEMARCHI; GINER, 2011; QUINTERO RUIZ *et al.*, 2012). O que diferencia a BV da barra de frutas é a utilização de uma hortaliça, que habitualmente é consumida em pratos salgados, como por exemplo, a BD, o repolho, a cenoura, a couve, a beterraba, a abóbora, dentre outras espécies que podem ser ingredientes inovadores para a elaboração de barra de vegetais.

Comercialmente já existem BVs com a associação de frutas e hortaliças em sua composição em marcas comerciais, que são habitualmente consumidas nos Estados Unidos e na Inglaterra, entretanto, na literatura científica nacional são escassos os relatos sobre esse tipo de produto. Diversos estudos já foram realizados com uma grande variedade de frutas. Entretanto, existem poucos relatos sobre a associação de frutas e hortaliças para a produção de BVs (Quadro 1.2).

Quadro 1.2 Referências de diferentes vegetais utilizados para a elaboração de barras de frutas ou vegetais.

Vegetal	Referências
Abacaxi	PHIMPHARIAN <i>et al.</i> (2011); SHARMA <i>et al.</i> (2016)
Ameixa e gengibre	KAUSHAL <i>et al.</i> (2017)
BD, laranja, maçã, abacaxi e pimenta	COLLINS; WASHAM-HUTSELL (1987)
Blueberry	CHEN; MARTYNENKO (2018)
Ciriguela	CORREIA (2011)
Ciriguela e acerola	CAVALCANTI (2012)
Cereja e maçã	MEHRABAN <i>et al.</i> (2019)

Continua..

Damasco	SHARMA <i>et al.</i> (2013); SUNA <i>et al.</i> (2014)
Durian	CHE MAN <i>et al.</i> (1997); JASWIR <i>et al.</i> (1998); IRWANDI <i>et al.</i> (1998)
Goiaba	BASHA (2018); KUMAR; JAIN; MANDAL (2007)
Jaca	BALA <i>et al.</i> (2005); CHE MAN; SIN (1997) a,b; CHOWDHURY; BALA; HAQUE (2011); OKILYA; MUKISA; KAAYA (2010)
Kiwi e maçã	SÁENZ; ESTÉVEZ; STIER (1999)
Maçã	DERMACHI <i>et al.</i> (2013) a,b; GARCÍA-GARCÍA <i>et al.</i> (2019); GONZÁLEZ-HERRERA <i>et al.</i> (2016); QUINTERO RUIZ, <i>et al.</i> (2012); TORRES; ROMERO; DIAZ (2015)
Manga	AZEREDO <i>et al.</i> (2006); GUARTE; POTT; MUHLBAUER (2005); SARKAR <i>et al.</i> (2020); SIMÃO <i>et al.</i> (2019)
Manga e cenoura	EZEKIEL; OLUKUEWU (2013)
Mamão papaia	SARANYA <i>et al.</i> (2017); SINGH <i>et al.</i> (2016)
Morango	LEE; HSIEH (2008)
Pêra	HUANG; HSIEH (2005); KAMAL; KHAN (2016)
Pêssego	FRANCO <i>et al.</i> (2020)
Pitaya	JETHVA; RATHOD; PARGI (2023)
Rosa Mosqueta	DEMARCHI; QUINTERO RUIZ; GINER (2014); DEMIR <i>et al.</i> (2014); QUINTERO RUIZ; DEMARCHI; GINER (2014)
Romã	YILMAZ <i>et al.</i> (2017); TONTUL; TOPUZ (2017)
Tamarindo	AL-HINAI <i>et al.</i> (2013)
Tomate	FIORENTINI; DIAZ; GINER (2007); FIORENTINI <i>et al.</i> (2015)
Uva	KAYA; KAHYAOGU (2005); KAYA; MASKAN (2002); MASKAN; KAYA; MASKAN (2003) a,b
Uva e maçã	SANTOS (2016)

Collins e Washam-Hutsell (1987) foram os precursores na elaboração de barra de BD, utilizando duas diferentes cultivares de polpa laranja com adição e sem adição de purê de maçã, mel e xarope de milho. Todas as formulações continham leite em pó, sal, margarina, purê de abacaxi, canela em pó e pimenta da Jamaica, que foram desidratadas em um desidratador à temperatura de 55 °C. Os produtos obtidos foram analisados quanto a aceitação (escala hedônica de 6 pontos), características físico-químicas, análises microbiológicas e cor instrumental

durante o período de estocagem em temperatura ambiente por 0, 30 e 60 dias. Segundo os autores, as BVs apresentaram coloração laranja, com elevado conteúdo calórico, baixa umidade e atividade de água, contribuindo para que não ocorresse o crescimento microbiano. As médias de aceitação variaram de 3,0 a 3,8, e somente a textura foi afetada pelo tipo de cultivar de BD e da adição do mel ou do xarope de milho.

Já uma BVs a base de manga e cenoura foi elaborada por Ezekiel e Olukewu (2013), em diferentes proporções e desidratada à temperatura de 65 °C por 10 h. O estudo avaliou os parâmetros físico-químicos, microbiológicos e sensoriais, este último baseado em uma escala hedônica de 9 pontos durante um período de estocagem (60 dias) em temperatura ambiente e sob refrigeração, visando escolher a melhor formulação. A formulação com 75% de purê de manga e 25% de purê de cenoura foi a que apresentou maior média de aceitação pelos consumidores, e a 100% purê de cenoura foi a menos aceita. De acordo com os pesquisadores, com a adição de purê de cenoura (25%) ao purê de manga (75%) houve um aumento no conteúdo de proteínas, fibra bruta, cinzas, acidez total, vitaminas C e A. Além disso, não ocorreu crescimento microbiano em nenhuma das BVs no período de estocagem.

Em 2016, foi desenvolvido pelo grupo de pesquisa barras de frutas a base de maçã fuji com casca e suco de uva BRS Carmem sem a adição de aditivos (SANTOS, 2016). Sete diferentes formulações foram produzidas após a desidratação em estufa de renovação e circulação de ar a 60 °C e as BVs foram avaliadas quanto às suas características físico-químicas, incluindo os conteúdos de CFs e AMT. Os produtos obtidos apresentaram baixo percentual de umidade (abaixo de 15%), baixa aw (0,34 a 0,46) e alto conteúdo de açúcares totais (74,20 a 84,30 g de glicose•100 g⁻¹ b.s.), contribuindo para uma vida útil estendida das barras. Além disso, as barras de frutas apresentaram um conteúdo significativo de CF (980,28 a 1143,40 mg ácido gálico g•100g⁻¹ b.s.) e antocianinas totais (72,18 a 152,78 mg malvidina-3,5-diglicosídeo g•100g⁻¹ b.s.) mesmo após o processo de secagem. Teste de aceitação sensorial foi realizado para as barras de frutas, e as formulações com continham a maior concentração de suco de uva e menor concentração de purê de maçã com cascas, foram as mais aceitas pelos consumidores. Diante dos resultados obtidos no citado estudo, vislumbrou-se no presente projeto a inclusão de BDR na barra a base de uva e maçã, com o intuito de desenvolver tecnologicamente um produto similar à barra de frutas, porém, com a adição de uma hortaliça na formulação.

Vale ressaltar que na alimentação humana mundial, as raízes tuberosas de BD são tradicionalmente utilizadas na forma cozida em purês (SENANAYAKE *et al.*, 2013), assada (LEONEL; OLIVEIRA; DUARTE FILHO, 2005), fritas, desidratadas (*chips*), bem como na forma de farinhas, doces e alimentos infantis (ROESLER *et al.*, 2008). Além disso, as raízes de

BD são utilizadas na confeitaria para a produção de bolos, biscoitos e doces (OLIVEIRA, 2019). Na indústria de alimentos, o amido e a fécula de BD são amplamente utilizados como matérias-primas para a produção de produtos processados como doces enlatados, macarrão, sopas, molhos, produtos de confeitaria, pães (GUO *et al.*, 2014; NOGUEIRA *et al.*, 2018; PERESSIN; FELTRAN, 2014) e biscoitos (SILVA *et al.*, 2017). Entretanto, no Brasil a utilização da BD limita-se à produção de doces caseiros ou para o processamento de doces enlatados, como o marrom-glacê, não usufruindo do potencial da BD em escala industrial.

Especialmente para as BDR, o potencial de aplicação refere-se a seu elevado conteúdo de antocianinas, levando-se em conta o aumento da importância do princípio de “colorir alimentos” com alimentos nos últimos anos (STICH, 2016), e a tendência de manter a naturalidade de um alimento tanto quanto possível (XU *et al.*, 2015). Estudos relataram que a BDR pode ser considerada um valioso alimento para a produção de corantes que apresentam alta resistência e estabilidade tintorial (HE *et al.*, 2015; SUDA *et al.*, 2003), sendo uma ótima escolha para colorir bebidas, preparações de frutas e confeitos (GIUSTI; WROLSTAD, 2003; STINTZING; CARLE, 2004).

Novos produtos como sucos de uva com adição de BDR (BASÍLIO *et al.*, 2022), licores, xaropes e corantes a base de cultivares de BDR, assim como de polpa alaranjada, que são fontes de antocianinas e carotenoides, respectivamente, já foram desenvolvidos (CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAP, 2015; RODRÍGUEZ-MENA *et al.*, 2023). Na literatura não existem relatos de BVs com a associação de maçã, uva e BDR, e este foi o esteio do presente estudo.

CAPÍTULO II

BRS Vitoria grapes in different production cycles: potential as a nutraceutical ingredient rich in minerals and phenolic compounds

BRS Vitoria grapes in different production cycles: potential as a nutraceutical ingredient rich in minerals and phenolic compounds

Santos-Garcia, M. S. L.; Marin, V. S. D.; Olivati, C.; Da Silva, F. B.; Souza, R. T. de.; Gómez-Alonso, S.; Janzantti, N. S.; Lago-Vanzela, E.

São Paulo State University (Unesp), Institute of Biosciences, Humanities and Exact Sciences (Ibilce), Campus São José do Rio Preto, Rua Cristóvão Colombo nº 2265, 15054-000 São José do Rio Preto, São Paulo, Brazil

Abstract

Grapes are widely consumed around the world and have been increasingly used as nutraceutical foods for their health benefits. This study aimed to determine the qualitative and quantitative profile of anthocyanins and minerals of BRS Vitoria grapes from one productive cycle (PC1) and to evaluate the differences in the physical-chemical characteristics of this grape from others different PCs (PC2, PC3 and PC4). PC1 showed significant amounts of K, P, Ca, Mg, Fe, Mn and Zn (345.16, 50.50, 20.34, 13.61, 0.54, 0.27 and 0.03 mg•100 grape⁻¹, respectively) and a complex anthocyanin profile (total anthocyanin content: 139.09 mg mv-3,5-glc•100 g grape⁻¹), with compounds derived from the six major anthocyanins reported for grapes (delphinidin, cyanidin, petunidin, peonidin, malvidin (mv) and pelargonidin) mostly derived from mv (41%), especially mv-3,5-glc (~24%). The presence of anthocyanins with chemical structures less susceptible to thermal and oxidative degradation and the great acceptance by consumers, it encourages its use as nutraceutical ingredient. There was no variation in relation to those described evaluated in the different PCs (PC2, PC3, and PC4), except for the PC3 grapes (bunch and berries) that presented the highest values of mass, length and diameter. PC3 also presented greater concentrations of macrominerals. PC4 (main harvest) showed the highest maturation index (38.68), total phenolic compounds (412.92 mg EGA•kg grape⁻¹) and monomeric anthocyanins (149.47 mg mv-3,5-glc•kg grape⁻¹) content. In conclusion, the studied PCs produced nutritive, seedless with a higher percentage of pulp than skin, which promote its use for the elaboration of differentiated products.

Keywords: BRS Vitoria. Grape. Anthocyanins. Minerals. Production cycle.

This manuscript will be submitted to the Journal of Food Measurement and Characterization.

1. Introduction

The positive implications of a healthy diet in maintaining, improving the quality of life and well-being of an individual or a population are already well established in modern nutrition. The World Health Organization (WHO) and the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) systematically emphasize the importance of macro and micronutrient intake from healthy foods to mitigate risk factors for various chronic non-communicable diseases (NCDs), such as, type 2 diabetes, cardiovascular diseases (hypertension and atherosclerosis), some types of cancer, neurological disorders, among others (GIACCO *et al.*, 2020). On the other hand, disparities in access to food accentuate a paradoxical global situation, in which obesity coexists with malnutrition and hunger (HUIZAR; ARENA; LADDU, 2021).

As diets are influenced by economic capacity, preferences and individual beliefs, in addition to cultural traditions, geographic and environmental aspects (FAO, 2021), it is necessary to find accessible raw materials with the potential to be used by the population. Grapes and non-alcoholic derived products are consumed in different countries around the world and have increasingly been used as nutraceutical foods (MAJEED *et al.*, 2023; RAHMAN *et al.*, 2022). This is because, in addition to macro and micronutrients, such as vitamins and minerals, grapes also contain compounds with bioactive properties such as phenolic compounds (anthocyanins, flavonols, derivatives of hydroxycinnamic acids, flavan-3-ols and stilbenes) (RAHMAN *et al.*, 2022). Experimental studies, clinical trials and epidemiological research have highlighted that these compounds are associated with different bioactive properties, among which the following stand out: immunomodulatory and anti-inflammatory, cardioprotective and antihypertensive, antidiabetic and antiobesity, neuroprotective, and anticancer action (AHMADI; EBRAHIMZADEH, 2020; ALESCI *et al.*, 2022; ARRUDA *et al.*, 2020; FERREIRA *et al.*, 2023; GIACCO *et al.*, 2020; KATO-SCHWARTZ *et al.*, 2020; MAJEED *et al.*, 2023; SANTOS *et al.*, 2019).

In Brazil, in particular, the production of grapes has gained prominence in the economic dynamics, both due to the increase in domestic consumption and to its relevant position in the international market. With the expansion of new areas of grapevine cultivation and the need to adapt to the soil and climate conditions found in different regions of the country, the Brazilian Agricultural Research Corporation (EMBRAPA) has invested heavily in the development of versatile Brazilian cultivars that are also suitable for processing, among them, the seedless grape BRS Vitória (CNPUV 681-29 [Arkansas 1976 x CNPUV 147-3 ('White Niagara' x 'Venus')]) x 'BRS Linda') stands out (COLOMBO *et al.*, 2018; LEÃO *et al.*, 2019; 2020). This cultivar non-*V. vinifera* (interspecific hybrid cross) has been very appreciated in the national and

international market mainly due to its thick-skinned, tough, and crispy berries, with a pleasant sweet raspberry-like flesh (soluble solids (SS) above 18 °Brix); besides, its bluish-black color resulting from the high concentration of phenolic compounds is very attractive (ZANELLA, 2019).

Given the multifunctional role of grapes as a health promoter, this cultivar can be better explored as a source of phenolic compounds and minerals (MAJEED *et al.*, 2023; MITRA *et al.*, 2022; VAHAPOGLU *et al.*, 2022). Due to the growing consumer demand associated with excellent climatic adaptation, high tolerance to mildew, early production cycle (PCs), high bud fertility and high productivity, the BRS Vitoria grape is produced in different grape-growing areas in the country, especially in the semi-arid region, and is marketed throughout the year (COLOMBO *et al.*, 2020, 2021; MAIA *et al.*, 2012; 2016). It is known that the qualitative and quantitative profile of these compounds present in grapes are dependent on several factors, such as variety/cultivar, edaphoclimatic conditions, maturation stages and cultural practices (COLOMBO *et al.*, 2021), as well as the methods of extraction and analysis employed (ALARA; ABDURAHMAN; UKAEGBU, 2021).

In view of the above, the purpose of this study was to characterize different PCs of the cultivar BRS Vitoria produced in the Northwestern region of São Paulo. One first PCs was studied in terms of qualitative and quantitative profiles of anthocyanins and minerals composition by using, respectively, high-performance liquid chromatography with a diode array detection coupled with an electrospray ionization mass spectrometry (HPLC–DAD–ESI–MS/MS). and by inductively coupled plasma - mass spectrometry (ICP-MS). Subsequently, three other PCs of this same cultivar were evaluated to verify the variability of some physicochemical characteristics based on: a) physical characteristics (including subjective evaluations to classify bunches and berries based on international descriptors); b) chemical characteristics (including total phenolic compounds (TPC) and total monomeric anthocyanins (TMA)); and c) mineral composition, determined by ICP-MS, in which there is little information in the literature for this cultivar.. Armed with this information, it is possible not only to promote the valorization of this cultivar, but also to provide subsidies for the development of nutraceutical ingredients and food products with an appeal to health.

2. Materials and methods

2.1 Reagents and standards

All solutions were made of deionized water (18.2 MΩ cm) with a Milli-Q ultrapure

water purification system (Millipore, Bedford, MA, USA).

For the identification and quantification of the anthocyanins in BRS Vitoria grapes, all solvents were of high-performance liquid chromatography (HPLC) quality and all chemicals of analytical grade (99%). The commercial standards used were: malvidin-3,5-*O*-diglucoside (mv-3,5-diglc), cyanidin-3,5-*O*-diglucoside (cy-3,5-diglc), peonidin-3-*O*-glucoside (pn-3-glc), cyanidin-3-*O*-glucoside (cy-3-glc) were purchased from Sigma-Aldrich (Tres Cantos, Spain). The malvidin-3-*O*-glucoside (mv-3-glc) was obtained from Extrasynthese (Genay, France) and peonidin-3,5-diglucoside (pn-3,5-diglc) was purchased from Phytolab (Vestenbergsgreuth, Germany).

For mineral analysis by ICP-MS, nitric acid (65%, w/w) and hydrogen peroxide (30%, w/w) both from Merck (Germany) were used as digestion solvents. The calibration curves were constructed using a multi-element standard solution (10 mg·mL⁻¹, Perkin Elmer, Shelton, CT, USA).

2.2 Grape samples

Representative batches ($\pm$ 30 kg) from the four consecutive PCs of BRS Vitoria grapes (PC1, PC2, PC3, and PC4) were acquired in the Northwestern region of São Paulo State (20° 09' 27" S, 50° 37' 55" W), Brazil. The climate is tropical with dry winter (KOTTEK *et al.*, 2006; SILVA *et al.*, 2018) and the soil is classified as red-yellow clay soil (according to the USDA Soil Taxonomy) (SILVA *et al.*, 2018). These PCs comprised 125 days. The first and fourth cycles (PC1 and PC4) were main harvests, while the second and third ones (PC2 and PC3) were early season harvests. PC1 and PC3 batches result from vines grafted on IAC 572 rootstocks trained on a trellis system with mean yield of 30-32 tons per hectare. PC2 and PC4 batches result from vines grafted on *Paulsen* 1103 rootstocks trained on a 'Y' shaped system with mean yields of 23.9 and 25 tons per hectare, respectively. At the Fruit and Vegetable Processing Laboratory from the São Paulo State University "Júlio de Mesquita Filho", Campus of São José do Rio Preto, the grapes with any type of imperfection, such as cracks or rot, were discarded. After the selection, grape berries were stored under refrigeration (7 °C) until use.

2.3 Determination of qualitative and quantitative profiles of anthocyanins and mineral compounds

In PC1, some chemical characteristics were first determined according to the Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2005), in triplicate. Therefore, representative berries from these bunches were also selected, destemmed, crushed, and

homogenized with the help of a mixer (Philips Walita, Brazil) to undergo the chemical analyses. Moisture was determined by gravimetric method and with the aid of a vacuum oven at 70 °C (Marconi, Brazil); SS was determined in an ABBE bench refractometer (Model RTA-100, Quimib, Brazil) with the results expressed in °Brix (25 °C); pH and TA, with the aid of a peagameter (Tec-5, Tecnal, Brazil), being the last analysis with results expressed in g tartaric acid•100 g⁻¹; and, finally, the maturation index (SS/TA) was determined by the ratio between SS and TA.

In addition, a more detailed characterization of the qualitative and quantitative composition of the anthocyanins and minerals present in the BRS Vitoria grape were carried out aiming to evaluate its potential as a raw material for the development of ingredients and derived products.

The separation, identification and quantification of the anthocyanins in PC1 were performed using previously described methods (REBELLO *et al.*, 2013). The interest compounds were extracted from the samples as described by Lago-Vanzela *et al.* (2011a, b). The separation, identification and quantification of the anthocyanins present in the samples were carried out using an Agilent 1100 Series system HPLC (Agilent Technologies, Santa Clara, USA and Macherey-Nagel, Düren, Germany) equipped with a Diode Array Detector (DAD; G1315B) and a LC/MSD Trap VL (G2445C VL) electrospray ionization mass spectrometry (ESI-MS/MS) system, coupled to an Agilent ChemStation (version B.01.03) data-processing unit. The mass spectra data was processed using the Agilent LC/MS Trap software (version 5.3).

For the anthocyanins analysis, the prepared samples extracts were submitted to filtration using a Chromafil PET 20/25 polyester membrane (0.20 µm), (Macherey-Nagel, Düren, Germany) and injected (10 µl) directly into a Zorbax Eclipse XDB-C18 reversed-phase column (2.1 mm× 150 mm; 3.5 µm particle size, Agilent Technologies, Santa Clara, USA), maintained at 40 °C, according to the method described by Rebello *et al.* (2013). Samples were injected in triplicate. For identification, an ion trap ESI/MS-MS analyser was used in positive ionization mode, as previously described (REBELLO *et al.*, 2013). The identification was mainly based on spectroscopic data (UV–Vis and MS/MS) for authentic standards or data from previous reports (BARCIA *et al.*, 2014; LAGO-VANZELA *et al.*, 2014; REBELLO *et al.*, 2013).

All the standards were used for identification and quantitation through calibration curves covering the expected concentration ranges. For quantitation, DAD-chromatograms were extracted at 520 nm. The quantification of each anthocyanins was carried out as the equivalent of the most representative compounds: malvidin-3,5-diglucoside (mv-3,5-glc) was used for

anthocyanidin 3,5-diglucosides and, malvidin-3-glucoside (mv-3-glc) for anthocyanidin-3-glucosides. In this way, the anthocyanins identified in the samples were presented quantitatively only in the form of molar ratio (%), normalized to the total content. The sum of all compounds of the same type was quantitatively reported as total anthocyanins concentrations, with results expressed as mg equivalents of mv-3-glc or mv-3,5-glc•kg⁻¹ of grapes (fresh weight – FW).

The qualitative and quantitative mineral analysis of calcium (Ca), potassium (K), magnesium (Mg), phosphorus (P), iron (Fe), manganese (Mn), and zinc (Zn) found in the BRS Vitoria grapes from PC1 was performed according to the method recommended by the AOAC 2015.06 (PACQUETTE *et al.*, 2018). Representative grape samples were homogenized in a mixer (PMX 600, Philco, Brazil). Sample aliquots (0.25 g), in duplicate, were transferred to poly-tetrafluoroethylene-co-perfluoropropyl vinyl ether – PFA (Teflon™) tubes, and the microwave digestion was carried out with a solution of 65% nitric acid (v/v) and 30% hydrogen peroxide (v/v), in a closed environment, using a Multiwave GO microwave oven (Anton Paar brand, Brazil) until reaching the temperature of 190 °C. After the period, the necessary time for thermal equilibrium of the tubes at room temperature was allowed. Then, the tubes were opened in a hood with gas exhaustion and the extracts filtered into glass flasks with a capacity of 50 mL, which had their volume completed with ultrapure standard water (Milli-Q element, 18 MΩ cm⁻¹).

For the subsequent analysis, ICP-MS Internal Standard solutions (Perkin Elmer, Waltham, USA) were added (Scandium to Fe, Ca, Mg, and K; Germanium to P, Mn, and Zn) and the determination of minerals was carried out using a NexION 1000 ICP-MS (Perkin Elmer, Waltham, USA). Analyses were conducted using the Standard mode for the elements Mg, K, and Ca. For the other elements, the KED mode was used with He as the collision gas. The isotopes analyzed were: ²⁴Mg, ³⁹K, ⁴³Ca, ³¹P, ⁵⁷Fe, ⁵⁵Mn, and ⁶⁶Zn. Calibration curves of standard elements were prepared using stock solutions from Perkin Elmer. Their contents in samples to each mineral were calculated by regression equation (MAZARAKIOTI *et al.*, 2022) and expressed in mg•100g⁻¹ of grapes, fresh weight – FW.

2.4 Physical and chemical characteristics of BRS Vitoria grapes in three PCs

In this second stage of the study, three PCs (PC2, PC3 and PC4) were evaluated for some physicochemical characteristics and mineral composition, determined by ICP-MS, as described in item 2.3. Therefore, twelve representative bunches from each cycle were collected for characterizing BRS Vitoria grapes physically and chemically. Then, ten representative berries from each of the twelve bunches were selected for the analyses and classified according

to nineteen pre-established descriptors by the Organisation Internationale de la Vigne et du Vin (OIV, 2001), Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply (MAPA) (BRASIL, 2002; 2018; 2022), Mascarenhas *et al.* (2012), Weaver (1976) and Sousa (1996).

For the physical analyses, berries and bunches were measured and assessed (a total of one hundred and twenty berries per PC) with the aid of a digital analytical balance (Shimadzu, Brazil) and a digital caliper (King Tools, China). The mean percentages (% m/m) of skin and flesh of the berries were determined by separating the parts of the grape with the aid of a stainless-steel knife, which were subsequently weighed in an analytical balance. The corresponding percentages were calculated based on the total mass of each berry analyzed.

For the chemical analyses, representative berries from these bunches were also selected, destemmed, crushed, and homogenized with the help of a mixer to undergo the analyses, in triplicate, according to methodologies recommended by the AOAC (2005): moisture, determined by gravimetric method as previously described; water activity (A_w), determined in an Aqualab analyzer at a temperature of 25 °C (MeterFood, U.S.A); SS, pH, TA, and SS/TA as previously described; and, reducing (RS) and total sugars (TS) concentrations, with the results expressed in g glucose•100 g grape⁻¹. Finally, with the aid of a spectrophotometer Model Agilent Technologies Cary 60 UV-Vis (California, USA), the determination of TPC, by the Folin-Ciocalteu method (SINGLETON; RTHOFER; LAMUELA-RAVENTOS, 1999), with results expressed in mg equivalent gallic acid (EGA)•kg grape⁻¹; and TMA, according to the method described by Ribereau-Gayon and Stonestreet (1965), with results expressed in mg mv-3,5-glc•kg⁻¹, were performed. For TPC and TMA, it was necessary to conduct prior extraction of the compounds of interest, according to the methodology described by Lago-Vanzela *et al.* (2011a).

2.5 Statistical analysis

All results obtained were expressed as mean ± standard deviation. To compare the results obtained for the different production cycles (PC2, PC3 and PC4) significant differences were determined through analysis of variance (ANOVA) followed by Tukey mean test ($\alpha=0.05$). The software used for the statistical analysis was Statistica® 10.0 (Statsoft, Oklahoma, Tulsa, U.S.A).

3. Results and discussions

3.1 Characterization of the BRS Vitoria grape regarding its qualitative and quantitative

profile of phenolic and mineral compounds in the first PC.

According to Table 2.1, grapes had moisture levels in accordance with the range (77–87%) described in literature for others grape varieties and cultivars (COLOMBO *et al.*, 2022; MASCARENHAS *et al.*, 2012; OLIVATI *et al.*, 2022) and for in fruits. One of the main quality indicators for table grapes is the SS, which is directly related to ripening and taste/flavor (SUN *et al.*, 2017). It can be noted that PC1 grapes had a high SS content (Table 2.1), within the recommended range for this cultivar (19.0 to 23.0 °Brix) (MAIA *et al.*, 2012). Other authors have determined the SS content for BRS Vitoria grapes; values are reported in the range of 16.53 to 17.57 °Brix (COLOMBO *et al.*, 2020) and 17.41 °Brix (MARTINELLI *et al.*, 2018), which are below those obtained herein. Furthermore, as described by Colombo *et al.* (2021), in the present study, this grape showed low acidity (0.8 % as tartaric acid equivalent). Martinelli *et al.* (2018), in turn, reported TA of 0.48 g tartaric acid•100 g⁻¹ and pH of 4.05 for that same cultivar; Nishiyama (2020), after evaluating PCs of BRS Vitoria during two consecutive years, reported values similar than those found herein (TA between 0.56 and 0.72 g tartaric acid•100 g⁻¹ and pH between 3.00 and 3.62).

Table 2.1 Physicochemical characteristics ($n = 3$) and qualitative and quantitative profile of the mineral composition ($n = 2$) of BRS Vitoria grape.

Physicochemical characteristics*	Mean $\pm$ standard deviation
Moisture (%)	75.71 $\pm$ 0.17
SS (°Brix at 25 °C)	22.10 $\pm$ 0.10
pH	3.24 $\pm$ 0.08
TA (tartaric acid g•100g ⁻¹)	0.68 $\pm$ 0.00
SS/TA	32.5 $\pm$ 0.24
Macrominerals (mg•100 g⁻¹)	
Potassium (K)	345.16 $\pm$ 104.89
Phosphorus (P)	50.50 $\pm$ 4.76
Calcium (Ca)	20.34 $\pm$ 4.10
Magnesium (Mg)	13.61 $\pm$ 1.41
Microminerals (mg•100 g⁻¹)	
Iron (Fe)	0.54 $\pm$ 0.14
Manganese (Mn)	0.27 $\pm$ 0.08
Zinc (Zn)	0.03 $\pm$ 0.01

*SS, soluble solids; pH, hydrogen potential; TA, total acidity; SS/TA, maturation index.

From this PC1, which has an adequate stage of maturation, a detailed evaluation of the composition of minerals and anthocyanins was carried out. In the literature, there are no previous reports of the qualitative or quantitative mineral composition for the Brazilian BRS Vitoria grape. According to Table 2.1, the BRS Vitoria contain significant amounts, in descending order, of K, P, Ca, Mg, Fe, Mn and Zn to the human diet. In humans, a deficiency of these minerals, as well as others that have not been determined may lead to a higher susceptibility to several diseases. In children, in particular, it may increase the risk of infection, stunting, underweight, and mortality rate (GREBMER *et al.*, 2020).

The value found for K was similar to that found for the grape Meili (270 - 300 mg K•100 g⁻¹) (HAO *et al.*, 2021) and higher than that reported for Chardonay (247 mg K•100 g⁻¹) (BERTOLDI *et al.*, 2011). This mineral is essential for the growth and physiological development of the vines, and, consequently, for the quality of the produced grapes. This is because it may help to stimulate the synthesis of amino acids which are important in the aroma and flavor formation and promote the translocation of sugars for an optimal berry ripening (GAO *et al.*, 2022).

In this study, P was the second most abundant macro mineral found in PC1, followed by Ca and Mg. The value found for P was higher than that found for the Chardonay grape (19.19 mg Mg• 100 g⁻¹) (BERTOLDI *et al.*, 2011). Concentrations of Ca and Mg were similar to those found for the Meili grape (14 – 24 mg Ca•100 g⁻¹ and 11 – 18 mg Mg•100 g⁻¹, respectively) (HAO *et al.*, 2021) and were higher than those reported for the Cabernet Sauvignon and Merlot grapes, which had 3.29 and 4.94 mg Ca•100 g⁻¹, and 3.89 and 5.08 mg Mg•100 g⁻¹, respectively (PANCERI *et al.*, 2013).

Based on the results obtained for the microminerals present in the BRS Vitoria grape (Table 2.1), it can be seen that the most abundant compound is Fe, followed by Mn. The lowest concentrations were observed for Zn. The concentrations of Fe found in the grapes were lower than those reported in the literature for the Cabernet Sauvignon (0.83 mg Fe•100g⁻¹), Merlot (1.96 mg Fe•100 g⁻¹), Black Borgoña (1.57 mg Fe•100 g⁻¹) (PANCERI *et al.*, 2013), and Meili (0.52 – 0.69 mg Fe•100 g⁻¹) grapes (HAO *et al.*, 2021).

In view of the results, it is observed that the BRS Vitoria grape has a concentration of the minerals many times higher than some grapes traditionally marketed nationally and internationally. It is suggested to expand the use of this cultivar as an ingredient in different products to contribute significantly to the Recommended Dietary Allowances (RDA) of minerals (DWYER, 2004).

Regarding the analyses related to the qualitative profile of anthocyanins from BRS Vitoria grapes, 29 compounds were identified (Table 2.2). A complex profile of anthocyanins is noted, similar to that reported by Colombo *et al.* (2021), for the same cultivar, including the identification of some anthocyanins in *cis*- and *trans*- conformations.

