



ANDRÉ BOSCOLO NOGUEIRA DA GAMA

**SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE BATATA-DOCE COM
POTENCIAL DE USO DAS FOLHAS PARA ALIMENTAÇÃO
HUMANA**

**LAVRAS-MG
2020**

ANDRÉ BOSCOLO NOGUEIRA DA GAMA

**SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE BATATA-DOCE COM POTENCIAL DE USO DAS
FOLHAS PARA ALIMENTAÇÃO HUMANA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Valter Carvalho de Andrade Júnior
Orientador

**LAVRAS-MG
2020**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Da Gama, André Boscolo Nogueira.

Seleção de genótipos de batata-doce com potencial de uso das
folhas para alimentação humana / André Boscolo Nogueira Da
Gama. - 2020.

73 p. : il.

Orientador(a): Valter Carvalho de Andrade Júnior.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2020.

Bibliografia.

1. Nutrientes. 2. Correlações. 3. Diversidade genética. I.
Andrade Júnior, Valter Carvalho de. II. Título.

ANDRÉ BOSCOLO NOGUEIRA DA GAMA

**SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE BATATA-DOCE COM POTENCIAL DE USO DAS
FOLHAS PARA ALIMENTAÇÃO HUMANA**

**SELECTION OF SWEET POTATOS WITH POTENCIAL FOR THE USE OF
LEAVES FOR HUMAN FOOD**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 20 de outubro de 2020.

Dra. Elisângela Elena Nunes UFLA

Dr. Alcinei Místico Azevedo UFMG

Prof. Dr. Valter Carvalho de Andrade Júnior
Orientador

**LAVRAS-MG
2020**

Agradeço a Deus, que iluminou meu caminho nesta jornada.

*Aos meus pais, irmão e familiares que, com muito carinho, o
e sem medir esforços, sempre me apoiaram.*

*Aos professores e mentores que sempre com muita
paciência me orientaram e incentivaram.*

*Aos grandes amigos. Aos
que acreditam em nós.*

Aos que desejam cultivar para a vida.

Aos que amam...

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar presente em todos os momentos.

Aos meus pais, Mauro Werneck Nogueira da Gama e Marly Auxiliadora Boscolo da Gama, pela minha formação e incentivos concedidos ao longo da minha vida, pelo afeto e amor. Ao meu irmão, Gustavo Boscolo Nogueira da Gama e a todos os familiares.

À Universidade Federal de Lavras e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, pela oportunidade de realização do mestrado.

Ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), que concedeu a bolsa de estudo. Código de Financiamento 001.

Ao professor Dr. Valter Carvalho de Andrade Júnior, pelas orientações, paciência, amizade, dedicação, confiança e incentivos em todos os momentos.

Aos professores Dr. Cleiton Lourenço de Oliveira e Dra. Elisângela Elena Nunes Carvalho, pelos conselhos, amizade e vontade em contribuir com minha formação.

Ao Orlando Gonçalves Brito, Eduardo Alves da Silva e Ariana Lemes da Costa, pela eterna amizade e contribuição nas atividades e estudos.

Aos amigos do Núcleo de Estudos em Olericultura (NEO-UFLA) e colegas do grupo de Melhoramento de Hortaliças, especialmente para Antônio Jorge Viegas Taula, Jeferson Carlos de Oliveira Silva, Ramon Ivo Soares Avelar, Sylmara Silva, Aline dos Santos Zaqueu, Andrey Santos, Pedro Yuri Cavasin, Paula Aparecida Costa e Marcelo Henrique Avelar Mendes, pelas amizades, conhecimentos adquiridos, trabalho em equipe, auxílios e crescimento profissional.

Aos funcionários do Setor de Olericultura, Stéfany Martins da Silva Lino, Josemar Silva e Luiz Gonzaga do Carmo, que hoje os considero como grandes amigos, pois empre me ajudaram e apoiaram nas atividades, me tratando com muito carinho, boa vontade e alegria.

Aos funcionários e colaboradores do Centro de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia (CDTT - Ijaci), Vicente Licursi, Francisco, Vanessa, Elenice, Vanderlei, Ronaldo e Júnior. Sem eles, nada seria possível. Agradeço muito pelo excelente auxílio e qualidade nas onerosas atividades de campo, instalações cedidas e os materiais utilizados na condução dos ensaios experimentais. Além de contribuírem com a manutenção do Banco de Germoplasma de Batata-doce - UFLA que compõe este trabalho.

A todos que de alguma forma contribuíram para esta etapa da minha vida!

Muita gratidão! Vivam felizes e em paz!

RESUMO

Folhas de *Ipomoea batatas* (L) Lam. apresentam características desejáveis para alimentação humana, pois são produtivas, ricas em nutrientes e possuem funções medicinais. Porém, não são uma forma usualmente explorada na cultura, necessitando de pesquisas relacionadas. Assim, objetivou-se com este estudo, selecionar genótipos de batata-doce com potencial de uso das folhas para o consumo humano. O experimento foi conduzido na Fazenda Palmital, no município de Ijaci, pertencente à Universidade Federal de Lavras (UFLA). Avaliou-se 26 genótipos pertencentes ao Banco de Germoplasma da UFLA e 4 cultivares comerciais (Beauregard, Brazlândia Roxa, Princesa e Uruguaiana). Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com três repetições e 10 plantas por parcela. Foram avaliadas as colorações das folhas, produtividade de ramas, produtividade de folhas úteis, aproveitamento das folhas úteis, massa seca das folhas úteis, produção de látex, clorofila total, pH, acidez titulável, sólidos solúveis, fenólicos totais e antocianinas das folhas de batata-doce. Também se avaliou as raízes quanto às suas colorações de casca e polpa e produtividade total. Os dados obtidos foram submetidos à ANOVA ($p \leq 0,05$) e comparados pelo teste de Scott-Knott à 5% de significância. Estimou-se ainda as correlações fenotípicas e genotípicas, além da divergência genética por meio de variáveis canônicas e dendograma pelo método UPGMA. As folhas apresentam potencial para utilização visando o consumo humano. Os caracteres relacionados as cores, produtividade de folhas úteis e dos compostos bioativos apresentaram alta variabilidade e são relevantes para atender a demanda comercial. As variáveis apresentaram diferenças significativas entre os genótipos, exceto para massa seca, pH, acidez titulável e sólidos solúveis. Os genótipos 2018-12-252, 2018-19-464, 2018-28-556, 2018-37-864, 2018-37-869, 2018-53-1032, 2018-55-1153, 2018-55-1154, 2018-72-1401 e 2018-74-1507 são os mais recomendados para uso de folhas na alimentação humana por apresentarem as melhores características agrônômicas e químicas. As correlações fenotípicas positivas de maior relevância ocorreram entre as características colorimétricas e as produções de ramas e folhas, enquanto a correlação negativa mais expressiva se deu entre o teor de clorofila total e as características colorimétricas. Já para as correlações genéticas, a mais significativa foi negativa entre o pH e a acidez titulável. Em relação a divergência genética, os genótipos 2018-19-387, 2018-19-389, 2018-28-543, 2018-31-666, 2018-38-926, 2018-53-1032, 2018-61-1163, 2018-67-1321, 2018-74-1479, UFVJM-58, UFVJM-61, Beauregard, Brazlândia Roxa, Princesa e Uruguaiana se apresentaram os mais divergentes.

Palavras-chave: *Ipomoea batatas*. Ramas. Nutrientes. Correlações. Diversidade genética.

ABSTRACT

Leaves of *Ipomoea potatoes* (L) Lam. have desirable characteristics for human consumption, as they are productive, rich in nutrients and have medicinal functions. However, they are not a form usually explored in culture, requiring related research. Thus, the aim of this study was to select sweet potato genotypes with the potential to use leaves for human consumption. The experiment was carried out at Fazenda Palmital, in the municipality of Ijaci, belonging to the Federal University of Lavras (UFLA). 26 genotypes belonging to the UFLA Germplasm Bank and 4 commercial cultivars (Beauregard, Brazlândia Roxa, Princesa and Uruguaiana) were evaluated. A randomized block design with three replications and 10 plants per plot was used. Leaf colorations, branch productivity, useful leaf productivity, use of useful leaves, dry weight of useful leaves, latex production, total chlorophyll, pH, titratable acidity, soluble solids, total phenolics and anthocyanins of potato leaves were evaluated -candy. The roots were also evaluated for their skin and pulp color and total productivity. The data obtained were submitted to ANOVA ($p \leq 0.05$) and compared by the Scott-Knott test at 5% significance. Phenotypic and genotypic correlations were also estimated, in addition to genetic divergence through canonical variables and dendrogram by the UPGMA method. The leaves have the potential to be used for human consumption. The characters related to colors, useful leaf productivity and bioactive compounds showed high variability and are relevant to meet commercial demand. The variables showed significant differences between the genotypes, except for dry matter, pH, titratable acidity and soluble solids. The genotypes 2018-12-252, 2018-19-464, 2018-28-556, 2018-37-864, 2018-37-869, 2018-53-1032, 2018-55-1153, 2018-55-1154, 2018-72-1401 e 2018-74-1507 are the most recommended for the use of leaves in human food because they present the best agronomic and chemical characteristics. The most relevant positive phenotypic correlations occurred between colorimetric characteristics and the production of branches and leaves, while the most expressive negative correlation occurred between the total chlorophyll content and the colorimetric characteristics. As for genetic correlations, the most significant was negative between pH and total titratable acidity. Regarding genetic divergence, the genotypes 2018-19-387, 2018-19-389, 2018-28-543, 2018-31-666, 2018-38-926, 2018-53-1032, 2018-61-1163, 2018-67-1321, 2018-74-1479, UFVJM-58, UFVJM-61, Beauregard, Brazlândia Roxa, Princesa e Uruguaiana were the most divergent.

Keywords: *Ipomoea batatas*. Branches. Nutrients. Correlations. Genetic divergence.

LISTA DE FIGURAS

PRIMEIRA PARTE

- Figura 1 - Folha com pecíolo e caule (a), folhas (b) e flor (c) da *Ipomoea batatas* (L.) Lam. . 16
- Figura 2 - Produção mundial de batata-doce no ano de 2018. 17
- Figura 3 - Formas de comercialização in natura de folhas de batata-doce: molho; embalado em saco polietileno; minimamente processado..... 27
- Figura 4 - Espaço de cor L*C*h..... 28

SEGUNDA PARTE

- Figura 1 - Temperaturas máxima, média e mínima, umidade relativa, insolação e precipitação da região de Lavras-MG, no período de 02 de abril a 4 de outubro de 2019.....43
- Figura 2 - Caracterização fenotípica de folhas em 30 genótipos de batata-doce. Lavras, UFLA, 2020. 45
- Figura 3- Estimativas de correlações fenotípicas (a) e genotípicas (b) para as características: luminosidade da folha (LFO), croma da folha (CFO), ângulo hue da folha (HFO), látex (LAT), clorofila total (CLO), potencial hidrogeniônico (PH), produtividade de ramos (RAM), produtividade de folhas úteis (FOL), teor de massa seca das folhas úteis (TEO), acidez titulável (ACI), sólidos solúveis (SS), fenólicos totais (FEN), antocianinas (ANT) e produtividade total de raízes (PTR). Lavras, UFLA, 2020. 60
- Figura 4 - Dispersão gráfica dos escores em relação às três primeiras variáveis canônicas (VC 1, VC 2 e VC 3) em genótipos de batata-doce. Lavras, UFLA, 2020. 61
- Figura 5 - Dendrograma obtido pelo método UPGMA a partir da matriz de dissimilaridade, utilizando a distância generalizada de Mahalonobis em 30 genótipos de batata-doce. Lavras, UFLA, 2020. 64

LISTA E TABELAS

PRIMEIRA PARTE

- Tabela 1 - Nomes das 15 antocianinas identificadas em folhas de batata-doce.....23
- Tabela 2 - Compostos bioativos de folhas de batata-doce (roxa/alaranjada e verde) e usos medicinais.....24

SEGUNDA PARTE

- Tabela 1 - Características morfológicas e intensidade de cor dos genótipos de batata-doce. Lavras, UFLA, 2020.....50
- Tabela 2 - Produtividade de ramos (PR), produtividade de folhas úteis (PFU), produtividade total de raízes (PTR), aproveitamento das folhas úteis (AFU) e teor de massa seca das folhas úteis (MSFU) dos genótipos de batata-doce. Lavras, UFLA, 2020....53
- Tabela 3 - Produção de látex (LA), clorofila total (CT), potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (ACI), fenólicos totais (FT) e antocianinas (ANT) dos genótipos de batata-doce. Lavras, UFLA, 2020.56
- Tabela 4 - Estimativas de correlações entre as variáveis canônicas e as características avaliadas. Lavras, UFLA, 2020.....62

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE	
1	INTRODUÇÃO..... 12
2	REFERENCIAL TEÓRICO 14
2.1	Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC's)..... 14
2.2	Características botânicas da batata-doce 15
2.3	A importância do cultivo da batata-doce..... 17
2.4	Aptidões e o melhoramento da batata-doce para produção de folhas..... 19
2.5	Compostos nutricionais das folhas de batata-doce 21
2.6	Compostos bioativos das folhas de batata-doce e uso medicinal..... 22
2.7	A comercialização <i>in natura</i> das folhas para consumo humano..... 26
2.8	A importância do estudo da coloração para a comercialização de hortaliças 27
	SEGUNDA PARTE – ARTIGO* 39
	ARTIGO 1 - SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE BATATA-DOCE COM POTENCIAL DE USO DAS FOLHAS PARA ALIMENTAÇÃO HUMANA 40
1	INTRODUÇÃO..... 41
2	MATERIAL E MÉTODOS 43
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 48
4	CONCLUSÕES..... 65
	REFERÊNCIAS..... 67

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

A batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) é uma cultura de grande expressividade mundial, sendo que foi a 16ª cultura alimentar mais produzida em todo o mundo no ano de 2018 (FAOSTAT, 2020). A cultura é bastante difundida no território brasileiro, principalmente pelos pequenos produtores, devido ser uma hortaliça rústica de bom conteúdo nutricional, baixo custo de produção, ampla adaptação edafoclimática e tolerância à seca, além de possuir diversas aptidões (PEDROSA *et al.*, 2015).

O cultivo de batata-doce tem demonstrado ser uma alternativa promissora para diversos usos, como na produção de biocombustível (SANTANA *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2019), alimento humano e animal (ANDRADE JÚNIOR *et al.*, 2012; DONATO *et al.*, 2020; RUKUNDO *et al.*, 2013), indústrias de alimentos, tecido, papel, cosmético, dentre outros. Entretanto, embora atualmente a parte tradicionalmente mais consumida da batata-doce seja as raízes, as folhas também apresentam alto potencial nutritivo e podem ser consumidas por humanos e animais (KHIDI, 2016), todavia, este potencial ainda é pouco explorado.

No passado, as folhas da batata-doce eram utilizadas na alimentação humana, em especial por povos de comunidades tradicionais, porém, com o passar dos anos, esse hábito caiu em desuso (KHIDI, 2016), o que tem contribuído para geração de resíduos da cultura, os quais apresentam alto potencial de uso (ANDRADE JÚNIOR *et al.*, 2012; KHIDI, 2016). Estes resíduos, quando descartados sem gerenciamento adequado, favorecem a contaminação e degradação do ambiente (SILVA *et al.*, 2015). De acordo com a FAO (2019), a falta de alimentos no mundo é uma realidade que ocorre majoritariamente pelo mal aproveitamento, e não pela dificuldade em produzi-los, o que tem levado a constantes apelos para se evitar o desperdício. Logo, é essencial evitar perdas nos cultivos de quaisquer culturas e estimular o consumo de partes vegetais alimentícias que normalmente são descartadas (FAO, 2017).

O uso das folhas de batata-doce na alimentação humana não tem tradição na maioria dos países produtores, assim como o Brasil, onde normalmente são utilizadas apenas as raízes, enquanto as folhas são descartadas pela maioria dos produtores (ANDRADE JÚNIOR *et al.*, 2012). Na Coreia do Sul, onde se tem essa informação contabilizada, no ano 2014, aproximadamente três milhões de toneladas de folhas de batata-doce foram descartadas (FAOSTAT, 2020). Apesar de pouco exploradas, as folhas são consideradas ricas em nutrientes tais como proteínas, aminoácidos essenciais, fibras dietéticas, polifenóis, minerais e ácidos graxos (SUN *et al.*, 2014). Ademais, compostos bioativos contidos neste vegetal, como antioxidantes, promovem a saúde melhorando o sistema imunológico, reduzindo o risco de

doenças cardiovasculares, estresse, danos de radicais livres e suprimindo o crescimento de células cancerosas (SUN *et al.*, 2014).

Além da questão nutricional, outras grandes vantagens são que as folhas de batata-doce podem ser colhidas muitas vezes ao ano, estão disponíveis por um período mais longo e o rendimento é semelhante ao das raízes tuberosas (ALI; TSOU, 2000). As folhas também podem ser processadas, o que facilita o armazenamento e transporte, além de poderem ser adicionadas a alimentos como refeições básicas, bebidas etc, de forma a compensar a ingestão insuficiente de nutrientes na vida diária. Devido a tantas vantagens, o produto vem ganhando mais atenção das pesquisas nos últimos anos (WANG; NIE; ZHU, 2016).

No melhoramento genético da batata-doce para consumo humano das folhas as informações ainda são escassas, o que torna essencial pesquisas envolvendo o tema, principalmente para conhecimento dos caracteres agrônômicos e químicos que estão relacionados com as performances e qualidades dos genótipos para produção em escala comercial. O estudo de correlações entre caracteres também é importante, pois auxilia na seleção indireta de características que são difíceis de serem mensuradas ou possuem baixa herdabilidade (CARPENTIERI-PÍPOLO; GASTALDI; PÍPOLO, 2005; FERREIRA *et al.*, 2008). Além disso, na busca de cultivares superiores, outro aspecto que o melhorista precisa avaliar é a divergência genética entre acessos, de forma a obter maiores ganhos de seleção e maior variabilidade das gerações segregantes através de cruzamentos de grupos mais divergentes (BENITEZ *et al.*, 2011).

Assim, busca-se uma população base que alie ampla variabilidade genética com alta média para o caráter a ser selecionado (MALUF; FERREIRA, 1983). Vários métodos multivariados podem ser usados na predição da diversidade genética, entre essas técnicas as mais empregadas são as análises por variáveis canônicas e os métodos de agrupamentos (OLIVEIRA *et al.*, 2003). A utilização de mais de uma técnica permite múltiplas combinações de informações e, conseqüentemente, um resultado mais preciso (MOREIRA *et al.*, 2009).

Considerando o potencial alimentício e o desperdício das folhas de batata-doce, pesquisas relacionadas à seleção de genótipos aptos ao consumo de folhas tornam-se necessárias, permitindo assim, retomar o hábito de consumo perdido ao longo das gerações. Dentre estas pesquisas, destaca-se a seleção de genótipos com melhores características agrônômicas, organolépticas e químicas, além de informações relacionadas ao melhoramento genético da cultura. Desta forma, objetivou-se selecionar genótipos de batata-doce com potencial de uso das folhas para o consumo humano, além de avaliar as correlações entre caracteres e a diversidade genética.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC's)

As plantas sempre fizeram parte da vida humana, e, historicamente, o conhecimento humano e o uso de plantas têm sido guiados por necessidades práticas e culturais (BALICK; COX; PLANTS, 1996; LEAL; ALVES; HANAZAKI, 2018). Estima-se que existam cerca de 27 mil espécies de plantas com potencial alimentar no mundo (LEAL; ALVES; HANAZAKI, 2018; LEVIN, 2001). Algumas espécies vegetais já foram amplamente cultivadas e usadas na alimentação humana, entretanto, devido a vários fatores, o consumo de algumas espécies ficaram restritos a algumas populações tradicionais e específicas. Assim, elas foram denominadas como plantas alimentícias tradicionais ou não convencionais (BRASIL, 2010).

Hortaliças não convencionais, mais conhecidas como PANC'S, são representadas por espécies comestíveis nativas, exóticas, espontâneas, silvestres ou domesticadas (KINUPP; LORENZI, 2014), que não estão agrupadas em cadeia produtiva, não são inspecionadas comercialmente e não são encontradas com frequência em grandes centros comerciais (SANTOS *et al.*, 2018), englobando também partes alimentícias não usuais de plantas conhecidas (KINUPP; LORENZI, 2014). Geralmente são plantas que encontra-se facilmente na natureza, que muitos até consideram como 'pragas' e 'plantas daninhas', mas que possuem propriedades nutricionais elevadas, ajudam a enriquecer diversos pratos gastronômicos, pois integram diferentes sabores, aromas, cores, texturas (ROCHA *et al.*, 2018). Boa parte dessas plantas adaptam-se facilmente em diferentes ambientes como hortas abandonadas, calçadas, quintais, ruas, essas plantas ressaltam uma grande biodiversidade e riqueza da natureza existente no planeta (NARCISO *et al.*, 2017). A falta de informações sobre essas plantas contribui para o não uso e até mesmo para o desaparecimento das mesmas (BRASIL, 2010).