The six main anthocyanidins (aglycones) commonly present in grapes were detected in BRS Vitoria: delphinidin (dp), cyanidin (cy), petunidin (pt), peonidin (pn), malvidin (mv), and pelargonidina (pl), by their molecular mass (m/z 303, 287, 317, 301, 331, and 271, respectively) obtained from ionization products in mass spectrometry (MS/MS). This cultivar is a hybrid (between *V. vinifera* and *V. labrusca*) and therefore contains both monoglycosylated and diglycosylated anthocyanins, in very similar total molar percentages (close to 50%). The six complete series of six aglycones (dp, cy, pt, pn, mv and pl) detected in BRS Vitoria were identified for their 3-glucoside-p-coumaroyl. Five complete series of five aglycones (dp, cy, pt, pn and mv) detected in BRS Vitoria were also identified for their non-acylated 3,5-diglucosides, as well as their 3-glucoside-acetyl; for non-acylated monoglycosylated anthocyanins, only the mv derivative was absent; while for the diglycosylated coumaryl anthocyanins, the dp and cy derivatives were not identified; finally, the only acetylated diglycosylated anthocyanin detected in the grape was derived from mv.

It should be noted that most anthocyanins are those derived from mv, totaling approximately 41%, with emphasis on mv-3,5-digluc (~24%). When Colombo *et al.* (2020) carried out a study on the composition of anthocyanins in BRS Vitoria grape produced in Paraná, Brazil, the authors reported the majority presence of mv, as well as of pn. However, acylated and non-acylated diglycosylated compounds derived from dp, cy and pt have also been identified. These compounds derived from mv are trisubstituted methoxylated anthocyanins and are commonly more resistant to thermal degradation than other anthocyanins, such as dp (trisubstituted non-methoxylated). This grape also has an important proportion of acylated anthocyanins (38.5%), of which 38.5% were coumaryl.

The total anthocyanin concentration expressed as mv-3,5-digluc equivalents observed was $139.09 \pm 16.51 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, which value is lower than that reported by Colombo *et al.* (2020), for BRS Vitoria grape produced in Paraná, Brazil ($596.9 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$); and lower than reported for other non-vinifera grapes (1116 to $3950 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) (MUÑOZ-ESPADA *et al.*, 2004; REBELLO *et al.*, 2013). This difference in results may be closely linked to the soil and climate differences in the regions where the analyzed grapes were produced. The presence of anthocyanins with chemical structures which are less susceptible to thermal and oxidative degradation, as well as its great production volume associated with its great acceptance by consumers, would

encourages its use as a raw material for the development of differentiated products and nutraceutical ingredient.

Table 2.2 Anthocyanins in BRS Vitoria grape (PC1) determined by HPLC-DAD-ESI-MS/MS (positive ionization mode): mass spectrum data, molar profiles (percentage of each individual anthocyanins regarding the total content), and total anthocyanin concentration (as equivalents of mv-3-glc and mv-3,5-diglc. Given as mean $\pm$ standard deviation ($n=3$).

Molecular ion; productions (m/z)	Assignment	Molar ratios (%)
627; 465; 303	dp-3,5-diglc	1.31 $\pm$ 0.08
611; 449; 287	cy-3,5-diglc	0.60 $\pm$ 0.05
641; 479; 317	pt-3,5-diglc	2.44 $\pm$ 0.22
625; 463; 301	pn-3,5-diglc	9.82 $\pm$ 0.85
655; 493; 331	mv-3,5-diglc	23.73 $\pm$ 3.17
787; 625; 317	pt-3-cmglc-5-glc	4.88 $\pm$ 1.90
771; 609; 307	pn-3-cmglc-5-glc	4.09 $\pm$ 1.09
801; 639; 331	mv-3-cis-cmglc-5-glc	2.32 $\pm$ 1.55
697; 535; 493; 331	mv-3-acglc-5-glc	1.55 $\pm$ 0.49
465; 303	dp-3- <i>trans</i> -glc	0.30 $\pm$ 0.07
465; 303	dp-3- <i>cis</i> -glc	6.49 $\pm$ 1.93
449; 287	cy-3-glc	2.86 $\pm$ 0.59
479; 317	pt-3- <i>trans</i> -glc	5.11 $\pm$ 1.22
479; 317	pt-3- <i>cis</i> -glc	1.15 $\pm$ 0.24
463; 301	pn-3-glc	3.78 $\pm$ 0.76
507; 303	dp-3-acglc	0.43 $\pm$ 0.19
491; 287	cy-3-acglc	0.70 $\pm$ 0.31
521; 317	pt-3-acglc	0.44 $\pm$ 0.15
505; 301	pn-3-acglc	0.42 $\pm$ 0.17
535; 331	mv-3-acglc	2.38 $\pm$ 0.25
611; 303	dp-3- <i>trans</i> -cmglc	0.33 $\pm$ 0.08
595; 287	cy-3- <i>trans</i> -cmglc	3.86 $\pm$ 0.45
625; 317	pt-3- <i>trans</i> -cmglc	6.65 $\pm$ 0.80
625; 317	pt-3- <i>cis</i> -cmglc	0.25 $\pm$ 0.01
609; 301	pn-3- <i>trans</i> -cmglc	3.06 $\pm$ 0.033
609; 301	pn-3- <i>cis</i> -cmglc	0.17 $\pm$ 0.05
639; 331	mv-3- <i>trans</i> -cmglc	10.52 $\pm$ 1.19
639; 331	mv-3- <i>cis</i> -cmglc	0.32 $\pm$ 0.02
433; 271	pl-3-cmglc	0.03 $\pm$ 0.00
Total Anthocyanins concentration (mv-3-glc) (mg•kg⁻¹)		93.23$\pm$11.07
Total Anthocyanins concentration (mv-3,5-diglc) (mg•kg⁻¹)		139.09$\pm$16.51

Abbreviations: dp, delphinidin; cy, cyanidin; mv, malvidin; glc, glucoside; acglc, 6''-(acetyl)glucoside; cmglc, 6''-(p-coumaroyl) glucoside; pn, peonidin; pt, petunidin; *trans*, *trans* configuration; *cis*, *cis* configuration.

3.2 Physical and chemical characteristics of BRS Vitoria grapes in different PCs

The physical characteristics (mean $\pm$ standard deviation) of the bunches and berries of BRS Vitoria grapes from the different PCs (PC2, PC3 and PC4) are shown in Table 2.3. There was a significant difference among the productive cycles for the evaluation parameters, explained by the small variability in the sampling. Also included in the same table (Table 2.3) are the criteria and descriptors pre-established by OIV (2001), MAPA (BRASIL, 2002; 2018; 2022), Mascarenhas *et al.* (2012), Weaver (1976) and Sousa (1996).

Figure 2.1 shows representative bunches of the BRS Vitoria grapes from the three evaluated PCs (PC2, PC3, and PC4), respectively. Regarding the shape of the bunches, in all PCs there was predominance of cylindrical shape (WEAVER, 1976), with bunch mass between 206.27 and 295.05 g, length between 134.34 and 161.93 mm, and width between 57.13 and 68.37 mm.

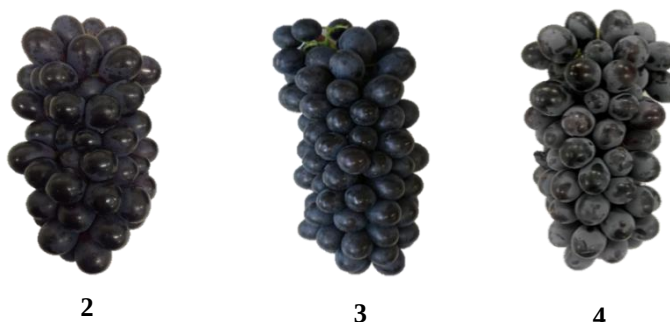
According to the OIV (2001) descriptors, the bunches fall into the category of low mass (about 300 g although the grapes from PC3 had a significantly higher mean mass value than PC2 and PC4); regarding length, PC3 and PC4 were characterized as medium, with approximately 160 mm, and PC2 was characterized as short (about 120 mm). The width, for all PCs, was classified as narrow (about 80 mm). Results are in accordance with others reported for this cultivar (LEÃO *et al.*, 2019; MAIA *et al.*, 2012; 2016). Leão *et al.* (2019), for instance, investigated BRS Vitoria in the Vale do São Francisco area and found cylindrical shape, with mean values of 220 g for mass, 154 mm for length, and 75 mm for width.

Bunch mass is an important quality attribute for the marketing of table grapes. In Brazil, according to the Normative Instruction by the Brazilian Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply (MAPA), the bunch mass may be classified as class 2 or 200 (≥ 200 and < 500) (BRASIL, 2002). Even though the bunch is not as heavy and long as that of the BRS Melodia grape whose bunches had mass and length values of approximately 574 g and 204 mm, respectively, it has a well-accepted bunch size and mass by both the domestic and export markets (KOYAMA *et al.*, 2020).

Regarding the compactness of the bunches, which can be seen in Figure 2.1, all PCs were classified as very compact (Table 2.3), according to Sousa (1996). According to Nachtigal and Mazzarolo (2008), cultivars with compact bunches are affected by the grape rot fungus; thus, thinning techniques are necessary to improve the aeration and insolation for the berries. Roberto *et al.* (2015) carried out thinning techniques with the BRS Vitoria cultivar and recommend it to be done when the berries are between 7 to 18 mm in diameter, which is enough to make the bunch less compact and, consequently yield high quality bunches and have added

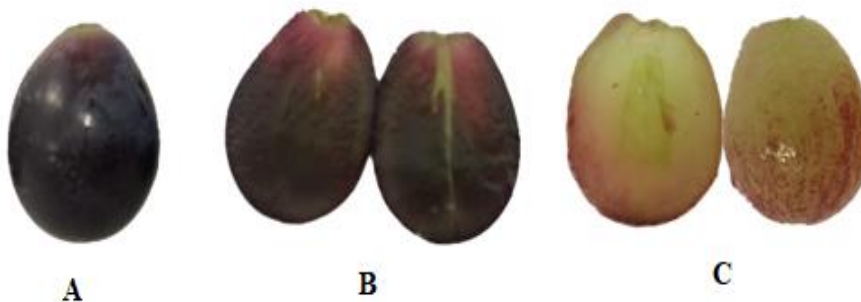
commercial value. BRS Vitoria grape berries may be classified as ideal for the table grape market when they are full and slightly loose.

Figure 2.1 Bunches from BRS Vitoria grapes in three different production cycles.



In Figure 2.2 shows an illustration of the grape berry as well as its edible parts (flesh and skin). Based on visual and comparative observations among PCs, it is possible to notice that there was variation between the ellipsoid and ovoid shapes; however, ellipsoid was predominant, according to standards established by Biolletti (SOUSA, 1996).

Figure 2.2 BRS Vitoria grape berry: whole (A), with skin and a longitudinal section (absence of seeds) (B), and without skin and a cross section for flesh visualization (C).



The bloom (pruin) present on the berry skin was visually detected in all PCs; PC2 and PC3 fell into category 7 (high), PC4 into category 9 (very high), according to descriptor n. 227 (OIV, 2001, Table 2.3). The bloom is a natural wax that covers the grape berry, providing a physical barrier against pathogens, as well as water loss (SRIVASTAVA *et al.*, 2021). Its absence can be classified as a mild defect, according to the Technical Regulation of quality and identity for table grape classification (BRASIL, 2002). Nonetheless, if the grape is used for obtaining raisins, the pruin can delay the drying due to its hydrophobic nature, therefore impairing the sensory and nutritional quality of raisins, especially if high temperatures are used during the process (OLIVATI *et al.*, 2022).

Table 2.3 Physical characterization of BRS Vitoria grape bunches and berries from different production cycles (PC2, PC3 and PC4) according to the pre-established descriptors and categories. Results expressed numerically according to the category framed or as mean $\pm$ standard deviation (classified category), as appropriate.

n°	Descriptor	Categories	PC2	PC3	PC4
502	Bunch mass (g) ¹	1 – Very low (up to about 100 g); 3 – Low (about 300 g); 5 – Medium (about 500 g); 7 - High (about 700 g); 9 – Very high (about 900 and more).	221.40b $\pm$ 37.94 (3)	295.05a $\pm$ 22.55 (3)	206.27b $\pm$ 32.92 (3)
202	Bunches length (mm) ¹	1 - Very short (up to about 80 mm); 3 - Short (about 120 mm); 5 - Medium (about 160 mm); 7 - Long (about 200 mm); 9 - Very long (about 240 mm and more).	134.34b $\pm$ 14.49 (3)	161.93a $\pm$ 15.17 (5)	154.68a $\pm$ 10.81 (5)
203	Bunches width (mm) ¹	1 - Very narrow (up to about 40 mm); 3 - Narrow (about 80 mm); 5 - Medium (about 120 mm); 7 - Wide (about 160 mm); 9 - Very wide (about 200 mm and more).	68.37a $\pm$ 6.73 (3)	67.25a $\pm$ 4.93 (3)	57.13b $\pm$ 4.59 (3)
-	Bunches compactness ³	1 - Very loose; 3- Loose; 5 - Full; 7 – Moderately compact; 9 – Very compact.	9	9	9
-	Bunches shape ⁴	1– Short tapered; 2 – Tapered with shoulders; 3 – Tapered; 4 - Cylindrical; 5 – Cylindrical winged; 6 - Winged with double bunches	4	4	4
227	Presence of epicuticular wax in the berry skin ¹	1 – None or very low; 3 - Low; 5 - Medium; 7 - High; e 9 - Very high.	7	7	9
503	Berry mass (g) ¹	1 – Very low (up to about 1 g); 3 - Low (about 3 g); 5 - Medium (about 5 g); 7 – High (about 7 g); and 9 – Very high (about 9 g and more).	3.77b $\pm$ 0.28 (3)	4.57a $\pm$ 0.29 (5)	2.86c $\pm$ 0.20 (3)
-	Berries shapes ³	1 – Spherical; 2 – Flat; 3 – Ellipsoid; 4 - Elongated; 5 – Ovoid; 6 - Oval; 7 - Obovoid and 8 – Elongated curved	3	3	3
220	Berries length (mm) ¹	1 – Very short (up to about 8 mm); 3 – Short (about 13 mm); 5 – Medium (about 18 mm); 7 – Long (about 23 mm) and 9 – Very long (about 28 mm and more).	21.42b $\pm$ 0.63 (7)	22.80a $\pm$ 0.53 (7)	19.22c $\pm$ 1.39 (5)
221	Berries diameter (mm) ¹	1 – Very narrow (up to about 8 mm); 3 – Narrow (about 13 mm); 5 – Medium (about 18 mm); 7 – Wide (about 23 mm); and 9 – Very wide (about 28 mm and more).	16.45b $\pm$ 0.41 (5)	18.15a $\pm$ 0.67 (5)	15.32c $\pm$ 0.41 (5)
-	Berries diameter (mm) ²	10 – less than 12; 12 – about 12 to less than 14; 14 – about 14 to less than 16; 16 – about 16 to less than 18; 18 – about 18 to less than 20; 20 – about 20 to less than 22; 22 – about 22 to less than 24; 24 – about 24 to less than 26; 26 – about 26 to less than 28; 28 – about 28 to less than 30; 30 – about 30 to less than 32; 32 – Equal to or greater than 32.	16	18	14
222	Uniformity of berry size ¹	1 – Not uniform; 2 – Uniform.	2	2	2
225	Skin color of the berries ¹	1 – Green yellow; 2 – Rose; 3 – Red; 4 – Grey; 5 – Dark red violet; and 6 – Blue black.	5	5	5
226	Uniformity of the skin color of the	1 – Not uniform e 2 – Uniform.	2	2	2

berries ¹					
231	Intensity of flesh anthocyanin coloration ¹	1 – None or very weak; 3 – Weak; 5 – Medium; 7 – Strong; and 9 – Very strong.	1	1	1
-	Percentages of peel, flesh and seed of berries ⁵	The calculation of the corresponding percentages was performed based on the total mass of each berry analyzed – skin percentage (%)	9.49a±0.53	7.61b±0.65	7.14b±0.52
-	Percentages of peel, flesh and seed of berries ⁵	The calculation of the corresponding percentages was performed based on the total mass of each berry analyzed – flesh percentage (%)	90.51b±0.53	92.39a±0.65	92.86a±0.52
241	Formation of seeds ¹	1 – None; 2 – Rudimentary (incomplete embryo development); and 3 – Complete (perfectly developed seeds).	1	1	1
505	Sugar content ¹	1 – Very low (up to about 12%); 3 – Low (about 15%); 5 – Medium (about 18%); 7 – High (about 21%); and 9 – Very high (about 24% and more)	14.59a ±0.27 (3)	14.47a± 0.14 (3)	14.75a ± 0.39 (3)
506	Total acidity ¹	1 – Very low (up to about 41 meq•L ⁻¹ or 3 g of tartaric acid•L ⁻¹); 3 – Low (about 82 meq•L ⁻¹ or 6 g of tartaric acid•L ⁻¹); 5 – Medium (about 123 meq•L ⁻¹ or 9 g of tartaric acid•L ⁻¹); 7 – High (about 164 meq•L ⁻¹ or 15 g of tartaric acid•L ⁻¹); and 9 – Very high (about 205 meq•L ⁻¹ or 15 g of tartaric acid•L ⁻¹).	0.77a±0.00 (5)	0.66b±0.00 (3)	0.45c±0.01 (3)

n=12 to bunches, *n*=120 to berries. a and b are letters that differ in the same line, which indicate the difference among PC2, PC3, and PC4 by Tukey test (*p* ≤0.05).

¹OIV (2001); ²BRASIL (2002); ³SOUSA (1996); ⁴WEAVER (1976); ⁵LAGO-VANZELA *et al.* (2011a; b).

There was a significant difference among the PCs for the evaluation parameters, explained by the small variability in the sampling. The mass, length, and diameter of the grape berries varied from 2.86 to 4.57 g, 19.22 to 22.80 mm, and 15.32 mm to 18.15 mm, respectively (Table 2.3).

According to descriptor n. 503 (OIV, 2001), the mass values for grape berries from PC2 and PC4 fall into category 3, low (about 3 g) and those from PC3, category 5, medium (about 5 g). Moreover, all assessed berries had uniform berries (category 2, descriptor n. 222) (OIV, 2001). As for the size of the berries (length and diameter), those from PC2 and PC3 fall into related categories, according to descriptors n. 220 and n. 221 from OIV (2001), classified as long in length (about 23 mm) and medium in diameter (about 18 mm). On the other hand, berries from PC4 were classified in the medium category for both length and for diameter. However, according to Maia *et al.* (2012; 2016), BRS Vitoria cultivar berries are described as small, with 17 mm in length and 19 mm in diameter. Leão *et al.* (2019) classified BRS Vitoria grape berries and described mean values of 3.70 g for mass, and 22.49 and 16.78 mm, respectively, for length and diameter, which demonstrates that the berries characterized in our study are very close to those found in the literature.

Another important attribute both for the international and the domestic markets of table grapes is the berry diameter standard. In Brazil, for example, the minimum required diameter is 12 mm; the ideal value, however, is between 14 and 17 mm for greater acceptance (SANTOS *et al.*, 2013; 2015). According to the Brazilian classification in terms of berry diameter (BRASIL, 2002), it can be assumed that berries from PC4 were subclass 14, whereas those from PC2 were 16, and from PC3, 18. Therefore, their characteristics meet the marketing requirements for fresh fruit, and may also be used in the production of bigger raisins to be marketed as healthy snacks.

Regarding the berry color in the different PCs and according to the standards established by the descriptors n. 225 (skin color of the berries) and n. 226 (uniformity of the skin color of the berries), they can be characterized as dark red violet (category 5) and uniform (category 2). It should be noted that the attractive color of the grape and the uniformity of the skin color are crucial factors for consumer acceptance of fresh fruit, for the commercial value of table grapes, as well as a relevant quality characteristic of the grapes when used as a raw material for raisin production (KOYAMA *et al.*, 2020; MUHLBAUER; MULLER, 2020). Some other characteristics observed in the cultivar from the different PCs assessed were thick and resistant skin with firm, colorless, seedless flesh; they have already been described by Leão *et al.* (2019) and, Maia *et al.* (2012; 2016). Therefore, according to descriptors n. 231 (intensity of flesh

anthocyanin coloration) and n. 241 (formation of seeds) (OIV, 2001), BRS Vitoria grape berries fall into, category 1 (none or very weak) and category 1 (none), respectively. The absence of seeds is another factor that encourages the use of this cultivar as a raw material in the production of unique products, such as jams and, in particular, raisins, since there is growing demand for seedless raisins among consumers (FREITAS *et al.*, 2013; MUHLBAUER; MULLER, 2020).

Percentages of berry skin and flesh from the different PCs (Table 2.3) varied from 7.14% to 9.49%, and from 90.51% to 92.86%, respectively; those from PC2 were lower in mass and smaller in size and had higher percentage of skin. In PC3, berries were heavier and had higher percentage of flesh ($p \leq 0.05$). This information may help when evaluating their quality for fresh consumption, along with other factors such as crunchiness of the skin and juiciness of the flesh. Other seedless grape cultivars have also had their skin to flesh ratio determined, such as BRS Morena (25.0% skin and 75.0% flesh), BRS Clara (24.0% skin and 76.0% flesh) (LAGO-VANZELA *et al.*, 2011a). Among cultivars with seeds, BRS Carmem (28.8% skin, 66.9% flesh, and 4.30% seed), BRS Magna (30.0% skin, 67.00% flesh, and 3.00% seed) (NISHIYAMA, 2016), and BRS Nubia (10.8% skin, 87.4% flesh, and 1.76% seed) (DODORICO, 2019). When comparing the results of these cultivars with the ones found in this study, one can observe that BRS Vitoria grape has higher percentage of flesh compared to skin, which increases the fruit appreciation and adds value to its commercialization.

There was no great variation in relation to those described evaluated in the different PCs, except for the PC3 grapes (bunch and berries) that presented the highest values of mass, length and diameter.

Results regarding the chemical characterization of the different PCs are shown in Table 2.4.

Again, there was a significant difference between the productive cycles for the studied parameters, due to the small variability in the sampling. Nishiyama (2020) characterized three harvests of BRS Vitoria and reported percent moisture values between 78.6 and 82.7%, similar in this study (79.13 to 80.76%). The Aw values varied between 0.97 and 0.98 ($p \leq 0.05$), with higher values for PC3 and PC4. The SS content in BRS Vitoria grapes in the different PCs varied from 17.33 to 18.92 °Brix, and there was significant difference ($p \leq 0.05$); PC4 had the highest SS mean value. In all PCs, SS values remained below 23 °Brix, potential reported by Maia *et al.* (2012); nevertheless, Nishiyama (2020) reported SS content for the analyzed PCs in the range of 17.10 to 21.50 °Brix. Although the SS content in the berries analyzed herein was not high, they could be marketed according to international trade standards, which establish that the minimum SS content for table grapes may vary from 14.0 to 17.5 °Brix.

Table 2.4. Chemical characterization of the BRS Vitoria grapes in different production cycles (PCs) ($n=3$).

Parameters*	PC (mean $\pm$ standard deviation)		
	2	3	4
Moisture (%)	80.02b $\pm$ 0.22	80.76a $\pm$ 0.16	79.13c $\pm$ 0.01
Aw (at 25 °C)	0.974b $\pm$ 0.000	0.977a $\pm$ 0.000	0.985a $\pm$ 0.004
SS (°Brix at 25 °C)	18.02a $\pm$ 0.02	17.33b $\pm$ 0.38	18.92a $\pm$ 0.14
TA (tartaric acid g•100g⁻¹)	0.77a $\pm$ 0.00	0.66b $\pm$ 0.00	0.45c $\pm$ 0.01
pH	3.85c $\pm$ 0.02	3.91b $\pm$ 0.02	4.06a $\pm$ 0.02
SS/TA	20.50c $\pm$ 0.10	26.62b $\pm$ 0.67	38.68a $\pm$ 0.58
RS (g de glucose•100 g⁻¹)	13.64b $\pm$ 0.09	13.75b $\pm$ 0.10	14.43a $\pm$ 0.11
TS (g de glucose•100 g⁻¹)	14.59a $\pm$ 0.27	14.47a $\pm$ 0.14	14.75a $\pm$ 0.39
TPC (mg EGA•kg⁻¹)	1006.23c $\pm$ 51.05	1300.49b $\pm$ 35.92	1485.12a $\pm$ 13.70
TMA (mv-3,5-diglc•kg⁻¹)	1234.13c $\pm$ 5.62	1287.88b $\pm$ 22.41	1750.88a $\pm$ 22.18

*Aw, water activity; SS, soluble solids; TA, total acidity; pH, hydrogen potential; SS/TA, maturation index; RS, reducing sugars (RS); TR, total sugars (TS); TPC, total monomeric anthocyanins (TMA). a, b and c are letters that differ in the same line, which indicate the difference among PC2, PC3 e PC4 by Tukey test ($p \leq 0.05$).

The TA values determined in the different PCs varied from 0.45 to 0.77 g tartaric acid•100 g⁻¹, whereas pH varied from 3.85 to 3.91 (Table 2.3). PC2 was that with the highest TA mean value ($p \leq 0.05$) and lowest pH value ($p > 0.05$). Thus, in view of the values found for SS and TA in all PCs, it is possible to conclude that the grapes could be harvested later on, in order to enhance the balance of SS and acidity. According to descriptor n. 506 (OIV, 2001), PC3 and PC4 were classified as low in acidity (about 6 g tartaric acid•L⁻¹) and PC2 as medium (about 9 g tartaric acid•L⁻¹). Colombo *et al.* (2020) reported a variation of TA between 0.69 and 0.75 g tartaric acid•100 g⁻¹, and pH between 4.62 and 4.69 for berries from different density bunches.

In our study, the relationship between SS and TA (ratio) differed among the PCs; it was 20.50 in PC2, 26.62 in PC3, and 38.68 in PC4. Considering the international market, which requires a maturation index of at least 20, all evaluated grapes were in optimal condition to be marketed in fresh form. The values found in this study are close to those by Colombo *et al.* (2020), who reported values between 22.34 and 25.35, except for that determined for PC4.

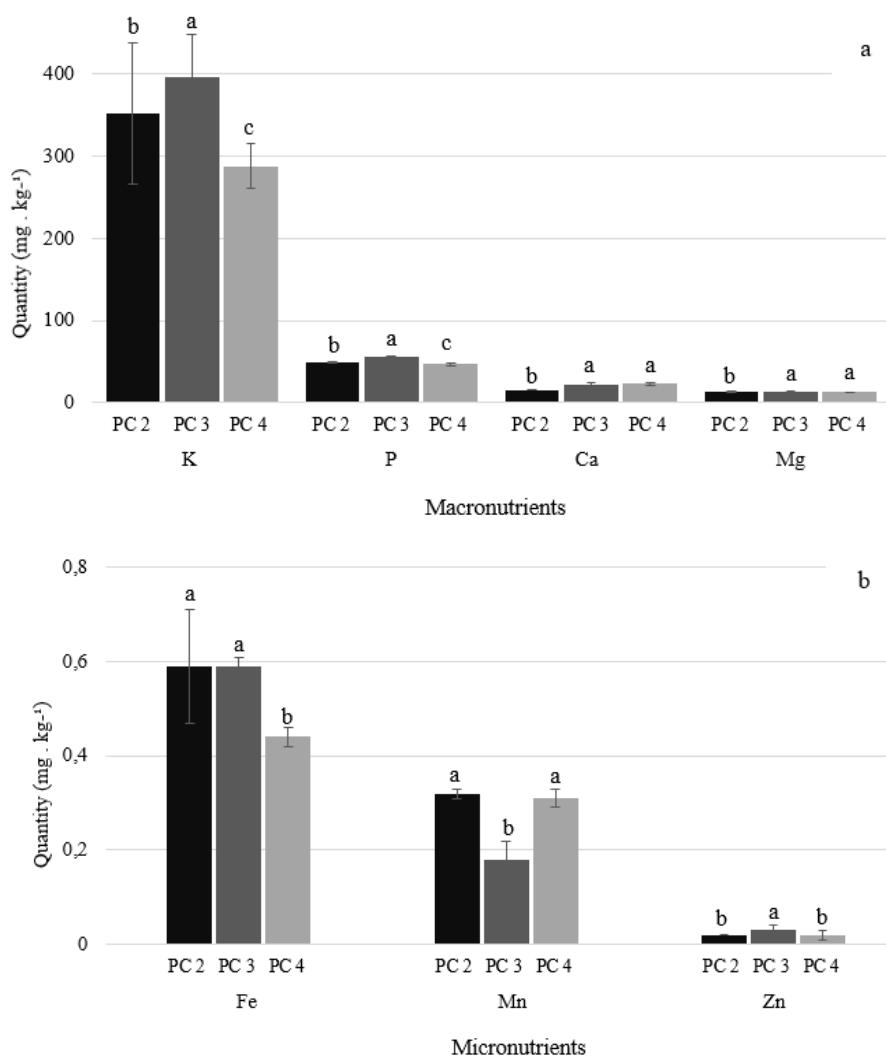
Regarding the RS content in the BRS Vitoria berries, values varied between 13.64 and 14.43 g glucose•100 g⁻¹ (Table 2.3), with significant difference among the PCs ($p \leq 0.05$).

Regarding TS, there was no significant difference ($p > 0.05$) among the studied PCs, varying between 14.47 and 14.75 g glucose•100 g⁻¹. Based on the results obtained for TS, all PCs can be classified as low in sugar content (about 15%, category 3), according to descriptor n. 505 by OIV (2001). Finally, TPC and TMA concentration in the whole berries from the different PCs varied between 1006.23 and 1485.12 mg GAE•kg⁻¹ ($p \leq 0.05$), and between 1234.13 and 1750.88 mg malvidin-3,5-glycoside•kg⁻¹ ($p \leq 0.05$), respectively. In a recent study, Colombo *et al.* (2020) reported that BRS Vitoria grapes produced in Marialva, Paraná State, Brazil, had a typical anthocyanin profile of hybrid grapes, composed both of monoglycosylated and diglycosylated anthocyanins, with total content of approximately 597 mg•kg⁻¹, which is less than the value found herein. In general, this concentration of anthocyanins in BRS Vitoria provides the berry with its attractive color.

In Figure 2.3 there are the macro and micro mineral contents found in the grapes from the different PC2, PC3, and PC4. It is known that the mineral composition of grapes is influenced by external factors, such as composition of the soil where vines are grown, cultural practices, and nutritional management strategies, as well as edaphoclimatic conditions during PCs (BERTOLDI *et al.*, 2011; HOPFER *et al.*, 2015; LIKAR *et al.*, 2015). Inherent characteristics will also influence the vine, such as cultivar, canopy genotype, rootstock, age, and depth of the root (HOPFER *et al.*, 2015; PROTANO; ROSSI, 2014). Besides, the grape ripening stage may also influence the final concentration of some minerals. This is because K, P, and Mg in the grape berries are nutrients that keep accumulating during the berry growth and maturation stages, in opposition to Ca, Mn, and Zn, which accumulate only until the veraison (ROGIERS *et al.*, 2006). There were no qualitative differences in the composition of minerals among the investigated PCs. However, significant differences ($p \leq 0.05$) in individual concentrations of some minerals could be observed among PCs. The concentration (mg•100 g⁻¹) of macro minerals found in the studied grapes varied from 14 to 396, whereas that of micro minerals varied from 0.02 to 0.95. The concentration of K was the highest (288 – 398 mg•100 g⁻¹) among the macro minerals; values were significantly different ($p \leq 0.05$) among the PCs and PC3 had the highest mean. Variations in the content of this mineral were observed among the different PCs, and may be related to the use of potassium to fertilize the soil where vines were grown and to the diversity of rootstocks used, once they may affect nutrient absorption by the vines (CALLILI *et al.*, 2022). Although Mota *et al.* (2010) did not report significant differences in the concentrations of K for grapes grafted on the AC 572 and 1103 *Paulsen* rootstocks when studying the *Niágara Rosada* (“Pink” Niagara) and *Folha de Figo* (Bordô) cultivars, Pereira (2017), by using those same rootstocks, reported higher ash contents for *Folha*

de Figo grapes grafted on IAC 572.

Figure 2.3 Macronutrient (a) and micronutrient (b) mineral content (mean $\pm$ standard deviation) of BRS Vitoria in different PCs (PC2, PC3 and PC4) ($n=2$)*.



*Calcium (Ca), potassium (K), magnesium (Mg), phosphorus (P), iron (Fe), manganese (Mn), and zinc (Zn).

As observed for PC1, P was the second most abundant macro mineral found in all PCs (~ 47 - 55 mg•100 g⁻¹), followed by Ca (~ 16 – 23 mg•100 g⁻¹) and Mg (13 – 14 mg•100 g⁻¹). There were significant differences ($p \leq 0.05$) in the concentrations of P among the PCs; the highest value was found in PC3. Some studies report that P plays a key role in stimulating root development, with enhanced water and nutrients absorption by the vine; it also helps increase resistance to some diseases and enhance the flowering and fruiting quality (SCHREINER; OSBORNE, 2018; ZHENG *et al.*, 2020). Vine nutrition with organic and inorganic fertilizers, which contain many of the studied mineral nutrients, has been widely investigated and

implemented to enhance the quality and productivity of the grapes (JAMES *et al.*, 2022). The most commonly used form of P in fertilizers includes diammonium phosphate (DAP), monoammonium phosphate (MAP), and phosphate (MEYER *et al.*, 2020).