A população atual tem alterado cada vez mais seus padrões alimentares, seguindo tradições de diferentes regiões do mundo, relacionado ao desenvolvimento econômico, cultural e demográfico de cada lugar (MOURAD *et al.*, 2008). Devido a isso, nos últimos anos tem havido um interesse mundial crescente pelas espécies não convencionais, buscando-se mudanças na dieta, a partir da escolha por alimentos mais leves e de fácil digestão, nutritivos e medicinais (LUCCHESI; BATALHA; LAMBERT, 2006). Além disso, pesquisas avaliaram o potencial do uso dessas espécies contra doenças crônicas e revelaram que elas podem ser fontes de importantes substâncias bioativas, algumas apresentaram índices nutricionais iguais ou superiores a alimentos que estamos habituados a comer (FRANKELIN *et al.*, 2018).

No Brasil, a grande biodiversidade de espécies de plantas comestíveis se deve a vários fatores, eles incluem a grande extensão territorial, a diversidade do clima e a existência de diferentes biomas. Estima-se no Brasil, que de mais de 50.000 espécies de plantas, entre nativas e não nativas, cerca de 5.000 sejam comestíveis (KINUPP; LORENZI, 2014). No entanto, apenas algumas dezenas constituem a base da dieta brasileira (KOEHNLEIN *et al.*, 2014). Parte desta restrição se explica pela limitação do conhecimento sobre taxonomia e diversidade genética de variedades vegetais não convencionais cultivadas no Brasil, poucas informações técnicas ou científicas estão disponíveis em relação à essas espécies (TECHIO *et al.*, 2017). Por esse motivo, essas culturas são produzidas na maioria dos casos sem manejo agrônômico adequado, utilizando misturas de materiais de propagação, sem padrões de qualidade (TECHIO *et al.*, 2017). Elas têm sido cultivadas em grande parte pelos pequenos agricultores que cultivam em seus quintais para consumo próprio (FERREIRA *et al.*, 2015).

Dentre as hortaliças não convencionais, temos algumas mais conhecidas como a azedinha (*Rumex acetosa* L.), bertalha (*Basella alba* L.), capuchinha (*Tropaeolum majus* L.), folhas de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.), ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* L.), peixinho (*Stachys byzantina* K. Koch), vinagreira verde (*Hibiscus sabdariffa* L.), dentre outros (BRASIL, 2010; KINUPP; LORENZI, 2014). A batata-doce, apesar de ser uma cultura comum e de amplo cultivo, possui suas folhas consideradas como PANC's, uma vez que seu consumo ainda é pouco explorado e as mesmas apresentam grande potencial nutritivo (NARCISO *et al.*, 2017). A cultura destaca-se ainda pela sua grande versatilidade de usos, pois além do uso das raízes para a alimentação humana, animal e produção de biocombustível, suas ramas também podem ser utilizadas para a alimentação animal e humana. Todavia, o consumo das folhas de batata-doce ainda é modesto no Brasil.

2.2 Características botânicas da batata-doce

A espécie *Ipomoea batatas* (L.) Lam é uma planta dicotiledônea pertencente à família Convolvulaceae, comumente chamada de batata-doce. A família agrupa cerca de 50 gêneros e mais de 1000 espécies (EMBRAPA, 2008). Originária das Américas Central e do Sul, é encontrada desde a Península de Iucatã, no México, até a Colômbia (EMBRAPA, 2008). É uma planta herbácea, perene e com hábito de crescimento predominantemente prostrado, porém, cultivada como anual por propagação vegetativa através das raízes tuberosas ou pelas ramas (HUAMÁN, 1991).

Segundo Woolfe (1992), a planta pode ser dividida em três partes e cada uma exerce uma função. Acima da superfície do solo, o dossel fotossintético absorve a energia luminosa e converte-a para forma química; os pecíolos e as ramas transportam esta energia e os recursos adquiridos pelo sistema radicular dentro da planta e; no subterrâneo, o sistema radicular absorve água, nutrientes e armazena energia em suas raízes.

A parte aérea da batata-doce é constituída basicamente pelo caule, pecíolo, folha e flor (FIGURA 1). O caule, ou rama, pode apresentar crescimento rasteiro, trepador ou ereto, verde ou arroxado, podendo alcançar até cinco metros de comprimento (SOARES; MELO; MATIAS, 2002). Os pecíolos variam muito de tamanho, podem ser verdes ou com pigmentação roxa em seu comprimento ou na junção com as folhas e/ou com os caules ou ao longo dos pecíolos (HUAMÁN, 1991). As folhas são simples, alternas, dispostas em um arranjo espiral e numa filotaxia de 2/5 (HUAMÁN, 1991). Dependendo da cultivar, a borda do limbo da folha e a forma do esboço geral das folhas variam. A cor das folhas também varia de verde-amarelado, verde ou podem ter pigmentação roxa, sendo que algumas cultivares apresentam folhas maduras verdes e folhas jovens roxas (HUAMÁN, 1991).

As flores são hermafroditas, perfeitas, dispostas em inflorescências do tipo cimeiro e apresentam: cinco sépalas, cinco pétalas, cinco estames e um pistilo composto, sua coloração varia do branco, lilás a diversas tonalidades do roxo (CAMARGO, 2013; HUAMÁN, 1991; LEBOT, 2009).

Figura 1 - Folha com pecíolo e caule (a), folhas (b) e flor (c) da *Ipomoea batatas* (L.) Lam.



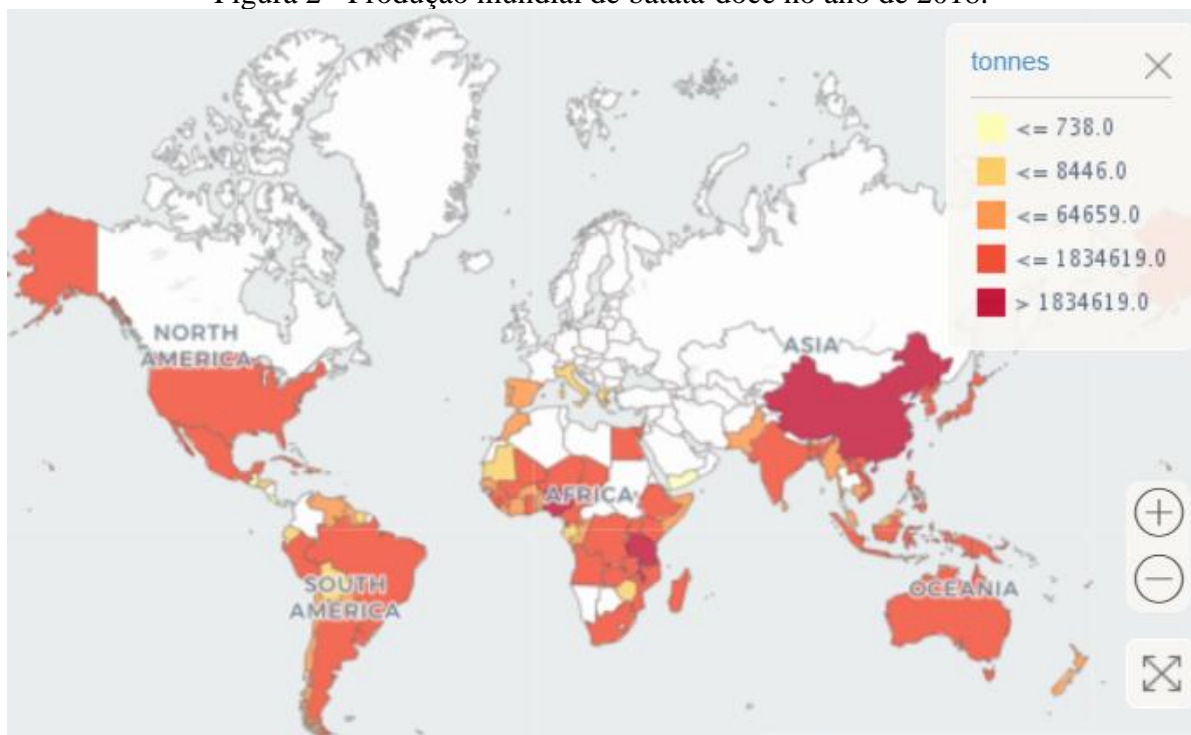
Fonte: Do autor (2019).

A parte subterrânea é composta principalmente pelas raízes tuberosas, que são atualmente a parte mais comercial da planta e servem de armazenamento de energia da planta em forma de amido (HUAMÁN, 1991). É distinta pela forma, sabor, textura e cor, em que as mais comuns são as de cores branca, creme, amarela, laranja e roxa (JOSÉ, 2012).

2.3 A importância do cultivo da batata-doce

Segundo a FAOSTAT (2020) a batata-doce é cultivada em 115 países (FIGURA 2), em 2018 a produção mundial foi de 91,94 milhões de toneladas em uma área de aproximadamente 8,06 milhões de hectares plantados ($11,40 \text{ t ha}^{-1}$), sendo que aproximadamente 66,00% da produção ocorreu na Ásia, 28,30% na África, 4,60% nas Américas e 1,10% no restante do mundo. A China é o país que mais produz, com cerca de 53,24 milhões de toneladas produzidas (72,6% da produção mundial), em uma área de 2,37 milhões de hectares ($22,38 \text{ t ha}^{-1}$), no ano de 2018 (FAOSTAT, 2020).

Figura 2 - Produção mundial de batata-doce no ano de 2018.



Fonte: FAOSTAT (2020).

O Brasil ocupa a 16ª posição no *ranking* mundial de produtores e de acordo com dados do IBGE (2018), o cultivo de batata-doce vem aumentando. Do ano de 2015 até 2018, a área plantada aumentou 18,51% (de 44.742 ha para 53.024 ha), a quantidade produzida aumentou 24,36% (de 595.977 toneladas para 741.203 toneladas) e a produtividade aumentou 4,95% (de $13,32 \text{ t ha}^{-1}$ para $14,00 \text{ t ha}^{-1}$). Dentre os 27 estados brasileiros, 23 cultivam a cultura e os principais estados produtores de batata-doce são Rio Grande do Sul (23,61%), São Paulo (20,11%) e Ceará (9,70%). Minas Gerais está em sexto lugar com 6,41% da produção nacional,

área plantada de 2.600 ha e produção de 47.492 toneladas, representando uma produtividade média de 18,27 t ha⁻¹, 30,66% maior que a média nacional (IBGE, 2018).

A cultura possui grande importância socioeconômica, já que cerca de 24% dos municípios brasileiros a utilizam para subsistência e comercialização, o que contribui para a segurança alimentar nacional (MELLO, 2015), o que torna a cultura tradicional, difundida e muito cultivada no Brasil (AZEVEDO *et al.*, 2014). A hortaliza se caracteriza pela facilidade de cultivo, alta variabilidade genética, adaptação a diversas condições de solo e clima, tolerância à seca, além do baixo custo de produção (PEDROSA *et al.*, 2015). A cultura ainda é mais tolerante a doenças, pragas e elevados teores de umidade que muitas outras folhosas cultivadas na região tropical (ISLAM, 2014). Além da praticidade do cultivo, recentemente, a batata-doce atingiu grande popularidade em função de ser considerada um alimento saudável, fato que ocorre principalmente por apresentar um baixo índice glicêmico e pela presença de vários componentes bioativos, tais como: fibras, vitamina A, vitamina C e antocianinas (MELLO, 2015).

Apesar de sua importância econômica, nutricional e social para o Brasil, a batata-doce ainda é uma cultura desprezada, quase a totalidade dos implementos, equipamentos para processamento e grande parte das recomendações agrônômicas são oriundas de culturas como batata ou cenoura (MELLO, 2015). Este autor afirma que outro aspecto relevante é a falta de produtos fitossanitários registrados para a cultura, o que diminui a produtividade ou faz com que os produtores utilizem produtos não registrados. Além disso, quase a totalidade da batata-doce comercializada no Brasil é composta de genótipos locais de produtores ou de origens desconhecidas, mas não de cultivares melhoradas e registradas no Ministério da Agricultura Abastecimento e Pecuária - MAPA (MELLO, 2015), o que resulta nas baixas produtividades verificadas no país.

Ao longo da domesticação da batata-doce, dado aos cruzamentos aleatórios a nível de produtor no Brasil, a espécie apresenta ampla variabilidade genética e diversas aptidões (TORQUATO-TAVARES *et al.*, 2017). Porém, as cultivares desenvolvidas no Brasil são pouco caracterizadas agronomicamente, não possuem avaliação nutricional ou fitossanitária, além de não possuírem um pacote tecnológico específico desenvolvido para o genótipo, o que dificulta o desenvolvimento de cultivares adequadas a suas aptidões. Nesse contexto, os programas de melhoramento da cultura desempenham papel fundamental na obtenção de genótipos superiores, mais adaptados e recomendados para as diferentes aptidões que podem ser exploradas na cultura da batata-doce.

2.4 Aptidões e o melhoramento da batata-doce para produção de folhas

Atualmente, a maioria dos genótipos encontrados foram selecionados para consumo humano das raízes, contudo, a planta apresenta potenciais para a produção de etanol (raízes) e para a alimentação animal e humana (ramas e raízes) (GONÇALVES NETO *et al.*, 2011; TORQUATO-TAVARES *et al.*, 2017). Para esse tipo de seleção as principais características são relacionadas as raízes, como a produtividade comercial e caracteres relacionados à qualidade, como coloração, formato, resistência à pragas de solo, padrão comercial etc.

Na produção de etanol, os teores de massa seca e amido das raízes são as características que mais influenciam diretamente o rendimento etanólico. De acordo com a cultivar, o amido tem seu teor variável, sendo o principal componente das raízes de reserva, podendo representar 50-80% de sua massa seca (ZHOU *et al.*, 2016). O programa de melhoramento vegetal da batata-doce desenvolvido pela Universidade Federal do Tocantins, lançou dez cultivares voltadas para a produção de etanol, com rendimentos variando de 4.615 a 10.467 L ha⁻¹ de etanol comburento (SILVEIRA, 2008). Em relação à cana-de-açúcar, a batata-doce tem maior produção de etanol por tonelada de raízes (130 a 140 L t⁻¹), além de um ciclo mais curto de aproximadamente 6 meses, considerando que a cana-de-açúcar tem ciclo de 12 meses e produz em média 70 L t⁻¹ (SILVA *et al.*, 2015). O rendimento e produtividade de biocombustível superam culturas comuns, como cana-de-açúcar e milho, e seu coproduto, a torta de levedura oriunda da fermentação, pode ser fornecida como componente para nutrição animal como fonte de proteínas (BENNETT, 2015; PIETROSEMOLI *et al.*, 2016).

O mercado de batata-doce para consumo humano, na maioria das vezes exige um padrão de raiz que nem sempre o agricultor consegue cumprir. Algumas raízes por exemplo, podem apresentar um formato indesejável ao consumidor, e estas podem ser utilizadas para alimentação animal (ANDRADE JÚNIOR *et al.*, 2012; VIANA *et al.*, 2011). O uso das raízes na dieta animal pode ser *in natura*, processada ou inserida em outros produtos, o potencial do amido como fonte de energia é comparável ao do milho e têm níveis aceitáveis de propriedades nutricionais como proteína e carboidratos (KHAN, 2017).

Na dieta animal, também pode-se utilizar as ramas de batata-doce. De acordo com Viana *et al.* (2011), a silagem de ramas de batata-doce apresenta boa digestibilidade, teor proteico, energético e perfil fermentativo adequado para a alimentação animal. Outra forma de uso das ramas é o feno (DONATO *et al.*, 2020). As ramas também podem ser usadas frescas diretamente como forragem para alimentação animal (AZEVEDO *et al.*, 2015; PIETROSEMOLI *et al.*, 2016). Estes autores afirmam que as ramas apresentam bom potencial

de uso na forma de silagem para a alimentação animal e caracterizam-se como volumosos de boa qualidade, com valores médios de 11,59% de proteína bruta, baixos teores de fibra e teores de nutrientes digestíveis totais superiores a 62,90%. Na China, principal país produtor, as ramas são empregadas exclusivamente ou em associação às raízes para a alimentação de suínos, seja na forma fresca ou conservada como silagem (MONTEIRO *et al.*, 2008).

O uso das raízes na alimentação humana é a aptidão mais explorada no melhoramento genético da batata-doce e têm se tornado um hábito cada vez mais frequente, devido a apresentar alta qualidades nutricional, quantidades significativas de proteínas, gorduras, carboidratos, fibras, micronutrientes, fitonutrientes e um baixo índice glicêmico (SWEET POTATO, 2020), fundamental para mitigar os efeitos ocasionados pela desnutrição em populações mais pobres, visto ser um alimento mais acessível. Através dos programas de melhoramento de plantas foi possível o desenvolvimento de cultivares de batata-doce biofortificadas, como de polpa alaranjada, que são importantes fontes de β -carotenos (pró-vitamina A) (FERNANDES *et al.*, 2014). Uma porção de 125g da cultivar 'BA' fervida pode suprir a necessidade diária de vitamina A em crianças pré-escolares e protegê-las da cegueira noturna (MWANGA; SSEMAKULA, 2011).

Embora a parte predominantemente mais consumida da batata-doce pelos humanos sejam as raízes, as folhas também podem ser consumidas e apresentam alto potencial nutritivo (ANDRADE JÚNIOR *et al.*, 2012; KHIDI, 2016). As folhas contêm vários nutrientes, vitaminas, fibras, ácidos graxos essenciais, proteínas, minerais vitamina B, betacaroteno, luteína e antioxidantes (LIU, 2018). A composição nutricional atende pessoas com necessidades de dietas especiais como crianças, mulheres em idade fértil e gestantes, esportistas e pessoas que querem uma dieta saudável (KEHOE *et al.*, 2015). A folha pode ser utilizada em salada, processada, na indústria de alimentos, na composição de produtos farmacêuticos e remédios populares, podem melhorar a função do sistema respiratório e renal (LIU, 2018).

Apesar dos benefícios, atualmente as folhas são consumidas em maior escala somente nas ilhas do Oceano Pacífico, nos países da África e Ásia, e um consumo limitado nos Estados Unidos (LIU, 2018). No Brasil, para consumo humano normalmente são utilizadas apenas as raízes, as folhas são descartadas gerando resíduos no ambiente (ANDRADE JÚNIOR *et al.*, 2012), todavia, pouco se tem explorado do melhoramento da batata-doce para esta aptidão.

É necessário resgatar o antigo hábito do uso das folhas de batata-doce como alimento, incluir no mercado este alimento que se apresenta como um ótimo ingrediente para várias dietas. Novas tendências e inovações na indústria têm possibilitado a oferta de produtos com sabores e texturas diferenciados, principalmente os naturais (BRASIL, 2010). O segmento de produtos

de origem vegetal é um mercado crescente, especialmente para o público que busca produtos inovadores e diferenciados. A adição em outros produtos agrega valor e traz ao consumidor o aporte de vitaminas, minerais e compostos pigmentados que conferem ou intensificam a coloração do produto (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2012).

Esta revisão mostra que a cultura da batata-doce possui diversas aptidões, dentre elas, o uso das folhas como alimento humano apresenta grande potencial, porém, é pouco explorado. A falta de informações e genótipos apropriados é um desestímulo a produção e consumação das folhas, gerando descarte inadequado, desperdício de recurso e poluição. Visto isso, pesquisas com o melhoramento da cultura se tornam necessárias, a avaliação e seleção de genótipos com esta finalidade é fundamental, além de ser importante estudar as correlações entre as qualidades químicas e agronômicas com as características colorimétricas das folhas, pois isso pode facilitar a interpretação de dados e reduzir esforços de futuros trabalhos. Dessa forma, para resgatar o uso e estimular a produção e consumo humano das folhas de batata-doce, os programas de melhoramento são essenciais para desenvolver genótipos adequados e inserir no mercado um ‘novo’ produto, atraente e de qualidade.