Ca is one of the most commonly used nutrients in vines because results show that the foliar application of water-soluble calcium through a drip irrigation system in proper doses may positively affect the fruit production and quality, in particular the fruit firmness. It also has a positive impact on physiological disorders related to cell wall integrity (SILVA *et al.*, 2023). Foliar application of Mg, such as magnesium sulfate (MgSO_4), plays the role of providing an enzyme activator, acting as a structural agent in chlorophyll. Thus, it helps the growth and physiological development of the vine, improving both the yield and quality of the grape bunches. For Ca and Mg, the concentrations found were significantly higher in PC3 and PC4, and in PC2 and PC3, respectively. Based on these results, the PC with the highest concentration of macro minerals was PC3.

Among the micro minerals analyzed in the PCs for the BRS Vitoria grape, the most abundant one was Fe ($0.44 - 0.55 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$), followed by Mn ($0.18 - 0.32 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$). The lowest concentrations were observed for Zn ($0.02-0.03 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$). Only trace quantities are necessary of them, partially found in the soil, through chemical fertilizers or even other organic sources. The Fe mineral originates from inorganic mineral complexes in the soil and organic matter; it is essential in the production of chlorophyll, and, consequently, in photosynthesis. It is also important in enzyme composition, energy transfer, and N fixation and reduction. Photosynthetic efficiency and carbon fixation are lower in plants with Fe deficiency, so its growth and fruiting are impaired (CUQ *et al.*, 2020). The element Mn, in turn, is present in the soil as exchangeable manganese or manganese oxide. It plays an important role in nitrogen metabolism and chlorophyll synthesis. Its proper absorption enhances vine photosynthesis, assimilation, and growth, besides bunch yield; it reduces water stress and helps vines grow under such stress and temperature fluctuations. Mn is also involved in vine defense mechanisms, acting as a cofactor in several enzymes related to the biosynthesis of flavonoids (ALI *et al.*, 2021).

Finally, Zn may accumulate in the vine soil and plant structure as a result of the continuous use of fungicides made from copper and/or zinc (KORCHAGIN *et al.*, 2020). This mineral is a key nutrient for the normal growth and development of plants since it is a structural element of proteins and enzymes in living organisms. It is involved in the protein synthesis, with some hormones, and fruiting (ALI *et al.*, 2021). Thus, it is noteworthy that macro and micronutrients play an essential role not only in the general physiology of the vine, but also in

the grape nutritional quality.

Based on all data in Figure 2.3 and in Tables 2.3 and 2.4, the PC3 (produced on the IAC 572 rootstock) has greater bunch mass, berry mass, and size, and chemical characteristics, with the exception of the phenolic compounds and anthocyanins. Shi *et al.* (2017), when studying the Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera*) grape reported that the positive effect of combining macro and micro minerals was relevant in obtaining grape characteristics with the expected quality, such as bunch mass, berry size, and nice balance between SS and TA. On the other hand, the accumulation of phenolic compounds in the grape berries occurs, first, due to the slow accumulation of anthocyanins, then to a rapid increase, followed by a stabilization phase (COLOMBO *et al.*, 2021). The difference between the total concentrations of these compounds, especially anthocyanins, found in the PCs may be related to the different maturation stages, as well as the difference in foliar applications of Fe (SHI *et al.*, 2018). It is necessary to further investigate which strategies may be used to establish how these compounds had their concentrations improved in grapes.

4. Conclusion

The characteristics physical and chemical determined in this study strongly impact the quality of the grape. BRS Vitoria grapes from PC1, which presented an adequate stage of maturity, exhibited significant amounts of minerals and a diverse anthocyanin profile. The anthocyanin compounds were derived from the six major anthocyanidins commonly found in grapes, with mv being the majority. Such characteristics would encourage its use for the development of differentiated products. The physical and chemical characterization of the other different PCs (PC2, PC3, and PC4) of BRS Vitoria grapes showed that this cultivar has desirable characteristics both for consumption in its natural form and for processing. There were no significant variations observed among the different PCs (PC2, PC3, and PC4), except for PC3 grapes (bunch and berries), which exhibited the highest values in terms of mass, length, and diameter, as well as higher concentrations of macrominerals. PC4 (main harvest) exhibited the highest maturation index, total phenolic compound content, and monomeric anthocyanin content. Smaller berries, with lower mass, which may be unattractive for the fresh market, could be better used in the production of raisins, particularly when the content of phenolic compounds is high, as is that from PC4. In conclusion, the studied PCs yielded nutritious, seedless grapes with a higher percentage of pulp compared to skin, making them suitable for the development of unique and differentiated products. These data provide a better understanding of the grapes produced in the Northwestern region of São Paulo and thus offer subsidies to grape producers

for making strategic decisions on the best way to commercialize their grapes, i.e., in fresh or processed form.

CAPÍTULO III

Caracterização morfológica e físico-química de raízes de batata doce roxa (*Ipomea batatas* (L.) LAM.) cultivada no Brasil

RESUMO

A batata doce roxa (BDR) é uma raiz muito consumida mundialmente e vem sendo incorporada na alimentação dos brasileiros diante da sua coloração atrativa e presença de compostos bioativos benéficos para à saúde. O objetivo deste estudo foi determinar as características morfológicas e físico-químicas (umidade, atividade de água (A_w), pH, acidez total (AT), compostos fenólicos totais (CFT), antocianinas monoméricas totais (AMT) e cor instrumental) de um lote com diferentes formatos de raízes de BDR JNRX12. No formato da raiz predominante do lote, foi ainda determinada a composição qualitativa e quantitativa de minerais. Foram identificados nove formatos das raízes (redonda, redonda elíptica, elíptica, ovada, obovada, oblonga, oblonga longa, longa elíptica e longa irregular), sendo a redonda elíptica o predominante. Embora tenha sido determinada diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre os formatos para os parâmetros de largura, diâmetro e massa, entretanto, todos os formatos são recomendados para a comercialização no mercado brasileiro. O conteúdo de CFT e AMT determinados nos diferentes formatos das raízes, variaram entre 204,52 a 258,16 mg equivalente de $EAG \cdot 100 \text{ g BDR}^{-1}$ e 36,01 a 61,28 mg $mv-3,5-glc \cdot 100 \text{ g de BDR}^{-1}$, respectivamente. O formato majoritário da raiz (redonda elíptica) apresentou resultados médios importantes para os macronutrientes K ($511,08 \pm 15,84 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$), P ($96,40 \pm 17,71 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$), Ca ($93,13 \pm 13,77 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e Mg ($82,18 \pm 0,93 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e para os micronutrientes Fe ($0,76 \pm 0,09 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$), Mn ($0,72 \pm 0,36 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e Zn ($0,29 \pm 0,04 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$), demonstrando o potencial desta cultivar de BDR para uso como ingrediente na fortificação de alimentos.

Palavras-chaves: Batata doce. Morfoagromicas. Antocianinas. Polpa roxa

ABSTRACT

Purple sweet potato (PSP) is a root widely consumed worldwide and has been incorporated into the diet of Brazilians due to its attractive color and presence of bioactive compounds beneficial to health. The objective of this study was to determine the morphological and physicochemical characteristics (moisture, water activity (A_w), pH, total acidity (TA), total phenolic compounds (TPC), total monomeric anthocyanins (TMA) and instrumental color) of a batch with different root formats of BDR JNRX12. In the shape of the predominant root of the lot, the qualitative and quantitative composition of minerals was also determined. Nine root shapes were identified (round, round elliptical, elliptical, ovate, obovate, oblong, long oblong, long elliptical and long irregular), with the round elliptical being the predominant one. Although significant differences ($p \leq 0.05$) were determined between the formats for the parameters of width, diameter and mass, however, all formats are recommended for commercialization in the Brazilian market. The TPC and TMA content determined in the different root formats ranged from 204.52 to 258.16 mg EAG equivalent $\cdot 100$ g PSP $^{-1}$ and 36.01 to 61.28 mg mv-3.5-glc $\cdot 100$ g of PSP $^{-1}$, respectively. The majority shape of the root (elliptical round) presented important average results for the macronutrients K (511.08 ± 15.84 mg $\cdot 100$ g $^{-1}$), P (96.40 ± 17.71 mg $\cdot 100$ g $^{-1}$), Ca (93.13 ± 13.77 mg $\cdot 100$ g $^{-1}$) and Mg (82.18 ± 0.93 mg $\cdot 100$ g $^{-1}$) and for the micronutrients Fe (0.76 ± 0.09 mg $\cdot 100$ g $^{-1}$), Mn (0.72 ± 0.36 mg $\cdot 100$ g $^{-1}$) and Zn (0.29 ± 0.04 mg $\cdot 100$ g $^{-1}$), demonstrating the potential of this BDR cultivar for use as an ingredient in food fortification.

Keywords: Sweet potato. Morphoagromics. Anthocyanins. Purple Pulp.

1. Introdução

A batata doce (BD, *Ipomoea batatas* (L.) Lam.) é uma cultura que apresenta grande potencial de produção devido a sua rusticidade, curto período do ciclo, resistente aos períodos de seca e a pragas, e de fácil adaptação climática (AGUIRRE *et al.*, 2020; AMARO *et al.*, 2017; AMARO *et al.*, 2019; WILLIAMS, *et al.*, 2013.). Além disso, possui importância econômica e social na agricultura familiar (VARGAS *et al.*, 2018) e para a população de baixa renda (MOULIN *et al.*, 2014). A BD possui grande variabilidade genética nas raízes, além de apresentar uma diversidade de coloração de polpas e cascas (HUAMÁN, 1987; HUAMÁN, 1992). Seu formato é uma das características mais importantes na descrição e identificação de uma cultivar e está diretamente relacionado com a massa, diâmetro e comprimento da raiz (SILVA; VENDRAME; AMARO, 2019).

Entre as cultivares pesquisadas no mundo e no Brasil, destaca-se a batata doce roxa (BDR), diante da sua alta produtividade e elevado conteúdo de compostos fenólicos (CF) (KANO *et al.*, 2005; PILON *et al.*, 2020; TRUONG *et al.* 2011; VENDRAME *et al.*, 2022). Dentre estes compostos ressaltam-se as catequinas (SHAHIDI; NACZK, 2004), os ácidos clorogênicos (JUNG *et al.* 2011), alguns derivados do ácido cafeoilquínico (DINI; TENORE; DINI, 2006) e, principalmente as antocianinas (MULYAWANTIA; BUDIJANTOB; YASNI, 2018; PILON *et al.*, 2020; VENDRAME *et al.*, 2022).

Os CF da BDR são capazes de inibir ou retardar as lesões causadas pelos radicais livres que estão associados a doenças degenerativas e ao envelhecimento (PEREIRA; CARDOSO, 2012), além de auxiliar na prevenção de doenças relacionadas a diabetes tipo II (SUDA *et al.*, 2003), câncer (KIM *et al.*, 2015; WU *et al.*, 2015) e obesidade (SHIN *et al.*, 2013). As antocianinas, em particular são compostos que possuem ação antioxidante (HE; GIUSTI, 2009; LIM *et al.*, 2013; TEOU *et al.*, 2007), antimutagênica (YOSHIMOTO *et al.*, 1999), hepatoprotetora (CHO *et al.*, 2010; HWANG *et al.*, 2011), contribuem para o aprimoramento da memória (LU *et al.*, 2012) e têm efeito neuroprotetor no sistema nervoso central, comprovado cientificamente em camundongos pela ingestão de extratos de BDR (SASAKI *et al.*, 2013).

A BDR também apresenta importante concentração de minerais (LOW *et al.*, 2007; VIZZOTTO *et al.*, 2018), podendo contribuir para compor dietas nutricionais das pessoas que necessitem de suplementação mineral. Portanto, o objetivo deste trabalho foi a caracterização morfológica da BDR da cultivar JNRX12 (BASÍLIO *et al.*, 2023; VILETE *et al.*, 2020), de acordo com os descritores morfoagronômicos (formato, massa, comprimento, e diâmetro das raízes e do córtex) e de identidade e qualidade, assim como sua caracterização química

(umidade, atividade de água (Aw), pH, acidez total (AT), compostos fenólicos totais (CFT), antocianinas monoméricas totais (AMT) e cor instrumental). A partir da identificação do formato majoritário da raiz de BDR no lote estudado, foi determinada a composição qualitativa e quantitativa do macro e micronutrientes, para verificar o potencial desta cultivar como fonte de minerais.

2. Material e Métodos

2.1 Batata doce roxa (BDR) (*Ipomeas batatas* (L.) LAM.)

Um lote (33 Kg) de BDR (*Ipomoea batatas* (L.) LAM.) da cultivar JNRX12, foram gentilmente doadas pelo Viveiro de mudas Navarro, localizado na região do Oeste Paulista, na cidade de Presidente Prudente, São Paulo (22° 7' 39" S, 51° 23' 8" W), Brasil. Esta região apresenta um clima do tipo Aw ou seja, com clima quente com chuva de verão clima tropical com inverno seco (DUBREUIL *et al.*, 2018; KOTTEK *et al.*, 2006) e com solo classificado como textura média argissolo vermelho distrófico. De acordo com os dados do Sistema de Monitoramento Agrometeorológico, no ciclo produtivo 135 dias da BDR JNRX12 foi registrado um índice pluviométrico de 65 mm e temperatura máxima de 30,43 °C e temperatura mínima de 20,19 °C (AGRITEMPO, 2019).

No Laboratório de Processamento de Frutas e Hortaliças, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto (UNESP/IBILCE), as BDR foram escovadas para retirada de sujidades, higienizadas em água potável, sanitizadas e imersas em uma solução clorada (0,010% v/v de cloro ativo) por 15 minutos, enxaguadas em água potável, secas naturalmente, e armazenadas em sacos plásticos identificados sob refrigeração (± 7 °C) até o momento do uso.

2.2 Determinação morfológica e de qualidade das raízes de BDR (*Ipomeas batatas* (L.) LAM.)

O lote de BDR (33 kg, total de 152 unidades de raízes) foi utilizado para realização da caracterização morfológica das raízes. As raízes foram separadas por formatos, identificadas e caracterizadas de acordo com os descritores morfoagronômicos específicos para BD propostos por Huamán (1991), e segundo as normas de classificação do Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura (PBMH) (CODEAGRO, 2014).

Para a caracterização física em relação à espessura do córtex, foram selecionados 20% do lote total para cada formato das raízes de BDR (9 ao total), totalizando 33 raízes. Vinte e um

descritores (Quadro 3.1) foram utilizados por três pessoas para avaliar as amostras de BDR a partir de percepções subjetivas.

2.3 Determinação físico-química e composição mineral das raízes de BDR (*Ipomeas batatas* (L.) LAM.)

A caracterização físico-química das raízes de BDR foram realizadas pelos formatos específicos de cada raiz. As amostras de BDR foram raladas, homogeneizadas e submetidas as análises de acordo com as metodologias recomendadas pela AOAC (2005): umidade foi determinada pelo método gravimétrico com aplicação de calor, com base na perda de água da massa da BDR, em estufa a vácuo 70 °C (Marca Marconi, Brasil) até atingir massa constante; o conteúdo de matéria seca da BDR foi determinado pelo cálculo da equação: $\%MS = 100 \times (\text{massa amostra seca}) / (\text{massa amostra antes da secagem})$ (HORWITZ, 2000). Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

A A_w foi determinada com o auxílio de um analisador de atividade de água à temperatura de 25 °C (Marca Aqualab 4 TEV, Decagon Meter, E.U.A.), utilizando o sensor de ponto de orvalho. Para a determinação de pH e AT foi utilizado o método de volumetria potenciométrica com hidróxido de sódio 0,1 M até atingir pH 8,10. Os resultados foram expressos em ácido cítrico•100g⁻¹ (AOAC, 2005).

A análise da cor instrumental foi realizada nas raízes de BDR para casca e para a polpa, em espectrofotômetro, modelo Color Flex45/0 (Marca Hunterlab, U.S.A), utilizando *software* universal versão 4.10 com as seguintes configurações: iluminante D65 e observador a 10°. Com os valores absolutos das coordenadas retangulares L^* (claridade), a^* e b^* , foi possível calcular, em coordenadas cilíndricas, a saturação (C^*) e a tonalidade h (°) (McLELLAN; LIND; KIME, 1995).

Para a determinação dos CFT e AMT foi necessário realizar extração prévia dos compostos de interesse, conforme metodologia descrita por Lago-Vanzela *et al.* (2011). Subsequente foi realizada a determinação de CFT de acordo com o método de *Folin-Ciocalteu* (SINGLETON *et al.*, 1999), com resultados expressos em mg ácido gálico equivalente (EAG) mg EAG•100 g BDR⁻¹ e para AMT, foi utilizado o método descrito por Ribereau-Gayon e Stonestreet (1965), com resultados expressos em mg mv-3,5-glc•100 g de BDR⁻¹. Todos os resultados foram expressos como média ± desvio padrão.

Quadro 3.1 Descritores morfoagronômicos para raízes de BDR (*Ipomeas batatas* (L.) LAM.).

Descritor	Categoria	Referência
Formato da raiz	<i>Redonda</i> : quase um contorno circular com o comprimento (C) até a largura (L) com a razão de cerca de 1:1; <i>Redonda elíptica</i> : apresenta um contorno ligeiramente circular, com extremidades agudas, e a relação não pode ser superior a 2:1 (C/L); <i>Elíptica</i> : apresenta o contorno com a largura máxima igual a distância de ambas as extremidades que são ligeiramente agudas, com a relação C/L de não mais do que 3:1; <i>Oval ou ovada</i> : apresenta o contorno inversamente oval, na parte mais ampla da extremidade proximal da batata, ou seja, mais próximo da haste da raiz; <i>Oboval ou obovada</i> : possui o contorno semelhante à seção longitudinal de um ovo, sendo a parte mais ampla da raiz na parte distal, que é o oposto do talo da raiz; <i>Oblonga</i> : possui o contorno quase retangular com lados quase paralelos e cantos arredondados, com a razão de 2: 1 (C/L); <i>Oblonga longa</i> : apresenta o contorno oblongo com uma relação de C/L de mais de 3:1; <i>Longa Elíptica</i> : possui um contorno elíptico com relação de mais de 3:1 (C/L); <i>Longa Irregular ou com curvaturas</i> : apresenta formato longo irregular ou com curvaturas.	Huamán (1991)
Massa da raiz (g)	Determinada pela média da massa das batatas em formato da raiz, aferidas em balança semi- analítica digital.	Huamán (1991)
Comprimento da raiz (cm)	Mensurado pelo comprimento da extremidade (superior e inferior) utilizando um paquímetro digital.	Huamán (1991)
Diâmetro da raiz (mm)	Determinado pelo diâmetro do centro da raiz, utilizando um paquímetro digital.	Huamán (1991)
Espessura do córtex (mm)	Mensurado na região de maior diâmetro da raiz, determinado por meio de uma escala de cinco categorias, com utilização do paquímetro digital: 1 – <i>Muito fina</i> (< 1 mm); 3 – <i>Fina</i> (1-2 mm); 5 – <i>intermediária</i> (2-3 mm); 7 – <i>Espessa</i> (3-4 mm); e, 9 – <i>Muito espessa</i> (> 4 mm).	Huamán (1991)
Defeitos de superfície	Determinado por meio de uma escala de nove categorias: 0 – <i>Ausente</i> ; 1 – <i>Película semelhante à pele de jacaré</i> ; 2 – <i>Veias</i> ; 3 – <i>Constrições horizontais superficiais</i> ; 4 – <i>Constrições horizontais profundas</i> ; 5 – <i>Fendas longitudinais superficiais</i> ; 6 – <i>Fendas longitudinais profundas</i> ; e, 7 – <i>Constrições e fendas profundas</i> ; 8 – <i>Outras</i> .	Huamán (1991)
Cor predominante da casca	Determinado por meio de uma escala de nove categorias: 1 – <i>Branca</i> ; 2 – <i>Creme</i> ; 3 – <i>Amarela</i> ; 4 – <i>Laranja</i> ; 5 – <i>Marrom alaranjado</i> ; 6 – <i>Rosa</i> ; 7 – <i>Vermelha</i> ; 8 – <i>Vermelha arroxeada</i> ; e, 9 – <i>Roxa escura</i> .	Huamán (1991)

Intensidade da cor predominante	Determinado por meio de uma escala de três categorias: 1 – <i>Pálida</i> ; 2 – <i>Intermediária</i> ; e, 3 – <i>Escura</i> .	Huamán (1991)
Cor secundária da casca	Determinado por meio de uma escala de dez categorias: 0 – <i>Ausente</i> ; 1- <i>Branca</i> ; 2 – <i>Creme</i> ; 3 – <i>Amarela</i> ; 4 – <i>Laranja</i> ; 5 – <i>Marrom alaranjada</i> ; 6 – <i>Rosa</i> ; 7 – <i>Vermelha</i> ; 8 – <i>Vermelha arroxeada</i> ; e, 9 – <i>Roxa escura</i> .	Huamán (1991)
Cor predominante da polpa	Determinado por meio de uma escala de nove categorias: 1 – <i>Branca</i> ; 2 – <i>Creme</i> ; 3 – <i>Creme escura</i> ; 4 – <i>Amarelo pálido</i> 5 – <i>Amarelo-escuro</i> 6 – <i>Laranja pálido</i> ; 7 – <i>Laranja intermediária</i> ; 8 – <i>Laranja escura</i> ; e, 9 – <i>Pigmentado fortemente com antocianinas</i> .	Huamán (1991)
Cor secundária da polpa	Determinado por meio de uma escala de dez categorias: 0 – <i>Ausente</i> ; 1- <i>Branca</i> ; 2 – <i>Creme</i> ; 3 – <i>Amarela</i> ; 4 – <i>Laranja</i> ; 5 – <i>Marrom alaranjada</i> ; 6 – <i>Rosa</i> ; 7– <i>Vermelha</i> ; 8 – <i>Vermelha arroxeada</i> ; e, 9 – <i>Roxa escura</i> .	Huamán (1991)
Distribuição da cor secundária da polpa	Determinado por meio de uma escala de dez categorias: 0 – <i>ausente</i> ; 1 – <i>Anel estreito no córtex</i> ; 2 – <i>Anel largo no córtex</i> ; 3 – <i>Pontos espalhados na polpa</i> ; 4 – <i>Anel fino na polpa</i> ; 5 – <i>Anel largo na polpa</i> ; 6 – <i>Anel e outras áreas da polpa</i> ; 7 – <i>Em seções longitudinais</i> ; 8 – <i>Cobrindo a maior parte da polpa</i> ; 9 – <i>Cobrindo toda a polpa</i> .	Huamán (1991)
Defeito grave	Classificação realizada a partir de observações visuais e comparativas com as ilustrações que caracterizam defeito grave raízes que apresentarem podridão, dano grave por praga, dano mecânico grave, defeito grave de formação, injúria grave e passado.	CODEAGRO, (2014)
Defeito leve	Classificação realizada por meio de observações visuais e comparativas com as ilustrações, que classifica como defeitos leves nas raízes de batata doce dano leve por praga, dano mecânico leve, descoloração da raiz, defeito leve de formação, defeito de preparação e injúria leve.	CODEAGRO, (2014)
Podridão	Classificação realizada por meio de observações visuais e comparativas com as ilustrações, que classificam como podridão processos microbiológico ou fisiológico, desintegração ou fermentação da raiz. A presença de mais de cinco furos profundos por praga, caracteriza podridão, sendo considerado como um defeito grave.	CODEAGRO, (2014)
Dano mecânico	Classificação realizada por meio de observações visuais e comparativas com as ilustrações que descrevem que o dano mecânico é o por impacto físico que a raiz sofre durante a colheita mecânica ou manual ou no transporte. Deve ser considerado como defeito grave quando atinge a polpa e defeito leve quando restringe ao dano na casca e atinge mais de 10% da superfície da raiz.	CODEAGRO, (2014)
Dano por praga	Classificação realizada por meio da contagem de perfurações da raiz por broca (<i>Euscepes postfasciatus</i>) e em estimativa de porcentagem (%) na superfície da raiz. Para determinar esse dano como um defeito grave é necessário a presença de ataque	CODEAGRO, (2014)

	profundo de broca ou que a superfície da raiz tenha mais de 80% de sua área atingida superficialmente por broca. Em caso de ocorrência de dano superficial por broca em mais que 10% da área da raiz, caracteriza-se como defeito leve.	
Defeito de formação	Classificação realizada por meio das observações visuais e comparativas com as ilustrações, que são caracterizadas como defeitos leves de formação quando há presença de dano por praga cicatrizado, presença de nervuras na raiz e quando haja a presença de rachaduras e deformações nas raízes que atingem menos que 50% do comprimento da raiz. Para serem considerados defeitos graves de formação é necessária a presença de rachaduras profundas na raiz.	CODEAGRO, (2014)
Defeito de preparação	Classificação realizada por meio de observações visuais e comparativas com as ilustrações, que são caracterizados pela presença de raízes secundárias, talo comprido e presença de resíduos ou substâncias estranhas. O defeito de preparação é considerado um defeito leve.	CODEAGRO, (2014)
Injúria	Classificada a partir de observações visuais nas cascas das raízes que podem ser por queimadura por sol, considerado defeito grave e descoloração ou perda coloração é considerado defeito leve quando atinge mais que 10% da superfície da raiz.	CODEAGRO, (2014)
Passado	Classificação utilizada para denominar se a batata doce está velha para comercialização e que demonstra efeitos do tempo do período de pós-colheita como o escurecimento da casca, perda de massa, emissão de brotos e perda de turgidez.	CODEAGRO, (2014)

Fonte: Adaptada Huamán (1991); CODEAGRO (2014).

Uma análise qualitativa e quantitativa dos minerais cálcio (Ca), potássio (K), magnésio (Mg), fósforo (P), ferro (Fe), manganês (Mn), e zinco (Zn) da raiz predominante do lote de BDR JNRX12 foi realizada de acordo com método recomendado pela AOAC 2015.06 (PACQUETTE *et al.*, 2018). Amostras representativas do formato da raiz redonda elíptica foram homogeneizadas em um misturador (PMX 600, Philco, Brasil). Alíquotas das amostras (0,25 g), em duplicata, foram transferidas para tubos de politetrafluoretileno-coperfluorpropil vinil éter – PFA (Teflon™) e a digestão por micro-ondas foi realizada com solução de ácido nítrico a 65% (v/v) e peróxido de hidrogênio 30% (v/v), ambos da Merck, em ambiente fechado, utilizando forno de micro-ondas Multiwave GO (marca Anton Paar, Brasil) até atingir a temperatura de 190 °C. Após o período de reação, foi permitido o tempo necessário para o equilíbrio térmico dos tubos à temperatura ambiente. Em seguida, os tubos foram abertos em capela com exaustão de gases e os extratos filtrados em frascos de vidro com capacidade de 50 mL, que tiveram seu volume completado com água padrão ultrapura (elemento Milli-Q, 18 MΩ cm-1).

Para a análise subsequente, a solução foi analisada pela técnica de Espectrometria de massa por plasma acoplado indutivamente (ICP-MS) ICP-MS *Internal Standard* (Perkin Elmer, Waltham, EUA) e foi adicionada: Scandium para Fe, Ca, Mg e K; Germânio a P, Mn e Zn) e a determinação de minerais foi realizada usando um NexION 1000 ICP-MS (Perkin Elmer, Waltham, EUA). As análises foram realizadas usando o modo *Standard* para os elementos Mg, K e Ca. Para os outros elementos, o modo KED foi usado com He como gás de colisão. Os isótopos analisados foram: ^{24}Mg , ^{39}K , ^{43}Ca , ^{31}P , ^{57}Fe , ^{55}Mn e ^{66}Zn .

Curvas de calibração de elementos padrão foram preparadas usando soluções estoque da Perkin Elmer. Seus teores em amostras para cada mineral foram calculados por equação de regressão (MAZARAKIOTI *et al.*, 2022) e expressos em $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de BDR, massa fresca - PF.

2.4 Análise estatística

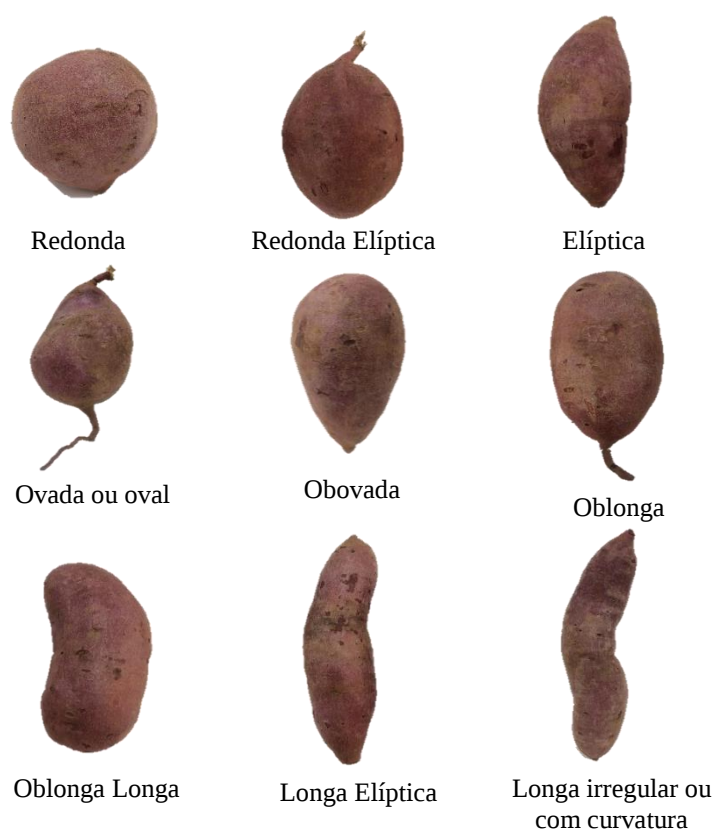
Todos os resultados obtidos foram expressos como média $\pm$ desvio padrão. As diferenças significativas entre a caracterização morfológica, físico-química, compostos bioativos e a composição mineral das raízes de BDR foram determinadas por meio da análise de variância (ANOVA), seguida de teste de média de Tukey (5%) para comparação.

3. Resultados e discussões

3.1 Caracterização morfológica e de qualidade das raízes de BDR (*Ipomeas batatas* (L.) LAM.)

A avaliação das características morfológicas do lote das raízes de BDR JNRX12 permitiu a identificação de 9 formatos diferentes (Figura 3.1), segundo descrição de Huamán (1991).

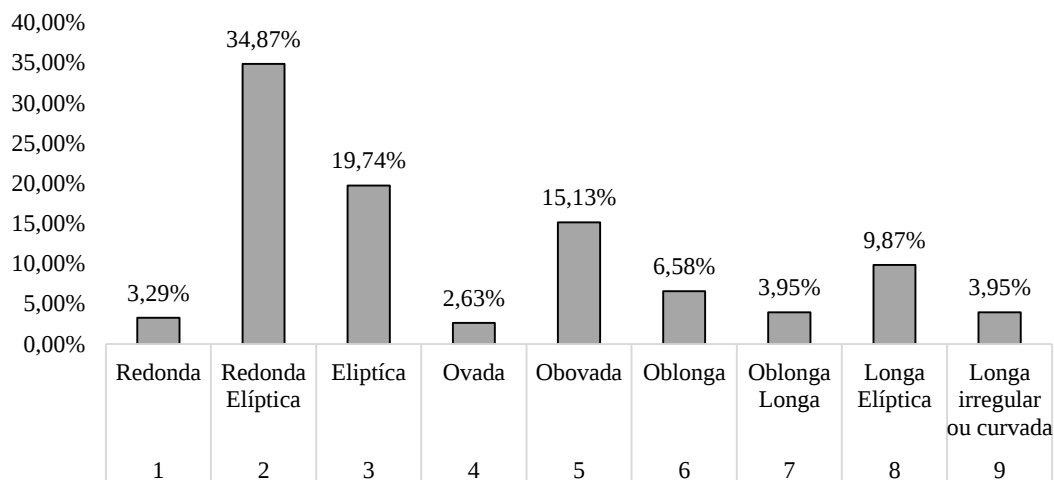
Figura 3.1- Formatos morfológicos de raízes de BDR JNRX12.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2020.

O lote apresentou maior porcentagem (Figura 3.2) para o formato da raiz redonda elíptica (34,87%) e menor porcentagem para o formato da raiz ovada (2,63%). Ritschel e Huamán (2002), ao avaliar o formato de uma coleção de germoplasma de BD da Embrapa, encontraram oito variações de formatos, com predominância do formato da raiz longa elíptica e irregular, entretanto, não foram identificadas raízes em formato oval. Já Moulin *et al.* (2014) encontraram sete variações de formatos em raízes de BD coletadas em propriedades rurais e estabelecimentos comerciais na região Norte do Estado do Rio de Janeiro, com predominância do formato da raiz longa irregular.

Figura 3.2- Porcentagens dos diferentes formatos para as raízes de BDR JNRX12.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2020.

A variabilidade genética da BD é muito ampla em diversas regiões produtoras, e no Brasil o seu cultivo é tratado de forma muito rústica, sem adubação e controle de pragas e doenças (CODEAGRO, 2014), o que impossibilita uma melhoria genética e consequentemente padronização em relação aos formatos, massa e comprimento (SILVA; VENDRAME; AMARO, 2019). O formato das raízes de BD, independentemente da coloração da polpa, não possuem padronização comercial, principalmente quando existe a necessidade da rastreabilidade da raiz. Estudos relacionados ao desempenho de clones de BDR visando ao rendimento e à qualidade da raiz (VENDRAME *et al.*, 2018), estão sendo realizados pela EMBRAPA. Além disso, algumas universidades e produtores rurais estão em busca de novas tecnologias e manejos para aumentar o rendimento e para agregar valor comercial à raiz de BD.

Segundo Rós, Filho e Barbosa (2012), os sistemas de preparo do solo contribuem para o desenvolvimento e formato das raízes de BD, entretanto, é necessário à implementação de programas de melhoramento genético para a seleção de genótipos, o que demanda um longo período para obtenção de resultados. Nos Estados Unidos existem organizações como a *North Carolina Sweet Potato Commission* e *Louisiana Sweet Potato Commission*, que são responsáveis pela manutenção e comercialização de BD e que visam melhorias na tecnologia de produção e pós-colheita, bem como estabelecem os padrões mínimos de qualidade e controles sanitários (CODEAGRO, 2014). Comparativamente com os Estados Unidos, o Brasil tem grande escassez em pesquisas envolvendo BD.

Na Tabela 3.1 estão apresentados os resultados referentes aos descritores morfoagronômicos para as raízes de BDR JNRX12 (HUAMÁN, 1991), bem como os

relacionados aos padrões de qualidade (CODEAGRO, 2014). Em relação ao comprimento e ao diâmetro das raízes de BDR, houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os formatos, que variaram entre $19,42 \pm 3,53$ cm (comprimento) e $48,80 \pm 9,16$ mm (diâmetro) no formato da raiz longa elíptica e $8,45 \pm 1,63$ cm (comprimento) e $68,47 \pm 9,43$ mm (diâmetro) para o formato da raiz redonda. Vendrame *et al.* (2018), colheram clones de raízes de BDR com comprimento de 18,92 a 20,39 cm e largura mais espessas entre 46,25 e 45,94 mm, valores próximos ao encontrados para a cultivar de BDR JNRX12.

A massa das raízes de BDR variaram entre $182,60 \pm 66,45$ g (ovada) e $288,39 \pm 103,77$ g (oblonga longa), e não houve diferença significativa entre os formatos ($p > 0,05$). As raízes de BDR avaliadas neste trabalho apresentaram valores recomendados para a comercialização brasileira, que variam entre 151 e 800 g para consumidor final (RESENDE, 2000) e não são adequadas para a indústria, uma vez que para esta finalidade são necessárias batatas com a massa superior a 800 g (SILVA; LOPES, 1995). Estudos realizados com clones de BDR apresentaram média de 256,17 a 273,43 g (VENDRAME *et al.*, 2018). De acordo com Miranda *et al.* (1989), massas das raízes dos clones de BD estão entre 200 e 400 g e são ideais para a comercialização. Outros autores, no entanto, ressaltam que a massa ideal da BD pode variar de acordo com a exigências do mercado consumidor (QUEIROGA *et al.*, 2007).

A medida do córtex das raízes de BDR apresentaram diferença significativa entre os formatos e variaram entre $3,43 \pm 0,15$ mm (elíptica) a $4,22 \pm 0,52$ mm (longa irregular e oblonga longa), classificando-se em raízes com diâmetro espesso (categoria 7) a muito espesso (categoria 9), respectivamente. De acordo com Cavalcante *et al.* (2009), uma espessura do córtex mais grossa nas raízes favorece a conservação em ocasiões como o transporte e armazenamento, entretanto, o rendimento da polpa da batata doce (massa da polpa sem o córtex) é reduzido. A medida do córtex pode ser observada na Figura 3.3. Além disso, esses autores caracterizaram raízes de BD que variaram a espessura do córtex entre 2,00 e 4,67 cm.

A cor predominante da casca das raízes de BDR JNRX12 é roxa escura com intensidade escura, ausente de cor secundária na casca. De acordo com Huamán (1991), a cor predominante da polpa e cor secundária da polpa são classificadas na categoria 9 (pigmentado fortemente com antocianinas) e roxa escura, respectivamente. Em relação à distribuição da cor secundária da polpa, as raízes do presente estudo podem ser classificadas na categoria 9, cobrindo toda a polpa, e foi detectado um anel mais escuro, evidenciando na região do córtex.

Tabela 3.1 - Caracterização morfológica das raízes de BDR JNRX12, segundo os descritores morfoagronômicos Huamán (1991) e de acordo com o preconizado pelo Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura (CODEAGRO, 2014).

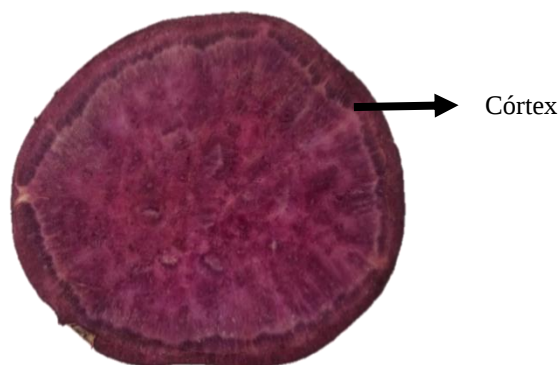
Descritores	Formatos								
	Redonda	Redonda Elíptica	Elíptica	Ovada	Obovada	Oblonga	Oblonga Longa	Longa Elíptica	Longa Irregular
Comprimento (cm) ¹	8,45d±1,63	11,53cd±2,65	14,28b±2,41	11,66bcd±1,65	11,91cd±1,90	10,97cd±1,63	16,27ab±3,37	19,42a±3,52	14,52bc±4,33
Largura (mm) ¹	68,47a±9,43	60,56a±9,46	53,41b±11,70	60,48ab±14,52	56,17ab±8,43	55,85ab±4,34	53,03ab±6,24	48,80b±9,16	56,74ab±11,49
Massa (g)	199,74a±87,53	217,62a±114,96	209,21a±90,67	206,12a±100,81	189,60a±66,45	182,39a±50,23	288,39a±103,77	257,83a±120,67	248,55a±83,24
*Córtex (mm) ¹	3,81ab±0,20	4,00a±0,32	3,43b±0,15	3,95ab±0,17	3,65ab±0,20	4,17a±0,03	4,22a±0,34	3,91ab±0,24	4,22a±0,52
Rachaduras ²	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Podridão ²	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Passado ²	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Dano por praga ²	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Injúria ²	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Def. de formação ²	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Dano Mecânico ²	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Def. de preparação ²	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Def. (grave ou leve) ²	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Média ± desvio padrão, n=152; *n=33 para o descritor córtex. a, b, c e d são letras que diferem na mesma linha, que indicam a diferença entre os formatos de raiz pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05). Os números 1 e 2, são indicadores de ausência (1) ou presença (2) referentes aos descritores observados nas raízes de BDR JNRX12.

Redonda n=4; Redonda Elíptica n= 5; Elíptica n=30; Ovada n=4; Obovada n=23; Oblonga n=10; Oblonga Longa n=6; Longa Elíptica n=15; Longa Irregular n=6.

¹Huamán (1991); ²CODEAGRO (2014).

Figura 3.3- Corte longitudinal e identificação do córtex da raiz de BDR JNRX12.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2020.

Para o descritor defeito de superfície (HUAMÁN, 1991), foi observado que aproximadamente 48% das raízes estavam sem defeitos (ausentes), 5% apresentaram constrictões horizontais superficiais (categoria 3), 3% apresentaram constrictões horizontais profundas (categoria 4), 36% apresentaram fendas longitudinais superficiais (categoria 5) e, 9% apresentaram fendas longitudinais profundas (categoria 6). Esses defeitos de superfície são facilmente identificados em raízes de BD e foram relatados por alguns pesquisadores (CAVALCANTE *et al.*, 2009; MOULIN *et al.*, 2014). Moulin *et al.* (2014) observaram diversos defeitos de raiz, com maior frequência para casca semelhante a pele de jacaré e defeitos como presença de veias em raízes de BD no Norte do Rio de Janeiro.

Não foram identificadas rachaduras, podridão, injúrias e característica de passado nas raízes de BDR JNRX12, pois a classificação ocorreu imediatamente após o período de pós-colheita. O dano por praga foi observado em todas as raízes de BDR, que ocorre com frequência em todas as cultivares e é conhecida com broca-da-raiz da BD (*Euscepes postfasciatus*) (MENEZES, 2002).

Em relação aos defeitos graves e leves que podem ocorrer nas raízes de BDR, segundo o PBMH (CODEAGRO, 2014), o lote total não apresentou podridão em nenhuma das raízes de BDR, sendo que o valor máximo tolerado para este defeito de até 5%. Além disso, o lote total apresentou até 10% de defeitos graves como danos mecânicos graves e defeitos graves de formação, que comprometem a aparência, a conservação e qualidade das raízes. Para os defeitos leves, houve a presença em algumas raízes os defeitos de preparação leve ou dano mecânico leve, entretanto, o lote total apresentou mais que 30% de danos por pragas ocasionados pela perfuração pela broca-da-raiz, presente em todas as raízes.

Vale ressaltar que o consumidor brasileiro de BD não possui conhecimento sobre as diferenças morfológicas e de padrões de identidade e qualidade para a raiz. Nos Estados Unidos,

na China, Japão e na África, a raiz de BD é considerada uma cultura econômica importante e altamente valorizada na mesa dos consumidores (SILVA; LOPES, MAGALHÃES, 2002; ZHANG *et al.*, 2018). Apesar deste fato, pesquisas realizadas com os consumidores brasileiros de raízes de BD demonstraram que a preferência é pelas de tamanho médio, massa variando entre 200 e 400 g, com comprimento de 13-15 cm, lisas, em formato fusiforme alongado, isenta de danos ou anomalias fisiológicas, com coloração de casca branca, rosada ou roxa (FILGUEIRA, 2007). O consumo *per capita* de BD pelo brasileiro, segundo dados estatísticos e de pesquisa do IBGE (2020), entre os anos de 2017 e 2018, foi de $6,67 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$, valor bem abaixo do que é consumido nos Estados Unidos, com o consumo *per capita* de $46,69 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ (CODEAGRO, 2014). Espera-se que o avanço do entendimento sobre a qualidade da BD permita estimular a comercialização e, por conseguinte, o aumento do seu consumo, especialmente as que contêm polpa pigmentada conter devido aos CF com propriedades bioativas (GRACE *et al.*, 2014).

3.2 Caracterização físico-química das raízes de BDR (*Ipomeas batatas* (L.) LAM.)

Os resultados referentes as características físico-químicas das raízes de BDR JNRX12 estão apresentados na Tabela 3.2. Não houve diferença estatística ($p > 0,05$) nos formatos das raízes de BDR para os parâmetros físico-químicos de umidade, matéria-seca, A_w , pH e AT. Houve uma variação da umidade entre as raízes de BDR de aproximadamente 62% (ovada) a 65% (longa irregular), sendo que pela literatura relata-se uma variação entre 59 e 78% (FOLQUER, 1978). De acordo com estudo realizado por Leite (2017), a umidade da BDR cultivar SCS370 Luiza variou, aproximadamente, entre 64 e 77% (LEITE, 2017), o que corrobora os resultados descritos neste trabalho.

Os conteúdos de matéria seca dos diferentes formatos de BDR JNRX12 variaram, aproximadamente, entre 35% (longa irregular) e 38% (ovada). Pilon *et al.* (2020) apresentaram resultados próximos aos descritos neste estudo para o percentual de matéria seca em genótipos de BDR, que foi de, aproximadamente 31 a 40%. Duas safras da cultivar de BDR SCS370 Luiza apresentaram conteúdo de matéria seca entre 23 e 36% (LEITE, 2017). Na literatura observa-se percentuais de matéria seca aproximados de 33% para a cultivar BRS Cotinga (VENDRAME *et al.*, 2022) e na faixa aproximada entre 30 e 38% para a cultivar a BRS Anembé (MELO *et al.* 2020; PILON *et al.*, 2020). Vale ressaltar, que o rendimento industrial das raízes de BD é determinado pela quantidade de matéria seca presente (RÓS-GOLLA; HIRATA, 2010).

Todos os formatos apresentaram A_w elevada (acima de 0,988), o que é comum para amostras de BD (WOJSLAW, 2012). Os valores encontrados neste estudo corroboram os

resultados descritos por Leite (2017) para diferentes cultivares de BD, com valores variando entre 0,95 e 0,98.

Com relação ao pH e AT dos diferentes formatos das raízes de BDR, os valores variaram entre 6,09 (oblonga) e 6,41 (oblonga longa) e, entre 0,08 e 0,09 de ácido cítrico•100g⁻¹, respectivamente, sem diferença significativa ($p > 0,05$) entre formatos. Lucas *et al.* (2022) relataram valores semelhantes para pH (entre 6,25 e 6,49) e acima dos encontrados para AT (0,22 a 0,28% em ácido cítrico), quando comparados aos encontrados no presente estudo. Resultados similares foram relatados por Basílio *et al.* (2022), no qual foram descritos valores semelhantes para pH (6,54) e superiores de AT (0,23 de ácido tartárico•100g⁻¹), para a mesma cultivar.

Para o conteúdo de CFT nos diferentes formatos das raízes de BDR JNRX12, houve diferença significativa entre os nove formatos e os conteúdos variaram entre 204,52 ± 2,83 mg EAG•100 g BDR⁻¹ (longa elíptica) a 258,16 ± 10,91 mg EAG•100 g BDR⁻¹ (ovada). Resultados similares de CFT foram relatados por Pilon *et al.* (2020) para as cultivares BRS Anembé (CNPB 0005) e BRS Cotinga (CNPB 1261) (362,40 mg EAG•100 g⁻¹ e 258,19 mg EAG•100 g⁻¹, respectivamente). Já Vizzotto *et al.* (2018) apresentaram resultados de CFT superiores aos relatados no presente estudo para genótipos de BDR ILS 16 (663,48 mg ACG•100 g⁻¹), ILS 56 (547,03 mg ACG•100 g⁻¹), e ILS 71 (440,17 mg ACG•100 g⁻¹). Para a mesma cultivar foco do presente estudo, Basílio *et al.* (2022) relataram um conteúdo de CFT superior (9991,02 µg EAG •100g⁻¹) ao encontrado.

Para o conteúdo de AMT houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os formatos das raízes de BDR JNRX12, que variaram entre 36,01 (oblonga longa) e 61,28 ± 0,99 mg mv-3,5-diglc•100 g de BDR⁻¹ (oblonga). Valores de AMT para a mesma cultivar de BDR avaliada no presente estudo foram determinados por Basílio *et al.* (2022), e os resultados obtidos foram 179,13 µg mv-3-O-glc•100g⁻¹. O conteúdo de antocianinas de cultivares de BDR da EMBRAPA BRS Cotinga (CNPB 1261) e BRS Anembé (CNPB 0005) variaram entre 154,10 e 184,80 mg•100 g⁻¹, respectivamente (PILON *et al.*, 2020). Vizzotto *et al.* (2018) relatou conteúdo de antocianinas para genótipos de BDR ILS 16, ILS 56 e ILS 71 de 229,20, 208,97 e, 149,53 mg cy-3-glc•100g⁻¹, respectivamente. Diferenças nos valores estão relacionadas com o tipo de cultivar e condições edafoclimáticas de produção, assim como tipo de método de extração e metodologia realizada para determinação dos compostos de interesse e forma de expressão nos resultados (malvidina, cianidina ou petunidina).

Tabela 3.2 - Caracterização físico-química das raízes de BDR JNRX12.

Parâmetros	Formatos								
	Redonda	Redonda Elíptica	Elíptica	Ovada	Obovada	Oblonga	Oblonga Longa	Longa Elíptica	Longa Irregular
*Umidade (%) polpa	64,57±0,79	64,66±1,23	62,88±1,43	61,79±1,26	63,25±2,37	63,59±0,88	63,42±0,66	63,47±2,68	65,13±2,28
*Matéria seca (%) polpa	35,43±0,79	35,34±1,23	37,12±1,43	38,21±1,26	36,75±2,37	36,41±0,88	36,58±0,66	36,53±2,68	34,87±2,28
*Aw (a 25°C) polpa	0,990±0,000	0,990±0,001	0,991±0,001	0,992±0,001	0,990±0,002	0,989±0,000	0,988±0,000	0,988±0,000	0,988±0,001
*pH polpa	6,18±0,12	6,22±0,16	6,16±0,22	6,15±0,12	6,25±0,31	6,09±0,13	6,41±0,30	6,34±0,30	6,25±0,21
*AT (ácido cítrico•100g ⁻¹)	0,08±0,01	0,08±0,01	0,09±0,01	0,08±0,01	0,08±0,01	0,09±0,01	0,08±0,01	0,08±0,02	0,08±0,01
CFT (mg EAG•100 g BDR ⁻¹) polpa	254,59ab±5,82	232,14d±6,76	213,67ef±2,58	258,16a±10,91	243,39c±1,60	220,19e±4,90	245,04cb±3,57	204,52f±2,83	209,76f±4,14
AMT (mv-3,5-diglc•100 g de BDR ⁻¹) polpa	57,40bc±0,45	53,45def±0,14	51,08ef±3,54	54,12cde±0,86	60,67ab±1,68	61,28a±0,99	36,01g±0,23	50,01f±1,32	55,97cd±0,92
L polpa	26,89±1,08	25,99±1,02	26,01±1,37	25,05±1,14	25,73±1,63	25,56±0,47	25,19±0,20	25,20±1,73	25,74±2,37
C polpa	15,58±0,93	17,05±1,13	16,77±1,05	16,25±0,62	16,79±2,13	18,55±1,50	17,54±0,44	17,24±1,40	17,93±0,92
*h(°) polpa	5,38±4,28	5,83±2,77	5,82±1,38	5,32±0,95	4,97±3,32	4,07±0,56	5,29±2,79	4,88±1,98	5,74±2,80
L casca	30,35±2,72	34,71±2,80	32,99±1,82	33,45±0,45	32,86±1,58	32,79±2,89	32,79±1,39	34,39±2,44	35,29±2,33
C casca	13,36±0,81	13,55±0,45	14,09±0,89	14,42±0,19	13,42±0,50	14,18±0,85	12,99±0,02	13,53±0,86	13,80±0,95
*h(°) casca	31,38±3,48	26,94±4,68	24,44±7,33	35,00±0,77	27,99±4,39	26,83±5,71	28,01±4,04	30,52±3,59	34,62±2,25

Média ± desvio padrão, n=33. a, b, c, d, e, f e g são letras que diferem na mesma linha, indicam a diferença entre os formatos de raiz de BDR pelo teste de *Tukey* ($p \leq 0,05$).

* Não houve diferença estatística significativa ($p > 0,05$). *Redonda n=3; Redonda Elíptica n=5; Elíptica n=5; Ovada n=2; Obovada n=5; Oblonga n=3; Oblonga Longa n=2; Longa Elíptica n=5; Longa Irregular n=3.

Com relação aos resultados de cor instrumental dos formatos de BDR, foram avaliados os parâmetros para a polpa e a casca separadamente. Em relação a polpa não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os valores para todos os parâmetros cromáticos determinados. Entre os formatos de BDR, a claridade (L^*) variou entre 25,05 (ovada) a 26,89 (redonda), demonstrando baixa claridade na polpa. Ao utilizar estes dados para cálculo da saturação (C^*) e da tonalidade (h°) é possível verificar que o C^* variou de 15,58 (redonda) a 18,55 (oblonga) e o h° entre 4,07 (oblonga) a 5,83 (redonda elíptica), indicando baixa saturação e uma coloração de tom vermelho (RAMOS; GOMIDE, 2009).

Para a casca da BDR, o parâmetro L^* variou entre 30,35 (redonda) e 35,29 (longa irregular), o C^* variou de 12,99 (oblonga longa) a 14,42 (ovada) e, o h° variou de 24,44 (elíptica) a 35,00 (ovada), indicando uma tonalidade menos avermelhada. Os valores dos parâmetros cromáticos encontrados neste estudo foram similares aos determinados na cultivar BDR SCS370 Luiza, variando somente em relação ao tom da polpa que foi caracterizado como roxo (LEITE, 2017).

Apesar do formato da raiz redonda elíptica ter sido o formato majoritário no lote de BDR JNRX12, os resultados mais relevantes para o conteúdo de CFT foram os determinados nos formatos das raízes ovada e redonda, demonstrando a necessidade de novos estudos utilizando técnica qualitativas e quantitativas mais precisas para a identificação dos compostos de interesse de BDR. Diante da caracterização morfológica e da determinação da maior quantidade de raízes redonda elíptica no lote total, foi escolhida apenas este formato para determinar o conteúdo de minerais da cultivar de BDR JNRX12.

3.3 Composição mineral da raiz de BDR (*Ipomeas batatas* (L.) LAM.)

A composição qualitativa e quantitativa dos minerais presentes no formato majoritário redondo elíptico da raiz de BDR JNRX12 está apresentada na Figura 3.4. Os resultados obtidos demonstraram que os valores estão bem acima dos descritos na Tabela de composição de alimentos (TACO) para BD *in natura*, que são K ($340 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$), P ($36 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$), Ca ($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e Mg ($17 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e Fe ($0,4 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$), Mn ($0,18 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e Zn ($0,2 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) (UNICAMP, 2011).

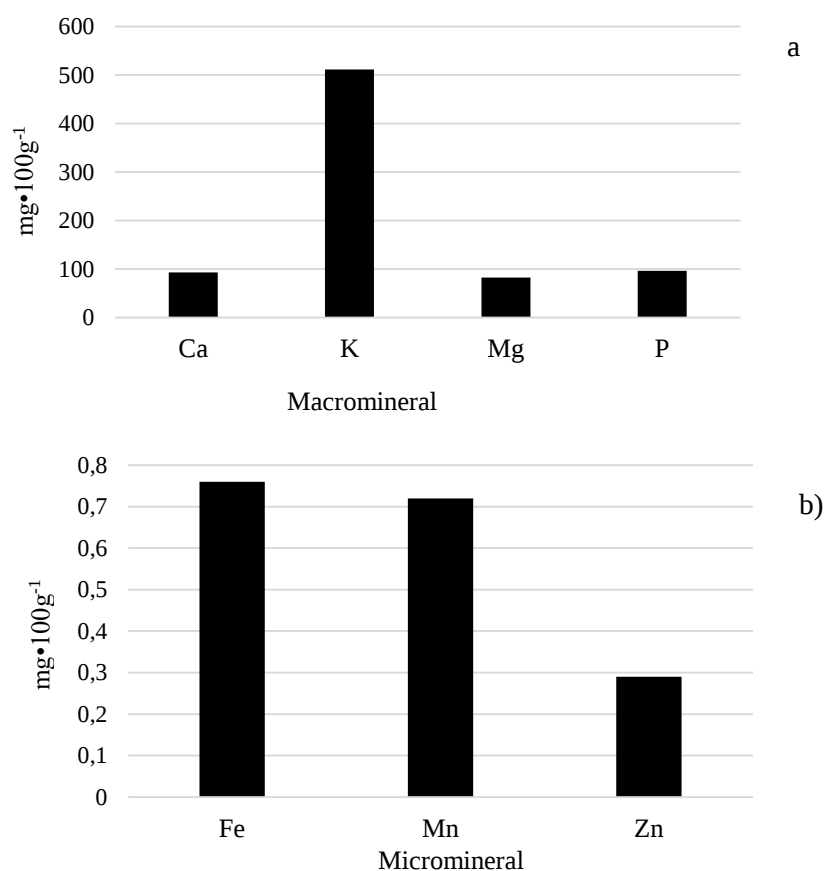
O K foi o mineral predominante. Seu consumo por meio dos alimentos, em concentrações adequadas, contribui para o bom funcionamento das células, contração do músculo esquelético, além das funções hormonais (NAVARRA; SHANKIN-COHEN, 2004). Pode-se destacar que o K é um dos nutrientes essenciais no cultivo de BD. De acordo com Echer, Dominato e Creste (2009), contribui para o aumento da produção e qualidade das raízes.

O valor de K ($511,08 \pm 15,84 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) encontrado para BDR JNRX12 foi superior ao relatado para genótipos de BDR descritos por Vizzotto *et al.* (2018), como para o genótipo ILS 56 ($389,99 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$), ILS 16 ($289,07 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$), e ILS 71 ($254,18 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$). De acordo com o Guia de Avaliação e Recomendações Nutricionais em Pediatria (PINHEIRO *et al.*, 2022), a ingestão dietética de referência (IDR) mínima de minerais pode variar de acordo com grupo populacional e por faixa etária. Conforme os resultados encontrados para a BDR JNRX12, o conteúdo de K atende a recomendação deste macromineral para crianças entre 0 a 6 meses que é de 0,4 g/dia (PINHEIRO *et al.*, 2022).

O P está presente em diversos alimentos, tais como aves, carnes, cereais integrais, leite e derivados, oleaginosas, ovos e vísceras, e a ingestão deste mineral deve sempre ser associado a alimentos que contenham uma quantidade significativa de Ca (PREMAOR; BRONDANI, 2016), uma vez que essa combinação contribui para o aumento do conteúdo mineral ósseo e na densidade óssea (URIBARRI; CALVO, 2013). Para o cultivo de BD, vale ressaltar, que este mineral é absorvível quando aplicado em quantidades eficientes no preparo do solo antes do plantio (EMBRAPA, 1995). Para a planta, o P também contribui para outras funções como o armazenamento de energia para realizar a fotossíntese, a respiração e para reações de síntese de proteínas (MALAVOLTA, 2006). Com relação ao conteúdo de P determinado na BDR JNRX12, o valor foi de $96,40 \pm 17,71 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, que apresentou valor elevado quando comparado aos genótipos de BDR ILS 56 ($6,96 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$), ILS 16 ($4,62 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$), e ILS 71 ($4,00 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) (VIZZOTTO *et al.*, 2018). O valor encontrado para o P na BDR JNRX12 está próximo ao valor ideal do IDR para crianças de 0 a 6 meses, sendo que a quantidade mínima ingerida deste mineral por crianças deve ser de $100 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}/\text{dia}$ (PINHEIRO *et al.*, 2022).

Já o Ca, é um mineral muito importante para o organismo, pois ele é responsável pela coagulação sanguínea, além da formação de ossos e dentes, bem como participa de processos metabólicos no nosso organismo (SENGA KITUMBE *et al.*, 2013). Para as plantas, a adubação realizada com Ca contribui no crescimento das raízes BD (RITCHEY; SILVA; COSTA, 1982). Os resultados obtidos no presente estudo para o Ca foram de $93,13 \pm 13,77 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ e foram superiores aos relatados por Vizzotto *et al.* (2018) para o genótipo ILS 16 ($44,78 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$), ILS 71 ($21,80 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e ILS 56 ($16,75 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$). Os valores de Ca determinados no presente estudo estão abaixo do mínimo recomendado por Pinheiro *et al.* (2022) para o grupo populacional infantil, não sendo considerada uma fonte única de Ca na alimentação de crianças.

Figura 3.4 - Conteúdo de macro (a) e microminerais (b) do formato redondo elíptico da raiz de BDR ($n=2$).



*Cálcio (Ca), Potássio (K), Magnésio (Mg), Fósforo (P), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn).

Fonte: Elaborada pelos autores, 2022.

De acordo com Gallagher (2010), o Mg no organismo humano está presente nos tecidos moles, ossos e músculos, e o consumo de alimentos com a presença de Mg é inversamente proporcional à sua absorção, o que pode facilitar ou dificultar o processo de absorção no organismo do macromineral (PREMAOR; BRONDANI, 2016). O resultado encontrado para o Mg ($82,18 \pm 0,93 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) foi relativamente superior quando comparado com os resultados descritos por Vizzotto *et al.* (2018) para os genótipos ILS 16 ($42,05 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), ILS 56 ($27,25 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) e ILS 71 ($19,64 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$). Pode-se concluir que o valor de Mg encontrado para a BDR JNRX12 atende ao IDR mínimos de minerais para crianças que são de $30 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1} / \text{dia}$ (crianças entre 0 a 6 meses), $75 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1} / \text{dia}$ (crianças entre 6 a 12 meses) e $80 \text{ mcg} \cdot 100 \text{ g}^{-1} / \text{dia}$ (crianças entre 1 a 3 anos), demonstrando que a ingestão da cultivar BDR JNRX12 é uma boa fonte desse micromineral.

Por fim, os resultados obtidos para os microminerais presentes na raiz de BDR JNRX12 demonstraram que o valor do composto Fe ($0,76 \pm 0,09 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) foi o mais relevante entre eles, seguido do Mn ($0,72 \pm 0,36 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$). A menor concentração encontrada foi para o Zn ($0,29 \pm 0,04 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$). Os resultados encontrados por Vizzotto *et al.* (2018) para Fe, Mn e Zn presentes nos genótipos ILS 16 (0,152; 0,063; 0,049 $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, respectivamente), ILS 56 (0,070; 0,066; 0,029 $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, respectivamente) e ILS 71 (0,055; 0,062; 0,023 $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, respectivamente) foram menores do que os descritos neste estudo.

Conforme os resultados encontrados para a BDR JNRX12, os valores atendem ao recomendado por Pinheiro *et al.* (2022) para o Fe ($0,27 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) para crianças entre 0 a 6 meses; assim como para o Mn atende as exigências nutricionais dos grupos populacionais de crianças de 0 a 6 anos ($0,003 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), crianças de 6 a 12 meses ($0,6 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), crianças de 1 a 3 anos ($1,2 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) e crianças de 4 a 8 anos ($1,5 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$). No caso do Zn, a concentração determinada não atende as recomendações descritas no Guia de Avaliação e Recomendações Nutricionais em Pediatria, que deve ser entre de 2,0 a $5,0 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ para os grupos descritos.

4. Conclusão

Diante de todos os resultados obtidos é possível inferir que as raízes de BDR JNRX12 tem uma grande variabilidade de formatos (redonda, redonda elíptica, elíptica, ovada, obovada, oblonga, oblonga longa, longa elíptica e longa irregular), porém todos com características que possibilitam a comercialização no mercado brasileiro. O conteúdo de CFT e AMT determinados nos diferentes formatos das raízes variaram entre 204,52 e 258,16 mg equivalente de EAG $\cdot 100 \text{ g BDR}^{-1}$ e 36,01 a 61,28 mg mv-3,5-glc $\cdot 100 \text{ g de BDR}^{-1}$, respectivamente. Além disso, a cultivar apresentou um conteúdo significativo de minerais, principalmente de K e P, evidenciando que o consumo da cultivar de BDR pode contribuir para a redução de carências nutricionais de alguns minerais em crianças. Assim como os resultados destacam o potencial desta cultivar para uso como ingrediente na fortificação de alimentos infantis e desenvolvimento de produtos que possam conter quantidades significativas de compostos fenólicos e minerais.