2.5 Compostos nutricionais das folhas de batata-doce

O corpo humano é composto por 4% a 5% de minerais, que são indispensáveis para manter a saúde e têm papel fundamental para o bom funcionamento do organismo, desempenham uma variedade de funções metabólicas, que incluem ativação, regulação, transmissão e controle (SANTOS ROLIM *et al.*, 2020). Neste ponto, as folhas da batata-doce demonstram ser um alimento promissor, pois possuem uma variedade de compostos químicos relevantes para a saúde humana, podem ter tantas vitaminas, minerais e outros nutrientes quanto o espinafre, hortaliça considerada de alto valor nutricional (ISHIGURO *et al.*, 2004). Os níveis de ferro, cálcio, vitamina B, zinco e β -caroteno estão no topo, quando comparado à outros vegetais comerciais (ISHIDA *et al.*, 2000). Sun *et al.* (2014) encontraram elevadas composições químicas, o genótipo ‘Shi No. 5’ teve o maior conteúdo de proteína bruta em peso seco ($31,08 \pm 0,09$ g 100 g⁻¹ PS), enquanto o ‘Pushu No. 17’ teve o maior teor de fibra bruta ($14,26 \pm 0,38$ g 100 g⁻¹ PS). Em média, o macroelemento mais abundante foi K ($1,63$ g 100 g⁻¹ PS), seguido de P ($1,25$ g 100 g⁻¹ PS), Ca ($0,74$ g 100 g⁻¹ PS), Mg ($0,40$ g 100 g⁻¹ PS) e Na ($0,16$ g 100 g⁻¹ PS). O microelemento mais abundante foi o Fe ($8,15$ mg 100 g⁻¹ PS), seguido de Mn ($4,10$ mg 100 g⁻¹ PS), Zn ($2,27$ mg 100g⁻¹ PS) e Cu ($1,28$ mg 100 g⁻¹ PS).

As proteínas são fundamentais para nosso metabolismo, são consideradas nutrientes construtores, participam da formação e do desenvolvimento de todos os órgãos e tecidos. O teor médio de proteína bruta encontrado nas folhas de batata-doce frescas (2,99 g 100 g⁻¹ PF) foi superior ao das próprias raízes (2,13 g 100 g⁻¹ PF) e de alguns vegetais frescos (1,9 g 100 g⁻¹ PF). O percentual de proteína por peso seco de folhas varia de 16,78% a 25,39% (OWUSO; ELLIS; ODURO, 2008), e 26,37% a 37,06% (MWANRI; KOGI-MAKAU; LASWAI, 2011). Em termos de fonte proteica, seu produto é maior que do milho (cerca de 10%) (SODRÉ *et al.*, 2017), e se aproxima da soja que é a principal fonte de proteína vegetal (cerca de 38%) (FREIRIA *et al.*, 2020; SALES *et al.*, 2016). Isso representa que por unidade calórica as folhas de batata-doce superam em teor de proteína até mesmo do feijão, uma das principais fontes proteicas da população brasileira de baixa renda, além disso, a cultura apresenta um valor alimentício semelhante ao das folhas de mandioca e pode ser empregada em multimisturas para combate à desnutrição (MALUF, 2003).

Esta variedade de compostos indicam um potencial do uso das folhas como alimento para a saúde humana em suprir as necessidades diárias de nutrientes, importantes também para a fabricação de produtos nutracêuticos e biofortificados, que são meios de assegurar as pessoas a ingestão de níveis recomendados de vitaminas e minerais.

2.6 Compostos bioativos das folhas de batata-doce e uso medicinal

Os compostos bioativos presentes nas folhas de batata-doce apresentam diversos usos medicinais e ajudam a manter o corpo saudável, podem servir para a prevenção e tratamento de doenças, têm potencial antioxidante, antimutagênico, anti-inflamatório e anticarcinogênico, são encontrados em maiores quantidades que nas próprias raízes (BIANCHI; ANTUNES, 1999; ISLAM, 2006; 2014; NEVES, 2015). O potencial medicinal das folhas vai variar de acordo com os teores dos compostos bioativos, como as antocianinas, clorofilas, vitaminas, carotenóides e outros compostos fenólicos (SAURA-CALIXTO; GOÑI, 2006).

As folhas de batata-doce representam uma das fontes mais ricas de antocianinas entre frutas e vegetais, estes compostos são o maior grupo de pigmentos solúveis em água das plantas e são agentes de coloração natural entre o vermelho e azul em muitos vegetais (ISLAM; YOSHIMOTO; YAMAKAWA, 2006). Recentemente, a crescente demanda na indústria de alimentos pelo uso de corantes alimentares naturais, levou à procura de vegetais como fontes de corantes e as folhas da batata-doce são consideradas uma boa opção. Além disso, as antocianinas exercem papel fundamental na saúde e tratamento de doenças crônicas, atuam

como antioxidantes, antimutagênicos, quimiopreventivos, cardioprotetores e anti-inflamatórios (ISLAM, 2006). Na composição das folhas de batata-doce são representadas pelo menos 15 compostos antociônicos (TABELA 1) (ISLAM, 2006; SU *et al.*, 2019).

Tabela 1 - Nomes das 15 antocianinas identificadas em folhas de batata-doce.

Nome comum	Nome científico
YGM ^z -0a	cyanidin3-sophoroside-5-glucoside
YGM-0b	peonidin3-sophoroside-5-glucoside
YGM-0c	P-hydroxybenzoylated(cyanidin3-sophoroside-5-glucoside)
YGM-0d	caffeoylated(cyanidin3-sophoroside-5-glucoside)
YGM-0e	P-hydroxybenzoylated(peonidin3-sophoroside-5-glucoside)
YGM-0f	caffeoylated(peonidin3-sophoroside-5-glucoside)
YGM-0g	feruloylated(cyanidin3-sophoroside-5-glucoside)
YGM-1a	cyanidin3-(6,6-caffeoyl-P-hydroxybenzoylsophoroside)-5-glucoside
YGM-1b	cyanidin3-(6,6-dicaffeoylsophoroside)-5-glucoside
YGM-2	cyanidin3-(6-caffeoylsophoroside)-5-glucoside
YGM-3	cyanidin3-(6,6-caffeoylferuloylsophoroside)-5-glucoside
YGM-4b	peonidin3-(6,6-dicaffeoylsophoroside)-5-glucoside]
YGM-5a	peonidin3-(6,6-caffeoyl-P-hydroxybenzoylsophoroside)-5-glucoside
YGM-5b	cyanidin3-(6-caffeoylsophoroside)-5-glucoside
YGM-6	peonidin3-(6,6-caffeoylferuloylsophoroside)-5-glucoside
YGM-5b	cyanidin3-(6-caffeoylsophoroside)-5-glucoside
YGM-6	peonidin3-(6,6-caffeoylferuloylsophoroside)-5-glucoside

^zYGM = Yamagawamurasaki.

Plantas com substâncias antioxidantes têm atraído muita atenção recentemente. Nas folhas de batata-doce, vários autores relataram a forte correlação das antocianinas com as atividades antioxidantes e de eliminação de radicais livres, e que são mais efetivas que outros vegetais tradicionais (ISLAM; JALALUDDIN, 2004; ISLAM, 2006).

As folhas de batata-doce são um bom recurso complementar de importantes compostos bioativos que podem trazer grandes benefícios, seja para os consumidores, para os produtores e para as indústrias. Alguns destes compostos e suas funções medicinais encontrados nas folhas de batata-doce estão representados na Tabela 2.

Tabela 2 - Compostos bioativos de folhas de batata-doce (roxa/alaranjada e verde) e usos medicinais.

Folhas roxas/alaranjadas	Folhas verdes	Função	Referências
Polifenóis	Polifenóis	Antioxidante; limpeza de radicais livres; melhor resposta imunológica; menor peroxidação lipídica; diminuição da oxidação do DNA; inibição da oxidação do LDL	(CHANG <i>et al.</i> , 2007; CHEN <i>et al.</i> , 2005; CHEN <i>et al.</i> , 2008; HUANG <i>et al.</i> , 2009; SALLEH <i>et al.</i> , 2002).
Antocianinas	Antocianinas	Antioxidante; antimutagênico; quimiopreventivo; anti-inflamatório; anti-hipertensivo; cardioprotetor	(HOU, 2003; KARLSEN <i>et al.</i> , 2007).
Ácido caféico e derivados	Ácido caféico e derivados	Antioxidante; antimutagênico; quimiopreventivo; antidiabético	(ISLAM; SHAIKH; ISLAM, 2009; JUNG <i>et al.</i> , 2006; KURATA <i>et al.</i> , 2007; YOSHIMOTO <i>et al.</i> , 2002).
Quercetina	Quercetina	Anti-hipertensivo; quimiopreventivo	(CALTAGIRONE <i>et al.</i> , 2000; EDWARDS <i>et al.</i> , 2007).
	Kaempferol	Antioxidante; quimiopreventivo	(LUO <i>et al.</i> , 2009; PARK <i>et al.</i> , 2006).
	Miricetina	Quimiopreventivo; antidiabético	(KNEKT <i>et al.</i> , 2002).
	Fisetina	Anti-inflamatório; quimiopreventivo	(GERAETS <i>et al.</i> , 2009; LIM; PARK, 2009; LU <i>et al.</i> , 2005).
	Morina	Quimiopreventivo; anti-inflamatório	(GÁLVEZ <i>et al.</i> , 2001; KAWABATA <i>et al.</i> , 1999).
	Isoramnetina	Cardioprotetor; anti-inflamatório	(SANCHEZ <i>et al.</i> , 2007).
	Luteolina	Anti-inflamatório; quimiopreventivo	(JANG; KELLEY; JOHNSON, 2008; JU <i>et al.</i> , 2007; LIM <i>et al.</i> , 2007).
	Apigenina	Quimiopreventivo	(CALTAGIRONE <i>et al.</i> , 2000; LIU <i>et al.</i> , 2005; VAN DROSS <i>et al.</i> , 2003).
	Mono- e digalactosildiacilglicerol	Anti-inflamatório	(LENTI <i>et al.</i> , 2009).
Carotenóides	Carotenóides	Cardioprotetor; quimiopreventivo	(RAO; RAO, 2007).
Fibra dietética	Fibra dietética	Quimiopreventivo; antidiabético; cardioprotetor; aumento excreção fecal de ácidos biliares	(DAHM <i>et al.</i> , 2010; INNAMI <i>et al.</i> , 1998; PEREIRA <i>et al.</i> , 2004; WEICKERT; PFEIFFER, 2008).
Fitoquímicos	Fitoquímicos	Antioxidante; antimutagênico; relaxamento de vasos	(ISLAM; SHAIKH; ISLAM, 2009; RUNNIE <i>et al.</i> , 2004).
Ômega 3 – ácidos graxos	Ômega 3 – ácidos graxos	Cardioprotetor; anti-inflamatório	(MASSARO <i>et al.</i> , 2008).

Rudd *et al.* (2020) avaliaram as doenças e mortes em todo o mundo ao longo de 27 anos e relataram que, nesse período, a população mundial passou a viver mais, mas com pior saúde. Em parte, isso se deve ao fato de que é crescente o número de condições crônicas.

Doenças cancerígenas afetam um grande número de pessoas e podem levar a morte, controlar a mutação genética provocada pelos carcinógenos é uma forma de prevenção (WILD, 2014). Folhas de batata-doce são um bom recurso complementar de antioxidantes e compostos antimutagênicos. Um experimento foi conduzido para examinar os efeitos de 82 tipos de suco de vegetais e componentes de plantas na divisão e multiplicação de células cancerígenas, e descobriu-se que a batata-doce tem potencial de ação contra estas células diminuindo o risco de desenvolver câncer (ISLAM, 2014).

Chang *et al.* (2010) avaliaram os efeitos do consumo de folhas de batata-doce roxa sobre marcadores de estresse oxidativo em uma população masculina jovem e saudável, após completar um protocolo de exercício físico. Comparado com o grupo controle, o grupo que consumiu a folha de batata-doce roxa aumentou a concentração plasmática total de polifenóis e o poder antioxidante total e os marcadores de dano oxidativo induzidos pelo exercício diminuíram.

Diabetes é uma das principais doenças de adultos e é causada pela diminuição da secreção de insulina por células pancreáticas. A população de diabéticos no mundo está aumentando e é uma das causas de doença cardíaca, cegueira e insuficiência renal. Alimentos com efeito anti-diabético são desejados para dietoterapia. Pesquisadores estudaram o teor de glicose no sangue em mamíferos e relataram que as folhas de batata-doce têm compostos anti-diabéticos que ajudam reduzir a glicose (ISLAM, 2014).

Islam (2014) avaliando o pó liofilizado de folhas de batata-doce da variedade 'Simon1', verificou que este suprimiu fortemente o crescimento de *Escherichia coli* O157. O extrato antibacteriano revelou que os principais componentes eram polissacarídeos. Além disso, a água extraída das folhas suprimiu efetivamente o crescimento de outras bactérias alimentares, como *Staphylococcus aureus* e *Bacillus cereus*, além da *Escherichia coli* patogênica.

Apesar dos inúmeros benefícios a saúde, nem sempre estes compostos bioativos agem a nosso favor, alguns fenólicos são considerados como fatores antinutricionais e estão presentes numa extensa variedade de vegetais, quando consumidos em grandes quantidades podem comprometer o sistema digestivo e maleficar a absorção ou utilização de outros nutrientes, em pequenas concentrações podem ser promotores da saúde (DAMODARAN; PARKIN, 2018; MARADINI FILHO, 2014; SUN *et al.*, 2014). Os compostos antinutricionais mais presentes nas folhas de batata-doce são os ácidos oxálico, fítico e cianídrico e os taninos (ALMAZAN,

1995). Todavia, as concentrações relatadas destes antinutrientes nas folhas são baixas e não apresentam riscos de consumo, são semelhantes aos de outros vegetais tradicionais, e, após preparo e cozimento estes valores são reduzidos em até 80% (ALMAZAN, 1995; ANTIA *et al.*, 2006; HIGASHIJIMA *et al.*, 2020; MWANRI; KOGI-MAKAU; LASWAI, 2011).

As folhas de batata-doce representam um recurso natural renovável com potencial uso medicinal, devido possuírem uma série de compostos bioativos que ao serem ingeridos diminuem a pressão de consumo de produtos medicinais químicos (JOSÉ, 2012), minimizam carências nutricionais e doenças crônicas (SANTOS *et al.*, 2014). Este alimento, devido a sua composição atende a todos tipos de pessoas, as com necessidades de dietas especiais como crianças, mulheres em idade fértil e gestantes, esportistas e pessoas que querem uma vida saudável (KEHOE *et al.*, 2015). Apesar das vantagens, a falta de informações e o cultivo visando o consumo humano das folhas de batata-doce ainda é baixo, a necessidade de programas de melhoramento se tornam essenciais para o desenvolvimento de cultivares adaptadas, estimulando a produção e consumo.

2.7 A comercialização *in natura* das folhas para consumo humano

As folhas de batata-doce podem ser comercializadas na forma de molhos, embaladas, minimamente processadas, ficando prontas para consumo cru ou em saladas, cozidas, branqueadas, refogadas ou fritas. As folhas combinam com alimentos salgados, como molho de peixe ou camarão seco, aromáticos como alho, cebola e gengibre, carnes de frango, porco ou peixe, pimentão, brócolis, cogumelos e castanhas de água (MWANRI; KOGI-MAKAU; LASWAI, 2011).

É uma hortaliça que apresenta rápida perda de turgescência e senescência pós-colheita, com curto prazo de validade, por isso recomenda-se o processamento mínimo para a comercialização (MWANRI; KOGI-MAKAU; LASWAI, 2011). A taxa respiratória e a produção de etileno das folhas aumentam imediatamente após seu destacamento da planta-mãe, sendo este o momento adequado para efetuar o processamento mínimo (CARNELOSSI, 2000). Como as folhas perdem muita água e murcham rápido, elas devem ser reidratadas para maior conservação. Em seguida, são submetidas ao pré-resfriamento, lavagem e seleção. Por provocar intenso estresse adicional, o corte resulta em um aumento transitório da respiração, que é reduzido pelo resfriamento da matéria-prima. A sanitização ou higienização consiste na imersão do produto cortado em solução contendo de 150 a 200 mg L⁻¹ de cloro ativo, visando reduzir a contaminação microbiana do produto. Ela é mais eficaz se realizada em solução resfriada, em

torno de 5° C, pois remove o calor e abaixa o metabolismo das hortaliças e, com isso, obtêm-se um produto de conservação prolongada.

Para o enxágue da maioria das hortaliças folhosas, Carnellosi (2000) afirma que o uso de 5,0 mg L⁻¹ de cloro ativo, a uma temperatura de 5° C, é essencial para retirada de resíduos celulares (suco celular, resíduos de parede celulares, pigmentos e outros) e cloro residual, diminuindo o substrato para o crescimento microbiano.

Para estender a vida útil do alimento e garantir a manutenção da qualidade, o uso de filmes plásticos que restringem a perda de água sob baixas temperaturas tornam-se importantes. Em altas temperaturas, por influenciar a atividade respiratória das folhas, é requerido o uso de filmes com alta permeabilidade a gases. O armazenamento da folha em condições adequadas de temperatura é essencial para a manutenção de sua qualidade por um período mais longo, na couve esta temperatura gira em torno de 5° C (CARNELOSSI, 2000). Porém, são escassos os trabalhos que avaliam as condições ideais para a preservação das folhas de batata-doce, e por isso são necessários estudos com esta finalidade.

Algumas possíveis formas de comercialização das folhas de batata-doce estão representadas (FIGURA 3).

Figura 3 - Formas de comercialização in natura de folhas de batata-doce: molho; embalado em saco polietileno; minimamente processado.



Fonte: Do autor (2019).

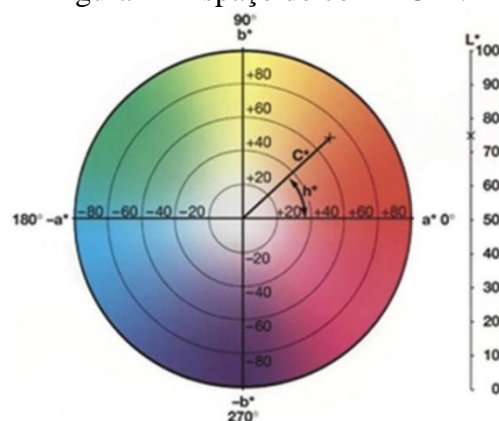
2.8 A importância do estudo da coloração para a comercialização de hortaliças

O interesse dos consumidores por novidades na área alimentar, tem contribuído para que o mercado de hortaliças se estruture em vários segmentos com destaque para as hortaliças não-tradicionais, minimamente processadas, supergeladas, congeladas, conservadas e orgânicas (DELIZA, 2017). O perfil do consumidor de hortaliças, sobretudo, vem se tornando cada vez mais exigente em termos de aspectos físicos e qualidade nutricional.

Na escolha de uma hortaliça no mercado, o primeiro sentido a ser estimulado é o da visão, através dele podemos observar sua cor, forma, tamanho, presença/ausência de defeitos (DELIZA, 2017). Com efeito, hoje, as gôndolas dos supermercados e dos varejões ofertam produtos com variações ao padrão tradicional, a linha gourmet oferece produtos diferenciados e tem alto valor agregado. Também pode-se caracterizar um produto como gourmet por ser incomum no mercado, como alguns vegetais que não fazem parte da dieta normal ou que não sejam facilmente encontrados nos mercados regionais ou nacionais (DELIZA, 2017).

Nos estudos para avaliar as cores das hortaliças, o método científico utilizando o espaço de cor L^*C^*h é o preferido por alguns profissionais da indústria porque seu sistema se correlaciona melhor com a forma como o olho humano percebe a cor. O espaço L^*C^*h é um espaço de coordenadas representado por luminosidade (L^*), cromaticidade (C^*) e ângulo hue (h°). A luminosidade ou brilho é a escala que varia do preto (0) ao branco (100). A saturação ou croma, C^* , é definida como a distância radial do centro do espaço até o ponto da cor, está ligada diretamente à concentração do elemento corante e sua intensidade. Cores foscas possuem baixa saturação, enquanto cores vivas possuem alta saturação e, portanto, mais perceptíveis aos humanos (PATHARE *et al.*, 2013; SHEWFELT *et al.*, 1988). O ângulo hue (h°) é considerado o atributo qualitativo de cor com as cores que definidas tradicionalmente como avermelhada, esverdeada, etc. (PATHARE *et al.*, 2013). Graficamente consideramos o ângulo de 0° como a cor vermelha, o ângulo de 90° , amarelo, o ângulo de 180° , verde, e o ângulo de 270° , azul (MCGUIRE, 1992; SHEWFELT *et al.*, 1988). Conforme o esquema (FIGURA 4).

Figura 4 - Espaço de cor L^*C^*h .



Fonte: Konica Minolta (2020).