CAPÍTULO IV

Produção e avaliação físico-química de barra de vegetais contendo uva e batata doce roxa sem adição de aditivos

RESUMO

Visando atender a demanda do mercado consumidor por *snacks* práticos e saudáveis, objetivou-se no presente estudo o desenvolvimento das barras de vegetais (BVs) sem a adição de aditivos químicos. Para tanto, foram utilizadas matérias-primas com elevada concentração de compostos fenólicos (CF) como ingredientes para a formulação da BVs, a saber, a uva brasileira apirênica BRS Vitória e a batata doce roxa (BDR) da cultivar JNRX12, juntamente com a maçã Fuji, que além de CF, possui concentração significativa de pectina e contribuiu com poder dulçor para o produto final. Para elaboração das BVs, primeiramente foram obtidos a polpa de uva e os purês de maçã e de BDR. Foi necessário realizar um teste preliminar visando padronizar a etapa de cozimento da BDR, que foi realizada mediante a acidificação (purê de BDR c/ác.) ou não (purê de BDR s/ác.) da água de cozimento sob pressão. Subsequente à obtenção da polpa e dos purês, foram elaboradas duas BVs (BV₁ e BV₂) nas proporções de 50:40:10 (m/m/m) referentes a purê de maçã: polpa de uva: purê de BDR (BV₁ – obtido com acidificação da água e, BV₂ – sem acidificação da água). As análises físico-químicas determinadas para as BVs foram: sólidos solúveis (SS), pH, acidez total (AT), umidade, atividade de água (Aw), compostos fenólicos totais (CFT), antocianinas monoméricas totais (AMT), e antocianinas poliméricas (ANP)), hidroximetilfurfural (HMF) e cor instrumental. Os resultados da caracterização físico-química demonstraram que houve diferença significativa entre as BVs, em relação ao conteúdo de CFT, variando entre 161,86±3,36 e 148,05±3,13 mg equivalentes de ácido gálico•100⁻¹, sendo os maiores valores apresentados para a BV₁. O conteúdo de HMF foi relativamente baixo para ambos os ensaios, demonstrando que o processo de obtenção das BVs não ocasionou formação de grande concentração desses compostos indesejáveis. Os produtos desenvolvidos apresentaram pH (3,61±0,00), AT (0,55±0,00 e 0,56±0,00) e umidade (15,66 e 16,66%) que permitem uma boa estabilidade microbiológica. A partir da cor instrumental pode-se inferir que o produto apresenta coloração vermelha, que foi naturalmente obtida pela mistura da uva e da BDR, bem como, a partir de testes de corte foi possível constatar que a maçã e a BDR auxiliaram na estruturação de folhas flexíveis, finas e com textura macia, que permitiram moldar as BVs em diferentes formatos. Diante do exposto, conclui-se que o uso combinado da uva, da BDR e da maçã resultaram em produtos que apresentam potencial para desenvolvimento de *snacks* que podem ser consumidos como lanches rápidos e práticos para atendimento das expectativas de indivíduos de diferentes faixas etárias.

Palavras-chaves: Pigmento natural. Uva. Batata doce roxa. Novo produto.

ABSTRACT

Aiming to meet the consumer market's demand for practical and healthy snacks, the aim of this study was to develop vegetable bars (VBs) without the addition of chemical additives. To this end, raw materials with a high concentration of phenolic compounds (PC) were used as ingredients for the formulation of VBs, namely, the Brazilian apyrenic grape BRS Vitória and the purple sweet potato (PSP) of the JNRX12 cultivar, together with the apple Fuji, which in addition to PC, has a significant concentration of pectin and contributed sweetness to the final product. To prepare the VBs, grape pulp, apple puree and PSP were first obtained. It was necessary to carry out a preliminary test in order to standardize the PSP cooking stage, which was carried out by acidifying (PSP puree w/ac.) or not (PSP puree s/ac.) the cooking water under pressure. Subsequent to obtaining the pulp and purees, two VBs (VB₁ and VB₂) were prepared in the proportions of 50:40:10 (m/m/m) referring to apple puree: grape pulp: PSP puree (VB₁ – obtained with water acidification and, VB₂ – without water acidification). The physicochemical analyzes determined for the VBs were: soluble solids (SS), pH, total acidity (TA), humidity, water activity (Aw), total phenolic compounds (TPC), total monomeric anthocyanins (TMA), and anthocyanins polymeric (AP)), hydroxymethylfurfural (HMF) and instrumental color. The results of the physicochemical characterization demonstrated that there was a significant difference between the VBs, in relation to the TPC content, varying between 161.86 ± 3.36 and 148.05 ± 3.13 mg gallic acid equivalents•100⁻¹, the highest values being presented for VB₁. The HMF content was relatively low for both tests, demonstrating that the process of obtaining VBs did not result in the formation of a large concentration of these undesirable compounds. The developed products presented pH (3.61 ± 0.00), TA (0.55 ± 0.00 and 0.56 ± 0.00) and humidity (15.66 and 16.66%) that allow good stability microbiological. From the instrumental color it can be inferred that the product has a red color, which was naturally obtained by mixing grapes and PSP, as well as, from cutting tests it was possible to verify that the apple and PSP helped in structuring flexible, thin sheets with a soft texture, which allowed the VBs to be molded into different shapes. In view of the above, it is concluded that the combined use of grapes, PSP and apples resulted in products that have potential for the development of snacks that can be consumed as quick and practical snacks to meet the expectations of individuals of different age groups.

Keywords: Natural pigment. Grape. Purple sweet potato. New product.

1. Introdução

Barras de vegetais (BVs) se assemelham a tiras ou folhas flexíveis e finas e são consideradas *snacks* saudáveis que podem substituir outros doces ou confeitados disponíveis contendo elevada concentração de açúcar e/ou gordura e outros aditivos como corantes e aromatizantes artificiais. Esses produtos desidratados destacam-se pela facilidade de consumo e vida útil estendida, bem como pelas elevadas concentrações de frutas e hortaliças. Os produtos disponíveis atualmente para consumo podem ou não ser acrescidos de açúcares e hidrocolóides para adequada doçura e estruturação, respectivamente (BASUMATARY; BHATTACHARYA; RAJ; DASH, 2022; SIMÃO *et al.*, 2020).

O desafio atual é desenvolver esses produtos utilizando apenas ingredientes naturais e, de preferência, que contenham compostos com alegações de propriedades funcionais a partir de matrizes alimentares heterogêneos e com composições diferenciadas, garantindo ainda sua qualidade sensorial (GARCÍA-GARCÍA *et al.*, 2019; NIZAMLIOGLU; YASAR BULUT, 2022). Produtos que contenham poucos ou nenhum aditivo artificial, podendo inclusive ser denominados pelos consumidores como de ‘Rótulo Limpo’ ou ‘*Clean Label*’ têm ganhado crescente popularidade ao longo dos últimos anos (ASCHEMANN-WITZEL; VARELA; PESCHEL, 2019; ASIOLI *et al.*, 2017; HSU; SUNG; TSENG, 2023).

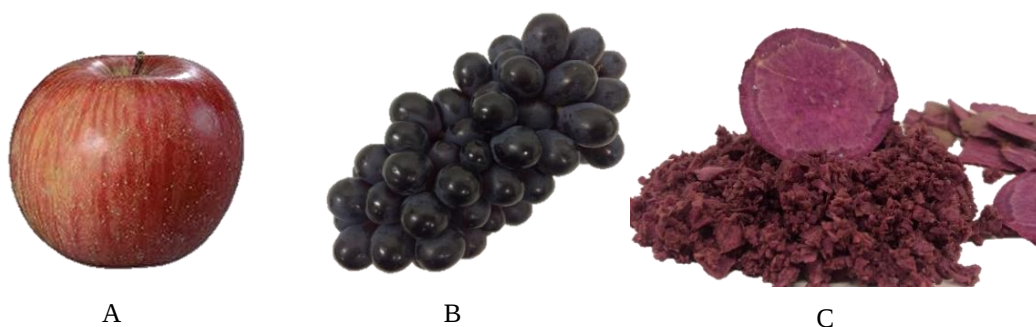
No presente estudo, destaque foi dado ao desenvolvimento de uma BVs a base de matérias-primas que disponham de elevada concentração de compostos fenólicos (CF), a saber, a uva tinta BRS Vitória (COLOMBO *et al.*, 2021a, b; COLOMBO *et al.*, 2019), e a batata doce roxa (BDR) (HUANG *et al.*, 2019; KIM *et al.*, 2019; MENG; TAN; FENG, 2019; PACHECO *et al.*, 2019). Além disso, foi utilizada a maçã Fuji, pois além de apresentar CF (KIDÓN; GRABOWSKA, 2021; KIM *et al.*, 2021; SANTARELLI *et al.*, 2020; ZHANG *et al.*, 2016), possui importante concentração de pectina, composto este que pode ser usado como um texturizante natural na elaboração das BVs (MA *et al.*, 2020; MORALES-CONTRERAS *et al.*, 2020; ZHAO *et al.*, 2020). O produto foi elaborado com uso de secagem convectiva com circulação de ar forçada e o produto final foi avaliado quanto a concentração de compostos fenólicos totais (CFT), de antocianinas monoméricas totais (AMT) e de hidroximetilfurfural (HMF). No Brasil, esse produto é pouco conhecido entre os consumidores, e escassos são os relatos na literatura científica sobre a associação de hortaliças e frutas com elevada concentração de CF na elaboração desse produto. Os resultados obtidos poderão alavancar o desenvolvimento de produtos saudáveis a partir de matérias-primas brasileiras.

2. Material e métodos

2.1 Matérias-primas e outros ingredientes utilizados para elaboração das BVs

A maçã (*Malus domestica*) da cultivar Fuji (Figura 4.1A), em estágio adequado de maturação (14 °Brix), foi adquirida no comércio local, na cidade de São José do Rio Preto, SP, Brasil. A uva BRS Vitória (CNPUV 681-29 [Arkansas 1976 x CNPUV 147-3 ('Niágara Branca' x 'Vênus')]) x 'BRS Linda) (Figura 4.1B), em estágio de maturação ideal (19 °Brix), foram adquiridas na Estação Experimental de Viticultura Tropical da Embrapa, Jales, São Paulo, Brasil. Por fim, a BDR (*Ipomoea batatas* L. Lam.) da cultivar JNRX12 (Figura 4.1C), foi doada pelo Viveiro de mudas Navarro, localizado na cidade de Presidente Prudente, São Paulo, Brasil.

Figura 4.1 Maçã Fuji (A), Cacho da uva BRS Vitória (B) e BDR JNRX 12 (C).



Fonte: Elaborada pela autora, 2019.

No Laboratório de Processamento de Frutas e Hortaliças, as maçãs, uvas e BDR foram higienizadas com água potável, sanitizadas e imersas em uma solução clorada (0,010% v/v de cloro ativo) por 15 minutos enxaguadas em água corrente, e secas naturalmente sobre uma mesa de inox previamente higienizada. As uvas foram ainda selecionadas, desprezando-se as bagas que apresentaram algum tipo de imperfeição, tais como rachaduras ou podridão. Em seguida, as bagas foram separadas do engaço e misturadas manualmente para obtenção de lotes homogêneos. Porções destas bagas foram acondicionadas em sacos plásticos identificados, pesadas e armazenadas sob congelamento (-18 °C). As BDR foram separadas em duas diferentes porções, que foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas sob refrigeração (± 7 °C) para a realização das análises físico-químicas e sob congelamento (-18 °C) para subsequente processamento do purê de BDR. Por fim, as maçãs foram acondicionadas em sacos plásticos identificados, pesadas e armazenadas sob refrigeração (± 7 °C) até momento do uso.

O ácido cítrico (Marca Mix®, Duas Rodas, São Bernardo do Campo, São Paulo, Brasil) foi doado pela empresa certificada para uso em alimentos.

2.2 Desenvolvimento das BVs

2.2.1 Produção do purê de maçã

O purê de maçã foi preparado de acordo com procedimento descrito por Santos (2016) com pequenas modificações: as cascas e os miolos das maçãs foram retirados com o auxílio de uma faca de aço inoxidável e, as polpas foram picadas em cubos de 1 cm com o auxílio de um cortador de vegetais. Os cubos de maçã foram então branqueados a vapor por 5 min utilizando panela apropriada (Marca Nigro, Brasil), resfriados em gelo por 3 min e, processados com auxílio de um *mixer* (Marca Philips Walita, Brasil) por 3 min para a obtenção do purê homogêneo. O purê foi então acondicionado em potes plásticos de capacidade de 3 L, com tampa, identificados e os mesmos foram armazenados sob refrigeração (7 °C) até o momento da elaboração das BVs.

2.2.2 Produção da polpa de uva

As bagas de uva BRS Vitória, previamente sanitizadas e congeladas, foram descongeladas *over night* sob refrigeração, pesadas e acomodadas em um tacho inox encamisado com aquecimento a vapor (Marca Incal, modelo 99, capacidade 100 L, Brasil) visando aquecimento por um tempo de 15 minutos para facilitar a liberação dos pigmentos das cascas. Em seguida, as bagas foram colocadas em uma despoldadeira (Marca Incal, modelo 66, Brasil) com peneira de malha de 1,2 mm para obtenção da polpa de uva. A polpa obtida foi envasada em potes plásticos de capacidade de 5,50 L com tampa, que foram identificados e armazenados sob refrigeração (7 °C) até o momento da elaboração das BVs.

2.2.3 Produção e determinação físico-química dos purês de BDRs

As BDRs previamente sanitizadas e congeladas foram utilizadas para produção dos purês. O congelamento seguido do descongelamento *over night* foi utilizado como pré-tratamento alternativo para facilitar o cozimento da BDR e liberação dos CFT para o purê, ingrediente este que compõe a BVs.

Com o intuito de contribuir para a destruição de micro-organismos, inativar enzimas oxidativas ou, pelo menos, minimizar sua ação catalítica e, por conseguinte, evitar o escurecimento enzimático da polpa e degradações dos compostos fenólicos presentes (ALVES

et al., 2011), avaliou-se o uso no cozimento da BDR com água acidificada frente a um cozimento controle sem adição de ácido cítrico sobre a concentração de CFT e AMT, bem como sobre a cor instrumental. Para tanto, foram determinados dois métodos comparativos de cozimento sob pressão em panela doméstica (Marca Clock, Brasil) por 23 min, sendo utilizado 1,5 L de água destilada acidificada com ácido cítrico ($\text{pH}_f=2,26$) e outro sem a acidificação da água destilada. Ambos os métodos foram realizados com BDRs descongeladas *overnight* sob refrigeração (4 °C) por um período de 12 h. Todas as BDRs utilizadas foram selecionadas em relação a massa média (250 g) (BUTARELO *et al.*, 2004; CARDOSO *et al.*, 2007; MAIEVES, 2010; VELHO, 2016). Foi utilizado uma faca de ponta fina para determinar o ponto de cozimento e a consistência das BDRs.

Subsequentemente aos tratamentos térmicos, as BDRs cozidas foram resfriadas em água potável, descascadas manualmente e, processadas individualmente com o auxílio de um multiprocessador (Marca Faet, Brasil) por 2 min, para obtenção de purês homogêneos de BDR com e sem adição de ácido cítrico (BDR c/ác. e BDR s/ác.).

Uma análise da cor instrumental da BDR *in natura* e dos purês de BDR c/ác. e BDR s/ác. foi também realizada, em espectrofotômetro, modelo Color Flex45/0 (Marca Hunterlab, U.S.A), utilizando *software* universal versão 4.10 com as seguintes configurações: iluminante D65 e observador a 10°. Com os valores absolutos das coordenadas retangulares L^* (claridade), a^* e b^* , foi possível calcular, em coordenadas cilíndricas, a saturação (C^*) e a tonalidade (h°) (McLELLAN; LIND; KIME, 1995). A análise de cor instrumental foi realizada em triplicata e em quatro pontos de leitura no espectrofotômetro.

Em seguida foi realizada a extração de compostos de interesse, a fim de determinar o conteúdo CFT e AMT. Primeiramente as amostras (50 g) referentes à BDR *in natura* e aos purês BDR c/ác. e BDR s/ác., foram submetidas a um método de extração preconizado por Lago-Vanzela *et al.* (2011). Os extratos resultantes de BDR e dos purês de BDR c/ác. e BDR s/ác., foram armazenados a -6 °C para posterior análise.

Os CFT da BDR *in natura* e dos purês de BDR c/ác. e BDR s/ác., foram determinados pelo método colorimétrico de Folin-Ciocalteu (SLINKARD *et al.*, 1977; SINGLETON; RTHOFER; LAMUELA-RAVENTOS, 1999). A leitura da absorvância foi feita a 765 nm, em espectrofotômetro modelo Agilent Technologies Cary 60 UV-Vis (U.S.A). A curva de calibração ($350\text{-}850\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) foi preparada a partir de uma solução padrão de ácido gálico. Os resultados foram expressos em mg ácido gálico equivalente EAG ($\text{mg EAG}\cdot 100\text{ g}^{-1}$).

As AMT foram avaliadas nos extratos (BDR e purê de BDR c/ác e s/ác) segundo metodologia descrita por Francis (1982) e Wrolstad (1976) (BROUILLARD, 1982;

DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010). A leitura de absorvância foi feita a 520 nm, em espectrofotômetro modelo *Agilent Technologies Cary 60 UV-Vis* (U.S.A). A curva de calibração (200 a 1000 mg•L⁻¹) foi preparada com mv-3,5-glc. Os resultados foram expressos em mg mv-3,5-diglc•100 g⁻¹.

2.2.4 Produção das BVs

Finalizado o preparo dos ingredientes (purês e polpas) e, em função de testes preliminares, definiu-se a formulação da BVs. De forma resumida, os testes preliminares visaram obter uma BVs contendo uma mistura de maçã, uva e BDR no formato de uma fina folha desidratada homogênea e macia. Com base em estudo anterior realizado por Santos (2016), optou-se por fixar a proporção de polpa de uva (40 %) na formulação e elaborar algumas formulações variando a proporção de purê de maçã entre 30 e 50%, bem como a proporção de purê de BDR entre 10 a 30%. Diante dos resultados dos testes preliminares, realizados no projeto optou-se por definir a BVs nas proporções de purê de maçã: polpa de uva: purê de BDR de 50:40:10 (m/m/m). Os SS, pH e AT da formulação anteriormente ao processo de desidratação foram determinados de acordo metodologia preconizada pela AOAC (2005), que influenciam no processo de estruturação e conservação das BVs (DEMARCHI *et al.*, 2013a).

Para obtenção das BVs, os ingredientes foram homogeneizados com o auxílio de *mixer* por 3 min, totalizando uma formulação de aproximadamente 700 g. Para auxiliar no processo de gelificação da pectina naturalmente presente na maçã e, por conseguinte, na estruturação da BV, foi adicionada quantidade suficiente (aproximadamente 0,70-0,90% (m/m)) de ácido cítrico à formulação para ajustar o pH para valor próximo de 3,30. A formulação foi então acomodada em bandeja retangular de silicone de tamanho de 37x27 cm (Marca *Lakeland*, Escócia, Reino Unido) previamente pesada, a fim de se obter BVs com espessura de aproximadamente 1 mm após o processo de desidratação. Esta etapa foi realizada em estufa com renovação e circulação de ar (modelo MA037, Marca Marconi, Brasil) a 60 °C (DEMARCHI *et al.*, 2013a) até a barra atingir perda de aproximadamente 20% da massa inicial. O tempo de secagem para obtenção das BVs foi de aproximadamente 15 h para a primeira secagem (BV₁) e 14 h para a segunda secagem (BV₂). O produto final obtido foi moldado em diferentes formatos diversos com espessura média de 1mm, embalados em papel manteiga e armazenados em dessecador até o momento de realização das análises das BVs.

2.3 Determinação físico-química das BVs

As formulações e as BVs foram submetidas as análises de SS (° Brix), pH, acidez total

(AT) e percentual de umidade, para possibilitar o cálculo de retenção de CFT, AMT e ANP, expressos em base seca. As metodologias utilizadas foram conforme descritas pela AOAC (2005).

Para a determinação dos CFT, AMT e ANP das formulações e dos ensaios das BVs foi necessário realizar extração prévia dos compostos de interesse, conforme metodologia descrita por Lago-Vanzela *et al.* (2011). Subsequente foi realizado a determinação de AMT e ANP e utilizando o método descrito por Ribereau-Gayon e Stonestreet (1965), com resultados expressos em $\text{mg mv-3,5-diglc} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ e para CFT de acordo com o método de *Folin-Ciocalteu* (SINGLETON *et al.*, 1999), com resultados expressos em $\text{mg ácido gálico equivalente (EAG)} (\text{mg EAG} \cdot 100 \text{ g}^{-1})$.

Além disso, foi realizado a análise referente ao conteúdo de hidroximetilturfural (HMF) nas BVs de acordo com metodologia adaptada de Rattanathanalerk, Chiewchan e Srichumpoung (2010). A leitura de absorvância foi feita a 443 nm, em espectrofotômetro modelo *Agilent Technologies Cary 60 UV-Vis* (U.S.A), com resultados expressos em $\mu\text{mol HMF} \cdot 100 \text{ g de BV}^{-1}$.

Por fim foi realizada a análise da cor instrumental das BVs, de acordo com a metodologia já descrita para a BDR *in natura* e dos purês de BDR c/ác. e BDR s/ác. Todos os parâmetros de cor foram analisados na superfície rugosa (frente) e na superfície lisa (verso) das BVs. A superfície rugosa das BVs é referente à superfície que não esteve em contato direto com a bandeja e que sofreu diretamente a ação do ar (m/s^2) no processo de secagem. A superfície lisa das BVs é referente à superfície que esteve em contato direto com a bandeja de silicone e não sofreu ação direta do ar (m/s^2) no processo de secagem (SANTOS, 2016). A análise foi realizada em triplicata e em quatro pontos de leitura no espectrofotômetro.

2.4 Análise estatística

Todos os resultados obtidos foram expressos como média $\pm$ desvio padrão. Os resultados da caracterização físico-química da BDR *in natura* e dos purês de BDRs foram submetidos à análise de variância (ANOVA) seguida de teste de média de *Tukey* (5%) para comparação entre os purês produzidos com e sem adição de ácido cítrico. Os resultados obtidos dos parâmetros físico-químicos das formulações e das BVs elaboradas foram submetidos teste de *t-student* de duas amostras presumindo variâncias diferentes, para comparação de médias, com significância $p \leq 0,05$. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa estatístico software *Statística 10.0 (Statsoft, Oklahoma, Tulsa, U.S.A)*.

3. Resultados e Discussões

3.1 Caracterização físico-química dos purês de BDRs

Primeiramente, avaliou-se o uso de cozimento da BDR com água acidificada frente a um cozimento controle sem adição de ácido cítrico sobre o CFT e AMT, bem como sobre a cor instrumental. Na Tabela 4.1 estão apresentados os resultados referentes a esses parâmetros analisados na BDR *in natura* e nos purês resultantes desses cozimentos. Todos os parâmetros apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre si.

Todas as BDRs foram completamente cozidas e os purês obtidos apresentaram-se homogêneos e sem percepções visuais de pontos escuros (tom marrom) decorrentes de escurecimento enzimático. Porém, houve perda de pigmentos por meio de lixiviação para a água de cozimento. Na Figura 4.2 (BDR c/ác. (A) e BDR s/ác. (B)) estão apresentadas as fotos comparativa dos dois purês obtidos.

Tabela 4.1 Parâmetros físico-químicos da BDR *in natura* e dos purês de BDR obtidos a partir do cozimento com água acidificada ou não.

Parâmetros	BDR <i>in natura</i>	Purê de BDR c/ác.	Purê de BDR s/ác.
L^*	25,99a $\pm$ 1,02	25,43a $\pm$ 0,08	23,04b $\pm$ 0,03
C^*	17,05a $\pm$ 1,01	13,97c $\pm$ 0,08	15,11b $\pm$ 0,06
h ($^\circ$)	5,83b $\pm$ 2,77	353,44a $\pm$ 0,26	345,20a $\pm$ 0,13
CFT (mg EAG $\cdot$ 100 g $^{-1}$) ¹	232,14c $\pm$ 6,76	387,26a $\pm$ 3,45	337,10b $\pm$ 0,46
AMT (mv-3,5-diglc $\cdot$ 100 g $^{-1}$) ²	53,45c $\pm$ 0,14	87,72a $\pm$ 2,31	68,73b $\pm$ 2,04

Média $\pm$ desvio-padrão, em base úmida. ¹n=3. ²n=4. a, b e c. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). BDR: batata doce roxa; c/ác: com ácido; s/ác.: sem ácido.

Com relação aos parâmetros de cromaticidade da BDR *in natura* e dos purês de BDR c/ác. e s/ác., a claridade (L^*) variou entre 23,04 $\pm$ 0,03 a 25,99 $\pm$ 1,02, sendo que o purê de BDR *over*. CF s/ác. foi o que apresentou menor claridade. Pilon *et al.* (2020), ao comparar diferentes clones de BDR *in natura* e farinhas obtidas desses clones de BDR a partir de dois diferentes métodos de secagem (estufa e liofilização), relataram que a claridade para os clones de BDR *in natura* variaram entre 25,46 a 35,65, e para as farinhas os valores foram bem maiores, diante do processo térmico submetido, que foi de 41,76 a 56,24 para secagem em estufa e para liofilização foi de 39,60 a 55,35.

Figura 4.2 Purês de BDRs c/ác. (A) e s/ác. (B).



Fonte: Elaborada pela autora, 2019.

O valor para a saturação variou de $13,97 \pm 0,08$ (Purê BDR c/ác.) a $17,05 \pm 1,01$ (BDR *in natura*). A BDR *in natura* foi a que apresentou maior saturação (C^*) quando comparada aos purês BDR c/ác. e s/ác., entretanto todas as amostras apresentaram baixa saturação. Os valores de h° para a BDR *in natura* foi de $5,83 \pm 2,77$ e para os purês foi de $353,44 \pm 0,26$ e $345,20 \pm 0,13$, demonstrando que tanto a BDR como ambos os purês apresentaram tonalidade vermelho, que compreende no sólido de cor de 330° a 25° , de acordo com o sistema de cores de Munsell (RAMOS; GOMIDE, 2009). Sabe-se que as antocianinas são menos estáveis e mais facilmente transformadas em sua forma chalcona em ambientes neutros (HOU *et al.*, 2013) e que em condições ácidas (pH inferior a 2) apresentam-se na forma de *cátion flavílium* (AH^+) de cor vermelha (IACOBUECCI SWEENEY, 1983).

O conteúdo de AMT determinado na BDR *in natura* (Tabela 4.1) foi bem menor que o relatado por outros autores, tal como o estudo de Zhu *et al.* (2010). Estes autores relataram que BDR podem apresentar conteúdos de antocianinas variando entre 108,1 e 502,6 $mg \cdot 100 g^{-1}$. Em relação aos conteúdos de CFT e AMT determinados na BDR *in natura* e nos purês de BDR c/ác. e s/ác., na Tabela 4.1 observa-se que houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os resultados, onde os valores foram mais elevados após o cozimento da BDR com a acidificação da água (CFT de $387,26 \pm 3,45 mg EAG \cdot 100 g^{-1}$ e AMT de $87,72 \pm 2,31 mv-3,5-diglc \cdot 100 g^{-1}$).

São escassos os estudos realizados sobre o efeito do pH em relação à degradação de antocianinas em BDR (JIANG *et al.*, 2019) em alimentos. No entanto, Li *et al.* (2013) realizaram a identificação e estabilidade térmica de antocianinas em cultivares de BDR em soluções aquosas a 80, 90 e 100 °C em diferentes faixas de pH (faixa de 2,0 a 6,0). Os estudos demonstraram que as antocianinas são mais estáveis em pH 3,0 e 4,0. Um estudo foi realizado para investigar a influência direta do pH (3,0 e 7,0) na degradação de antocianinas e na formação de polímeros de antocianina, bem como as mudanças na cor durante o tratamento

térmico de pasteurização em extratos de BDR (JIANG *et al.*, 2019). Os pesquisadores observaram que a degradação das antocianinas aumentou em ambiente neutro (pH 5,0 e 7,0) e tempo de exposição prolongado à temperatura. Além disso, o efeito do pH 3,0 influenciou na manutenção da cor, proporcionando uma coloração vermelha pálida nas BDR.

Além do efeito do pH, deve-se levar em consideração o efeito do processo térmico sobre o tecido vegetal. Resultados diferentes são encontrados com relação ao efeito do cozimento no conteúdo de CFs em batatas em virtude dos diferenciados métodos empregados e das diferentes cultivares avaliadas (ROTHWELL *et al.*, 2015; BLESSINGTON *et al.*, 2010; BURMEISTER *et al.*, 2011; IERI *et al.*, 2011; LACHMAN *et al.*, 2012). Porém, há na literatura resultados que corroboram com os encontrados no presente estudo em que o processo térmico foi benéfico para a extração dos compostos de interesse.

Lachman *et al.* (2012), por exemplo, ao submeterem batatas de diferentes colorações a três tipos de processos de cozimento, relataram que o método de cozimento em água fervente resultou em aumento significativo do conteúdo de antocianinas totais e atividade antioxidante em BDR. Outros estudos realizados com raízes tuberosas cozidas em comparação com as *in natura* demonstraram efeito positivo do processo de cozimento em relação ao aumento do conteúdo de CF, bem como da atividade antioxidante (BLESSINGTON *et al.*, 2010; DAO; FRIEDMAN, 1992; PERLA; HOLM; JAYANTY, 2011; XIAOYUN *et al.*, 2009). Já Burgos *et al.* (2013) reportaram que o conteúdo de CFT e atividade antioxidante de quatro raízes de BDR foram maiores para as submetidas à fervura do que nas cruas, e os autores afirmaram que o cozimento pode produzir hidrólise de diferentes compostos, liberando os CF e, conseqüentemente tornando-os mais disponíveis para a extração. Apesar do cozimento por fervura em vegetais contribuir para a perda de CFs lixiviados para a água de cozimento (ANDLAUER *et al.*, 2003; ISMAIL; MARJAN; FOONG, 2004; ZHANG; HAMAUZU, 2004), estudos realizados com batata doce de polpa branca e de polpa laranja, demonstraram também que o cozimento por fervura foi tão eficiente quanto outros métodos de cozimento realizados como assamento, fritura e microondas, contribuindo para o aumento dos CFT e atividade antioxidante das batatas cozidas (BLESSINGTON *et al.*, 2010).

No presente estudo com a BDR JNRX12 foi possível observar que o cozimento facilitou a extração dos CF ao alterar a matriz vegetal e possibilitou a inativação de enzimas oxidativas (BURGOS *et al.*, 2013; NAVARRE *et al.*, 2010). Os vegetais *in natura* possuem uma barreira maior para extração desses compostos quando comparado as amostras submetidas ao processamento (tratamento térmico) porque estão fisicamente protegidos ou combinados com outros componentes da matriz vegetal (LAGO-VANZELA *et al.*, 2013). Desta maneira,

considerando o fato de que os CFT não podem ser sintetizados durante o processo de cozimento, outra explicação para os baixos conteúdos de AMT e CFT da batata *in natura* é devido à extração dos CF ter sido incompleta. Deve-se ressaltar que este possível problema analítico não invalida a discussão comparativa sobre o efeito do cozimento da BDR com e sem água acidificada, uma vez que os purês foram obtidos do mesmo lote.

3.2 Caracterização físico-química das BVs

Os resultados da caracterização físico-química das formulações e das BVs elaboradas com purê de maçã: polpa de uva: purê de BDR estão apresentados na Tabela 4.2. Os resultados foram avaliados em comparação entre as formulações e entre as BVs.

Tabela 4.2 - Parâmetros físico-químicos das formulações e das BVs.

Parâmetros*	Formulações		BVs	
	F ₁	F ₂	BV ₁	BV ₂
Umidade (%)	85,64a±0,00	85,30b±0,00	15,66a±0,30	16,16a±0,16
Aw	0,980a±0,000	0,970a±0,000	0,450a±0,01	0,460a±0,01
SS (°Brix)	15,90a±0,00	15,90a±0,00	68,00a±0,00	68,00a±0,01
AT (ácido cítrico•100g ⁻¹)	0,76a±0,01	0,73b±0,00	0,55b±0,00	0,56a±0,00
pH	3,35a±0,00	3,32b±0,00	3,61a±0,00	3,61a±0,01

*Média ± desvio padrão $n=3$. Médias com letras iguais na mesma coluna diferem entre si ($p \leq 0,05$) pelo Teste *t-Student*. BVs: proporções de purê de maçã: polpa de uva: purê de BDR 50:40:10 (m/m/m). BV: Barra de vegetais.

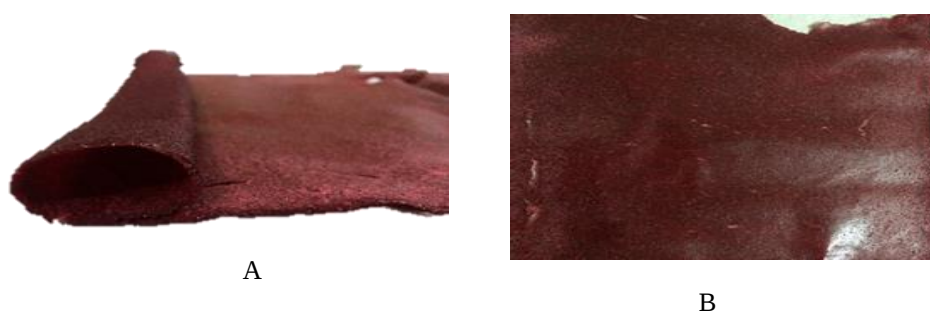
Em relação aos resultados obtidos para as formulações é possível observar que houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre elas, para os parâmetros de umidade, AT e pH. Entretanto, observou-se que independente de qual purê de BDR foi utilizado na elaboração da BVs, não houve influência nos resultados obtidos nos parâmetros avaliados para as BVs.

As BVs produzidas apresentaram percentual de umidade e Aw de 15,66 a 16,66% e 0,45 a 0,46 ($p>0,05$), respectivamente. Apenas para exemplificar características de produtos similares, barra das partes florais de jaca apresentaram umidade de 12,80% e Aw de 0,60 (CHEN MAN; SIN, 1997). Torres, Romero e Diaz (2015) relataram umidade de 15,90% em barra de maçã Fuji com adição de extrato de *maquiberry* enquanto barra de maçã com e sem adição de metabissulfito de potássio apresentaram umidade de 24,80% (QUINTERO RUIZ *et al.*, 2012). Collins e Washam-Hutsell (1987) elaboraram barras de BD de polpa laranja em quatro diferentes formulações, e determinaram umidade entre 5,4 a 6,0%, e apesar da umidade ser relativamente baixa, as barras de BD foram bem aceitas pelos consumidores.

Pela Figura 4.3 é possível observar que a retirada da casca de maçã e utilização da polpa de uva, juntamente com o purê de BDR contribuíram para a melhoria da aparência e textura das BVs. As BVs apresentaram espessura de 2 mm e uma textura flexível, permitindo que as BVs pudessem ser moldadas em diversos formatos, tais como modelos infantis, bichinhos ou formas geométricas (Figura 4.4). Em relação ao conteúdo de SS e pH para as BVs, não houve diferença significativa ($p > 0,05$), e os valores obtidos foram 68,00 °Brix e pH 3,61 para ambas as BVs. Com relação a AT das BVs houve diferenças significativas ($p \leq 0,05$), e os valores variaram entre 0,55 a 0,56 ácido cítrico•100g⁻¹.

Torres, Romero, Diaz (2015), ao desenvolverem barras de maçã Fuji e barras de marmelo com e sem adição de extrato de *maquiberry* sem adição de ácidos orgânicos, obtiveram valores semelhantes ao descrito nesta pesquisa, com variações de pH entre 4,05 e 4,07 e para acidez de 0,5 a 1,8 g de ácido málico•100g⁻¹.

Figura 4.3 - BVs - Superfície rugosa (A) e Superfície lisa (B).



Fonte: Elaborada pela autora, 2019.

Figura 4.4 - Diferentes formatos das BVs.



Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

A análise de cor instrumental e os resultados dos compostos bioativos e HMF estão representados na Tabela 4.3. Referente aos parâmetros cromáticos houve diferenças significativas ($p \leq 0,05$) para os parâmetros cromáticos de L^* (superfície lisa), C^* (superfície rugosa e lisa) e para o h° (superfície lisa) (Tabela 4.3).

Com relação ao parâmetro L^* para as BVs a partir da análise da SR, os resultados entre os ensaios apresentaram valores entre 22,59 e 22,61, sem diferença significativa entre eles. Já para o parâmetro L^* analisado nas BVs a partir da SL, os valores foram de 23,98 e 24,78, sendo que a BV₂ foi ligeiramente mais clara. Vale ressaltar que a SL apresenta maiores valores para o parâmetro L^* provavelmente devido seu contato direto com a bandeja de silicone, não sofrendo ação direta do ar e, por conseguinte, contribui para uma base mais uniforme e clara (SANTOS, 2016). Estudo relata que barras de uvas apresentaram parâmetro L^* com valores entre 53,40 e 56,89, porém os pesquisadores adicionaram amido ao suco de uva clarificado, o que pode ter contribuído para a aumentar a claridade das barras (MASKAN; KAYA; MASKAN, 2002).

Tabela 4.3 - Características cromáticas, compostos bioativos e HMF.

Parâmetros*	Formulações		Barra de vegetais	
	F ₁	F ₂	BV ₁	BV ₂
L^* (SR)	-	-	22,59a±0,07	22,61a±0,15
L^* (SL)	-	-	23,98b±0,09	24,78a±0,18
C^* (SR)	-	-	13,05b±0,11	14,37a±0,15
C^* (SL)	-	-	14,73b±0,12	15,56a±0,17
h° (SR)	-	-	12,44a±0,34	12,69a±0,29
h° (SL)	-	-	13,36a±0,28	12,63b±0,35
AMT (mv-3,5-diglc•100 g ⁻¹)	10,29±0,44	9,50±0,14	37,25a±0,46	37,35a±0,46
ANP (mv 3-glc•100 g ⁻¹)	1,75b±0,07	2,10a±0,06	6,50a±0,00	5,62a±0,31
CFT (mg EAG•100 g ⁻¹)	38,58±1,14	37,36±0,45	161,86a±3,36	148,05b±3,13
HMF (µmol HMF •100 g de BV ⁻¹)	-	-	0,13a±0,01	0,12a±0,01

*Média ± desvio padrão. Médias com letras iguais na mesma linha diferem entre si ($p \leq 0,05$) pelo Teste *t-Student*. BVs: proporções de purê de maçã: polpa de uva: purê de BDR 50:40:10 (m/m/m). BV: Barra de vegetais. SR: superfície rugosa; SL: superfície lisa.

Pelos resultados apresentados na Tabela 4.3, observa-se que ambas as superfícies apresentaram baixa saturação, com valores entre 13,05 e 14,37 (SR) e 14,73 e 15,56 (SL) ($p \leq 0,05$). Em relação ao h° para as SR (12,44 e 12,69) e SL (13,36 e 12,63) ($p \leq 0,05$), os

resultados obtidos estiveram presentes no primeiro quadrante (330 a 25 °) estimando a cor predominante das BVs ao tom vermelho. Os resultados podem ser comparados aos relatados para as barras de polpa de maçã, suco concentrado de maçã e suco concentrado de groselha, desenvolvidos por Diamante *et al.* (2013), cujos valores obtidos para o C* foram entre 3,93 e 19,86, e a tonalidade predominante para as barras foi de vermelho púrpura. Os pesquisadores afirmam que o aumento do nível de pectina adicionada as formulações, contribuiu para a redução no valor de C*, consequentemente, diminuiu a vivacidade das cores das amostras obtidas. Já Torres, Romero e Diaz (2015) relataram que ao produzirem barras de maçã e marmelo, o extrato de *maquiberry* alterou a coloração das barras nas formulações de maçã e marmelo, devido ao alto conteúdo de antocianinas presentes no extrato (ESCRIBANO-BAILÓN *et al.*, 2006), contribuindo para a alta saturação (C*) e para a coloração violeta.

Com relação aos resultados de AMT e ANP, para as formulações houve diferença significativa somente para as ANP, e os valores variaram entre 9,50 e 10,29 mv-3,5-diglc•100 g⁻¹ e 1,75 e 2,10 mv 3-glc•100 g⁻¹, respectivamente. Para as BVs, não houve diferença significativa para AMT e ANP, e os valores de AMT variaram de 37,25 mv-3,5-diglc•100 g⁻¹ (BV₁) 37,35 mv-3,5-diglc•100 g⁻¹ e para ANP, entre 5,62 e 6,50 mv 3-glc•100 g⁻¹. Na literatura os relatos sobre os resultados de AMT e ANP são bem escassos para BVs ou para barra de frutas. Os resultados desta pesquisa apresentaram valores bem abaixo do conteúdo de AMT e ANP quando comparados aos resultados descrito por Santos (2016) com a elaboração de barras de frutas com a adição de purê de maçã Fuji e suco de uva BRS Carmem, que variaram entre 72,18 e 152,78 mv-3,5-diglc•100 g⁻¹ para AMT e, de 52,98 a 114,41 mv 3-glc•100 g⁻¹ para ANP.

Para os resultados das BVs, houve diferença significativa para o conteúdo de CFT ($p \leq 0,05$). Os valores de CFT variaram entre 161,86 e 148,05 mg EAG•100 g⁻¹ (BV₂). Barra de amora com adição de cereja apresentaram conteúdo de CFT acima dos encontrados neste estudo, com valores entre 0,48 e 2,84 mg EAG•100 kg⁻¹ (SENGUL *et al.*, 2010). Já Yildiz (2013), ao elaborar barras contendo amora, apresentou conteúdo de CFT bem abaixo dos encontrados neste estudo, que foram de 25 a 32 mg EAG•100 g⁻¹. Os valores encontrados para barra contendo suco concentrado de romã com adição hidrocolóides (goma xantana, goma de alfarroba e amido pré-gelatinizado) mel e leite em pó, variaram entre 548,1 e 1.176,9 mg EAG•100 g⁻¹. De acordo com os autores, o elevado conteúdo de CFT nas barras contendo o suco concentrado de romã pode ser devido a adição de hidrocolóides como o amido pré-gelatinizado, que minimizam a oxidação ou degradação dos CF das barras durante o processo de secagem (TONTUL; TOPUZ, 2017). Outro fator que pode ser levado em consideração é que ingredientes como maltodextrina, amido ou outros tipos de hidrocolóides adicionados na

elaboração de barras desidratadas contribuem para a prevenir a oxidação de compostos que são degradados termicamente, além de impedirem a permeabilidade de oxigênio na estrutura do produto durante o processo de secagem (TONTUL; TOPUZ, 2013).

As quantidades de HMF encontradas nas BVs indicam que os parâmetros do processo de desidratação contribuem para que ocorra a Reação de *Maillard*. O conteúdo de HMF nas BVs apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$), com valores variando entre 0,12 e 0,13 $\mu\text{mol HMF} \cdot 100 \text{ g de BV}^{-1}$. Embora não haja legislação brasileira específica que limite a concentração de HMF em produtos desidratados de origem vegetal, a quantidade presente nas BVs não é elevada, e permite que as barras sejam consumidas sem risco de toxicidade. Barras contendo suco concentrado de romã com adição de hidrocolóides (goma xantana, goma de alfarroba e amido pré-gelatinizado), mel e leite em pó foram desenvolvidos por Tontul e Topuz (2017), os quais apresentaram conteúdo de HMF entre 8,01 e 333,33 $\text{mg HMF} \cdot \text{kg}^{-1}$. De acordo com os autores, para os padrões turcos, a barra pode ter um nível máximo de HMF de 50 $\text{mg HMF} \cdot \text{kg}^{-1}$. Em outros trabalhos, o conteúdo de HMF determinado variou entre 13,62 e 45,64 $\text{mg HMF} \cdot \text{kg}^{-1}$ para barra de damasco (SUNA *et al.*, 2014) e resultou em 27,94 $\text{mg HMF} \cdot \text{kg}^{-1}$ para barra elaborada com polpa de amora (YILDIZ, 2013). De acordo com Janzowski *et al* (2000), em ensaios *in vitro*, o conteúdo de HMF de até 1 $\text{mg de HMF} \cdot \text{kg}^{-1}$ de massa corpórea não indica risco a saúde humana.

Os resultados do conteúdo das AMT, ANP e CFT das formulações e das BVs representados na Tabela 4.3, demonstram que houve boa retenção dos compostos bioativos, quando calculados em base seca, pois após o processo de desidratação das formulações houve a redução do percentual de umidade e consequentemente a concentração das AMT e dos CFT (Tabela 4.4). No cálculo de retenção foi levado em consideração o conteúdo AMT e de CFT e a umidade das formulações e das BVs, conforme descrito por Murphy, Criner e Gray (1975). A partir dos resultados apresentados, é possível observar que mesmo a retenção de AMT ter sido menor para a BV₁ (68,25%), a concentração de CFT foi maior, indicando que a acidificação da água pode contribuir para melhoria da qualidade das barras.

Estudos realizados por Yilmaz *et al.* (2015) com barras de frutas com adição de extrato de romã demonstraram que a exposição longa das formulações a altas temperaturas afetam negativamente a qualidade dos produtos finais, e podem influenciar diretamente na degradação dos compostos de interesse, principalmente as antocianinas que apresentam maior sensibilidade térmica. De acordo com Manzocco *et al.* (2001), a degradação de CF em matrizes alimentares, podem ser minimizadas pela utilização de diferentes tecnologias de secagem na redução do tempo e das temperaturas. O presente estudo demonstra que é possível realizar processo para

obtenção de produtos derivados de vegetais ainda com importante contribuição de nutrientes e compostos com propriedades bioativas.

Tabela 4.4 – AMT, CFT e ANP referente as formulações e BVs preparadas com purê de maçã, polpa de uva e purê de BDR e, valores de retenção (R) em porcentagem.

Ensaio		AMT (mg mv-3,5-glc•100 g de BDR ⁻¹ /base seca)	R (%)	CFT (mg EAG•100 g BDR ⁻¹ /base seca)	R (%)
1	F ₁	64,72	68,25	242,64	70,61
	BV ₁	44,17		171,33	
2	F ₂	59,75	74,56	234,97	66,36
	BV ₂	44,55		155,92	

F₁: Formulação proporções de purê de maçã: polpa de uva: purê de BDR c/ác. (50:40:10 (m/m/m)). F₂: Formulação proporções de purê de maçã: polpa de uva: purê de BDR s/ác. (50:40:10 (m/m/m)). BV₁: Barra de vegetais elaborada com Purê de BDR c/ác. BV₂: Barra de vegetais elaborada com Purê de BDR s/ác.

4. Conclusão

Os purês de BDR da cultivar JNRX12 não influenciaram diretamente no desenvolvimento das BVs desta pesquisa em relação aos parâmetros físico-químicos básicos. Entretanto, a aplicação de ácido cítrico na água de cozimento contribuiu para o aumento e preservação das AMT e CFT quando comparados a BDR *in natura* aos purês de BDR elaborados.

Os resultados obtidos para os parâmetros físico-químicos das BVs não apresentaram diferenças significativas, somente diferença entre o conteúdo de CFT que demonstrou elevado conteúdo e ambas as BVs, e que existe um conteúdo significativo de AMT e baixo conteúdo de HMF, demonstrando e as BVs podem ser consumidas sem risco de toxicidade. Além disso, os resultados de cor instrumental das BVs demonstraram que ambas as barras apresentaram coloração em tom de vermelho, e a textura final obtida contribuiu para a moldagem em formatos diferenciados e atrativos para todos os públicos. Neste estudo é possível afirmar que o desenvolvimento de BVs à base de uva BRS Vitória, BDR e maçã contribuiu para o desenvolvimento de um novo produto saudável e sem a adição de aditivos artificiais.

A elaboração e a aplicabilidade para essas matérias-primas em BVs visaram o desenvolvimento de um produto que pudesse ser comercializável, cujo o objetivo final deste projeto foi o direcionamento para o *design* de um produto que pudesse contribuir para um sistema alimentar, alinhado à promoção do bem-estar humano, da equidade social e do alcance de uma "sociedade circular".

CONCLUSÃO GERAL

Os resultados obtidos nesta pesquisa demonstram o potencial da uva BRS Vitória e da BDR, cultivar JNRX12, como ingredientes para o desenvolvimento de barras de vegetais. Esses ingredientes foram avaliados quanto às suas propriedades físicas e químicas, revelando uma significativa concentração de CFT e minerais, que contribuem para a produção de snacks coloridos e saudáveis. A uva BRS Vitória apresentou uma concentração de AMT de 139 mg mv-3,5-diglc•kg⁻¹ e uma concentração de CFT de até 413 mg EAG•kg uva⁻¹. Entre os minerais analisados, destacaram-se o K (345,16 mg•100 g⁻¹) e Fe (0,54 mg•100 g⁻¹). No caso da BDR, foram identificados nove formatos de raízes, sendo o redondo elíptico o mais comum (34,87%), com concentrações de AMT e CFT de aproximadamente 61,28 mg mv-3,5-diglc•100 g de BDR⁻¹ e 258,16 mg EAG•100 g BDR⁻¹, respectivamente. O formato predominante também apresentou valores significativos de potássio (511 mg•100g⁻¹) e fósforo (96 mg•100g⁻¹).

A aplicabilidade destes dois vegetais como matéria-prima para o desenvolvimento de BVs com apelo para a saudabilidade foi investigada. As BVs foram elaboradas com uma proporção de purê de maçã: polpa de uva: purê de BDR nas proporções de 50:40:10 (m/m/m). Os produtos desenvolvidos mostraram boa estruturação e formato de folhas finas e flexíveis, sendo facilmente moldados diferentes formatos. Sua caracterização físico-química indicou baixo teor de umidade e pH, favorecendo sua estabilidade microbiológica. Assim como apresentaram concentração de CFT e de AMT de 161,86 mg EAG•100 g⁻¹, e 37,25 mv-3,5-diglc•100 g⁻¹, respectivamente. O conteúdo de HMF foi relativamente baixo para as BVs, indicando que o processo utilizado não resultou na formação de grande concentração de compostos prejudiciais à saúde.

Em resumo, os resultados indicam que a combinação desses ingredientes permitiu a produção de BVs com alto valor nutricional e funcional, oferecendo praticidade de consumo e ampliando as opções de lanches saudáveis a população em geral.

REFERÊNCIAS

- AGRITEMPO, Sistema de Monitoramento Agrometeorológico. Disponível em: <https://www.agritempo.gov.br/agritempo/index.jsp>. Acesso em: 30 de novembro de 2019.
- AGUIRRE, T. R. *et al.* Avaliação da adubação orgânica e mineral no cultivo de batata-doce na região Amazônica. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, p. 62133-62142, 2020.
- AGUNLOYE, O. M. *et al.* Cardio-protective and antioxidant properties of caffeic acid and chlorogenic acid: Mechanistic role of angiotensin converting enzyme, cholinesterase and arginase activities in cyclosporine induced hypertensive rats. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 109, p. 450-458, 2019.
- AHMADI, R.; EBRAHIMZADEH, M. A. Resveratrol – A comprehensive review of recent advances in anticancer drug design and development. **European Journal of Medicinal Chemistry**, v. 200, p. 112356, 2020.
- AHMED, M.; SORIFA, A. M.; EUN, J. B. Effect of pretreatments and drying temperatures on sweet potato flour. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 45, p. 726-732, 2010.
- ALCAIRE, F. *et al.* Healthy snacking in the school environment: Exploring children and mothers' perspective using projective techniques. **Food Quality and Preference**, v. 90, p. 104173, 2021.
- ALARA, O. R.; ABDURAHMAN, N. H.; UKAEGBU, C. I. Extraction of phenolic compounds: A review. **Current Research in Food Science**, v. 4, p. 200-214, 2021.
- ALESCI, A. *et al.* Resveratrol and immune cells: a link to improve human health. **Molecules**, v. 27, p. 424, 2022.
- AL-HINAI, K. Z. *et al.* Instrumental texture profile analysis (TPA) of date-tamarind fruit leather with different types of hydrocolloids. **Food Science and Technology**, v. 49, p. 531-538, 2013.
- ALI, I. *et al.* Quality responses of table grapes ‘flame seedless’ as effected by foliarly applied micronutrients. **Horticulturae**, v. 7, p. 462, 2021.
- AL-SAIF, A. M. *et al.* Physico-chemical properties prediction of flame seedless grape berries using an artificial neural network model. **Foods**, v. 11, p. 1-20, 2022.
- ALVES, N. E. G. *et al.* Efeito dos diferentes métodos de cocção sobre os teores de nutrientes em brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *Italica*). **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 70, p. 507-513, 2011.
- AMARAL, J.D. O grande livro do vinho. Círculo de leitores. Lisboa. p.439 2ª edição. 2000.
- AMARO, G. B. *et al.* Desempenho de cultivares de batata doce na região do Alto Paranaíba-MG. **Horticultura Brasileira**, v.35, p. 286-291, 2017.
- AMARO, G. B. *et al.* Desempenho de cultivares de batata-doce para rendimento e qualidade de raízes em Sergipe. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, p. 1-6, 2019.

ANDLAUER, W. *et al.* Influence of Cooking Process on Phenolic Marker Compounds of Vegetables. **Internacional Journal Vitamin and Nutrition Research**, v. 73, p. 152–159, 2003.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI&FRUTI, 2022. Benno Bernardo Kist... [et al.]. – Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2022. 96 p.: il. Disponível em: <https://www.editoragazeta.com.br/produto/anuario-brasileiro-de-horti-fruti-2022/>. Acesso em: 20 de maio de 2023.

ANUÁRIO HORTIFRUTI BRASIL, 2022. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/anuario-hf-brasil-retrospectiva-2021-perspectiva-2022.aspx>. Acesso em: 20 de jan.de 2023.

ANUÁRIO HORTIFRUTI BRASIL, 2023. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/anuario-hf-brasil-retrospectiva-2023-perspectiva-2024.aspx>. Acesso em: 20 de jan.de 2023.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of AOAC International. 18 ed. Washington, D.C., USA: AOAC International, 2005.

ARROYO-MAYA, I. J.; McCLEMENTS, D. J. Biopolymer nanoparticles as potential delivery systems for anthocyanins: fabrication and properties. **Food Research Internacional**, v. 69, p. 1-8, 2015.

ARRUDA, H. S. *et al.* Recent advances and possibilities for the use of plant phenolic compounds to manage ageing-related diseases. **Journal of Functional Foods**, v. 75, p. 104203, 2020.

ASCHEMANN-WITZEL, J.; VARELA, P.; PESCHEL, O. Consumers categorization of food ingredients: Do consumers perceive them as ‘clean label’ producers expect? An exploration with projective mapping. **Food Quality and Preference**, v. 71, p. 117 - 128, 2019.

ASIOLI, D. *et al.* Making sense of the “clean label” trends: A review of consumer food choice behavior and discussion of industry implications. **Food Research Internacional**, v. 99, p. 58 - 71, 2017.

AUGUSTIN, W.; GARCIA, A.; ROCHA, B. H. G. Caracterização de variedades de batata doce (*Ipomoea batatas* L.) através de descritores morfológicos e isoenzimáticos. **Ciência Rural**, v. 30, p. 49-53, 2000.

AYWA, A. K.; NAWIRI, M. P.; NYAMBAKA, H. N. Nutrient variation in coloured varieties of *Ipomea batatas* grown in Vihiga County, Western Kenya. **International Food Research Journal**, v. 20, p. 819-825, 2013.

AZEREDO, H. M. C. *et al.* Effect of drying and storage time on the physico-chemical properties of mango leathers. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 41, p. 635-638, 2006.

AZEVEDO, A. M. *et al.* Desempenho agrônômico e parâmetros genéticos em genótipos de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, v. 33, p. 84-90, 2015.

- BALA, B. K. *et al.* Experimental and neural network prediction of the performance of a solar tunnel drier for drying jackfruit bulbs and leather. **Journal of Food Process Engineering**, v. 28, p. 552-566, 2005.
- BARCIA, M. T. *et al.* Occurrence of low molecular weight phenolics in *Vitis vinifera* red grape cultivars and their winemaking by-products from São Paulo (Brazil). **Food Research International**, v. 62, p. 500-513, 2014.
- BARROSO, E. G.; ARAÚJO, C. W.; MENDONÇA, C. E. A. Os benefícios dos flavonoides do vinho tinto e do suco de uva tinto para a prevenção de doenças cardiovasculares: Uma revisão de literatura. **Revista Eletrônica Estácio Recife**, v. 8, p. 1-13, 2022.
- BASHA, S. J. Effect of Storage Period on Physio - Chemical properties of guava fruit leather. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 7, p. 2319-7706, 2018.
- BASÍLIO, L. S. P. *et al.* Extração de antocianinas monoméricas de batatas-doces roxas por nanopartículas. Anais do IV Simpósio Brasileiro de Batata-Doce. 2023, UFLA, Lavras–MG.
- BASÍLIO, L. S. P. *et al.* New beverage based on grapes and purple-fleshed sweet potatoes: Use of non-standard tubers. **Food Bioscience**, v. 47, p. 101626, 2022.
- BASUMATARY, B.; BHATTACHARYA, S.; DAS, A. B. Olive (*Elaeagnus latifolia*) pulp and leather: Characterization after thermal treatment and interrelations among quality attributes. **Journal of Food Engineering**, v. 278, p. 1-6, 2020.
- BERTOLDI, D. *et al.* Accumulation and distribution pattern of macro- and microelements and trace elements in *Vitis vinifera* L. cv. Chardonnay berries. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v. 59, p. 7224-7236, 2011.
- BLANCQUAERT, E. H. *et al.* Effects of abiotic factors on phenolic compounds in the grape berry - A review. **South African Journal of Enology Viticulture**, v. 40, p. 1-14, 2019.
- BLESSINGTON, T. *et al.* Cooking methods and storage treatments of potato: effects on carotenoids, antioxidant activity, and phenolics. **American Journal of Potato Research**, v. 87, p. 479-491, 2010.
- BORGES, R. M. E. *et al.* Divergência fenotípica entre acessos de uvas de mesa no Semi-Árido brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 1025-1030, 2008.
- BRAGA, M. B., *et al.* Evaluation of freeze-dried milk-blackberry pulp mixture: Influence of adjuvants over the physical properties of the powder, anthocyanin content and antioxidante activity. **Food Research International**, v. 125, p. 108557, 2019.
- BRASIL, 2018. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 69, de 6 de novembro de 2018. Estabelece o regulamento técnico definindo os requisitos mínimos de identidade e qualidade para produtos hortícolas. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, n. 220, seção 1, p. 28, 16 nov. 2018.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº.1, de 1 de fevereiro de 2002. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade para a

Classificação da Uva Fina de Mesa. Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil, Brasília, DF, 04 fev. 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº. 458, de 21 de novembro de 2018. Aprova Regulamento Técnico definindo os requisitos mínimos de identidade e qualidade para Produtos Hortícolas. Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil, Brasília, DF, 16 nov. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria MAPA nº. 69, de 21 de julho de 2022. Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil, Brasília, DF, 22 jul. 2022.

BROUILLARD, R. Chemical structure of anthocyanins. In: MARKAKIS, P.(Ed). **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, 1982, p. 1- 40.

BROWN, C. R., *et al.* Variability of phytonutrient content of potato in relation to growing location and cooking method. **Potato Research**, v. 51, p. 259–270, 2008.

BURGOS, G. *et al.* Total phenolic, total anthocyanin and phenolic acid concentrations and antioxidant activity of purple-fleshed potatoes as affected by boiling. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 30, p. 6–12, 2013.

BURMEISTER, A. *et al.* Comparison of carotenoid and anthocyanin profiles of raw and boiled *Solanum tuberosum* and *Solanum phureja* tubers. **Journal Food Composition and Analysis**, v. 24, p. 865–872, 2011.

BUTARELO, S. S. *et al.* Hidratação de tecidos de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.) e gelatinização do amido durante a cocção. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, p. 311-315, 2004.

CAI, Z. *et al.* Conventional, ultrasound-assisted, and accelerated-solvent extractions of anthocyanins from purple sweet potatoes. **Food Chemistry**, v. 197, p. 266-272, 2016.

CALLILI, D. *et al.* Rootstock and potassium fertilization, in terms of phenology, thermal demand and chemical evolution, of berries on Niagara Rosada grapevine under subtropical conditions. **Bragantia**, v. 81, p. e2022, 2022.

CÂMARA, F. A. A. **Crescimento e desempenho agrônômico de cultivares de batata-doce oriunda de ramas produzidas de forma convencional e *in vitro***. 2009. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 85p. 2009.

CAMARGO, U. A.; MAIA, J. D. G.; RITSCHER, P. S. BRS Carmem: nova cultivar de uva tardia para suco. **Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, Comunicado Técnico**, n.84, 2008.

CAMARGO, U. A.; MAIA, J. D. G.; RITSCHER, P. S. Cultivares de videira para processamento. In: SILVEIRA, S. V. da; HOFFMANN, A.; GARRIDO, L. da R.; (Ed.). **Produção integrada de uva para processamento: implantação do vinhedo, cultivares e manejo da planta**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. v. 3, cap. 2, p. 25-40.

CAMARGO, U. A.; MAIA, J. D. G.; RITSCHER, P. S. **Novas cultivares brasileiras de uva**. Bento Gonçalves. Embrapa Uva e Vinho, 2010. 64 p.

CAMIRE, M. E.; KUBOW, S.; DONNELLY, D. J. Potatoes and human health. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 49, p. 823-840, 2009.

CARDOSO, A. D. *et al.* Características físicas e sensoriais de clones de batata-doce. **Ciência e agrotecnologia**, v. 31, p. 1760-1765, 2007.

CASSADY, D. *et al.* Is price a barrier to eating more fruits and vegetables for low-income families? **Journal of the American Dietetic Association**, v. 107, p. 1909-1915, 2007.

CAVALCANTE, M. **Caracterização morfológica, desempenho produtivo e divergência genética de genótipos de batata-doce**. 2008. Dissertação (Mestrado em Produção vegetal) - Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, 46f. 2008.

CAVALCANTE, M. *et al.* Potenciais produtivo e genético de clones de batata-doce. **Acta Scientiarum**, v. 31, p. 421-426, 2009.

CAVALCANTI, D. **Desenvolvimento de fruta estruturada simples e mista com ciriguela e acerola**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 168f., 2012.

CEASA. Guia de frutas e hortaliças comercializadas na CEASA-DF: **Batata doce (*Ipomoea batatas* L.)**, 2015. Disponível em: <https://ceasa.df.gov.br/wp-content/uploads/2022/11/batata-doce.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2022.

CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA – CIP. **Sweet potato**. 2015. Disponível em: <http://cipotato.org>. Acesso em: 20 set. 2019.

CHASE, M. W. *et al.* An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, p. 1-20, 2016.

CHE MAN, Y. B. *et al.* Effect of different dryers and drying conditions on acceptability and physicochemical characteristics of durian leather. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 21, p. 425-441, 1997.

CHE MAN, Y. B.; SIN, K. K. Processing and consumer acceptance of fruit leather from the unfertilised floral parts of jackfruit. **Journal Science Food Agricultural**, v. 75, p. 102-108, 1997.

CHEN, Y.; MARTYNENKO, A. Combination of hydrothermodynamic (HTD) processing and different drying methods for natural blueberry leather. **LWT – Food Science and Technology**, v. 87, p. 470-477, 2018.

CHOI, J. O. *et al.* Antifibrotic effects of the anthocyanins isolated from the purplefleshed sweet potato on hepatic fibrosis induced by dimethylnitrosamine administration in rats. **Food and Chemical Toxicology**, v. 48, p. 3137-3143, 2010.

CHOWDHURY, M. M.; BALA, B. K.; HAQUE, M. A. Mathematical modeling of thin-layer drying of jackfruit leather. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 35, p. 797-805, 2011.

CISSE, M., *et al.* Impact of the extraction procedure on the kinetics of anthocyanin and colour degradation of roselle extracts during storage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 92, p.1214–1221, 2012.

CODEAGRO - COORDENADORIA DE DESENVOLVIMENTO DOS AGRONEGÓCIOS: Batata-doce: Normas de classificação. **Programa Brasileiro para Modernização da Horticultura**, v. 12, n. 14, 2014.

COELHO, I. *et al.* Comparação ampelométrica de populações selvagens de *Vitis vinifera* L. e de castas antigas do Sul de Portugal. **Ciência e Técnica Vitivinícola**, v. 19, p. 1-12, 2004.

COLABIANCHI, N. *et al.* The role of the built environment, food prices and neighborhood poverty in fruit and vegetable consumption: An instrumental variable analysis of the moving to opportunity experiment. **Health & Place**, v. 67, p. 102491, 2021.

COLETTA, A. *et al.* Effect of viticulture practices on concentration of polyphenolic compounds and total antioxidant capacity of Southern Italy red wines. **Food chemistry**, v. 152, p. 467-474, 2014.

COLLINS, J. L.; WASHAM-HUTSELL, L. Physical, chemical, sensory and microbiological attributes of sweet potato leather. **Journal of Food Science**, v. 52, p. 646-648, 1987.

COLOMBO, R. C. *et al.* Analysis of the phenolic composition and yield of 'BRS Vitoria' seedless table grape under different bunch densities using HPLC–DAD–ESI-MS/MS. **Food Research. Internacional**, v. 130, p. 108955, 2020.

COLOMBO, R. C. *et al.* Analysis of the phenolic composition and yield of 'BRS Vitoria' seedless table grape under different bunch densities using HPLC–DAD–ESI-MS/MS. **Food Research International**, v. 130, p. 1-15, 2021a.

COLOMBO, R. C. *et al.* Characterization of the phenolic ripening development of 'BRS Vitoria' seedless table grapes using HPLC-DAD-ESI-MS/MS. **Journal Food Composition and Analysis**, v. 95, p. 1-13. 2021b.

COLOMBO, R. C. *et al.* Phenolic profiles and anti-inflammatory activities of sixteen table grape (*Vitis vinifera* L.) varieties. **Food Function**, v. 10, p. 1797–1807, 2019.

COLOMBO, R. C. *et al.* Postharvest longevity of 'BRS Vitoria' seedless grapes subjected to cold storage and acibenzolar-S-methyl application. **Pesquisa Agropecuária. Brasileira**, v. 53, p. 809-814, 2018.

CONAFER. Batata curada: Embrapa-DF faz pesquisa inédita para cura do tubérculo em condições tropicais, 2022. Disponível em: <https://conafef.org.br/batata-curada-embrapa-df-faz-pesquisa-inedita-para-cura-do-tuberculo-em-condicoes-tropicais-%ef%bf%bc%ef%bf%bc%ef%bf%bc/>. Acesso em: 20 jul. 2023.