REFERÊNCIAS

- ALI, M.; TSOU, S. The integrated research approach of the Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC) to enhance micronutrient availability. **Food and Nutrition Bulletin**, [S.l.], v. 21, n. 4, p. 472-481, 2000.
- ALMAZAN, A. M. Antinutritional factors in sweetpotato greens. **Journal of Food Composition and Analysis**, [S.l.], v. 8, n. 4, p. 363-368, 1995.
- ANDRADE JÚNIOR, V. C. *et al.* Características produtivas e qualitativas de ramas e raízes de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, [S.l.], v. 30, n. 4, p. 584-589, 2012.
- ANTIAL, B. S. *et al.* Nutritive and anti-nutritive evaluation of sweet potatoes. **Pakistan Journal of Nutrition**, [S.l.], v. 5, n. 2, p. 166-168, 2006.
- AZEVEDO, A. M. *et al.* Desempenho agrônômico e parâmetros genéticos em genótipos de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, [S.l.], v. 33, n. 1, p. 84-90, 2015.
- AZEVEDO, A. M. *et al.* Influence of harvest time and cultivation sites on the productivity and quality of sweet potato. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 1, p. 21-27, 2014.
- BALICK, M. J. *et al.* **Plants, people, and culture: the science of ethnobotany**. Scientific American Library, 1996.
- BENITEZ, L. C. *et al.* Análise multivariada da divergência genética de genótipos de arroz sob estresse salino durante a fase vegetativa. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 409-416, 2011.
- BENNETT, B. C. Subsistence farming in southern Florida (1840–1940): the importance of sweet potato-In memory of Daniel F. Austin. **Economic Botany**, [S.l.], v. 69, n. 2, p. 185-198, 2015.
- BIANCHI, M. L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Rev Nutr**, [S.l.], v. 12, n. 2, p. 123-30, 1999.
- BRASIL. **Manual de hortaliças não-convencionais**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Brasília: Mapa/ACS, 2010. p. 92.
- CALTAGIRONE, S. *et al.* Flavonoids apigenin and quercetin inhibit melanoma growth and metastatic potential. **International Journal of Cancer**, [S.l.], v. 87, n. 4, p. 595-600, 2000.
- CAMARGO, L. K. P. **Caracterização de acessos de batata-doce do banco de germoplasma da Unicentro, PR**. 2013. 141 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2013.
- CARNELOSSI, M. A. G. **Fisiologia pós-colheita de folhas de couve (Brassica oleracea cv. acephala) minimamente processadas**. 2000. 81 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, MG, 2000.

CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; GASTALDI, L. F.; PÍPOLO, A. E. Correlações fenotípicas entre caracteres quantitativos em soja. **Semina Ciências Agrárias**, [S.l.], v. 26, n. 1, p. 11-16, 2005.

CHANG, W. *et al.* Effect of purple sweet potato leaf consumption on the modulation of the antioxidative status in basketball players during training. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, [S.l.], v. 16, n. 3, 2007.

CHANG, W. *et al.* Effect of purple sweet potato leaves consumption on exercise-induced oxidative stress and IL-6 and HSP72 levels. **Journal of Applied Physiology**, v. 109, n. 6, p. 1710-1715, 2010.

CHEN, C. *et al.* Consumption of purple sweet potato leaves modulates human immune response: T-lymphocyte functions, lytic activity of natural killer cell and antibody production. **World Journal of Gastroenterology: WJG**, [S.l.], v. 11, n. 37, p. 5777, 2005.

CHEN, C. *et al.* Consumption of purple sweet potato leaves decreases lipid peroxidation and DNA damage in humans. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, [S.l.], v. 17, n. 3, p. 408-414, 2008.

DAHM, C. C. *et al.* Dietary fiber and colorectal cancer risk: a nested case-control study using food diaries. **Journal of the National Cancer Institute**, [S.l.], v. 102, n. 9, p. 614-626, 2010.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. **Química de alimentos de Fennema**. Porto Alegre: Artmed, 2018.

DELIZA, R. Frutas e hortaliças: a importância da qualidade sensorial e a aceitação do consumidor. **Embrapa Agroindústria de Alimentos-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2017.

DONATO, L. M. S. *et al.* Uso de ramas de batata-doce para produção de feno. **Ciência Animal Brasileira**, v. 21, 2020.

EDWARDS, R. L. *et al.* Quercetin reduces blood pressure in hypertensive subjects. **The Journal of Nutrition**, [S.l.], v. 137, n. 11, p. 2405-2411, 2007.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Batata-doce (*Ipomoea batatas*)**. 2008. Disponível em: https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Batata-doce/Batata-doce_Ipomoea_batatas/origem.html. Acesso em: 22 mar. 2020.

FAO. Food and Agriculture Organization. **30% de toda a comida produzida no mundo vai parar no lixo**. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura, 2017. Disponível em: <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1062706/>. Acesso em: 16 jun. 2020.

FAO. Food and Agriculture Organization. **América Latina e Caribe são os responsáveis por 20% da comida perdidos em todo o mundo, desde a pós colheita até o comércio varejista**. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura, 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/americas/noticias/ver/pt/c/1238430/>. Acesso em: 30 jul. 2020.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistics Division. **Sweet Potatoes**, 2020. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>. Acesso em: 21 mar. 2020.

FERNANDES, F. R. *et al.* Biofortificação: batata-doce Beauregard. **Brasília: Embrapa Hortaliças**, 2014. p. 30.

FERREIRA, A. *et al.* Utilização de bootstrap não-paramétrico para avaliação de correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais. **Acta Scientiarum. Agronomy**, [S.l.], v. 30, p. 657-663, 2008.

FERREIRA, F. N. *et al.* A utilização de diferentes compostos de solo para algumas plantas alimentícias regionais não convencionais. **Anais Programa Ciência na Escola**, [S.l.], v. 3, n. 1, 2015.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Dossiê bebidas energéticas. **Revista Food Ingredients Brasil**, [S.l.], n. 23, 2012.

FRANCELIN, M. F. *et al.* **Phytochemicals in vegetables: a valuable source of bioactive compounds.** Phytochemical, nutritional and pharmacological properties of unconventional native fruits and vegetables from Brazil. Sharjah: Bentham Books, p. 444-472, 2018.

FREIRIA, G. H. *et al.* Yield, proteins, bioactive compounds and minerals in food-type soybean grains in different environments. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)**, [S.l.], v. 15, n. 2, 2020.

GALVEZ, J. *et al.* Intestinal anti-inflammatory activity of morin on chronic experimental colitis in the rat. **Alimentary Pharmacology & Therapeutics**, [S.l.], v. 15, n. 12, p. 2027-2039, 2001.

GERAETS, L. *et al.* Inhibition of LPS-induced pulmonary inflammation by specific flavonoids. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, [S.l.], v. 382, n. 3, p. 598-603, 2009.

GONÇALVES NETO, Á. C. *et al.* Aptidões de genótipos de batata-doce para consumo humano, produção de etanol e alimentação animal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 11, p. 1513-1520, 2011.

HERSHEY, C. H.; AMAYA, A. **Germoplasma de yuca: evolución, distribución y colección.** Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Programa de Yuca; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 1983, p. 77-89.

HIGASHIJIMA, N. S. *et al.* Fatores antinutricionais na alimentação humana. **Segurança Alimentar e Nutricional**, [S.l.], v. 27, p. e020013-e020013, 2020.

HOU, D. Potential mechanisms of cancer chemoprevention by anthocyanins. **Current Molecular Medicine**, [S.l.], v. 3, n. 2, p. 149-159, 2003.

HUAMAN, Z. **Descriptors for sweet potato.** Roma: International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR), 1991.

HUANG, Z. *et al.* Total phenolics and antioxidant capacity of indigenous vegetables in the southeast United States: Alabama collaboration for cardiovascular equality project. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, [S.l.], v. 60, n. 2, p. 100-108, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **SIDRA, dados de 2017**. 2018. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>. Acesso em: 30 jul. 2020.

INNAMI, S. *et al.* Dried green leaf powders of Jew's mellow (*Corchorus*), persimmon (*Diosphyros kaki*) and sweet potato (*Ipomoea batatas* *poir*) lower hepatic cholesterol concentration and increase fecal bile acid excretion in rats fed a cholesterol-free diet. **Plant Foods for Human Nutrition**, [S.l.], v. 52, n. 1, p. 55-66, 1998.

ISHIDA, H. *et al.* Nutritive evaluation on chemical components of leaves, stalks and stems of sweet potatoes (*Ipomoea batatas* *poir*). **Food Chemistry**, [S.l.], v. 68, n. 3, p. 359-367, 2000.

ISHIGURO, K. *et al.* Suioh, a new sweetpotato cultivar for utilization in vegetable greens. **Acta Horticulturae**, [S.l.], p. 339-346, 2004.

ISLAM, I. *et al.* Antioxidative and antimutagenic potentials of phytochemicals from *Ipomoea batatas* (L.) Lam. **International Journal of Cancer Research (USA)**, [S.l.], v. 5, n. 3, p. 83-94, 2009.

ISLAM, M. S.; JALALUDDIN, M. Sweet potato: a potential nutritionally rich multifunctional food crop for Arkansas. **Journal of Arkansas Agriculture & Rural Development**, [S.l.], v. 4, p. 3-7, 2004.

ISLAM, S. Sweetpotato (*Ipomoea batatas* L.) leaf: it's potential effect on human health and nutrition. **Journal of Food Science**, [S.l.], v. 71, n. 2, p. 13-121, 2006.

ISLAM, S. Nutritional and medicinal qualities of sweetpotato tops and leaves. **University of Arkansas Cooperative Extension Service Printing Services**, 2014.

ISLAM, M. S.; YOSHIMOTO, M.; YAMAKAWA, O. Distribution and physiological functions of caffeoylquinic acid derivatives in leaves of sweetpotato genotypes. **Journal of Food Science**, [S.l.], v. 68, n. 1, p. 111-116, 2003.

JANG, S.; KELLEY, K. W.; JOHNSON, R. W. Luteolin reduces IL-6 production in microglia by inhibiting JNK phosphorylation and activation of AP-1. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, [S.l.], v. 105, n. 21, p. 7534-7539, 2008.

JOSÉ, A. E. **Compostos fenólicos e atividade antibacteriana em acessos de *Ipomoea batatas* (L.) Lam (batata-doce)**. 2012. 106 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2012

JU, W. *et al.* A critical role of luteolin-induced reactive oxygen species in blockage of tumor necrosis factor-activated nuclear factor- κ B pathway and sensitization of apoptosis in lung cancer cells. **Molecular Pharmacology**, [S.l.], v. 71, n. 5, p. 1381-1388, 2007.

JUNG, U. J. *et al.* Antihyperglycemic and antioxidant properties of caffeic acid in db/db mice. **Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics**, [S.l.], v. 318, n. 2, p. 476-483, 2006.

KARLSEN, A. *et al.* Anthocyanins inhibit nuclear factor- κ B activation in monocytes and reduce plasma concentrations of pro-inflammatory mediators in healthy adults. **The Journal of Nutrition**, [S.l.], v. 137, n. 8, p. 1951-1954, 2007.

KAWABATA, K. *et al.* Chemopreventive effect of dietary flavonoid morin on chemically induced rat tongue carcinogenesis. **International Journal of Cancer**, [S.l.], v. 83, n. 3, p. 381-386, 1999.

KEHOE, S. H. *et al.* Effects of a food-based intervention on markers of micronutrient status among Indian women of low socio-economic status. **British Journal of Nutrition**, [S.l.], v. 113, n. 5, p. 813-821, 2015.

KHAN, S. H. Sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) as feed ingredient in poultry diets. **World's Poultry Science Journal**, [S.l.], v. 73, n. 1, p. 77-88, 2017.

KHIDI. Korea Health Industry Development Institute. **National Food & Nutrition Statistics: based on 2014 Korea National and Nutrition Examination Survey**. Korea: Korea Health Industry Development Institute, Osong, 2016. p. 30.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. J. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas**. São Paulo: Instituto Plantarum, 2014.

KNEKT, P. *et al.* Flavonoid intake and risk of chronic diseases. **The American Journal of Clinical Nutrition**, [S.l.], v. 76, n. 3, p. 560-568, 2002.

KOEHNLEIN, E. A. *et al.* Total antioxidant capacity and phenolic content of the Brazilian diet: a real scenario. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, [S.l.], v. 65, n. 3, p. 293-298, 2014.

KURATA, R. *et al.* Growth suppression of human cancer cells by polyphenolics from sweetpotato (*Ipomoea batatas* L.) leaves. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S.l.], v. 55, n. 1, p. 185-190, 2007.

LEAL, M. L.; ALVES, R. P.; HANAZAKI, N. Knowledge, use, and disuse of unconventional food plants. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, [S.l.], v. 14, n. 1, p. 6, 2018.

LEBOT, V. Tropical root and tuber crops cassava, sweet potato, yams and aroids. **Crop Production Science in Horticulture**, Wallingford: CABI, v. 1, n. 17, p. 432, 2009.

LENTI, M. *et al.* Monogalactosyldiacylglycerol anti-inflammatory activity on adult articular cartilage. **Natural Product Research**, [S.l.], v. 23, n. 8, p. 754-762, 2009.

LEVIN, S. A. **Encyclopedia of biodiversity**. Cambridge: Academic Press, 2001.

LIM, D. Y. *et al.* Induction of cell cycle arrest and apoptosis in HT-29 human colon cancer cells by the dietary compound luteolin. **American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology**, [S.l.], v. 292, n. 1, p. 66-75, 2007.

LIM, D. Y.; PARK, J. H. Y. Induction of p53 contributes to apoptosis of HCT-116 human colon cancer cells induced by the dietary compound fisetin. **American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology**, [S.l.], v. 296, n. 5, p. 1060-1068, 2009.

LIU, L. *et al.* Apigenin inhibits expression of vascular endothelial growth factor and angiogenesis in human lung cancer cells: implication of chemoprevention of lung cancer. **Molecular Pharmacology**, [S.l.], v. 68, n. 3, p. 635-643, 2005.

LIU, C. S. The benefits of consuming sweet potato leaves: Helps reduce risk of chronic diseases and promotes health. **Journal of Regenerative Medicine**, [S.l.], v. 7, p. 38, 2018.

LU, X. *et al.* Fisetin inhibits the activities of cyclin-dependent kinases leading to cell cycle arrest in HT-29 human colon cancer cells. **The Journal of Nutrition**, [S.l.], v. 135, n. 12, p. 2884-2890, 2005.

LUCHESE, T.; BATALHA, M. O.; LAMBERT, J. L. Marketing de alimentos e o comportamento de consumo: proposição de uma tipologia do consumidor de produtos light e ou diet. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, [S.l.], v. 8, n. 2, p. 227-239, 2006.

LUO, H. *et al.* Kaempferol inhibits angiogenesis and VEGF expression through both HIF dependent and independent pathways in human ovarian cancer cells. **Nutrition and Cancer**, [S.l.], v. 61, n. 4, p. 554-563, 2009.

MALUF, W. R. A batata-doce e seu o potencial na alimentação humana, na alimentação animal, e na produção de etanol biocombustível. **Cultura**, [S.l.], v. 1999, 2003.

MALUF, W. R.; FERREIRA, P. E. Análise multivariada da divergência genética em feijão-de-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.). **Horticultura Brasileira**, [S.l.], v. 1, n. 2, p. 31-34, 1983.

MARADINI FILHO, A. M. *et al.* **Caracterização físico-química, nutricional e fatores antinutricionais de quinoa da variedade brasileira BRS Piabiru**. 2014. 202 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, MG, 2014.

MASSARO, M. *et al.* Basic mechanisms behind the effects of n-3 fatty acids on cardiovascular disease. **Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids**, [S.l.], v. 79, n. 3-5, p. 109-115, 2008.

MCGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, [S.l.], v. 27, n. 12, p. 1254-1255, 1992.

MELLO, A. F. S. **A importância socioeconômica da batata-doce para a agricultura brasileira**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2015. n. 17, p. 10-11.

MONTEIRO, C. S. *et al.* Qualidade nutricional e antioxidante do tomate “tipo italiano”. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, [S.l.], v. 19, n. 1, p. 25-31, 2008.

- MOURAD, C. B. *et al.* **Perfil do consumidor de hortaliças na região centro-oeste.** Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER), 2008.
- MWANGA, R. O. M.; SSEMAKULA, G. Orange-fleshed sweetpotatoes for food, health and wealth in Uganda. **International Journal of Agricultural Sustainability**, [S.l.], v. 9, n. 1, p. 42-49, 2011.
- MWANRI, A. W.; KOGI-MAKAU, W.; LASWAI, H. S. Nutrients and antinutrients composition of raw, cooked and sun-dried sweet potato leaves. **African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development**, [S.l.], v. 11, n. 5, p. 5142-5156, 2011.
- NARCISO, G. *et al.* Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) na gastronomia: A Capeba (*Pothomorphe Umbellata*) como base para elaboração de pratos. **Revista Pensar Gastronomia**, [S.l.], 3, n. 1, p. 25, 2017.
- NEVES, P. D. O. **Importância dos compostos fenólicos dos frutos na promoção da saúde.** 2015. 93 p. Tese (Doutorado) - Universidade Fernando Pessoa, Porto, Portugal, 2015.
- OLIVEIRA, F. J. *et al.* Divergência genética entre cultivares de caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S.l.], v. 38, n. 5, p. 605-611, 2003.
- OWUSU, D.; ELLIS, W. O.; ODURO, I. Nutritional potential of two leafy vegetables: *Moringa oleifera* and *Ipomoea batatas* leaves. **Scientific Research and Essay**, [S.l.], v. 3, p. 57-60, 2008.
- PARK, J. S. *et al.* Enzymatic preparation of kaempferol from green tea seed and its antioxidant activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S.l.], v. 54, n. 8, p. 2951-2956, 2006.
- PATHARE, P. B.; OPARA, U. L.; AL-SAID, F. A. Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. **Food and Bioprocess Technology**, [S.l.], v. 6, n. 1, p. 36-60, 2013.
- PEDROSA, C. E. *et al.* Yield and quality of wilted sweet potato vines and its silages. **Horticultura Brasileira**, [S.l.], v. 33, n. 3, p. 283-289, 2015.
- PEREIRA, M. A. *et al.* Dietary fiber and risk of coronary heart disease: a pooled analysis of cohort studies. **Archives of Internal Medicine**, [S.l.], v. 164, n. 4, p. 370-376, 2004.
- PIETROSEMOLI, S. *et al.* Effect of including sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam) meal in finishing pig diets on growth performance, carcass traits and pork quality. **Animal Science Journal**, [S.l.], v. 87, n. 10, p. 1281-1290, 2016.
- RAO, A. V.; RAO, L. G. Carotenoids and human health. **Pharmacological Research**, [S.l.], v. 55, n. 3, p. 207-216, 2007.
- ROCHA, Y. M. *et al.* Plantas alimentícias não convencionais (Panc's) utilizadas por comunidades indígenas e tradicionais brasileiras. In: CONEXÃO FAMETRO INOVAÇÃO E CRIATIVIDADE SEMANA ACADÊMICA, 4., 2018, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza, 1990.

- RUDD, K. E. *et al.* Global, regional, and national sepsis incidence and mortality, 1990–2017: analysis for the Global Burden of Disease Study. **The Lancet**, [S.l.], v. 395, n. 10219, p. 200-211, 2020.
- RUKUNDO, P. *et al.* Storage root formation, dry matter synthesis, accumulation and genetics in sweetpotato. **Australian Journal of Crop Science**, [S.l.], v. 7, n. 13, p. 2054, 2013.
- RUNNIE, I. *et al.* Vasorelaxation induced by common edible tropical plant extracts in isolated rat aorta and mesenteric vascular bed. **Journal of Ethnopharmacology**, [S.l.], v. 92, n. 2-3, p. 311-316, 2004.
- SALES, V. H. G. *et al.* Teor de óleo e proteína em grãos de soja em diferentes posições da planta. **Revista Agro@ambiente On-line**, [S.l.], v. 10, n. 1, p. 22-29, 2016.
- SALLEH, M. N. *et al.* Inhibition of low-density lipoprotein oxidation and up-regulation of low-density lipoprotein receptor in HepG2 cells by tropical plant extracts. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S.l.], v. 50, n. 13, p. 3693-3697, 2002.
- SANCHEZ, M. *et al.* Quercetin and isorhamnetin prevent endothelial dysfunction, superoxide production, and overexpression of p47phox induced by angiotensin II in rat aorta. **The Journal of Nutrition**, [S.l.], v. 137, n. 4, p. 910-915, 2007.
- SANTANA, W. R. de. *et al.* Identificação agronômica de genótipos de batata-doce em banco de germoplasma para fins industriais de etanol carburante. **Revista Tecnologia e Ciência Agropecuária**, [S.l.], v. 7, n. 1, p. 31-34, 2013.
- SANTOS, A. C. A. *et al.* Potencial antioxidante de antocianinas em fontes alimentares: revisão sistemática. **Revista Interdisciplinar**, [S.l.], v. 7, n. 3, p. 149-156, 2014.
- SANTOS, E. S. *et al.* Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no território do Sisal. **Cadernos de Agroecologia**, [S.l.], v. 13, n. 1, 2018.
- SANTOS ROLIM, C. S. *et al.* Análise da composição centesimal, físico-química e mineral da polpa e casca do fruto de Endopleura uchi/Quantitative Analysis of Bioactive Compounds of Endopleura uchi pulp and peel extracts. **Brazilian Journal of Development**, [S.l.], v. 6, n. 3, p. 16368-16383, 2020.
- SAURA-CALIXTO, F.; GOÑI, I. Antioxidant capacity of the Spanish Mediterranean diet. **Food Chemistry**, [S.l.], v. 94, n. 3, p. 442-447, 2006.
- SHEWFELT, R. L. *et al.* Prediction of changes in color of tomatoes during ripening at different constant temperatures. **Journal of Food Science**, [S.l.], v. 53, n. 5, p. 1433-1437, 1988.
- SILVA, F. F. M. *et al.* Implicações e possibilidades para o ensino a partir da construção de biodigestor no IFRN-Campus APODI. **HOLOS**, [S.l.], v. 6, p. 315-327, 2015.
- SILVA, L. F. L. *et al.* Balanços energético e econômico para produção de etanol a partir de batata-doce. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S.l.], v. 54, 2019.

- SILVA, R. G. V. Caracterização físico-química de farinha de batata-doce para produtos de panificação. **Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Itapetinga, Bahia**, [S.l.], v. 20, 2010.
- SILVEIRA, M. A. **Batata-doce**: uma nova alternativa para a produção de etanol. Instituto Euvaldo Lodi/Núcleo Central. Álcool combustível.(Série indústria em perspectiva). Brasília: IEL/NC, 2008. p. 109-122.
- SOARES, K. T.; MELO, A. S.; MATIAS, E. C. **A cultura da batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.)**. João Pessoa: EMEPA-PB, 2002. n. 41. p. 26.
- SODRÉ, L. F. *et al.* Divergência genética em milho para baixo e alto nitrogênio visando produção de óleo e proteína. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, [S.l.], v. 22, 2017.
- TECHIO, V. H. *et al.* Unconventional vegetables collected in Brazil: chromosome number and description of nuclear DNA content. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, [S.l.], v. 17, n. 4, p. 320-326, 2017.
- SU, X. *et al.* Identification and quantification of anthocyanins in purple-fleshed sweet potato leaves. **Heliyon**, [S.l.], v. 5, n. 6, p. e01964, 2019.
- SUN, H. *et al.* Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) leaves as nutritional and functional foods. **Food Chemistry**, [S.l.], v. 156, p. 380-389, 2014.
- SWEET POTATO. **In-depth nutrient profile**, 2020. Disponível em : <http://www.whfoods.com/genpage.php?tname=nutrientprofile&dbid=128>. Acesso em: 07 ago. 2020.
- TORQUATO-TAVARES, A. *et al.* Potential for sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) single crosses to improve ethanol production. **Revista Chapingo Serie Horticultura**, [S.l.], v. 23, n. 1, p. 59-74, 2017.
- VAN DROSS, R. *et al.* The chemopreventive bioflavonoid apigenin modulates signal transduction pathways in keratinocyte and colon carcinoma cell lines. **The Journal of Nutrition**, [S.l.], v. 133, n. 11, p. 3800-3804, 2003.
- VIANA, D. J. S. *et al.* Potencial de silagens de ramas de batata-doce para alimentação animal. **Ciência Rural**, [S.l.], v. 41, n. 8, p. 1466-1471, 2011.
- WANG, S.; NIE, S.; ZHU, F. Chemical constituents and health effects of sweet potato. **Food Research International**, [S.l.], v. 89, p. 90-116, 2016.
- WEICKERT, M. O.; PFEIFFER, A. F. H. Metabolic effects of dietary fiber consumption and prevention of diabetes. **The Journal of Nutrition**, [S.l.], v. 138, n. 3, p. 439-442, 2008.
- WILD, C. **World cancer report 2014**. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2014.
- WOOLFE, J. A. **Sweet potato**: an untapped food resource. Cambridge University Press, 1992.

YOSHIMOTO, M. *et al.* Antimutagenicity of mono-, di-, and tricaffeoylquinic acid derivatives isolated from sweetpotato (*Ipomoea batatas* L.) leaf. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, [S.l.], v. 66, n. 11, p. 2336-2341, 2002.

ZHOU, Y. *et al.* Isolation and characterization of cDNAs and genomic DNAs encoding ADP-glucose pyrophosphorylase large and small subunits from sweet potato. **Molecular Genetics and Genomics**, [S.l.], v. 291, n. 2, p. 609-620, 2016.

SEGUNDA PARTE – ARTIGO*

ARTIGO 1 SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE BATATA-DOCE COM POTENCIAL DE USO DAS FOLHAS PARA ALIMENTAÇÃO HUMANA

RESUMO

Objetivou-se selecionar genótipos de batata-doce com potencial de uso das folhas para o consumo humano, além de avaliar as correlações entre caracteres e a diversidade genética presente entre os genótipos. Avaliou-se 26 genótipos pertencentes ao Banco de Germoplasma da UFLA e 4 cultivares comerciais (Beauregard, Brazlândia Roxa, Princesa e Uruguaiana). Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com três repetições e 10 plantas por parcela. Foram avaliadas as colorações das folhas, produtividade de ramos, produtividade de folhas úteis, aproveitamento das folhas úteis, massa seca das folhas úteis, produção de látex, clorofila total, pH, acidez titulável, sólidos solúveis, fenólicos totais e antocianinas das folhas de batata-doce, também se avaliou as raízes quanto as colorações de casca e polpa e produtividade total. Os dados obtidos foram submetidos à ANOVA ($p \leq 0,05$) e comparados pelo teste de Scott-Knott à 5% de significância. Estimou-se ainda as correlações fenotípicas e genotípicas, além da divergência genética por meio de variáveis canônicas e dendograma pelo método UPGMA. As folhas apresentam potencial para utilização visando o consumo humano. Os caracteres relacionados as cores, produtividade de folhas úteis e dos compostos bioativos apresentaram alta variabilidade e são relevantes para atender a demanda comercial. As variáveis apresentaram diferenças significativas entre os genótipos, exceto para massa seca, pH, acidez titulável e sólidos solúveis. Os genótipos 2018-12-252, 2018-19-464, 2018-28-556, 2018-37-864, 2018-37-869, 2018-53-1032, 2018-55-1153, 2018-55-1154, 2018-72-1401 e 2018-74-1507 são os mais recomendados para uso de folhas na alimentação humana por apresentarem as melhores características agrônômicas e químicas. As correlações fenotípicas positivas de maior relevância ocorreram entre as características colorimétricas e as produções de ramos e folhas, enquanto a correlação negativa mais expressiva se deu entre o teor de clorofila total e as características colorimétricas. Já para as correlações genéticas, a mais significativa foi negativa entre o pH e a acidez titulável. Em relação a divergência genética, os genótipos 2018-19-387, 2018-19-389, 2018-28-543, 2018-31-666, 2018-38-926, 2018-53-1032, 2018-61-1163, 2018-67-1321, 2018-74-1479, UFVJM-58, UFVJM-61, Beauregard, Brazlândia Roxa, Princesa e Uruguaiana se apresentaram os mais divergentes.

Palavras-chave: Consumo humano. Ramos. Correlações. Diversidade genética.

ABSTRACT

The objective was to select sweet potato genotypes with the potential to use leaves for human consumption, in addition to evaluating the correlations between characters and the genetic diversity present between the genotypes. 26 genotypes belonging to the UFLA Germplasm Bank and 4 commercial cultivars (Beauregard, Brazlândia Roxa, Princesa and Uruguaiana) were evaluated. A randomized block design with three replications and 10 plants per plot was used. Leaf colorations, branch productivity, useful leaf productivity, use of useful leaves, dry weight of useful leaves, latex production, total chlorophyll, pH, titratable acidity, soluble solids, total phenolics and anthocyanins of potato leaves were evaluated -sweet, roots

were also evaluated for peel and pulp color and total productivity. The data obtained were submitted to ANOVA ($p \leq 0.05$) and compared by the Scott-Knott test at 5% significance. Phenotypic and genotypic correlations were also estimated, in addition to genetic divergence through canonical variables and dendrogram by the UPGMA method. The leaves have the potential to be used for human consumption. The characters related to colors, useful leaf productivity and bioactive compounds showed high variability and are relevant to meet commercial demand. The variables showed significant differences between the genotypes, except for dry matter, pH, titratable acidity and soluble solids. The genotypes 2018-12-252, 2018-19-464, 2018-28-556, 2018-37-864, 2018-37-869, 2018-53-1032, 2018-55-1153, 2018-55-1154, 2018-72-1401 e 2018-74-1507 are the most recommended for the use of leaves in human food because they present the best agronomic and chemical characteristics. The most relevant positive phenotypic correlations occurred between colorimetric characteristics and the production of branches and leaves, while the most expressive negative correlation occurred between the total chlorophyll content and the colorimetric characteristics. As for genetic correlations, the most significant was negative between pH and total titratable acidity. Regarding genetic divergence, the genotypes 2018-19-387, 2018-19-389, 2018-28-543, 2018-31-666, 2018-38-926, 2018-53-1032, 2018-61-1163, 2018-67-1321, 2018-74-1479, UFVJM-58, UFVJM-61, Beauregard, Brazlândia Roxa, Princesa e Uruguaiana were the most divergent.

Keywords: Human consumption. Branches. Correlations. Genetic divergence.

1 INTRODUÇÃO

A batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) é uma das culturas alimentares mais produzidas no mundo e tem grande importância socioeconômica (FAOSTAT, 2020). Isso se deve ao fato da cultura ser uma hortaliça de fácil cultivo, bem adaptada à diversas condições edafoclimáticas e tem baixo custo de produção (PEDROSA *et al.*, 2015), além de ser mais resistente à pragas e doenças que muitas outras hortaliças cultivadas na região tropical (ISLAM, 2014). Outro ponto importante é que cultura apresenta diversos potenciais de uso, como para a produção de etanol, alimentação animal e humana (GONÇALVES NETO *et al.*, 2011; TORQUATO-TAVARES *et al.*, 2017). Tais características tornam a batata-doce tradicional e de grande importância socioeconômica no Brasil, onde todos estados brasileiros a utilizam para comercialização (IBGE, 2018), sendo cultivada principalmente por pequenos produtores para sua subsistência (AZEVEDO *et al.*, 2014).

Embora na cultura da batata-doce as raízes sejam a parte mais explorada, as folhas também se apresentam como produtivas, nutritivas e fontes de importantes propriedades medicinais (KHIDI, 2016). Todavia, a falta de informações a seu respeito contribuem para que a maior parte da produção de folhas de batata-doce seja descartada, o que geralmente é feito

com mal gerenciamento, causando poluição ambiental e desperdício de recursos (ANDRADE JÚNIOR *et al.*, 2012). Contudo, é essencial evitar perdas nos cultivos e estimular o consumo de partes alimentícias vegetais que normalmente são descartadas (FAO, 2017). Para isso, pesquisas são necessárias para desenvolver genótipos adequados ao consumo humano, a fim de estimular o uso das folhas e inserir no mercado um alimento atraente, de boa qualidade e rentável.

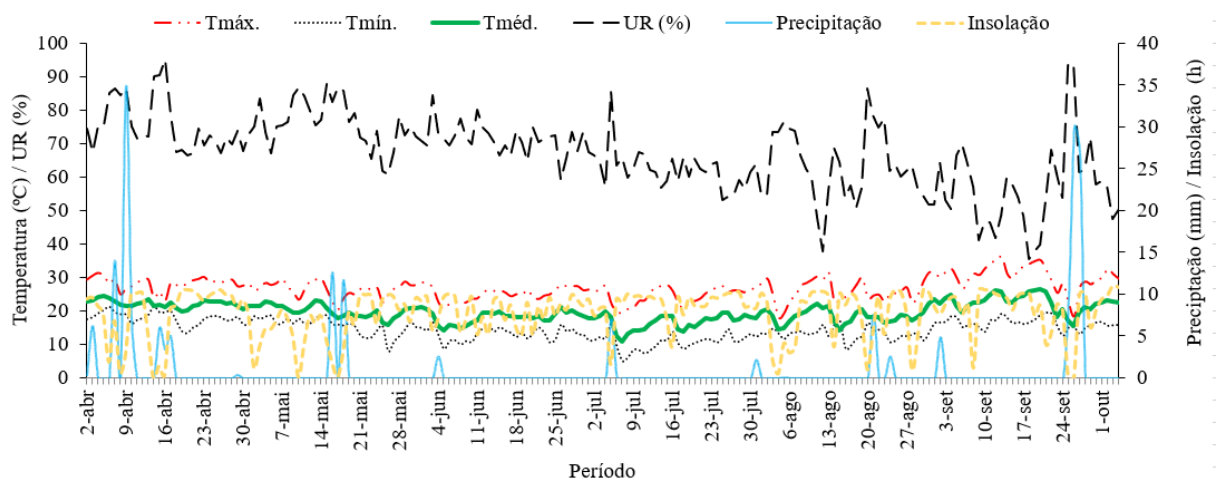
A produção de folhas de batata-doce é vantajosa, pois além do alto rendimento também podem ser colhidas muitas vezes ao ano (MOHANRAJ; SIVASANKAR, 2014). As folhas apresentam alta variabilidade morfológica e dependendo da variedade possuem tantos minerais, vitaminas e proteínas quando comparadas ao espinafre e outros vegetais tradicionais (ISLAM, 2014). Além disso, as folhas são ricas em compostos bioativos importantes e são encontrados em maiores quantidades que nas próprias raízes (ISLAM, 2014). Esses compostos apresentam propriedades medicinais essenciais que ajudam a manter o corpo saudável, servem para a prevenção e tratamento de doenças (ISLAM, 2006; 2014; NEVES, 2015). O potencial medicinal das folhas varia de acordo com os teores e tipos dos compostos bioativos, tais como os fenólicos, clorofilas, antocianinas e flavonóides, componentes relatados como os principais encontrados neste vegetal (CARVALHO *et al.*, 2010; ISLAM, 2006), o que aponta a possibilidade de diversos benefícios ao se consumir as folhas de batata-doce. Todavia, a variabilidade intraespecífica destes compostos é alta (LI *et al.*, 2017), implicando na necessidade de pesquisas para identificação de genótipos com folhas de maior potencial alimentício.

Na seleção de genótipos aptos a alimentação humana, ferramentas estatísticas importantes devem ser utilizadas. O estudo de caracteres agrônômicos e químicos das folhas permite conhecer e selecionar os genótipos de interesse. Já a avaliação dos dados colorimétricos é importante, pois a cor é um atributo considerável para a inserção e aceitação do produto no mercado (FISCHER; BARBIERI, 2015). Por outro lado, o estudo de correlações genotípicas e fenotípicas permite verificar os graus de associações entre as características e seus impactos na seleção indireta dos genótipos (ENTRINGER *et al.*, 2014). Por fim, a divergência genética também é um instrumento interessante nos programas de melhoramento para auxiliar na seleção de genótipos superiores, dos quais resultam do cruzamento de indivíduos mais divergentes, de forma a induzir maior variabilidade genética nas populações segregantes e promover maiores ganhos (BELETE *et al.*; 2011). Neste contexto, objetivou-se selecionar genótipos de batata-doce com potencial de uso das folhas para o consumo humano, além de avaliar as correlações entre caracteres e a diversidade genética.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Centro de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia (CDTT), localizado na Fazenda Palmital, no município de Ijaci-MG (21°09'51" latitude sul, 44°55'02" longitude oeste e 833 metros de altitude). O espaço pertence ao Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA). O experimento ocorreu de abril à outubro de 2019, cujos valores dos elementos climáticos deste período são apresetados na Figura 1. Os dados foram obtidos da Estação Climatológica Principal, localizada no campus da UFLA e pertencente à rede de observações meteorológicas de superfície do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, localizada à 10 km do local do ensaio.

Figura 1 - Temperaturas máxima, média e mínima, umidade relativa, insolação e precipitação da região de Lavras-MG, no período de 02 de abril a 4 de outubro de 2019.



Fonte: Do autor (2020).

A área para a instalação do experimento foi preparada por meio de aração e gradagem, seguido do levantamento de leiras com aproximadamente 40 cm de altura e 30 cm de largura, espaçadas em um metro. Foi realizada a análise química do solo e feita a adubação conforme recomendações para a cultura (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ, 1999). No plantio, foram aplicados 500 kg ha⁻¹ do formulado NPK 04-14-08. Aos 60 dias após transplante foi realizada uma adubação de cobertura, aplicando-se 150 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio.

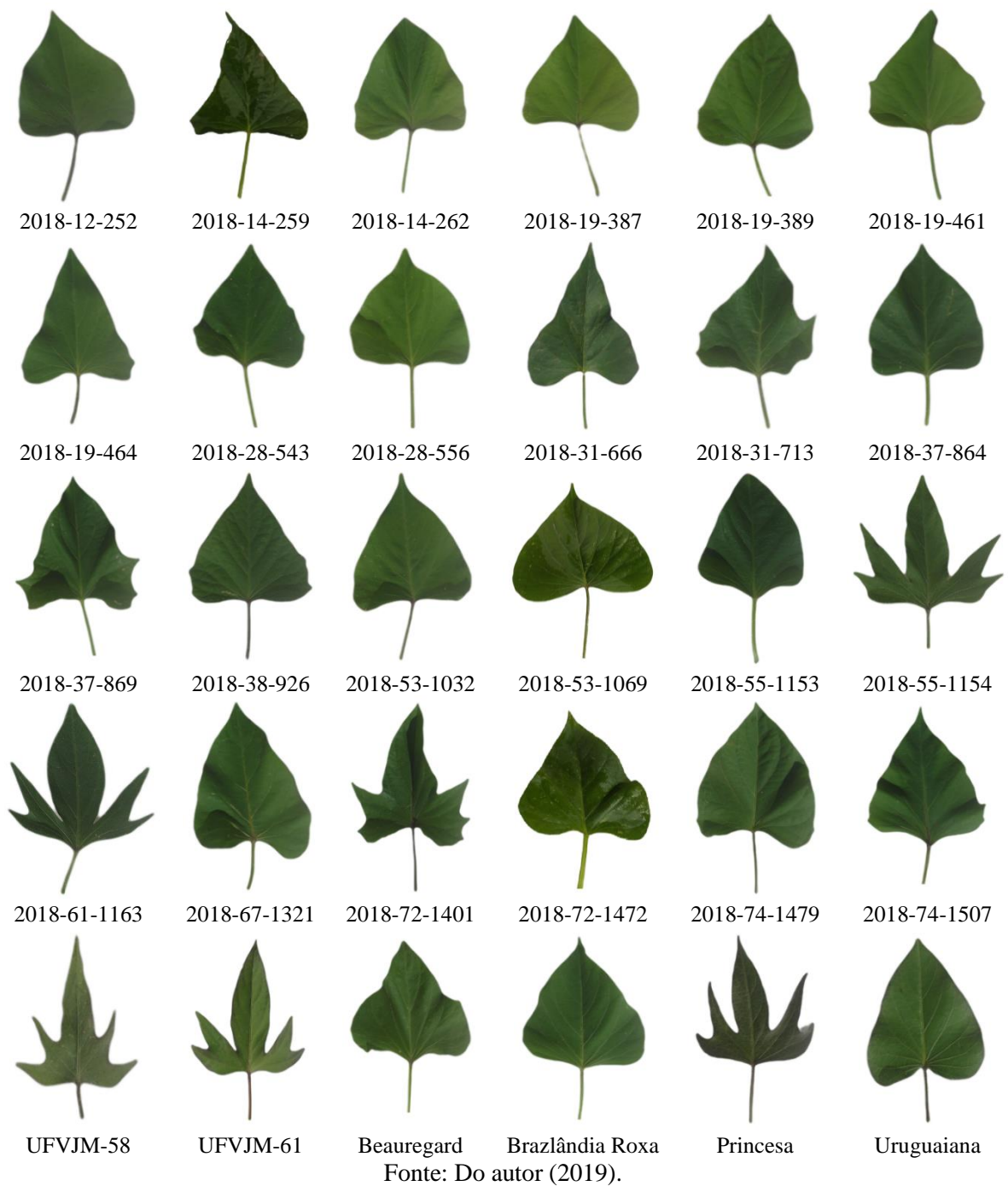
O plantio foi realizado com estacas do caule (ramas de 30 cm), as quais foram enterradas manualmente à 20 cm de profundidade no solo. A irrigação foi realizada diariamente por meio de fita gotejadora instalada em cada leira, de forma a manter o solo em condições favoráveis ao desenvolvimento das plantas. O controle de plantas daninhas foi realizado por meio de capinas

manuais, conforme necessidade. A partir do monitoramento constante da área, não foi verificada a necessidade do controle de pragas e doenças.