CORREIA, L. C. D. S. A. **Otimização do processo de produção e aceitação de rolinhos de ciriguela**. 2011. 112f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Pernambuco, Recife, PE. 2011.

CUQ, S. *et al.* Assessing macro- (P, K, Ca, Mg) and micronutrient (Mn, Fe, Cu, Zn, B) concentration in vine leaves and grape berries of *Vitis vinifera* by using near-infrared

spectroscopy and chemometrics. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 179, p. 105841, 2020.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4. ed., Porto Alegre: Artmed, 2010, 900p.

DAO, L.; FRIEDMAN, M. Chlorogenic acid content of fresh and processed determined by ultraviolet spectrometry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 40, p. 2152–2156, 1992.

DA-SILVA, R.; LAGO-VANZELA, E. S.; BAFFI, M. A. Uvas e Vinhos-Química, Bioquímica e Microbiologia. 2015.

DEMARCHI, S. M. *et al.* Effect of temperature on hot-air drying rate and on retention of antioxidant capacity in apple leathers. **Food and Bioproducts Processing**, v. 9, p. 310-318, 2013a.

DEMARCHI, S. M.; QUINTERO RUIZ, N. A.; GINER, S. A. Effect of hot air, vacuum and infrared drying methods on quality of rose hip (*Rosa rubiginosa*) leathers. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 49, p. 1799–1804, 2014.

DEMARCHI, S. M.; QUINTERO RUIZ, N. A.; GINER, S. A. Sorption characteristics of rosehip, apple and tomato pulp formulations as determined by gravimetric and hygrometric methods. **LWT – Food Science and Technology**, v. 52, p. 21-26, 2013b.

DEMIR, N. *et al.* Evaluation of volatiles, phenolic compounds and antioxidant activities of rose hip (*Rosa L.*) fruits in Turkey. **LWT - Food Science and Technology**, v. 57, p. 126-133, 2014.

DIAMANTE, L. *et al.* Effects of apple juice concentrate, blackcurrant concentrate and pectin levels on selected qualities of apple-blackcurrant fruit leather. **Foods**, v. 2, p. 430-443, 2013.

DINCA, B. *et al.* Chapter Five: Dietary plant flavonoids in prevention of obesity and diabetes. **Advances in Protein Chemistry and Structural Biology**, v. 120, p. 159-235, 2020.

DINI, I.; TENORE, G. C.; DINI, A. A new polyphenol derivative in *Ipomoea batatas* tubers and its antioxidant activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, p. 8733-8737, 2006.

DODORICO, P. P. Uva BRS Núbia: influência da origem geográfica e safra nas características físico-químicas e viabilidade de uso para produção de polpa. 2019. Mestrado em Engenharia e Ciências de Alimentos), Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas/Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 138 f. 2019. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/181154>. Acesso em: 17 abr. 2021.

DUBREUIL, V. *et al.* Os tipos de climas anuais no Brasil: uma aplicação da classificação de Köppen de 1961 a 2015. **Confins**, v. 37, p-1-41, 2018.

DWYER, J. Dietary reference intakes (DRIs): Concepts and implementation. In **Encyclopedia of Gastroenterology**, p. 613-623, 2004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B0123868602006134>. Acesso em: 20 mar. 2022.

ECHER, F. R.; DOMINATO, J. C.; CRESTE, J. E. Absorção de nutrientes e distribuição da massa fresca e seca entre órgãos de batata-doce. *Horticultura Brasileira*. v. 27, p. 176-182, 2009.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças. *Cultivo da batata-doce (Ipomoea batatas (L.) Lam)*. 3. ed. Brasília: Ministério da Agricultura, do Abastecimento e Reforma Agrária, 1995. (EMBRAPA-CNPq. Instruções Técnicas, 7).

ESATBEYOGLU, M. *et al.* Fractionation, enzyme inhibitory and cellular antioxidant activity of bioactives from purple sweet potato. **Food Chemistry**, v. 221, p. 447-456, 2017.

ESCRIBANO-BAILÓN, M. T. *et al.* Antocianinas em bagas de Maqui (*Aristotelia chilensis* Mol. Stuntz). **Phytochemical Analysis**, v. 17, p. 8 – 14, 2006.

EZEKIEL, O. O.; OLUKUEWU, M. T. Chemical, microbiological and sensory characteristics of leather blends produced from mango (*Mangifera indica* Ogbomoso) and carrot (*Daucus carota*). **Acta Horticulture**, p. 471-477, 2013.

FALLAH, A. A.; SARMAST, E.; JAFARI, T. Effect of dietary anthocyanins on biomarkers of glycemic control and glucose metabolism: A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. **Food Research International**, v. 137, p.109379, 2020.

FAN, G. *et al.* Optimizing conditions for anthocyanins extraction from purple sweet potato using response surface methodology (RSM). **LWT- Food Science and Technology**, v. 41, p.155-160, 2008.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Fruit and vegetables – your dietary Essentials. The International Year of Fruits and Vegetables, 2021. Disponível em: <http://www.fao.org/documents/card/en/c/cb2395en/>. Acesso em: 09 ago. 2021.

FERREIRA, Y. A. M. *et al.* Proanthocyanidins in grape seeds and their role in gut microbiota-white adipose tissue axis. **Food Chemistry**, v. 404, Part A, p. 134405, 2023.

FIGUEIREDO, J. A. *et al.* Avaliação de silagens de ramas de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 708-712, 2012.

FILGUEIRA, A. F. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3 ed. Viçosa: UFV, 2007. 421 p.

FIORENTINI, C. *et al.* Arrhenius activation energy for water diffusion during drying of tomato leathers: The concept of characteristic product temperature. **Biosystems Engineering**, v. 132, p. 39-46, 2015.

FIORENTINI, C.; DÍAZ, E. L.; GINER, S. A. A Mass-Transfer Model for the Drying of an Innovative Tomato Gel. **Food Science and Technology International**, v.14, p.39–46, 2008.

FOLQUER, F. **La batata (camote)**: estudio de la planta y su produccion comercial. San José, Costa Rica: Hemisfério Sul, 134 p., 1978.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION- FAO. FAOSTAT. Italy: Rome, 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 28 jul 2020.

FOSSSEN, T.; RAYYAN, S.; ANDERSEN, O. M. Dimeric anthocyanins from strawberry (*Fragaria ananassa*) consisting of pelargonidin 3-glucoside covalently linked to four flavan-3-ols. **Phytochemistry**, v. 65, p.1421-1428, 2006.

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins in foods. In: MARKAKIS, P. **Anthocyanins as Food Colors**. New York, Academic Press, 1982, p. 181-207.

FRANCO, G. T. *et al.* Escalating the technical bounds for the production of cellulose -aided peach leathers: From the benchtop to the pilot plant. **Carbohydrate Polymers**, v. 245, p. 1-7, 2020.

FREITAS, D. G. C. *et al.* Aceitação de uvas passas brasileiras e suas características sensoriais segundo a percepção do consumidor. **Circular Técnica**, v. 192, p. 1-52, 2013. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/973261/aceitacao-de-uvas-passas-brasileiras-e-suas-caracteristicas-sensoriais-segundo-a-percepcao-do-consumidor>. Acesso em: 20 set. 2020.

GALET, P. **Précis d'ampelographie pratique**. 5.ed. Montpellier: C. Dehan, 1985.

GALLAGHER, M. L. Os Nutrientes e seu Metabolismo. In: MAHAN, L.K.; ESCOTTSTUMP, S. Krause: Alimentos, Nutrição e Dietoterapia. 12ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. Cap.3, p.39-143.

GAO, F. *et al.* Identification of the geographical origin of Ecolly (*Vitis vinifera* L.) grapes and wines from different Chinese regions by ICP-MS coupled with chemometrics. **Journal Food Composition and Analysis**, v. 105, p. 104248, 2022.

GARCÍA-GARCÍA, A. B. *et al.* Changes in the microstructural, textural, thermal and sensory properties of apple leathers containing added agavins and inulin. **Food Chemistry**, v. 301, p. 1-7, 2019.

GARRIDO, J.; BORGES, F. Wine and grape polyphenols – A chemical perspective. **Food Research International**, v. 54, p.1844–1858, 2013.

GIACCO, R. *et al.* Effects of polyphenols on cardio-metabolic risk factors and risk of type 2 diabetes. A joint position statement of the diabetes and nutrition study group of the italian society of diabetology (SID), the italian association of dietetics and clinical nutrition (ADI) and the italian association of medical diabetologists (AMD). **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**, v. 30, p. 355-367, 2020.

GIOVANNINI, E. Produção de uvas para vinho, suco e mesa. Porto Alegre: Renascença, 1999. 364 p.

GIUSTI, M. M.; WROLSTAD, R. E. Acylated anthocynins from edible soucers and their applications in food sytems. **Biochemical Engineering Journal**, v. 14, p. 217-225, 2003.

GONZÁLEZ-HERRERA, S. M. *et al.* Dehydrated apple matrix supplemented with agave fructans, inulin, and oligofructose. **LWT - Food Science and Technology**, v. 65, p. 1059-1065, 2016.

GRACE, M. H. Phytochemical changes in phenolics, anthocyanins, ascorbic acid, and carotenoids associated with sweetpotato storage and impacts on bioactive properties. **Food Chemistry**, v. 145, p. 717-724, 2014.

GREBMER, K. *et al.* **Índice global da fome** – Uma década até “fome zero” ligando a saúde aos sistemas alimentares sustentáveis. Revista pelos ares, 2020. 79p.

GUARTE, R. C.; POTT, I.; MÜHLBAUER, W. Influence of drying parameters on β -carotene retention in mango leather. **Fruits**, v. 60, p. 255-265, 2005.

GUIDONI, S.; HUNTER, J. J. Anthocyanin profile in berry skins and fermenting must/wine, as affected by grape ripeness level of *Vitis vinifera* cv. Shiraz/R99. **European Food Research and Technology**, v. 235, p.397-408, 2012.

GUO, J. *et al.* The properties of different cultivars of Jinhai sweet potato starches in China. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 67, p.1-6, 2014.

HAAS, I. C. S. *et al.* Evaluation of antiproliferative and anti-inflammatory effects of non-pomace sediment of red grape juices (*Vitis labrusca* L.) in healthy and cancer cells after *in vitro* gastrointestinal simulation. **Pharma Nutrition**, v. 13, p. 100204, 2020.

HAMIDON, N. H.; ZAIDEL, D. N. A.; JUSOH, Y. M. M. Optimization of pectin extraction from sweet potato peels using citric acid and its emulsifying properties. **Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture**, v. 11, p. 1-9, 2020.

HAO, X. *et al.* From soil to grape and wine: geographical variations in elemental profiles in different chinese regions. **Foods**, v. 10, p. 3108, 2021.

HE, J.; GIUSTI, M. M. Anthocyanins: natural colorants with health-promoting properties. **Annual Review of Food Science and Technology**, v. 1, p. 163–187, 2010.

HE, X. *et al.* Composition and color stability of anthocyanin-based extract from purple sweet potato. **Food Science and Technology**, v. 35, p. 468-473, 2015.

HERRERO, M. *et al.* Articulating the effect of food systems innovation on the sustainable development goals. **The Lancet Planetary Health**, v. 5, p. e50-e62, 2021.

HOPFER, H. *et al.* The combined impact of vineyard origin and processing winery on the elemental profile of red wines. **Food Chemistry**, v. 172, p. 486-496, 2015.

HORWITZ, W. (Ed.). **Official methods of analysis of AOAC International**. 17th ed. Gaithersburg: AOAC International, 2000. 2 v.

HOU, Z. *et al.* Identification of anthocyanins isolated from black rice (*Oryza sativa* L.) and their degradation kinetics. **Food Research International**, v. 50, p.691–697, 2013.

HSU, J. L.; SUNG, C.; TSENG, T. Willingness-to-pay for ready-to-eat clean label food products at convenient stores. **Future Foods**, v. 7, p. 100237, 2023.

HUAMÁN, Z. (Ed.). **Descriptors for sweet potato**. Rome: International Board for Genetic Resources/Centro Internacional de La Papa/Asian Vegetable Research and Development Center, 1991. 134 p.

HUAMÁN, Z. Current status on maintenance of sweet potato genetic resources at CIP. In: SAWYER, R.L. Exploration, maintenance and utilization of sweetpotato genetic resources. Lima: CIP, 1987. p.101-120.

HUAMÁN, Z. Morphologic identification of duplicates in collections of *Ipomoea batatas*. Lima: International Potato Center, Lima, 1992. 28 p. (CIP Research Guide, 36).

HUAMÁN, Z. Sweet potato germplasm management (*Ipomoea batatas*) training manual. Taxonomy and Biodiversity. **International Potato Center (CIP)**, Lima, 1999, 218p.

HUANG, H. *et al.* Ultrasonic impact on viscosity and extraction efficiency of polyethylene glycol: A greener approach for anthocyanins recovery from purple Sweet potato. **Food Chemistry**, v. 283, p. 59–67, 2019.

HUANG, X.; HSIEH, F. H. Physical properties, sensory attributes, and consumer preference of pear fruit leather. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 70, n.3, p. 177-186, 2005.

HUIZAR, M. I.; ARENA, R.; LADDU, D. R. The global food syndemic: The impact of food insecurity, Malnutrition and obesity on the healthspan amid the COVID-19 pandemic. **Progress in Cardiovascular Diseases**, v. 64, p. 105-107, 2021.

HWANG, Y. P., *et al.* Protective mechanisms of anthocyanins from purple sweet potato against tert-butyl hydroperoxide-induced hepatotoxicity. **Food and Chemical Toxicology**, v. 49, p. 2081-2089, 2011.

IACOBUCCI, G. A.; SWEENEY, J. G. The chemistry of anthocyanins, anthocyanidins, and related flavilium salts. **Tetrahedron Letters**, v. 39, p. 3005-3012, 1983.

IERI, F., *et al.* Rapid HPLC/ DAD/MS method to determine phenolic acids, glycoalkaloids and anthocyanins in pigmented potatoes (*Solanum tuberosum* L.) and correlations with variety and geographical origin. **Food Chemistry**, v. 125, p. 750–759, 2011.

IRWANDI, J. *et al.* Effects of type of packaging materials on physicochemical, microbiological and sensory characteristics of durian fruit leather during storage. **Journal Science Food Agriculture**, v. 76, p. 427-434, 1998.

ISMAIL, A.; MARJAN, Z. M.; FOONG, C. W. Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables. **Food Chemistry**, v. 87, p. 581-586, 2004.

JAMES, A. *et al.* A review on the influence of fertilizers application on grape yield and quality in the tropics. **Journal Plant Nutrition**, v. 46, p.1-22, 2022.

JANZOWSKI, C. *et al.* 5- Hydroxymethylfurfural: Assessment of Mutagenicity, DNA-Damaging Potential and Reactivity Towards Cellular Glutathione. **Food and Chemical Toxicology**, v.38, p.801-809, 2000.

JASWIR, I. *et al.* Effect of glucose syrup solid, sucrose, hydrogenated palm oil and soy-lecithin on sensory acceptability of durian leather. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 22, p. 13-25, 1998.

JETHVA, K. R.; RATHOD, S. R.; PARGI, A. S. Optimization of process variables for development of dragon fruit leather by using fruit peel as by-product utilization. **The Pharma Innovation Journal**, v. 12, p. 1154-1159, 2023.

Jl, H. *et al.* Analysis on the nutrition composition and antioxidant activity of different types of sweet potato cultivars. **Food and Nutrition Sciences**, v. 6, p. 161-167, 2015.

JIANG, T. *et al.* Degradation of anthocyanins and polymeric color formation during heat treatment of purple sweet potato extract at different pH. **Food Chemistry**, v. 274, p. 460–470, 2019.

JIANTENG, XU *et al.* Characterisation and stability of anthocyanins in purple-fleshed sweet potato P40. **Food Chemistry**, v.186, p.90-96, 2015.

JOSÉ, A. E. **Compostos fenólicos e atividade antibacteriana em acessos de *Ipomoea batatas* (L.) Lam (Batata-doce)**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012, 109f.

JUNG, J. K. *et al.* Distribution of phenolic compounds and antioxidative activities in parts of sweet potato (*Ipomoea batata* L.) plants and in home processed roots. **Journal of Food Composition and Analysis**. v. 24, p. 29-37, 2011.

KAMAL, T.; KHAN, M. U. The impact of chemical preservatives and antioxidant on pear glucose bar. **Journal of Experimental Food Chemistry**, v. 2, p. 100-109, 2016.

KAMILOGLU, S.; CAPANOGLU, E. In vitrogastrointestinal digestion of polyphenols from different molasses (pekmez) and leather (pestil) varieties. **International Journal of Food Science and Technology**, v.49, p.1027–1039, 2014.

KANO, M. *et al.* Antioxidative activity of anthocyanins from purple sweet potato, *Ipomoeas batatas* cultivar Ayamurasaki. **Bioscience Biotechnology Biochemistry** v. 69, p. 979-988, 2005.

KAUSHAL, M. *et al.* Formulation, acceptability and storage stability of appetized ginger plum leather. **International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology**, v. 2, p. 389-396, 2017.

KAYA, S.; KAHYAOGU, T. Thermodynamic properties and sorption equilibrium of pestil (grape leather). **Journal and Food Engineering**, v.71, p. 200-207, 2005.

KAYA, S.; MASKAN, A. Water vapor permeability of pestil (a fruit leather) made from boiled grape juice with starch. **Journal of Food Engineering**, v. 57, p. 295-299, 2003.

KIDÓN M.; GRABOWSKA, J. Bioactive compounds, antioxidant activity, and sensory qualities of red-fleshed apples dried by different methods. **LWT - Food Science and Technology**, v. 136, p. 1-7, 2021.

KIM, A. *et al.* Thermal treatment of apple puree under oxygen-free condition: Effect on phenolic compounds, ascorbic acid, antioxidant activities, color, and enzyme activities. **Food Bioscience**, v. 39, p. 1-7, 2021.

KIM, H. J. *et al.* Variation in the carotenoid and anthocyanin contents of Korean cultural varieties and home-processed sweet potatoes. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 41, p. 188-193, 2015.

KIM, M. Y. *et al.* Phenolic compounds and antioxidant activity in sweet potato after heat treatment. **Journal Science Food Agriculture**, v. 99, p. 6833-6840, 2019.

KORCHAGIN, J. *et al.* Distribution of copper and zinc fractions in a Regosol profile under centenary vineyard. **Environmental Earth Sciences**, v. 79, p.1-13, 2020.

KOTTEK, M. *et al.* World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorol**, v. 15, p. 259–263, 2006.

KOUROUMA, V. *et al.* Comparative study on chemical composition, polyphenols, flavonoids, carotenoids and antioxidant activities of various cultivars of sweet potato. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 55, p. 369-378, 2020.

KOUSSAO, S., *et al.* Diversity analysis of sweet potato (*Ipomoea batatas* [L.] Lam) germplasm from Burkina Faso using morphological and simple sequence repeats markers. **African Journal of Biotechnology**, v.13, p. 729-742, 2014.

KOYAMA, A. R. *et al.* Phenology and yield of the hybrid seedless grape ‘BRS Melodia’ grown in an annual double cropping system in a subtropical. **Horticulturae**, v. 6, p. 1-11, 2020.

KUMAR, R.; JAIN, R. K.; MANDAL, G. Storage stability of guava leather in different packing materials. **Acta Horticulturae**, v. 735, p. 621-625, 2007.

LACHMAN, J. *et al.* Impact of selected factors—cultivar, storage, cooking and baking on the content of anthocyanins in coloured-flesh potatoes. **Food Chemistry**, v.133, p. 1107–1116, 2012.

LAGO-VANZELA, E. S. **Estudos bioquímicos, físico-químicos e tecnológicos de uvas paulistas**. 2011. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciências de Alimentos) - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas/Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2011.

LAGO-VANZELA, E. S. *et al.* Aging of red wines made from hybrid grape cv. BRS Violeta: Effects of accelerated aging conditions on phenolic composition, color and antioxidant activity. **Food Research International**, v. 56, p. 182-189, 2014.

LAGO-VANZELA, E. S. *et al.* Phenolic composition of the Brazilian seedless table grape varieties BRS Clara and BRS Morena. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, p. 8314-8323, 2011a.

LAGO-VANZELA, E. S. *et al.* Phenolic composition of the edible parts (flesh and skin) of Bordô grape (*Vitis labrusca*) using HPLC-DAD-ESI-MS/MS. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, p. 13136-13146, 2011b.

LAGO-VANZELA, E. S., *et al.* Edible coatings from native and modified starches retain carotenoids in pumpkin during drying. **LWT- Food Science and Technology**, v. 50, p. 420,425, 2013.

LAMBRI, M. *et al.* Influence of different berry thermal treatment conditions, grape anthocyanin profile, and skin hardness on the extraction of anthocyanin compounds in the colored grape juice production. **Food Research International**, v. 77, p. 584–590, 2015.

LANDWEHR, C. *et al.* The kids are not all the same – Heterogeneity in children's snack purchase behavior. **Food Quality and Preference**, v. 109, p. 104906, 2023.

LEÃO, P. C. de S. **Manejo de cachos de uvas de mesa no Vale do São Francisco**. Circular Técnica 108, Petrolina: Embrapa Semiárido, 2014.

LEÃO, P. C. de S. **Manejo de cachos e reguladores de crescimento**. Sistemas de Produção, Petrolina: Embrapa Semi-árido, v. 1, 2. ed., versão eletrônica, 2010. Disponível em: http://www.cpatas.embrapa.br:8080/sistema_producao/spuva/manejo_cachos.html. Acesso em: 20 de setembro de 2020.

LEÃO, P. C. DE S.; BORGES, R. M. E. Melhoramento genético da videira. Petrolina: Embrapa Semiárido. Embrapa Semiárido, documentos, 224, 61p., 2009.

LEÃO, P. C. de S.; PEREIRA, F. M. Avaliação de seis variedades de uvas sem sementes no Submédio São Francisco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 607-613, 2001.

LEÃO, P. C. S. *et al.* 'BRS Vitoria': a new seedless table-grape cultivar for the São Francisco Valley, northeast Brazil. **Acta Horticulture**, v. 1248, p. 275-280, 2019.

LEÃO, P. C. S. *et al.* Rootstocks for the new seedless table grape 'BRS Vitoria' under tropical semi-arid conditions of São Francisco Valley. **Science and Agrotechnology**, v. 44, p. 1-8, 2020.

LEE, G.; HSIEH, F. Thin-layer drying kinetics of strawberry fruit leather. **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, v. 51, p. 1699-1705, 2008.

LEE, J. H.; LEE, H. J.; CHOUNG, M. G. Anthocyanin compositions and biological activities from the red petals of Korean edible rose (*Rosa hybrida* cv. Noblered). **Food Chemistry**, v. 129, p. 272-278, 2011.

LEE, J.; DURST, R. W.; WROLSTAD, R. E. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative study. **Journal AOAC International**, v. 88, p. 1269-1278, 2005.

LEITE, C. E. C. **Novas cultivares de batatas-doces (*Ipomoea batatas* L. Lam.): potencial nutricional, composição de bioativos, propriedades antioxidantes e análise digital de imagem**. 2017. 201 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2017.

LEITE, C. E. C.; FONSECA, M. da S.; PORCU, O. M. Avaliação da atividade antioxidante e conteúdo total de fenólicos e flavonoides para novas cultivares de batatas-doces (*Ipomoea batatas* L. Lam.). In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 5., 2016, São José do Rio Preto. **Anais...** São José do Rio Preto: UNESP, 2016.

LEKSRIOMPONG, P. P. *et al.* Sensory attributes and consumer acceptance of sweet potato cultivars with varying flesh colors. **Journal of Sensory Studies**, v. 27, p. 59-69, 2012.

- LENG, F. *et al.* Post-veraison different frequencies of water deficit strategies enhance Reliance grapes quality under root restriction. **Food Chemistry**, v. 390, p. 13318, 2022.
- LEONEL, M.; OLIVEIRA, M. A.; DUARTE FILHO, J. Espécies tuberosas tropicais como matérias-primas amiláceas. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 1, p. 49-68, 2005.
- LI, J. *et al.* Identification and thermal stability of purple-fleshed sweet potato anthocyanins in aqueous solutions with various pH values and fruit juices. **Food Chemistry**, v. 136, p. 1429-1434, 2013.
- LIKAR, M. *et al.* Importance of soil and vineyard management in the determination of grapevine mineral composition. **Science of The Total Environment**, v. 505, 724-731, 2015.
- LIM, S. *et al.* Role of anthocyanin-enriched purple-fleshed sweet potato P40 in colorectal cancer prevention. **Molecular nutrition & food research**, v. 57, p. 1908- 1917, 2013.
- LIMA, M.A.C. de; CHOUDHURY, M. M. Características dos cachos de uva. In: LIMA, M.A.C. de (Ed.). **Uva de mesa: pós-colheita**. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007.
- LIU, W. *et al.* Fruit, vegetable, and legume intake and the risk of all-cause, cardiovascular, and cancer mortality: A prospective study. **Clinical Nutrition**, v. 40, p. 4316-4323, 2021.
- LOPES, T. J. *et al.* Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.13, n.3, p. 291- 297, 2007.
- LÓPEZ-GONZÁLEZ, L. *et al.* Variety in fruits and vegetables, diet quality and lifestyle in an older adult mediterranean population. **Clinical Nutrition**, v. 40, p. 1510-1518, 2021.
- LOW, J. W. *et al.* A food-based approach introducing orange fleshed sweet potatoes increased Vitamin A intake and serum retinol concentrations in young children in rural Mozambique. **The Journal of Nutrition**, v. 137, p. 1320-1327, 2007.
- LU, J. *et al.* Purple sweet potato color attenuates domoic acid-induced cognitive deficits by promoting estrogen receptor- α -mediated mitochondrial biogenesis signaling in mice. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 52, p. 646-659, 2012.
- LUCAS, J. V. *et al.* Caracterização de batata-doce de polpa roxa (*Ipomoea batatas* (L.) LAM.) em duas safras. **XXXI CIC – Congresso de Iniciação Científica. 8ª Semana Integrada UFPEL**, 2022. Disponível em: https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2022/CA_05423.pdf. Acesso em: 20 mai. 2023.
- MA, X. *et al.* Comparison of citrus pectin and apple pectin in conjugation with soy protein isolate (SPI) under controlled dry-heating conditions. **Food Chemistry**, v. 309, p. 1-9, 2020.
- MAIA, J. D. G. *et al.* ‘BRS Vitória’ – Uva para mesa, sem Sementes, de sabor especial e tolerante ao míldio: recomendações agrônômicas para a Região de Campinas, São Paulo. Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Viticultura Tropical, Jales, SP. **Comunicado Técnico**, v. 129, p. 1-28, 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1049702/brs-vitoria---uva-para-mesa-sem-sementes-de-sabor-especial-e-tolerante-ao-mildio-recomendacoes-agronomicas-para-a-regiao-de-campinas-sao-paulo>. Acesso em: 20 abr. 2020.

MAIA, J. D. G. *et al.* 'BRS Vitoria' Nova cultivar de uva de mesa sem sementes com sabor especial e tolerante ao míldio. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, **Comunicado Técnico**, v. 126, p. 1-12, 2012. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/941724/brs-vitoria-nova-cultivar-de-uva-de-mesa-sem-sementes-com-sabor-especial-e-tolerante-ao-mildio>. Acesso em: 20 mar. 2020.

MAIEVES, H. A. **Caracterização física, físico-química e potencial tecnológico de novas cultivares de mandioca**. 2010. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) Programa de pós-graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

MAJEED, U. *et al.* Grape (*Vitis vinifera* L.) phytochemicals and their biochemical protective mechanisms against leading pathologies. **Food Chemistry**, v. 405, p. 134762, 2023.

MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. Agronômica Ceres, 638p. 2006.

MANZOCCO, L. *et al.* Review of non-enzymatic browning and antioxidant capacity in processed foods. **Trends in Food Science and Technology**, v. 11, p. 340-346, 2011.

MARTÍN, J., *et al.* Anthocyanin pigments: Importance, sample preparation and extraction. In: SOTO-HERNÁNDEZ, M. **Phenolic compounds-natural sources, importance and applications**, In Tech, 2017.

MARTINELLI, M. *et al.* Avaliação sensorial e da qualidade de uvas-passas processadas a partir de três cultivares produzidas no semiárido. **Brazilian Journal. Food Technology**, v. 21, p. 1-8, 2018.

MARTÍNEZ, L. *et al.* Evaluation of diversity among Argentine grapevine (*Vitis vinífera* L.) varieties using morphological data and AFLP markers. **Electronic Journal of Biotechnology**, v. 6, p. 242-250, 2003.

MASCARENHAS, R. J *et al.* Characterization of maturity and quality of Brazilian apirenic grapes in the São Francisco river Valley. **Food Science Technology**, v. 32, p. 26-33, 2012.

MASKAN, A.; KAYA, S.; MASKAN, M. Effect of concentration and drying processes on color change of grape juice and leather (pestil). **Journal and Food Engineering**, v. 54, p. 75-80, 2002a.

MASKAN, A.; KAYA, S.; MASKAN, M. Hot air drying of grape leather (pestil). **Journal and Food Engineering**, v. 54, p. 81-88, 2002b.

MASSAROTO, J. A. **Características agronômicas e produção de silagem de clones de batata-doce**. 2008. 73 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

MAZARAKIOTI, E. C. *et al.* Inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS), a useful tool in authenticity of agricultural products and foods origin. **Foods**, v. 11, p. 3705, 2022.

McLELLAN, M. R.; LIND, L. R.; KIME, R. W. Hue angle determinations and statistical analysis for multiquadrant hunter *L*, *a*, *b* data. **Journal of Food Quality**, Wastport, v. 18, p. 235-240, 1994.

MEHRABANA, A. *et al.* Molecular and morphological identification of fungi isolated from sour cherry, plum and apple fruit leather in Iran. **Gene Reports**, p. 100500, 2019.

MELLO, A. F. S. Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2016). Validação de descritores para proteção de cultivares de batata-doce. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/212762/validacao-de-descritores-para-protecao-de-cultivares-de-batata-doce>. Acesso em: 25 de outubro de 2020.

MELLO, L. M. R. de.; MACHADO, C. A. E. Vitivinicultura brasileira: panorama 2019. **Comunicado Técnico**, n. 214, p.1-21, 2020.

MELO, R. A. de C. *et al.* Evaluation of purple-fleshed sweetpotato genotypes for roots yield, quality and pest resistance. **Horticultura Brasileira**, v. 38, p. 439-444, 2021.

MELO, R. A. de C. *et al.* Evaluation of purple-fleshed sweetpotato genotypes for root yield, quality and pest resistance. **Horticultura Brasileira**, v. 38, p. 439-444, 2020.

MENEZES, E. L. A. de. A Broca da Batata-Doce (*Euscepes postfasciatus*): Descrição, Bionomia e Controle. Circular Técnica, v. 6, Embrapa Agrobiologia, p. 1-12, 2002.

MENG, X.; TAN, C.; FENG, Y. Solvent extraction and in vitro simulated gastrointestinal digestion of phenolic compounds from purple sweet potato. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 54, p. 2887–2896, 2019.

MEYER, G. *et al.* Plant-available phosphorus in highly concentrated fertilizer bands: Effects of soil type, phosphorus form, and coapplied potassium. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 68, p. 7571-7580, 2020.

MILELLA, R. A. *et al.* Skin extracts from 2 Italian table grapes (*Italia* and *Palieri*) inhibit tissue factor expression by human blood mononuclear cells. **Journal of Food Science**, v. 77, p. H154–H159, 2012.

MIRANDA, J. E. C. *et al.* A cultura da batata-doce. Coleção Plantar, 30. Brasília: Embrapa SPI, 94p., 1995.

MIRANDA, J.E.C. de *et al.* A. Batata-doce (*Ipomoea batatas* (L) Lam). Brasília: EMBRAPA/CNPQ, 1989. 20 p. (Embrapa Hortaliças. **Circular Técnica**, 3).

MITRA, S. *et al.* Exploring the immune-boosting functions of vitamins and minerals as nutritional food bioactive compounds: a comprehensive review. **Molecules**, v. 27, p. 555, 2022.

MOHAMMAD, N. *et al.* Feasibility Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) growing in southern regions of Iran (Minab) climate. **Scientia Agriculturae**, v. 8, p. 67-72, 2014.

MORALES-CONTRERAS, B. E. *et al.* Apple pomace from variety “Blanca de Asturias” as sustainable source of pectin: Composition, rheological, and thermal properties. **LWT - Food Science and Technology**, v. 117, p. 1-7, 2020.

MOTA, R. V. *et al.* Fruit composition of 'Niágara Rosada' and 'Folha-de-Figo' grapevines under different training systems. **Revista Brasileira da Fruticultura**, v. 32, p. 1116-1126, 2010.