O experimento foi implantado com 30 genótipos (tratamentos), avaliados no delineamento em blocos casualizados (DBC), com três repetições. Cada bloco foi constituído de 30 parcelas totalizando uma área de 30 m x 3 m (90 m²). A parcela experimental ou unidade experimental (UE) teve as dimensões de 3 m x 1 m (3 m²). Para cada UE foram cultivadas 10 plantas, espaçadas em 0,30 m. A área total do experimento foi de 270 m² e conteve o total de 90 parcelas.

Os 30 genótipos de batata-doce avaliados no experimento encontram-se na coleção do Banco de Germoplasma da UFLA. Destes, 24 genótipos são oriundos de progênies meios-irmãos provenientes do policruzamento de 80 matrizes. Os genótipos UFVJM-58 e UFVJM-61 foram pré-selecionados com base em maiores produtividades de ramas em estudos anteriormente desenvolvidos na UFLA. Também foram avaliadas quatro cultivares comerciais, sendo elas a Beauregard, Brazlândia Roxa, Princesa e Uruguaiana. A caracterização das folhas dos genótipos avaliados é apresentada na Figura 2.

Figura 2 - Caracterização fenotípica de folhas em 30 genótipos de batata-doce. Lavras, UFLA, 2020.



A coleta das folhas visando consumo humano foi realizada 75 dias após transplântio, quando a parte aérea se encontrava bem desenvolvida e as folhas eram em maior parte jovens. Com as plantas em campo, os genótipos foram caracterizados morfoagronomicamente por dois avaliadores segundo os descritores específicos de folhas de batata-doce propostos por Huamán (1991), quanto a:

- a) Formato geral: determinado por escala de notas, sendo 1 - redondo; 2 - reniforme; 3 - cordiforme; 4 - triangular; 5 - lanceolado; 6 - lobulado; 7 - quase dividido;
- b) Número de lóbulo: determinado por escala de notas: 1; 3; 5; 7; e, 9. Selecionou-se ainda duas plantas por parcela para avaliações das cores das folhas, colofila total e produção de látex.
- c) Cor da folha: determinado pelo colorímetro CR-400 Chroma (Konica Minolta Sensing), calibrado de acordo com o sistema CIE com medição de luminosidade (L), croma (C) e ângulo hue (°h). Foram amostradas quatro folhas do terço superior das plantas por parcela e calculadas as médias. Para cada folha foram amostrados três pontos: na nervura central próximo a ponta da folha; no meio da folha ao lado esquerdo da nervura central; no meio da folha ao lado direito da nervura central;
- d) Produção de látex: os pecíolos foram cortados com 5 cm de comprimento e após dez segundos avaliados por dois pesquisadores por escala de notas de 1 (sem látex) a 5 (muito látex). A nota 5 foi atribuído aos genótipos que, quando cortado o pecíolo, o látex chegou ao ponto de escorrer. Para cada parcela foram avaliadas quatro amostras;
- e) Clorofila total: determinado pelo medidor Chlorophyll Meter CM-500. Foram amostradas quatro folhas do terço superior das plantas por parcela e calculadas as médias.

Posteriormente, realizou-se a colheita da parte aérea das duas plantas selecionadas e avaliou-se:

- f) Produtividade de ramas: obtida através da colheita de toda parte aérea da planta, ceifando todas as ramas de duas plantas por parcela na haste no nível do solo, pesando e expressando os resultados em $t\ ha^{-1}$;
- g) Produtividade de folhas úteis: coletou-se todas as folhas entre o ápice das ramas até 50 cm de comprimento. As folhas senescêntes e/ou necróticas foram descartadas. Foram selecionadas as folhas saudáveis e livres de danos, cortadas com aproximadamente cinco centímetros de pecíolo. As folhas foram pesadas e seus resultados expressos em $t\ ha^{-1}$;
- h) Aproveitamento das folhas úteis: obtido pela razão da produtividade de folhas úteis pela produtividade de ramas, visando estipular o aproveitamento comercial da produção. Os resultados foram expressos em percentagem;
- i) Massa seca das folhas úteis: pesou-se em torno de 200 gramas de folhas úteis por parcela. As amostras foram picadas e colocadas em estufa de secagem com circulação forçada de ar a $65\ ^\circ C$ por 48 a 72 horas, até atingirem massa constante. As folhas foram

pesadas antes e depois do processo de secagem, visando determinar o teor de água, expresso em percentagem.

As amostras destinadas as análises químicas (pH, acidez titulável, sólidos solúveis, fenólicos totais e antocianinas) foram colhidas em campo, acondicionadas em recipiente de poliestireno com gelo e transportadas ao laboratório. As folhas foram cuidadosamente lavadas para a remoção de sujeiras, embaladas, identificadas e congeladas a -18°C , visando garantir a preservação das características químicas. Em seguida, realizou-se as seguintes análises em triplicata:

- j) Potencial hidrogeniônico (pH): determinado pelo pHmetro de bancada da marca Tecnal, modelo Tec-7 e segundo técnica do Instituto Adolfo Lutz (LUTZ, 2008);
- k) Acidez titulável: determinou-se pesando 5 gramas de folhas de batata-doce moídas em 45 ml de água destilada e completando o volume final para 50 ml. Pipetou-se 5 ml desta solução transferindo para um Erlenmeyer de 50 ml e adicionando o indicador fenolftaleína (1%). Em seguida, fez-se a titulação com solução de hidróxido de sódio 0,1N até obtenção de uma coloração rósea, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (LUTZ, 2008). Os resultados foram expressos em percentual de ácido cítrico (gramas de ácido cítrico por 100 gramas de amostra fresca);
- l) Sólidos solúveis: determinado pelo equipamento ATAGO e modelo Pocket Refractometer PAL-1. Os resultados encontrados foram expressos em percentual de açúcares totais;
- m) Fenólicos totais: determinado pelo método Folin-Ciocalteu de Waterhouse (WATERHOUSE, 2002). O cálculo do teor de fenólicos totais foi realizado a partir da equação da reta obtida da curva padrão do ácido gálico. Para a quantificação nas amostras, retirou-se 0,5 mL de cada extrato, acrescido de 2,5 mL da solução de Folin-Ciocalteu a 10% (v/v) e 2,0 mL da solução de carbonato de sódio a 4% (m/v), tendo sido protegidos da luz. Após duas horas em repouso, mediu-se espectrofotometricamente a absorbância da cor azul produzida pela redução do reagente Folin-Ciocalteu, a 750 nm. Os resultados foram expressos em miligramas equivalentes de ácido gálico por 100 gramas ($\text{mg EAG } 100 \text{ g}^{-1}$) de amostra fresca;
- n) Antocianinas: determinado segundo metodologia de Francis (1982) adaptado por Milene *et al.* (2012). Para a extração das antocianinas, utilizou-se 1g de amostra fresca, no qual foi adicionado 25mL de solução de etanol acidificado com ácido clorídrico, incubando por uma hora a temperatura ambiente. Filtrou-se e completou-se o volume para 50 mL com etanol acidificado. Após esse procedimento, efetuou-se a leitura em

espectrofotômetro no comprimento de onda 535 nm. A quantificação das antocianinas baseou-se no coeficiente de extinção molar da cianidina-3-glicosídeo. Os resultados foram expressos em miligramas de cianidina-3-glicosídeo por 100 gramas ($\text{mg C3G } 100 \text{ g}^{-1}$) de amostra fresca.

Para a avaliação das raízes, as outras oito plantas de cada parcela foram conduzidas e colhidas após seis meses do transplântio. Foram avaliadas a produtividade total e as cores de polpa e casca segundo os descritores específicos de raízes de batata-doce propostos por Huamán (1991):

- o) Produtividade total de raízes: obtida através da colheita total das raízes, pesadas e os resultados expressos em t ha^{-1} ;
- p) Cor da polpa da raiz: determinado por escala de notas: 1 – branco; 2 – creme; 3 – creme escuro; 4 – amarelo; 5 – amarelo-escuro; 6 – laranja; 7 – laranja intermediário; 8 – laranja escuro; e, 9 – rosa à roxo;
- q) Cor da casca da raiz: determinado por escala de notas: 1 – branco; 2 – creme; 3 – amarelo; 4 – laranja; 5 – marrom alaranjado; 6 – rosa; 7 – vermelho; 8 – vermelho arroxeado; e, 9 – roxo;

Os dados de caracterização morfológica e cores de casca e polpa foram avaliados de forma descritiva. Os dados referentes a cor da folha, produção de látex, clorofila total, produtividade de ramos, produtividade total de raízes, produtividade de folhas úteis, massa seca das folhas úteis, pH, acidez titulável, sólidos solúveis, fenólicos totais e antocianinas foram verificados quanto a atenderem os pressupostos para realização da análise de variância (ANOVA). Quando necessário, procedeu-se as transformações dos dados. Verificados efeitos significativos dos genótipos na ANOVA pelo teste F ($p \leq 0,05$), os mesmos foram agrupados pelo teste de Scott-Knott, à 5% de significância. Foram estimadas as correlações fenotípicas e genótipias dos caracteres avaliados. A divergência genética foi estudada por meio de análise multivariada utilizando o software GENES (CRUZ, 2013), aplicando-se os métodos de variáveis canônicas e o UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean). As análises dos dados foram executadas utilizando-se o software R (R CORE TEAM *et al.*, 2020).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises dos caracteres descritivos morfoagronômicos propostos por Huamán (1991) para batata-doce estão apresentadas na Tabela 1. Em relação às cores de polpas das raízes, 56,70% dos genótipos foram caracterizados como creme, 16,70% branco, 13,30% amarelo,

10% rosa a roxo e apenas a cultivar comercial Beauregard com polpa laranja escura. Sobre as cascas das raízes predominou-se a cor rosa (46,70%), seguida da creme (36,70%), roxa (13,30%) e apenas o genótipo 2018-74-1479 com casca amarela. O formato de folha mais observado, conforme apresentado na Figura 2, foi o triangular (53,30%), seguido do cordiforme e lobulado, ambos com 23,30%. Observando-se o número de lóbulos, 76,70% dos genótipos apresentaram apenas um e 23,30% cinco lóbulos. Esses resultados indicam que há variabilidade genética para essas características, o que possibilita selecionar genótipos em uma ampla diversidade de cores e formatos, sendo uma informação importante considerando a possibilidade de atendimento das exigências de diferentes mercados consumidores de batata-doce.

Tabela 1 - Características morfológicas e intensidade de cor dos genótipos de batata-doce. Lavras, UFLA, 2020.

Genótipo	Raiz			Folha				Cor ¹
	Cor da polpa	Cor da casca	Formato	Lóbulo	L	C	h	
2018-12-252	Branco	Rosa	Triangular	1	38,07 b	28,03 c	107,00 a	
2018-14-259	Amarelo	Rosa	Triangular	1	38,00 b	31,67 b	107,63 a	
2018-14-262	Creme	Creme	Cordiforme	1	39,97 a	34,50 a	105,80 a	
2018-19-387	Branco	Creme	Triangular	1	41,60 a	35,80 a	105,43 a	
2018-19-389	Creme	Rosa	Triangular	1	38,30 b	31,40 b	106,13 a	
2018-19-461	Rosa à roxo	Roxo	Triangular	1	38,33 b	30,83 b	107,33 a	
2018-19-464	Creme	Rosa	Cordiforme	1	36,60 c	27,17 c	107,87 a	
2018-28-543	Creme	Creme	Triangular	1	40,27 a	33,67 a	106,37 a	
2018-28-556	Amarelo	Creme	Triangular	1	36,70 c	27,77 c	105,17 a	
2018-31-666	Creme	Rosa	Cordiforme	1	36,03 c	28,63 c	109,30 a	
2018-31-713	Creme	Rosa	Triangular	1	36,53 c	27,87 c	104,60 a	
2018-37-864	Branco	Creme	Triangular	1	37,17 c	29,23 c	107,17 a	
2018-37-869	Creme	Roxo	Lobulado	5	35,37 c	27,53 c	108,70 a	
2018-38-926	Creme	Rosa	Triangular	1	38,50 b	31,07 b	104,53 a	
2018-53-1032	Creme	Rosa	Triangular	1	37,60 b	30,97 b	106,60 a	
2018-53-1069	Creme	Rosa	Cordiforme	1	41,00 a	35,03 a	106,50 a	
2018-55-1153	Creme	Creme	Triangular	1	38,50 b	31,63 b	108,20 a	
2018-55-1154	Rosa à roxo	Creme	Lobulado	5	37,77 b	28,57 c	105,50 a	
2018-61-1163	Branco	Creme	Lobulado	5	38,57 b	29,70 c	106,97 a	
2018-67-1321	Branco	Rosa	Cordiforme	1	39,23 b	31,93 b	105,17 a	
2018-72-1401	Rosa à roxo	Roxo	Lobulado	5	36,50 c	27,30 c	105,33 a	
2018-72-1472	Creme	Rosa	Triangular	1	36,83 c	27,47 c	104,20 a	
2018-74-1479	Creme	Amarelo	Cordiforme	1	34,27 d	22,83 d	99,67 b	
2018-74-1507	Creme	Creme	Triangular	1	35,50 c	25,87 d	102,97 a	
UFVJM-58	Creme	Creme	Lobulado	5	31,13 e	17,17 e	94,03 c	
UFVJM-61	Creme	Rosa	Lobulado	5	36,63 c	29,10 c	105,93 a	
Beauregard	Laranja escuro	Rosa	Triangular	1	38,53 b	22,40 d	97,27 b	
Brazlândia Roxa	Amarelo	Roxo	Triangular	1	37,27 c	30,00 c	108,27 a	
Princesa	Creme	Creme	Lobulado	5	33,90 d	19,50 e	94,17 c	
Uruguaiana	Amarelo	Rosa	Cordiforme	1	37,13 c	25,43 d	103,90 a	
Média geral	-	-	-	-	37,39	28,66	104,92	
P valor (genótipo)	-	-	-	-	≤0,01	≤0,01	≤0,01	
CV (%)	-	-	-	-	4,00	8,45	2,28	

L (luminosidade), C (croma), h (ângulo hue). ¹ Cor determinada pelo conjunto L*C*h. Médias na mesma coluna, seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de significância.

Juntamente aos caracteres descritivos, é apresentado o resumo das coordenadas colorimétricas das folhas dos genótipos de batata-doce estudados (TABELA 1). As três variáveis de cores apresentaram diferenças significativas ($p \leq 0,05$). Considerando-se as definições das características colorimétricas (MCGUIRE, 1992), a luminosidade ou brilho (L), de maneira geral, situou-se mais próxima do preto que do branco, segundo a escala de 0 (preto) a 100 (branco). Este caractere é importante, pois o mesmo interfere diretamente na escolha do consumidor. Os genótipos mais claros foram 2018-14-262, 2018-19-387, 2018-28-543 e 2018-

53-1069, portanto são mais atrativos que os genótipos 2018-74-1479, UFVJM-58 e Princesa, que se mostraram como os mais escuros.

A cromaticidade variou entre 17,17 e 35,80, cores consideradas pálidas ao comparar-se com a escala de 0 (cores pálidas) a 60 (cores vivas) (MCGUIRE, 1992). Todavia, a maior cromaticidade ou saturação (C) foi observada nos genótipos 2018-19-387, 2018-53-1069, 2018-14-262 e 2018-28-543 (TABELA 1), sendo estes os considerados com as cores mais vivas. Essa característica está ligada diretamente à intensidade da cor, cores pálidas possuem baixa saturação, enquanto cores vivas possuem alta saturação e, portanto, são mais perceptíveis aos humanos (PATHARE; OPARA; AL-SAID, 2013; SHEWFELT; THAI; DAVIS, 1988).

O ângulo hue ($^{\circ}h$), é o atributo qualitativo de tonalidade da cor, e varia de 0° (vermelho), 90° (amarelo), 180° (verde) e 270° (azul) (MCGUIRE, 1992; SHEWFELT; THAI; DAVIS, 1988). Sobre os resultados, os genótipos UFVJM-58 e Princesa apresentaram ângulos em torno de 94° , ou seja, folhas de tons amarelados. Cerca de 87% dos genótipos apresentaram ângulos hue variando de $102,97^{\circ}$ e $109,30^{\circ}$, o que representa tons entre o verde e o amarelo. É importante realçar que, apesar dos valores de ângulo hue registrados pelo equipamento se aproximarem teoricamente do amarelo, a cor enxergada é esverdeada, como observa-se em “Cor” (TABELA 1). Portanto, a cor resultante não depende só de uma coordenada, depende de todo conjunto L/C/h no espaço de cor (MCGUIRE, 1992). Valores semelhantes de ângulo hue foram encontrados para a cultura da alface, com ângulos variando entre $100,77^{\circ}$ e $109,34^{\circ}$, o que indica que as tonalidades analisadas são de cores já aceitas comercialmente (ISLAM *et al.*, 2019).

Destaca-se que os genótipos UFVJM-58 e Princesa apresentaram os menores valores para todos atributos colorimétricos avaliados (L/C/h), indicando que são plantas de folhas mais escuras, de cores pálidas e menos esverdeadas, sendo ideais para criar contrastes entre as cores dos alimentos nas refeições, o que contribui para gerar apetite (RIBEIRO, 2017). Já os genótipos 2018-19-387, 2018-53-1069, 2018-28-543 e 2018-14-262 destacaram-se por apresentarem altos valores de L/C/h, ou seja, são plantas de folhas mais claras, cores vivas e esverdeadas, portanto transmitem mais estímulos, vibrações e chamam mais atenção do consumidor (RIBEIRO, 2017).

Jang e Koh (2019), ao avaliarem as características de intensidades de cores de seis variedades de folhas de batata-doce na Coreia, colhidas 79 dias após plantio, encontraram valores médios de 52,54 para a luminosidade, 35,82 para a cromaticidade e $120,36^{\circ}$ de ângulo hue, o que aponta para folhas de cores mais claras e verdes que as encontradas neste estudo. Porém, ao comparar as coordenadas L/C/h das folhas de batata-doce com as encontradas em outras culturas como espinafre (RAMOS *et al.*, 2020), alface, rúcula e salsa (WIJERATHNE;

CHANDRAJITH; NAVARATNE, 2018), observa-se que os valores são semelhantes, ou seja, as folhas de batata-doce apresentam cor aparente com potencial de aceitação pelo mercado próxima ao de outras importantes hortaliças comercializadas.

As maiores produtividades de ramas foram observadas em 15 genótipos (TABELA 2), com valores entre 29,6 e 51,8 t ha⁻¹. Os resultados encontrados neste trabalho superam os encontrados por Andrade Júnior *et al.* (2012) e Donato *et al.* (2020), que relatam valores de 19,7 e 41,9 t ha⁻¹ respectivamente, ao colherem 150 dias após transplântio. De acordo com Viana *et al.* (2011), ao estudarem o potencial produtivo das ramas de batata-doce ao longo do ciclo, com 120, 150 e 180 dias após transplântio, concluíram que quando a planta entra em fase de tuberização a produtividade de ramas tende a diminuir, sugerindo que colheitas antecipadas apresentam maior rendimento. Logo, para a produção de ramas de batata-doce colheitas precoces são recomendadas, todavia são necessárias pesquisas no sentido de estudar o melhor período para colheita visando maior rendimento de ramas.

Tabela 2 - Produtividade de ramas (PR), produtividade de folhas úteis (PFU), produtividade total de raízes (PTR), aproveitamento das folhas úteis (AFU) e teor de massa seca das folhas úteis (MSFU) dos genótipos de batata-doce. Lavras, UFLA, 2020.

Genótipo	PR	PFU	PTR	AFU	MSFU
	(t ha ⁻¹)			(%)	
2018-12-252	36,1 a	9,9 a	23,4 c	27,3 d	12,03
2018-14-259	29,6 a	8,8 a	26,5 b	29,8 c	10,80
2018-14-262	19,6 b	7,3 b	25,5 b	37,3 b	11,52
2018-19-387	17,4 b	6,8 b	8,2 d	39,0 b	12,69
2018-19-389	35,2 a	9,1 a	14,6 d	25,7 d	11,67
2018-19-461	51,8 a	11,5 a	26,6 b	22,3 d	12,05
2018-19-464	30,0 a	8,1 a	46,8 a	26,8 d	10,95
2018-28-543	15,8 b	5,4 b	45,5 a	34,2 c	10,93
2018-28-556	41,9 a	10,3 a	42,4 a	24,5 d	11,32
2018-31-666	33,1 a	10,5 a	36,8 a	31,7 c	12,06
2018-31-713	33,3 a	10,1 a	7,1 d	30,4 c	10,84
2018-37-864	27,8 b	8,4 a	11,8 d	30,0 c	12,13
2018-37-869	36,2 a	11,9 a	20,5 c	33,0 c	11,36
2018-38-926	36,1 a	9,1 a	30,2 b	25,2 d	11,12
2018-53-1032	36,1 a	11,1 a	25,8 b	30,8 c	10,49
2018-53-1069	23,7 b	7,8 a	21,7 c	32,8 c	10,66
2018-55-1153	34,0 a	10,3 a	27,9 b	30,1 c	9,80
2018-55-1154	33,6 a	10,7 a	39,1 a	31,8 c	11,56
2018-61-1163	45,5 a	11,4 a	27,3 b	25,0 d	12,59
2018-67-1321	25,7 b	6,1 b	30,3 b	23,8 d	12,32
2018-72-1401	24,6 b	8,3 a	14,8 d	33,6 c	11,78
2018-72-1472	9,1 b	2,0 b	21,1 c	32,8 c	10,63
2018-74-1479	23,3 b	5,3 b	5,5 d	22,7 d	12,64
2018-74-1507	24,1 b	8,9 a	34,7 b	36,7 b	11,83
UFVJM-58	27,2 b	6,0 b	33,6 b	22,1 d	11,74
UFVJM-61	44,3 a	12,7 a	37,9 a	28,6 d	10,94
Beauregard	3,0 b	1,6 b	21,0 c	54,2 a	12,28
Brazlândia Roxa	26,6 b	6,7 b	30,0 b	25,3 d	11,46
Princesa	26,3 b	5,7 b	28,6 b	21,7 d	12,14
Uruguaiana	8,3 b	3,4 b	21,4 c	41,4 b	12,26
Média geral	28,60	8,20	26,22	30,40	11,55
P valor (genótipo)	≤0,01	≤0,01	≤0,01	≤0,01	0,06
CV (%)	41,40	36,80	27,29	14,90	8,51

Médias na mesma coluna, seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de significância.

Em relação à produtividade de folhas úteis, 63% dos genótipos fizeram parte do grupo mais produtivo, com valores entre 7,8 e 12,7 t ha⁻¹. Destes melhores genótipos para a produtividade de folhas úteis, 15 estiveram presentes também no grupo de maiores produtividades de ramas, o que significa que os genótipos UFVJM-61, 2018-37-869, 2018-19-461, 2018-61-1163, 2018-53-1032, 2018-55-1154, 2018-31-666, 2018-28-556, 2018-55-1153, 2018-31-713, 2018-12-252, 2018-38-926, 2018-19-389, 2018-14-259 e 2018-19-464

apresentam boa aptidão para produtividade em maior escala. Ao relacionar estes resultados com os rendimentos de cultivares de alface americana sob diferentes ambientes e solos tropicais, é possível perceber uma semelhança na produção de massa fresca comercial. Neves *et al.* (2016) encontraram valores máximos de 12,7 t ha⁻¹ de massa fresca comercial em alface americana. Considerando que a alface é a hortaliça folhosa de maior importância no Brasil, isto aponta que existem genótipos de batata-doce com elevada capacidade de produção comercial. É importante destacar que os tratamentos culturais aplicados durante o cultivo foram os mesmos recomendados para produção de raízes, se a batata-doce for cultivada para consumo das folhas é possível cultivá-la de forma diferente em busca de elevar a produção, através do adensamento de plantio, plantando em canteiros ou vasos e efetuando colheitas mais precoces e por mais vezes.

De acordo com o CEASAMINAS (2020), hortaliças que são vendidas em maços como a cebolinha, coentro, hortelã, manjeriço e salsa, são vendidas em média por um real a cada 100 gramas. Considerando os valores obtidos para produtividade de folhas úteis de batata-doce do melhor grupo de genótipos e os preços e pesos médios das hortaliças comercializadas na forma de maço nas principais Centrais de Abastecimento de Minas Gerais, é possível estimar rendimentos de 78.000 a 127.000 maços de folhas de batata-doce por hectare, aos 75 dias de após o plantio. Estes resultados são satisfatórios, pois demonstram potenciais de rendas entre R\$31.200,00 e R\$50.800,00 por hectare por mês com a comercialização de folhas de batata-doce.

A produtividade total de raízes variou significativamente ($p \leq 0,05$) entre os genótipos, sendo que os mais produtivos foram 2018-19-464, 2018-28-543, 2018-28-556, 2018-31-666, 2018-55-1154 e UFVJM-61, com rendimentos variando de 36,8 e 46,8 t ha⁻¹, ou seja, três a quatro vezes maior que a média mundial de 11,40 t ha⁻¹ (FAOSTAT, 2020) e duas a três vezes maior que a produtividade média brasileira de 14,00 t ha⁻¹ (IBGE, 2018). Com exceção do 2018-28-543, todos estes genótipos também apresentaram altas produtividades de ramos e de folhas úteis, indicando serem genótipos aptos para produção em escala comercial de raízes e folhas. Esta informação é muito importante, pois oferece ao produtor a opção de colher duas partes alimentícias do mesmo vegetal, garantindo maior segurança de renda e melhor aproveitamento da planta.

O aproveitamento das folhas úteis diferiu significativamente ($p \leq 0,05$) entre os genótipos, cujo melhor resultado observado foi apresentado na cultivar Beauregard, com 54,2% (TABELA 2). Todavia, apesar de ter apresentado o melhor aproveitamento das folhas úteis, a cultivar foi a menos produtiva tanto de ramos (3,0 t ha⁻¹) quanto de folhas úteis (1,6 t ha⁻¹). A baixa produtividade da Beauregard pode ser explicada devido esta cultivar ter origem norte-

americana, não ser adaptada ao nosso clima para a produção de ramas, já que o melhoramento praticado na cultivar foi voltado exclusivamente para a produção de raízes (EMBRAPA, 2013). O segundo grupo, formado pelos genótipos 2018-74-1507, 2018-14-262, 2018-19-387 e Uruguaiana, apresentaram aproveitamento entre 36,7% e 41,4%, destaque para os genótipos 2018-74-1507 e Uruguaiana que também apresentaram boas produtividades da parte aérea. Dos 25 genótipos considerados com baixo aproveitamento das folhas úteis, 18 fazem parte dos grupos de maiores produtividades de ramas. Isso demonstra que plantas com altas produtividades de ramas não significa que são as mais aptas para a produção comercial de folhas, visto que se deve levar em conta o maior aproveitamento de folhas úteis e menor descarte. Plantas com baixo aproveitamento das ramas podem representar a necessidade de um gerenciamento adequado dos resíduos, o que não é desejável, pois pode gerar custos extras ou reduzir a eficiência econômica da comercialização de folhas.

Quanto ao teor de massa seca presente nas folhas úteis, os genótipos não diferiram estatisticamente entre si ($p > 0,05$), cujos teores variaram entre 9,80% e 12,69%. Segundo Mwanri, Kogi-Makau e Laswai (2011), os teores de massa seca das folhas de batata-doce variaram de 13,72% e 14,37%, colhendo-se 45 dias após plantio. Esse caractere é um fator primordial para avaliar o aporte de nutrientes nas folhas, já que maiores teores de massa seca podem resultar em maior composição nutricional. Os valores observados neste estudo foram satisfatórios, pois correspondem aos teores de massa seca comumente encontrados em diversas hortaliças folhosas tradicionais, como o agrião, alface, beralha, brócolis, couve-manteiga, couve-flor, espinafre, repolho e salsa (FURLANI *et al.*, 1978), rúcula e chicória (OHSE *et al.*, 2012).

A produção de látex variou significativamente ($p \leq 0,05$) entre os genótipos (TABELA 3), sendo que 67% exibiram baixas quantidades de látex com notas variando de 2,33 a 3,67. Estes genótipos são os mais indicados para alimentação humana por oferecerem maior segurança alimentar e, possivelmente, melhor palatabilidade. O látex está presente em plantas laticíferas e atua como um sistema de defesa natural contra certos herbívoros, logo, esta é uma substância não desejável para o consumo humano de folhas. Além de comprometer a palatabilidade, essa substância também pode ocasionar problemas de saúde em certos grupos populacionais, denominados de risco, como alergias (GASPAR; FARIA, 2012). Vale ressaltar que este trabalho não avaliou qualitativamente o látex presente nas folhas de batata-doce, porém, baseando-se no fato das folhas de batata-doce serem tradicionalmente consumidas nas ilhas do Oceano Pacífico, na Ásia e África (HUANG *et al.*, 2007), é provável que o látex presente nas folhas de batata-doce seja seguro para a alimentação humana.

Tabela 3 - Produção de látex (LA), clorofila total (CT), potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (ACI), fenólicos totais (FT) e antocianinas (ANT) dos genótipos de batata-doce. Lavras, UFLA, 2020.

Genótipo	LA	CT	pH	SS	ACI ¹	FT ²	ANT ³
				%	%	mg EAG 100g ⁻¹	mg C3G 100g ⁻¹
2018-12-252	4,33 b	43,83 c	6,61	3,0	0,27	202,8 a	75,8 a
2018-14-259	5,00 b	40,83 c	6,52	4,3	0,31	230,0 a	30,5 b
2018-14-262	2,67 a	39,90 c	6,62	3,0	0,29	206,5 a	34,1 b
2018-19-387	3,33 a	38,97 c	6,46	4,7	0,28	192,4 b	40,4 b
2018-19-389	3,00 a	38,40 c	6,50	4,0	0,20	57,0 d	33,3 b
2018-19-461	4,00 b	42,97 c	6,50	3,7	0,26	110,0 c	38,6 b
2018-19-464	3,33 a	46,83 b	6,50	3,7	0,25	162,0 b	58,1 a
2018-28-543	3,00 a	39,47 c	6,68	4,0	0,23	266,0 a	40,8 b
2018-28-556	3,00 a	41,77 c	6,54	3,7	0,28	212,6 a	36,1 b
2018-31-666	3,67 a	42,97 c	6,35	4,0	0,29	55,3 d	42,5 b
2018-31-713	4,00 b	38,33 c	6,41	4,0	0,30	179,6 b	40,6 b
2018-37-864	2,67 a	46,10 b	6,62	3,3	0,33	198,4 a	47,3 b
2018-37-869	2,33 a	46,77 b	6,52	4,3	0,25	79,6 d	58,9 a
2018-38-926	3,00 a	41,30 c	6,53	3,7	0,26	154,0 b	37,4 b
2018-53-1032	3,00 a	39,23 c	6,48	3,7	0,25	220,3 a	53,9 a
2018-53-1069	3,67 a	39,63 c	6,51	4,3	0,30	142,4 c	46,1 b
2018-55-1153	3,00 a	42,20 c	6,57	3,3	0,22	202,5 a	38,5 b
2018-55-1154	3,67 a	41,00 c	6,56	3,3	0,22	153,8 b	49,0 b
2018-61-1163	4,00 b	44,23 c	6,47	3,7	0,33	87,0 d	44,1 b
2018-67-1321	3,33 a	47,33 b	6,58	3,7	0,32	74,1 d	37,1 b
2018-72-1401	3,67 a	45,10 c	6,49	3,7	0,29	158,0 b	52,1 a
2018-72-1472	4,33 b	49,77 a	6,39	4,0	0,28	140,1 c	35,8 b
2018-74-1479	3,33 a	43,47 c	6,52	4,0	0,26	227,8 a	59,3 a
2018-74-1507	3,67 a	41,43 c	6,50	4,3	0,28	243,8 a	47,3 b
UFVJM-58	5,00 b	54,37 a	6,58	4,0	0,29	122,9 c	57,1 a
UFVJM-61	4,67 b	45,90 b	6,53	4,7	0,32	121,0 c	63,2 a
Beauregard	4,00 b	41,67 c	6,54	4,7	0,29	174,5 b	30,1 b
Brazlândia Roxa	3,33 a	43,50 c	6,52	3,7	0,24	166,2 b	43,2 b
Princesa	4,33 b	53,13 a	6,52	4,3	0,30	131,5 c	38,1 b
Uruguaiana	3,67 a	51,53 a	6,58	3,7	0,26	189,7 d	29,6 b
Média geral	3,60	43,73	6,52	3,9	0,28	162,1	44,6
P valor (genótipo)	≤0,01	≤0,01	0,44	0,22	0,48	≤0,01	≤0,01
CV (%)	15,73	7,51	1,8	17,87	20,73	19,92	22,73

¹ Percentual de gramas de ácido cítrico por 100 gramas de amostra; ² miligramas de ácido gálico por 100 gramas de amostra; ³ miligramas de cianidina-3-glicosídeo por 100 gramas de amostra. Médias na mesma coluna, seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de significância.

As clorofilas são o grupo de pigmentos verdes fotossintetizantes mais abundantes nas plantas (JESUS; MARENCO, 2008; PINHEIRO *et al.*, 2012). São usadas como corantes em

alimentos e como fontes de importantes propriedades antioxidantes e anticancerígenas (ROCHA; REED, 2014). Os genótipos UFVJM-58, Princesa, Uruguaiana e 2018-72-1472 apresentaram os maiores índices de clorofila, com valores entre 49,77 e 54,37 (TABELA 3). Apesar destes genótipos apresentarem as maiores quantidades de clorofilas, não foram caracterizados como as folhas mais verdes, o que demonstra que outras classes de pigmentos presentes nas folhas de batata-doce também afetam a coloração visualizada na folha.

Foram observados índices de clorofila total para as culturas da alface de 51,18 (SILVA, 2020), alface crespa 38,7 (FREIRE *et al.*, 2017), couve-manteiga 43,0 (FREIRE *et al.*, 2019), espinafre 52,00 (MUCHECHETI; MADAKADZE; SOUNDY, 2016), rabanete 42,09 (NUNES; BONFIM-SILVA; MOREIRA *et al.*, 2014) e tomate 32,01 (OLIVEIRA *et al.*, 2020). Valores similares são observados pelos genótipos avaliados neste estudo, indicando que as folhas de batata-doce apresentam potencial comercial para produção de clorofila e, conseqüentemente, a produção de corantes naturais e alimentos enriquecidos.

Não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) para o pH, sólidos solúveis e acidez titulável das folhas. O pH observado apresentou variação entre 6,35 e 6,68, sendo similar ao observado para culturas como alface (6,14), cebolinha (5,97), cenoura (6,03), coentro (6,25), couve (6,08), manjeriço (6,39), pepino (6,25), pimentão (5,97), rabanete (6,28), repolho (5,97), rúcula (6,25) e salsa (5,92) (FERREIRA; ALVARENGA; SÃO JOSÉ, 2015). O pH possui importância nos alimentos por estar envolvido com uma boa digestão, no aproveitamento dos nutrientes e na conservação dos alimentos.

Os teores de sólidos solúveis (SS) dos genótipos compreenderam-se entre 3,0% e 4,7%. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), os açúcares normalmente constituem cerca de 85% dos sólidos solúveis. Assim, vegetais com teores de SS mais elevados são preferidos, tendo em vista o consumo *in natura* e o processamento, por acarretar maior rendimento, menor custo operacional e influenciar positivamente no sabor doce das hortaliças (RÊGO *et al.*, 2009). Os teores de SS observados para as folhas de batata-doce são semelhantes aos teores encontrados para a alface (2,0%), couve (3,7%) e rúcula (2,4%) (PEREIRA *et al.*, 2016).

A acidez titulável (ACI) variou entre 0,20% e 0,33% nos genótipos. Valores semelhantes foram descritos nas culturas da acelga (0,08%), alface (0,07%), couve (0,30%) e pimenta (0,37%) (PEREIRA *et al.*, 2016). A acidez atua como um indicador sensorial, devido seu papel no aroma e sabor ácido ou azedo, que é representado pela presença dos ácidos orgânicos vegetais. Menores teores de acidez elevam a razão SS/ACI, indicando sabor suave, devido à melhor combinação de açúcar e ácido (FERREIRA; FREITAS; LAZZARI, 2004).

O conteúdo de fenólicos totais diferiu estatisticamente ($p \leq 0,05$) entre os genótipos, com maiores valores observados para o 2018-28-543, 2018-74-1507, 2018-14-259, 2018-74-1479, 2018-53-1032, 2018-28-556, 2018-14-262, 2018-12-252, 2018-55-1153 e 2018-37-864, oscilando entre 198,4 e 266,0 mg EAG 100 g⁻¹, respectivamente. José (2012) ao avaliar o conteúdo de fenólicos totais em dois acessos de batata-doce, observou teores entre 212,7 e 258,5 mg EAG 100 g⁻¹, condizentes, de maneira geral, com o observados neste estudo. Os teores de fenólicos totais é uma característica de grande interesse, pois está relacionada com a promoção da saúde e tratamento de doenças (ISLAM, 2006; 2014; NEVES, 2015).

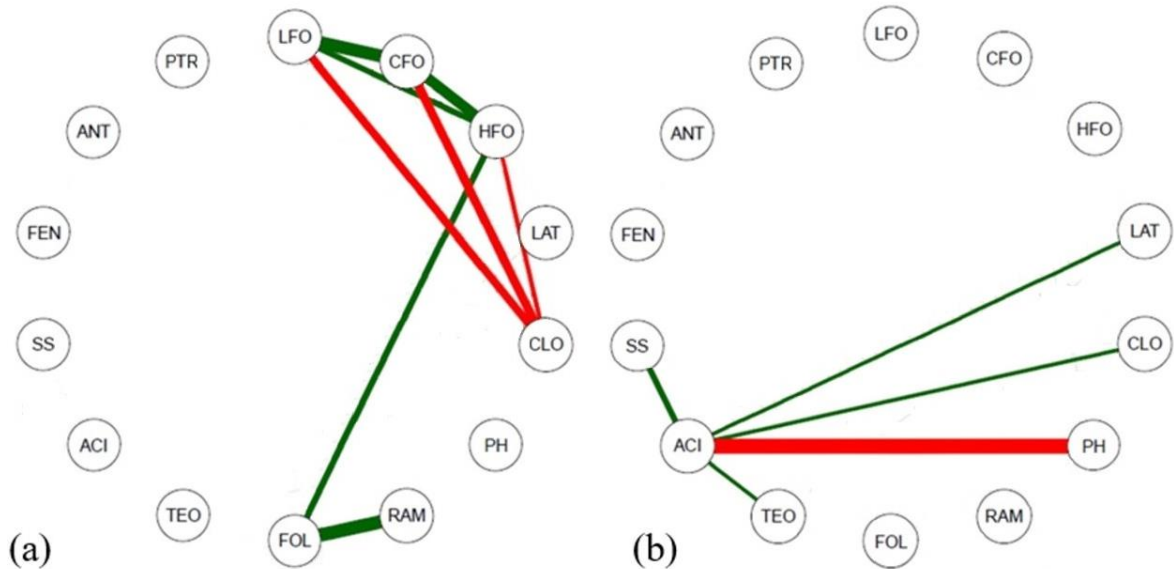
Islam (2014) afirma que as folhas de batata-doce contém polifenóis totais equivalentes às mais nutritivas hortaliças comerciais, incluindo-se às próprias raízes da cultura. Os teores de fenólicos totais encontrados nas folhas de batata-doce neste estudo, equivalem, e até mesmo superam, algumas das hortaliças mais tradicionais do mercado. Teores de fenólicos totais medidos em alface, rúcula e almeirão, em sistemas de plantio orgânico e convencional, variaram entre 81,04 e 126,84 mg EAG 100 g⁻¹ no estudo conduzido por Arbos *et al.* (2010). Entretanto, os valores observados neste estudo, são, de maneira geral, inferiores ao observado para outras hortaliças não-convencionais. Avellar *et al.* (2018), ao estudarem os compostos bioativos presentes em PANC'S, relataram teores de 159,0 mg EAG 100 g⁻¹ peixinho (*Stachis lanata* L.), 261,0 mg EAG 100 g⁻¹ em taioba (*Xanthosoma saggitifolium*), 660,0 mg EAG 100 g⁻¹ em beldroega (*Portulaca oleracea*), 759,0 mg EAG 100 g⁻¹ em caruru (*Amaranthusviridis* L.) e 879,0 mg EAG 100 g⁻¹ capucinha (*Tropaeolum majus* L.).