MOULIN, M. M. *et al.* Caracterização de acessos de batata-doce baseado em características morfológicas. **Perspectiva online: ciências biológicas e saúde**, v. 13, p. 23-36, 2014.

MUCHENJE, V. *et al.* Introduction to the special issue on Balanced diets in food systems: emerging trends and challenges for human health and wellbeing. **Food Research International**, v. 104, p. 1-3, 2018.

MUHLBAUER, W.; MULLER, J. Grape (*Vitis Vinifera* L.). In: Muhlbauer, W.; Muller, J. (Ed.). Drying Atlas. [S.l.]: Woodhead Publishing, 2020. 297-304.

MULYAWANTIA, I., BUDIJANTO, S., YASNI, S. Stability of anthocyanin during processing, storage and simulated digestion of purple sweet potato pasta. **Indonesian Journal of Agricultural Science**, v. 19, p.1–8, 2018.

MUÑOZ-ESPADA, A. C. *et al.* Anthocyanin quantification and radical scavenging capacity of concord, norton, and marechal foch grapes and wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, p. 6779-6786, 2004.

MURPHY, E. W.; CRINER, P. E.; GRAY, B. C. Comparisons of methods for calculating retentions of nutrients in cooked foods. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 23, n. p., 1975.

NACHTIGAL, J. C.; MAZZAROLO, A. Uva: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF, Embrapa Informação Tecnológica, 2008. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/125503/1/500perguntasuva.pdf>. Acesso em: 15 set. 2020.

NASCIMENTO, K. O., *et al.* Caracterização química e informação nutricional de fécula de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) orgânica e biofortificada. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, p. 132-138, 2013.

NASSIRI-ASL; M.; HOSSEINZADEH, H. Review of the pharmacological effects of *Vitis vinifera* (Grape) and its bioactive constituents: an update. **Phytotherapy Research**, v. 30, p.1392-1403, 2016.

NATIONAL CENTER FOR HOME FOOD PRESERVATION, 2014. Disponível em: https://nchfp.uga.edu/how/dry/veg_leathers.html. Acesso em: 20 de out. 2020.

NAVARRA, T.; SHANKIN-COHEN, W. The encyclopedia of vitamins, minerals and supplements. New York: Facts On File, 2004.

NAVARRE, D. A. *et al.* The effect of different cooking methods on phenolics and vitamin C in developmentally young potato tubers. **American Journal Potato Research**, v. 87, p. 350–359, 2010.

NERI-NUMA, I. A. *et al.* Natural prebiotic carbohydrates, carotenoids and flavonoids as ingredients in food systems. **Current Opinion in Food Science**, v. 33, p. 98-107, 2020.

NERI-NUMA, I. A. *et al.* Small Brazilian wild fruits: Nutrients, bioactive compounds, health-promotion properties and commercial interest. **Food Research International**, v. 103, p. 345-360, 2018.

NETO, J. B.; SOUSA, I. F. Potencial climático para cultivo da videira no alto sertão sergipano. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, p. 2932-2943, 2018.

NISHIYAMA, Y. P. de O. Composição fenólica das partes comestíveis das uvas BRS Carmem e BRS Magna. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciências de Alimentos), Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas/Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/136180>. Acesso em: 20 abr. 2021.

NISHIYAMA, Y. P. O. de. **Composição fenólica de uvas brasileiras e produtos derivados**. Tese (Doutorado com dupla titulação: Engenharia e Ciência de Alimentos e Enología, Viticultura y Sostenibilidad) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto e Universidad de Castilla-La Mancha, 2020. 124 f. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/193585>. Acesso em: 10 dez. 2022.

NIXDORF, S. L.; HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, I. Brazilian red wines made from the hybrid grape cultivar Isabel: Phenolic composition and antioxidant capacity. **Analytica Chimica Acta**, v. 659, p. 208-215, 2010.

NIZAMLIOGLU, N. M.; YASAR, S.; BULUT, Y. Chemical versus infrared spectroscopic measurements of quality attributes of sun or oven dried fruit leathers from apple, plum and apple-plum mixture. **LWT - Food Science and Technology**, v. 153, p. 112420, 2022.

NOGALES-BUENO, J. *et al.* Study of phenolic extractability in grape seeds by means of ATR-FTIR and Raman spectroscopy. **Food Chemistry**, v. 232, p. 602-609, 2017.

NOGUEIRA, A. C. *et al.* Yellow sweet potato flour: use in sweet bread processing to increase β -carotene content and improve quality. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, p. 283-293, 2018.

O'KANE, N. *et al.* The patterns and position of snacking in children in aged 2–12 years: A scoping review. **Appetite**, v. 188, p. 106974, 2023.

OIV - ORGANISATION INTERNACIONAL DE LA VIGNE ET DU VIN. 2ND Edition of the OIV descriptor list for grape varieties and *Vitis* species. Paris: Organisation Internationale de la Vigne et du Vin, 2001. Disponível em: <http://www.oiv.int/public/medias/2274/code-2e-edition-finale.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2020.

OKI, T. *et al.* Contribution of β -carotene to radical scavenging capacity varies among orange-fleshed sweet potato cultivars. **Food Science Technology Research**, v. 12, p. 156-160, 2006.

OKILYA, S.; MUKISA, I. M.; KAAYA, A. N. Effect of solar drying on the quality and acceptability of jackfruit leather. **EJEAFChE – Eletronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry**, v. 9, p. 101-111, 2010.

OLIVATI, C. *et al.* BRS Clara raisins production: Effect of the pre-treatment and the drying process on the phenolic composition. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 114, p. 1-15, 2022.

OLIVEIRA, A.; AMARO, A. L.; PINTADO, M. Impact of food matrix components on nutritional and functional properties of fruit-based products. **Current Opinion in Food Science**, v. 22, p. 153-159, 2018.

OLIVEIRA, D. J. **Caracterização morfológica e agrônômica de genótipos de batata-doce obtidos por meio de policruzamentos**. 2019. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira- UNESP, Ilha Solteira, 65f. 2019.

PACHECO, M. T. *et al.* Determination by HPLC-DAD-ESI/MSn of phenolic compounds in Andean tubers grown in Ecuador. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 84, p. 1-9, 2019.

PACQUETTE, L. H. *et al.* Minerals and trace elements in milk, milk products, infant formula, and adult/pediatric nutritional formula, ICP-MS Method: Collaborative Study, AOAC Final Action 2015.06, ISO/DIS 21424, IDF 243. **Journal AOAC International**, v. 101, p. 536-561, 2018.

PANCERI, C. P. *et al.* Effect of dehydration process on mineral content, phenolic compounds and antioxidant activity of Cabernet Sauvignon and Merlot grapes. **Food Research International**, v. 54, p. 1343-1350, 2013.

PEDROSA, C. E. *et al.* Yield and quality of wilted sweet potato vines and its silages. **Horticultura Brasileira**, v. 33, p. 283-289, 2015.

PENG, J. *et al.* Determination of anthocyanin and moisture content of purple sweet potatoes during drying process by their optical properties in the 400–1050 nm range. **Food Chemistry**, v. 359, p. 129811, 2021.

PEREIRA, L. S. Influência do vigor do porta-enxerto na produção e qualidade da videira "Folha de figo" clone 13. 2017. 61 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/28217>. Acesso em: 25 abr. 2020.

PEREIRA, R.J.; CARDOSO, M. - Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes, **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, p. 146-152, 2012.

PERESSIN, V. A.; FELTRAN, J. C. In: AGUIAR, A.T E. *et al.* (editores). Boletim 200. Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas. Campinas: IAC, 2014. p. 59-61.

PERLA, V.; HOLM, D. G.; JAYANTY, S. S. Effects of cooking methods on polyphenols, pigments and antioxidant activity in potato tubers. **LWT - Food Science and Technology**, v. 45, p. 161-171, 2011.

PHIMPHARIAN, C. *et al.* Physicochemical characteristics and sensory optimisation of pineapple leather snack as affected by glucose syrup and pectin concentrations, **International Journal of Food Science and Technology**, v. 46, p. 972-981, 2011.

PILON, L. *et al.* de. Avaliação físico-química e compostos bioativos de farinhas de batatas-doces de polpa roxa. Brasília: Embrapa Hortaliças, Boletim de pesquisa e desenvolvimento, **Comunicado Técnico nº202**, 26 p., 2020.

PIMENTEL, R. M. A. *et al.* Qualidade das uvas de mesa. **Informe Agropecuário Uva de Mesa**, v. 36, p. 92-100, 2015.

PINHEIRO, J. M. F. *et al.* **Guia de avaliação e recomendações nutricionais em pediatria**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Santa Cruz, Rio Grande do Norte. 2022. 88p. Disponível em: <https://www.gov.br/ebserh/pt-br/hospitais-universitarios/regiao-nordeste/huol-ufrn/comunicacao/noticias/GuiapticodeavaliacaoerecomendaesnutricionaisemPediatria2.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2023.

PONI, S. *et al.* Grapevine quality: A multiple choice issue. **Scientia Horticulturae**, v. 234, p. 445-462, 2018.

PREMAOR, M. O. BRONDANI, J. E. Nutrition and bone health: the importance of calcium, phosphorus, magnesium and protein. **Revista AMRIGS**, v. 60, p. 253-263, 2016.

PREMKUMAR, J., VASUDEVAN, R. T. Bioingredients: functional properties and health impacts. **Current Opinion in Food Science**, v. 19, p. 120-128, 2018.

PROKOP, J. *et al.* In vivo evaluation of effect of anthocyanin-rich wheat on rat liver microsomal drug-metabolizing cytochromes P450 and on biochemical and antioxidant parameters in rats. **Food and Chemical Toxicology**, v. 122, p. 225-233, 2018.

PROTANO, G.; ROSSI, S. Relationship between soil geochemistry and grape composition in Tuscany (Italy). **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 177, p. 500-508, 2014.

QUEIROGA, R. C. F. *et al.* Fisiologia e produção de cultivares de batata-doce em função da época de colheita. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 371-374, 2007.

QUINTERO RUIZ, N. A. *et al.* Evaluation of quality during storage of apple leather. **LWT – Food Science and Technology**, v. 47, p. 485-492, 2012.

QUINTERO RUIZ, N. A.; DEMARCHI, S. M.; GINER, S. A. Effect of hot air, vacuum and infrared drying methods on quality of rose hip (*Rosa rubiginosa*) leathers. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 49, p. 1799–1804, 2014a.

QUINTERO RUIZ, N. A.; DEMARCHI, S. M.; GINER, S. A. Research on Dehydrated Fruit Leathers: A Review. 2014b. Disponível em: <http://www.icef11.org/content/papers/fpe/FPE398.pdf>. Acesso em: 20 out. 2022.

RAHMAN, M. *et al.* Role of phenolic compounds in human disease: current knowledge and future prospects. **Molecules**, v. 27, p. 233, 2022.

RAJ, G. B.; DASH, K. K. Development of hydrocolloids incorporated dragon fruit leather by conductive hydro drying: characterization and sensory evaluation. **Food Hydrocolloids for Health**, v. 2, p. 100086, 2022.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologia. Viçosa: UFV, p. 69-72, 2009.

RATTANTHANALERK, M.; CHIEWCHAN, N.; SRICHUMPOUNG, W. Effect of thermal processing on the quality loss of pineapple juice. **Journal of Food Engineering**, v.66, p.259–265, 2005.

REBELLO, L. P. G. *et al.* Phenolic composition of the berry parts of hybrid grape cultivar BRS Violeta (BRS Rubea×IAC 1398-21) using HPLC–DAD–ESI-MS/MS. **Food Research International**, v. 54, p. 354-366, 2013.

RESENDE G. M. Características produtivas de cultivares de batata-doce em duas épocas de colheita, em Porteirinha - MG. **Horticultura Brasileira**, v. 18, p. 68-71, 2000.

RESENDE, G. M. de; COSTA, N. D.; YURI, J. E. Avaliação Preliminar de Clones de Batata-Doce no Submédio do Vale do São Francisco. **Comunicado Técnico 150**, 2012. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/72560/1/Comunicado-Tecnico-150.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2022.

REZAEI, A. *et al.* Improving the solubility and in vitro cytotoxicity (anticancer activity) of ferulic acid by loading it into cyclodextrin nanosponges. **International Journal of Nanomedicine**, v. 14, p. 4589-4599, 2019.

RIBEREAU-GAYON, P.; STONESTREET, E. Le dosage des anthocyanes dans le vin rouge. **Bulletin de la Societe Chimique de France**, v. 9, p. 2649-2652, 1965.

RITCHEY, K.D.; SILVA, J.E.; COSTA, U.F. Calcium deficiency in clayey B horizons of savanna oxisols. **Soil Science**, v.133, p. 378- 382, 1982.

RITSCHER, P. S.; HUAMAN, Z. Variabilidade morfológica da coleção de germoplasma de batata-doce da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 37, n.4, 2002.

ROBERTO, S. R. *et al.* Berry-cluster thinning to prevent bunch compactness of ‘BRS Vitoria’, a new black seedless grape. **Science Horticulture**, v. 197, p. 297-303, 2015.

RODRIGUES, N. da R. *et al.* Determination of physico-chemical composition, nutritional facts and technological quality of organic orange and purple-fleshed sweet potatoes and its flours. **Internacional Food Research Journal**, v. 23, p. 2071-2078, 2016.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoids analysis in foods**. Washington: ILSI. 2001. 64p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes brasileiras de carotenóides: tabela brasileira de composição de carotenóides em alimentos**. Brasília: MMA/SBF, 2008. 100 p.

RODRÍGUEZ-MENA *et al.* Natural pigments of plant origin: Classification, extraction and application in foods. **Food Chemistry**, v. 398, p. 133908, 2023.

ROESLER, P. V. S. O. *et al.* Produção e qualidade de raiz tuberosa de cultivares de batata-doce no oeste do Paraná. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, p. 117-122, 2008.

ROGIERS, S. *et al.* Mineral sinks within ripening grape berries (*Vitis vinifera* L.), **Vitis**, v. 45, p.115-123, 2006.

RÓS, A. B.; FILHO, J. T.; BARBOSA, G. M. C. de. Propriedades físicas do solo e crescimento de batata-doce em diferentes sistemas de preparo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 37, p. 242-250, 2012.

RÓS-GOLLA, A.; HIRATA, A. C. S. Teor de matéria seca de batata-doce em função do sistema de preparo do solo. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 6, p. 264-270, 2010.

ROTHWELL, J. A. *et al.* Effects of food processing on polyphenol contents: A systematic analysis using phenol-explorer data. **Molecular Nutrition & Food Research**, v. 59, p. 160–170, 2015.

RUMBAOA, R. G. O.; CORNAGO, D. F.; GERONIMO, I. M. Phenolic content and antioxidant capacity of Philippine sweet potato (*Ipomoea batatas*) varieties. **Food Chemistry**, v. 113, p. 1133-1138, 2009.

SABRA, A.; NETTICADAN, T.; WIJEKOON, C. Grape bioactive molecules, and the potential health benefits in reducing the risk of heart diseases. **Food Chemistry: X**, v.12, p. 100149, 2021.

SAENZ, C.; ESTEVEZ, A. M.; STIER, A. Dried fruit leather from kiwi fruit and apple pulps. **Acta Horticulture**, v. 498, p. 331-336, 1999.

SANCHES-SILVA, A. *et al.* Therapeutic potential of polyphenols in cardiovascular diseases: Regulation of mTOR signaling pathway. **Pharmacological Research**, v. 152, p. 104626, 2020.

SÁNCHEZ, C.; SANTOS, M.; VASILENKO, P. Batata-doce branca, roxa ou alaranjada? Avaliação qualitativa e nutricional. **Vida Rural**, v. 1847, p. 30-32, 2019.

SANTARELLI, V. *et al.* Response of organic and conventional apples to freezing and freezing pre-treatments: Focus on polyphenols content and antioxidant activity. **Food Chemistry**, v. 308, p. 1-8, 2020.

SANTOS, A. E. O. *et al.* Phenological behavior and thermal requirements of seedless grapes grown in the Submiddle São Francisco River. **Agraria**, v. 8, p. 364-369, 2013.

SANTOS, I. S. *et al.* Nanoencapsulation of polyphenols for protective effect against colon–rectal cancer. **Biotechnology advances**, v. 31, p. 514-523, 2013.

SANTOS, M. S. L. GARCIA. **Barra de fruta a base de maçã e uva: caracterização físico-química e sensorial**. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos), Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 96p., 2016.

SANTOS, N. M. *et al.* Current evidence on cognitive improvement and neuroprotection promoted by anthocyanins. **Current Opinion in Food Science**, v. 26, p. 71-78, 2019.

SANTOS, S. D. L. *et al.* Influence of gibberellic acid on physiology and quality of vine cv. Sweet Celebration on Submedium of São Francisco. **Revista Brasileira de ticultura**, v. 37, p. 827-834, 2015.

SARANYA, V. *et al.* Development and shelf life study of papaya fruit rollups. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 6, p. 1420-1424, 2017.

SARKAR, T. *et al.* Effect of cutting edge drying technology on the physicochemical and bioactive components of mango (*Langra variety*) leather. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 2, p. 1-8, 2020.

SASAKI, K. *et al.* Caffeoylquinic acid-rich purple sweet potato extract, with or without anthocyanin, imparts neuroprotection and contributes to the improvement of spatial learning and memory of SAMP8 mouse. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, p. 5037-5045, 2013.

SCALZO, R. L., *et al.* Cooking influence on physico-chemical fruit characteristics of eggplant (*Solanum melongena* L.). **Food Chemistry**, v. 194, p. 835–842, 2016.

SCHREINER, R. P.; OSBORNE, J. Defining phosphorus requirements for pinot noir grapevines. **American Journal Enology Viticulture**, v. 69, p. 351-359, 2018.

SENANAYAKE, S. A. *et al.* Comparative analysis of nutritional quality of five different cultivars of sweet potatoes (*Ipomea batatas* (L.) Lam.) in Sri Lanka. **Food Science & Nutrition**, v. 1, p. 284-291, 2013.

SENGA KITUMBE, P. *et al.* Chemical composition and nutritive value study of the seed oil of *Adenanthera pavonina* L. (*Fabaceae*) growing in Democratic Republic of Congo. **International Journal of Innovative Pharmaceutical Sciences and Research**, v. 5, n. 1, p. 205-216, 2013.

SENGUL, M. *et al.* Total phenolic content, antioxidant activity, some physical and chemical properties of pestil. **Asian Journal of Chemistry**, v. 22, p. 448–454, 2010.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. **Phenolics in food and nutraceuticals**. Washington, D.C: CRC Press, 2004.

SHARMA, P. *et al.* Study on the phytochemical properties of pineapple fruit leather processed by extrusion cooking. **LWT – Food Science and Technology**, v. 72, p. 534-543, 2016.

SHARMA, S. K. *et al.* Standardization of technology for preparation and storage of wild apricot fruit bar. **Journal of Food Science and Technology**, v. 50, p. 784-790, 2013.

SHI, P. *et al.* Foliar applications of iron promote flavonoids accumulation in grape berry of *Vitis vinifera* cv. Merlot grown in the iron deficiency soil. **Food Chemistry**, v.253, p.164-170, 2018.

SHI, P. *et al.* Iron supply affects anthocyanin content and related gene expression in berries of *Vitis vinifera* cv. Cabernet Sauvignon. **Molecules**, v. 2, p. 1-13, 2017.

SHIN, S. J. *et al.* Aqueous extracts of purple sweet potato attenuate weight gain in high fat-fed mice. **International Journal of Pharmacology**, v. 9, p 42-49, 2013.

SILVA, E. V. da *et al.* Sweet potato flour as substitute for wheat flour and sugar in cookies production. **International Journal of Development Research**, v. 7, p. 17031-17036, 2017.

SILVA, G. O. da; VENDRAME, L. P. C. de.; AMARO, G. B. Desempenho de clones de batata-doce para caracteres de rendimento e qualidade de raiz. **Brasília: Embrapa Hortaliças, Boletim de pesquisa e desenvolvimento**, v. 190, 20 p., 2019.

SILVA, G. O.; VENDRAME, L. P. C.; AMARO, G. B. Desempenho de clones de batata-doce para caracteres de rendimento e qualidade de raiz. **Brasília: Embrapa Hortaliças, Boletim de pesquisa e desenvolvimento**, v. 190, 20 p., 2019.

SILVA, J. B. C.; LOPES, C. A. **Cultura de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.)**. Brasília, DF: EMBRAPA – CNPA, 18 p., 1995.

SILVA, J. B. C.; LOPES, C. A.; MAGALHÃES, J. S. Cultura da batata-doce. In: Cereda, M. P. Agricultura: tuberosas amiláceas latino americanas. São Paulo: **Cargill**. 2:449-503, 2002.

SILVA, J. B. C.; LOPES, C. A.; MAGALHÃES, J. S. Cultura da batata-doce. In: Cereda, M. P. Agricultura: tuberosas amiláceas latino americanas. São Paulo: **Cargill**. 2: 449-503, 2002.

SILVA, M. J. R. da *et al.* Yield performance of new juice grape varieties grafted onto different rootstocks under tropical conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 241, p. 194-200, 2018.

SILVA, S. R. V. *et al.* Nutritional status and quality of table grapes cultivated in Submédio São Francisco Valley. **Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering**, v. 27, p. 415-421, 2023.

SIMÃO, R. S. da. *et al.* Production of mango leathers by cast-tape drying: Product characteristics and sensory evaluation. **LWT - Food Science and Technology**, v. 99, p. 445-452, 2019.

SIMÃO, R. S. *et al.* Recent advances in the production of fruit leathers. **Food Engineering Reviews**, v. 12, p. 68-82, 2020.

SINGH, A., *et al.* Effect of different levels of citric acid on quality and storage stability of sugar and jaggery based papaya (*Carica papaya* L.) fruit bar. **Journal of Applied Natural Science**, v. 8, p. 1063-1067, 2016.

SINGLETON, V. L.; RTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTOS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology: polyphenols and flavonoids**, v. 299, p. 152-178, 1999.

SLINKARD K.; SINGLETON V. L. Total phenol analyses: automation and comparison with manual methods. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 28, p. 49-55, 1977.

SOUSA, J. S. I. de. **Uvas para o Brasil**. 2 ed. rev. atual. Piracicaba: FEALQ, 1996.

SRIVASTAVA, A. *et al.* A comprehensive overview on solar grapes drying: Modeling, energy, environmental and economic analysis. **Sustainable Energy Technologies and Assessments**, v. 47, p. 101513, 2021.

STEED, L. E.; TRUONG, V.D. Anthocyanin content, antioxidant activity, and selected physical properties of flowable purple-fleshed sweetpotato purees. **Journal of Food Science**, v. 73, p.215-221, 2008.

STICH, E. Food Color and Coloring Food: Quality, Differentiation and Regulatory Requirements in the European Union and the United States. **Handbook on Natural Pigments in Food and Beverages**. Industrial Applications for Improving Food Color. 2016, p. 3-27.

STINTZING, F.; CARLE, R. Functional properties of anthocyanins and betalains in plants, food, and in human nutrition. **Trends in Food Science & Technology**, v. 15, p. 19-38, 2004.

SUDA, I. *et al.* Physiological functionality of purplefleshed sweet potatoes containing anthocyanins and their utilization in foods. **Japan Agriculture Research Quarterly: JARQ**, v. 37, p. 167-173, 2003.

SUN, H. *et al.* Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) leaves as nutritional and functional foods. **Food Chemistry**, v. 156, p. 380-389, 2014.

SUN, M. *et al.* How to predict the sugariness and hardness of melons: a near-infrared hyperspectral imaging method. **Food Chemistry**, v. 218, p. 413-421, 2017.

SUNA, S. *et al.* Impact of drying methods on physicochemical and sensory properties of apricot pestil. **Indian Journal of Traditional Knowledge**, v. 13, p. 47-55, 2014.

TEOW C. C. Antioxidant activity and bioactive compounds of sweet potatoes, Theses of Master of Science, Faculty of North Carolina State University, 2005.

TEOW, C. C., *et al.* Antioxidant activities, phenolic and b-carotene contents of sweet potato genotypes with varying flesh colours. **Food Chemistry**, v. 103, p. 829-838. 2007.

THIS, P.; LACOMBE, T.; THOMAS, M.R. Historical origins and genetic diversity of wine grapes. **Trends in Genetics**, v. 22, p. 511-519, 2006.

TONTUL, I.; TOPUZ, A. Mixture design approach in wall material selection and evaluation of ultrasonic emulsification in flaxseed oil microencapsulation. **Drying Technology**, v. 31, p.1362-1373, 2013.

TONTUL, I; TOPUZ, A. Effects of different drying methods on the physicochemical properties of pomegranate leather (pestil). **LWT - Food Science and Technology**, v.1, n.80, p.294-303, 2017.

TORRES, C. A.; ROMERO, L. A.; DIAZ, R. I. Quality and sensory attributes of apple and quince leathers made without preservatives and with enhanced antioxidant activity. **Food Science and Technology**, v. 62, p. 996-1003, 2015.

TRUONG, V. D., *et al.* Sweet potatoes. In: SINHA, N. K. **Handbook of Vegetables and Vegetable Processing**, New Jersey: Wiley-Blackwell, p. 717-737, 2011.

UNICAMP. Tabela brasileira de Composição de Alimentos TACO/ NEPA. UNICAMP. 4ª edição. Revista e ampliada NEPA- UNICAMP. 2011.

URIBARRI, J.; CALVO, M. S. Dietary Phosphorus Excess: A Risk Factor in Chronic Bone, Kidney, and Cardiovascular Disease? American Society for Nutrition. *Adv. Nutr.*; 2013, 4:542-544.

VAHAPOGLU, B. *et al.* Recent studies on berry bioactives and their health-promoting, **Molecules**, v. 27, p. 108, 2022.

VARGAS, P. F. **Diversidade genética entre acessos de batata-doce coletados em comunidades tradicionais do Vale do Ribeira**, SP. 2015. 71 f. Tese (Livre Docente), Campus Experimental de Registro, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”-UNESP, Registro, 2015.

VARGAS, P. F. *et al.* Genetic diversity among sweet potato crops cultivated by traditional farmers. *Revista Caatinga*, v. 31, p. 779-790, 2018.

VELHO, L. C. **Avaliação da retenção de nutrientes, aspectos sensoriais e microbiológicos de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) submetida a diferentes métodos de cocção**. Orientador: Paulo Henrique Machado de Sousa. 2016. 111 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

VENDRAME, L. P. C. de *et al.* Desempenho de clones de batata-doce de polpa roxa para caracteres relacionados ao rendimento e qualidade de raiz. **Brasília: Embrapa Hortaliças, Boletim de pesquisa e desenvolvimento**, n. 174, p. 20, 2018.

VENDRAME, L. P. C. de. *et al.* BRS Cotinga: nova cultivar de batata-doce de polpa roxa para processamento industrial – produtiva, com ampla adaptabilidade e rica em antioxidantes. **Brasília, DF: Embrapa Hortaliças**, Boletim de pesquisa e desenvolvimento, n 177, 20 p. 2022.

VIDAL, H. G. **Efeito das temperaturas de secagem nas propriedades funcionais da batata doce de polpa roxa (*Ipomoea batatas*)**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Tecnologia Seropédica, Rio de Janeiro, 41p. 2021.

VILETE, V. F. *et al.* Produção de mudas de batata-doce em clima tropical. *Revista Agri-Environmental Sciences*, Palmas-TO, v. 6, e020007, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.36725/agries.v6i0.3389> <https://revista.unitins.br/index.php/agri-environmental-sciences/index>. Acesso em: 20 jul. 2023.

VIZZOTTO, M. *et al.* Composição mineral em genótipos de batata-doce de polpas coloridas e adequação de consumo para grupos de risco. **Brasil Journal Food Technology**, v. 21, p. e2016175, 2018.

WANG, Y. *et al.* Rootstock-mediated effects on cabernet sauvignon performance: vine growth, berry ripening, flavonoids, and aromatic profiles. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 20, p. 401, 2019.

WEAVER, R. **Grape growing**. Hoboken: John Wiley and Sons, 1976.

WENDLING, I. Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Propagação Vegetativa. I Semana do Universitário, Florestas e Meio Ambiente, 2003. Embrapa Floresta, Documento 88. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/50925/1/Wendling.pdf>. Acesso em: 15 set. 2020.

- WEENUTTRANON, J. Product development of purple sweet potato ice cream. **International Journal of Advances in Science Engineering and Technology**, v. 6, p. 33-36, 2018.
- WILLIAMS, R. *et al.* Sweet potato can contribute to both nutritional and food security in Timor-Leste. **Field Crops Research**, v. 146, p. 38-43, 2013.
- WINKLER, A J. Viticultura. México: Continental, 1965. p. 85-95.
- WOJSLAW, E. B. **Tecnologia de Alimentos**. Conselho Editorial, Brasilia-DF, 2012.
- WROLSTAD, R. E. **Colors and pigment analysis in fruit products**. Corvallis, p.1-17, 1976. (Agricultural Experimental Station, 624).
- WU, Q. *et al.* Characterization, antioxidant and antitumor activities of polysaccharides from purple sweet potato. **Carbohydrate Polymers**, v. 132, p. 31–40, 2015.
- XIAOYUN, X. *et al.* Phenolic content, composition, antioxidant activity, and their changes during domestic cooking of potatoes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, p. 10231–10238, 2009.
- XU, J. *et al.* Characterisation and stability of anthocyanins in purple-fleshed sweet potato P40. **Food Chemistry**, v. 186, p. 90-96, 2015.
- YILDIZ, O. Physicochemical and sensory properties of mulberry products: Gümüşhane pestil and köme. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v.37, 2013.
- YILMAZ, F. M. *et al.* The effects of drying conditions on moisture transfer and quality of pomegranate fruit leather (pestil). **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v.16, p. 33-40, 2017.
- YIP, C. S. C.; CHAN, W.; FIELDING, R. The associations of fruit and vegetable intakes with burden of diseases: a systematic review of meta-analyses. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, v. 119, p. 464-481, 2019.
- YOSHIMOTO, M. *et al.* Antimutagenicity of sweet potato (*Ipomoea batatas*) roots. **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, v. 63, p. 1-8, 1999.
- YOUSSEF, K. *et al.* Control of Botrytis mold of the new seedless grape ‘BRS Vitoria’ during cold storage. **Scientia Horticulturae**, v. 193, p. 316-321, 2015.
- ZANELLA, V. 'BRS Vitória', a pequena notável. Embrapa, 50 anos, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/49151617/brs-vitoria-a-pequena-notavel>. Acesso em: 15 jul. 2023.
- ZHANG, D.; HAMAUZU, Y. Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. **Food Chemistry**, v. 88, p. 503-509, 2004.
- ZHANG, L., *et al.* Characterization and comparative study of starches from seven purple. **Food Hydrocolloids**, v. 80, p. 168-176, 2018.

- ZHANG, M. *et al.* Effects of relative air humidity on the phenolic compounds contents and coloration in the 'Fuji' apple (*Malus domestica* Borkh.) peel. **Scientia Horticulturae**, v. 201, p. 18-23, 2016.
- ZHANG, Q.; LUNA-VITAL, D.; DE MEJIA, E. G. Anthocyanins from colored maize through regulation of NF- κ B and JNK-dependent MAPK pathways. **Journal of Functional Foods**, v. 54, p. 175-186, 2019.
- ZHANG, Z. *et al.* Purple sweet potato color attenuates hepatic insulin resistance via blocking oxidative stress and endoplasmic reticulum stress in high-fat-diet-treated mice, **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 24, p. 1008-1018, 2013.
- ZHAO, S., *et al.* Effect of mesoscopic structure of citrus pectin on its emulsifying properties: Compactness is more important than size. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 570, p. 80-88, 2020.
- ZHENG, H. *et al.* Nitrogen and phosphorus co-starvation inhibits anthocyanin synthesis in the callus of grape berry skin. **Plant Cell, Tissue Organ Cult. (PCTOC)**, v. 142, 313-325, 2020.
- ZHOU, J. *et al.* Consumer assisted selection: the preference for new table grape cultivars in China. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 21, p. 351-360, 2015.
- ZHOU, K.; RAFFOUL, J. J. Potential anticancer properties of grape antioxidants. **Journal of Oncology**, v. 8, p. 1-9, 2012.
- ZHU, F. Anthocyanins in cereals: Composition and health effects. **Food Research International**, v. 109, p. 232-249, 2018.
- ZHU, F. *et al.* Composition of phenolic compounds, amino acids and reducing sugars in commercial potato varieties and their effects on acrylamide formation. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 90, p. 2254-2262, 2010.
- ZHU, F.; SUN, J. Physicochemical and sensory properties of steamed bread fortified with purple sweet potato flour. **Food Bioscience**, v. 30, p. 1-8, 2019.
- ZHU, J. *et al.* Effects of different drying methods on the physical properties and sensory characteristics of apple chip snacks. **LWT - Food Science and Technology**, v. 154, p. 112829, 2022.