As análises de antocianinas das folhas registraram diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre os genótipos, em que 2018-12-252, UFVJM-61, 2018-74-1479, 2018-37-869, 2018-19-464, UFVJM-58, 2018-53-1032 e 2018-72-1401 apresentaram os maiores teores de antocianinas, respectivamente, oscilando entre 52,1 e 75,8 mg C3G 100 g⁻¹. Os teores de antocianinas observados nas folhas de batata-doce neste estudo foram maiores que os encontrados por José (2012), ao relatar valores entre 30,3 e 33,5 mg C3G 100 g⁻¹. Em relação às concentrações de antocianinas encontradas nas folhas e nas raízes da batata-doce, segundo Sasaki *et al.* (2013), as raízes tuberosas roxas demonstraram-se superiores exibindo teores de 258,0 mg C3G 100 g⁻¹. Ao comparar os teores das folhas com algumas frutíferas tradicionais e de importância comercial, tais como ameixa, damasco, framboesa, groselha, maçã, morango, pêra e pêsego (CONTESSA *et al.*, 2013), os resultados indicaram superioridade da batata-doce como alimento natural rico em antocianinas. As antocianinas presentes nas folhas de batata-doce exercem papel fundamental na promoção da saúde e tratamento de doenças crônicas (ISLAM, 2006; SANTOS *et al.*, 2014). Além disso, o consumo desse vegetal pode ajudar a

suprir as necessidades diárias dessas substâncias e diminuir o consumo de fármacos químicos (JOSÉ, 2012).

As principais correlações fenotípicas positivas foram estabelecidas entre a luminosidade da folha (LFO), croma da folha (CFO) e ângulo hue da folha (HFO), os quais correlacionaram-se entre si. Além destas, a produtividade de folhas úteis (FOL), principal característica agrônômica avaliada, também apresentou fortes correlações positivas com a produtividade de ramos (RAM) e o ângulo hue da folha (HFO). Já a clorofila total (CLO) foi a característica que apresentou as principais associações negativas, estabelecidas fortemente com as colorimétricas (LFO, CFO e HFO), o que pode estar relacionado às folhas terem sido colhidas e avaliadas em uma fase jovem da planta e no terço final da rama, com menor concentração de clorofila e folhas mais claras. Assim, deduz-se que é possível selecionar genótipos com maiores produtividades de ramos e folhas de batata-doce de forma rápida, simples e com menor custo, realizando-se menor esforço prático através das mensurações colorimétricas (L/C/h) e do índice de clorofila total, avaliados de forma indireta por meio de equipamentos digitais específicos. Todavia, as correlações fenotípicas possuem causas genéticas e ambientais em que somente as associações de natureza genética são herdáveis. Deste modo, a correlação fenotípica tem menor valor prático na seleção, devendo-se ser desmembrada em causas de origem genética e ambiental (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992).

Figura 3 - Estimativas de correlações fenotípicas (a) e genotípicas (b) para as características: luminosidade da folha (LFO), croma da folha (CFO), ângulo hue da folha (HFO), látex (LAT), clorofila total (CLO), potencial hidrogeniônico (PH), produtividade de ramos (RAM), produtividade de folhas úteis (FOL), teor de massa seca das folhas úteis (TEO), acidez titulável (ACI), sólidos solúveis (SS), fenólicos totais (FEN), antocianinas (ANT) e produtividade total de raízes (PTR). Lavras, UFLA, 2020.



As linhas representam as estimativas de correlações significativas entre as variáveis, linhas verdes para correlações positivas e vermelhas para negativas. Linhas mais espessas indicam correlações mais fortes.

Fonte: Do autor (2020).

De maneira geral, as principais correlações genéticas ocorreram entre caracteres indicativos de qualidade e sabor das folhas. As correlações genéticas positivas mais fortes foram estabelecidas pela acidez titulável (ACI) com a produção de látex (LAT), sólidos solúveis (SS), clorofila total (CLO) e teor de massa seca das folhas úteis (TEO). A acidez titulável (ACI) apresentou forte correlação negativa com o pH, o que permite avaliar o sabor ácido/picante das folhas de forma indireta, utilizando-se um pHmetro digital. Isso também permitirá realizar uma seleção sem a necessidade de análises onerosas e gastos com reagentes.

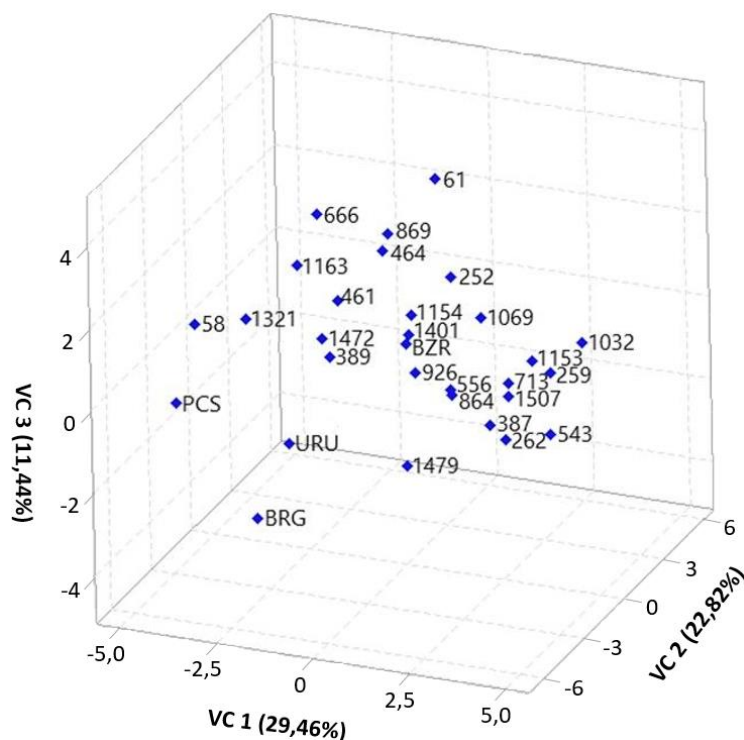
Dentro dos objetivos dos programas de melhoramento, como muitas características são levadas em consideração no processo de seleção, a estratégia de estudar as afinidades entre as características é essencial para fazer as escolhas certas e otimizar os ganhos (CARVALHO; LORENCETTI; BENIN, 2004). As correlações medem o grau de associação entre duas variáveis, uma correlação alta permite a seleção para um atributo de interesse por meio de outra característica de mais fácil mensuração, aumentando a eficiência na seleção, bem como em ganho de tempo e economia de trabalho (KEMPTHORNE, 1970; STEEL *et al.*, 1960). Entretanto, é válido ressaltar que são escassas as informações sobre o estudo de correlações em

programas de melhoramento de batata-doce visando produção de folhas para consumo humano, o que aponta para a necessidade de pesquisas mais aprofundadas sobre o tema.

A variabilidade genética também é fundamental para o sucesso dos programas de melhoramento de plantas, pois possibilita a obtenção de novas combinações superiores, com maior frequência de alelos favoráveis. Para manter esta variabilidade ao longo dos diferentes ciclos de recombinação, é importante o conhecimento e recombinação dos genótipos mais divergentes, uma vez que após várias seleções e recombinações, a variabilidade genética tende a diminuir (MORAIS JÚNIOR *et al.*, 2017). Isso é relevante especialmente em programas iniciais de melhoramento como é caso da seleção de genótipos para uso de folhas no consumo humano, onde busca-se explorar ao máximo a variabilidade genética para obtenção de ganhos significativos com a seleção.

A dispersão gráfica dos escores dos genótipos de batata-doce em relação às três primeiras variáveis canônicas é apresentada na Figura 4.

Figura 4 - Dispersão gráfica dos escores em relação às três primeiras variáveis canônicas (VC 1, VC 2 e VC 3) em genótipos de batata-doce. Lavras, UFLA, 2020.



BZR = Brazlândia Roxa; BRG = Beaugard; PCS = Princesa; URU = Uruguaiana; demais genótipos representados somente pelo último código numérico.

Fonte: Do autor (2020).

O teor de fenólicos totais foi a característica que apresentou maior correlação positiva (0,73) com a primeira variável canônica (VC 1), enquanto o teor de clorofila apresentou maior correlação negativa (-0,60) (TABELA 4).

Tabela 4 - Estimativas de correlações entre as variáveis canônicas e as características avaliadas. Lavras, UFLA, 2020.

Característica	Variável canônica		
	1	2	3
Luminosidade das folhas (LFO)	0,30	0,54	-0,40
Croma das folhas (CFO)	0,46	0,70	-0,21
Ângulo hue das folhas (HFO)	0,27	0,78	0,22
Látex (LAT)	-0,21	-0,38	0,34
Clorofila total (CLO)	-0,60	-0,41	0,39
Potencial hidrogeniônico (PH)	0,17	-0,17	-0,20
Produção de ramas (RAM)	0,03	0,25	0,44
Produção de folhas úteis (FOL)	0,19	0,36	0,47
Produção total de raízes (PTR)	0,00	-0,26	0,54
Massa seca das folhas úteis (TEO)	-0,47	-0,05	-0,09
Acidez titulável (ACI)	-0,03	-0,04	-0,01
Sólidos solúveis (SS)	-0,03	-0,12	0,03
Teor de fenólicos totais (FEN)	0,73	-0,35	-0,33
Teor de antocianinas (ANT)	-0,05	-0,04	0,61

Assim, genótipos com maiores escores à direita da VC 1 estão relacionados à maiores teores de fenólicos totais e menores teores de clorofila total, enquanto que menores escores alocados à esquerda de VC 1 estão relacionados à menores teores de fenólicos totais e maiores teores de clorofila total (FIGURA 4). Considerando isso, os genótipos 2018-53-1032 e 2018-28-543 divergiram-se dos genótipos 2018-67-1321, Princesa, 2018-61-1163, 2018-31-666 e UFVJM-58, devido apresentarem maiores teores de sólidos solúveis e menores de clorofila (FIGURA 4). Dessa forma, tais genótipos divergentes entre si podem ser indicados para recombinações futuras visando a produção destes compostos, pois podem aumentar a variabilidade da população descendente e gerar indivíduos com maiores teores destes compostos bioativos, o que é de interesse no melhoramento genético visando a produção de folhas para consumo humano.

O croma e o ângulo hue das folhas foram as características com maiores correlações com a segunda variável canônica (VC 2), ambas de intensidade positiva, com valores de 0,70 e 0,78, respectivamente (TABELA 4). Os genótipos 2018-19-389, 2018-31-666 e 2018-61-1163 apresentaram os maiores escores na VC 2, ou seja, estão associados à maiores valores de ângulo

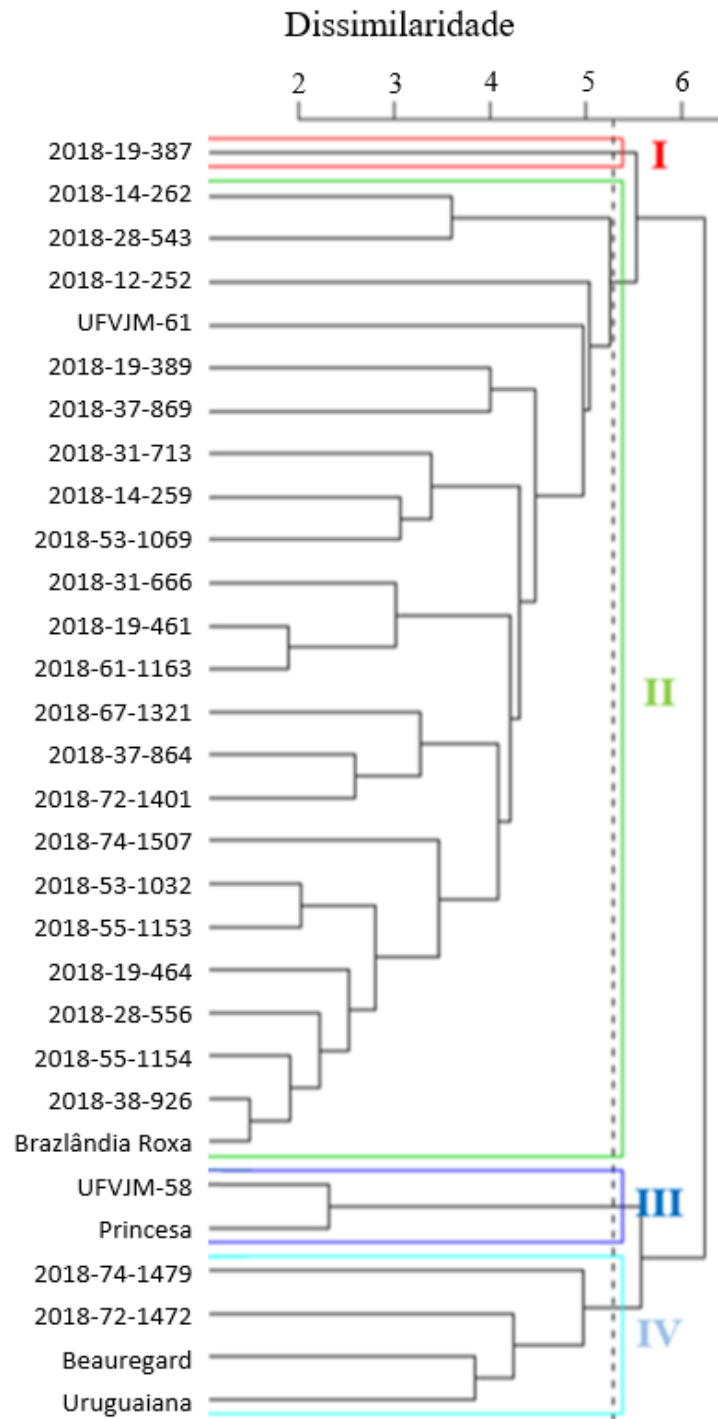
hue e o croma das folhas, indicando folhas com tons de cores mais vivas e esverdeadas (FIGURA 4). Já os genótipos UFVJM-58, Princesa e Beauregard registraram os menores escores na VC 2, ou seja, divergiram-se por apresentarem características antagônicas às descritas para o ângulo hue e o croma das folhas destes genótipos.

O teor de antocianinas e a produtividade total de raízes foram as características que apresentaram as correlações mais fortes e positivas com a terceira variável canônica (VC 3) (TABELA 4). Isso indica que os genótipos UFVJM-61, UFVJM-58 e 2018-31-666, que apresentaram os maiores escores na VC3, estão relacionados à maiores teores de antocianinas e produtividade total de raízes, divergindo do observado para os genótipos Beauregard, Uruguaiana e 2018-74-1479, que registraram os menores escores.

Esta análise foi importante ao ponto de permitir a seleção de genótipos distintos para comporem as populações recombinantes e verificar a importância de caracteres na distinção dos genótipos. Logo, características com baixa associação às variáveis canônicas podem ser dispensáveis em futuros trabalhos de avaliação da diversidade genética, reduzindo gastos de mão-de-obra, custos e tempo. Entretanto, para este tipo de definição é importante realizar o estudo em outras populações e ambientes, de forma a confirmar a relevância ou não do descritor para outros estudos.

O dendrograma obtido pelo método UPGMA permitiu a formação de quatro grupos distintos (FIGURA 5). O grupo I foi representado pelo genótipo 2018-19-387, mostrando-se mais distante geneticamente dos genótipos 2018-38-926 e Brazlândia Roxa. Em seguida formou-se o grupo II, concentrando 76,7% dos genótipos, o que pode ser um fator limitante na escolha dos genitores nesse grupo, visto serem similares entre si, o que acarreta menor variabilidade da população segregante. Vale destacar que, mesmo estando no mesmo grupo, os genótipos 2018-38-926 e Brazlândia Roxa foram os mais divergentes dos demais e devem ser considerados em futuras recombinações, pois apresentaram resultados positivos e de interesse para as características avaliadas neste estudo. Os genótipos que compuseram o grupo III foram UFVJM-58 e Princesa, sendo que estes apresentaram altos teores de clorofila total, fator interesse para seleção de genótipos, devido contribuir para os aspectos nutricionais das folhas. Já o grupo IV formou-se pelos genótipos 2018-72-1472, 2018-74-1479, Beauregard e Uruguaiana.

Figura 5 - Dendrograma obtido pelo método UPGMA a partir da matriz de dissimilaridade, utilizando a distância generalizada de Mahalonobis em 30 genótipos de batata-doce. Lavras, UFLA, 2020.



Fonte: Do autor (2020).

Foram observadas diferenças nos agrupamentos formados pelas técnicas de variáveis canônicas e UPGMA. Agrupamentos discordantes entre técnicas multivariadas na avaliação da dissimilaridade genética são frequentes, devido os métodos serem fundamentados em técnicas distintas (AZEVEDO *et al.*, 2013; SULZBACHER *et al.*, 2017). Os métodos aglomerativos

(dendrograma) dependem de medidas de dissimilaridade entre os genótipos, enquanto que métodos dispersivos, como o estudo de variáveis canônicas, levam em conta a matriz de covariância residual e a covariância fenotípica entre os caracteres avaliados (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012). Logo, estudar ambos os métodos ajudam a compreender melhor as interações entre os genótipos, o ambiente e relevância das características avaliadas.

4 CONCLUSÕES

As folhas de batata-doce apresentam potencial para utilização para o consumo humano, apresentando altas produtividades e qualidades.

As características de cores das folhas, produtividade de folhas úteis e dos compostos bioativos (clorofila, fenólicos totais e antocianinas) são características importantes para serem priorizadas em programas de melhoramento, visando obter genótipos com maior rendimento e de melhor qualidade.

Os genótipos 2018-12-252, 2018-19-464, 2018-28-556, 2018-37-864, 2018-37-869, 2018-53-1032, 2018-55-1153, 2018-55-1154, 2018-72-1401 e 2018-74-1507 apresentaram, simultaneamente, as melhores características agrônômicas relacionadas a produção de folhas e composições químicas, indicando serem genótipos com potenciais para uso de folhas na alimentação humana. Os genótipos 2018-19-464, 2018-28-556 e 2018-55-1154 apresentaram ainda as maiores produtividades totais de raízes, ou seja, possuem aptidão tanto para produção de folhas quanto de raízes.

Os genótipos 2018-14-259, 2018-14-262, 2018-28-543, 2018-74-1479, UFVJM-58 e UFVJM-61 também se destacaram por apresentarem características químicas de interesse.

As correlações fenotípicas positivas ocorreram entre as características colorimétricas (L/C/h) e as produtividades de ramas e folhas. Também houve correlação negativa entre o teor de clorofila total e as características colorimétricas (L/C/h). Já para as correlações genéticas, a que apresentou maior relevância foi negativa entre as características de pH e acidez titulável. Ocorreu também correlações positivas entre a acidez titulável, sólidos solúveis, teor de clorofila total, produção de látex e massa seca das folhas úteis. Sendo assim, é possível selecionar genótipos produtivos e com qualidade química através de técnicas simples de mensuração como as análises colorimétricas e teor de clorofila total.

Houve divergência genética entre os genótipos avaliados, devendo-se, de maneira geral, preconizar para recombinação os genótipos 2018-19-387, 2018-19-389, 2018-28-543, 2018-31-666, 2018-38-926, 2018-53-1032, 2018-61-1163, 2018-67-1321, 2018-74-1479, UFVJM-58,

UFVJM-61, Beauregard, Brazlândia Roxa, Princesa e Uruguaiana, devido a maior divergência genética associada entre eles quanto às características de interesse.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE JÚNIOR, V. C. *et al.* Características produtivas e qualitativas de ramas e raízes de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, [S.l.], v. 30, n. 4, p. 584-589, 2012.
- ANDRADE JÚNIOR, V. C. *et al.* Produção de silagem, composição bromatológica e capacidade fermentativa de ramas de batata-doce emurhecidas. **Horticultura Brasileira**, [S.l.], v. 32, n. 1, p. 91-97, 2014.
- ARBOS, K. A. *et al.* Atividade antioxidante e teor de fenólicos totais em hortaliças orgânicas e convencionais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S.l.], v. 30, n. 2, p. 501-506, 2010.
- AVELLAR, G. S. *et al.* Compostos bioativos presentes em hortaliças não tradicionais cultivadas em hortas urbanas de Sete Lagoas-MG. **Cadernos de Agroecologia**, [S.l.], v. 13, n. 1, 2018.
- AZEVEDO, A. M. *et al.* Influence of harvest time and cultivation sites on the productivity and quality of sweet potato. **Horticultura Brasileira**, [S.l.], v. 32, n. 1, p. 21-27, 2014.
- AZEVEDO, A. M. *et al.* Seleção de genótipos de alface para cultivo protegido: divergência genética e importância de caracteres. **Horticultura Brasileira**, [S.l.], v. 31, n. 2, p. 260-265, 2013.
- BELETE, Y. S. *et al.* Multivariate analysis of genetic divergence among Ethiopian mustard (*Brassica carinata* A. Brun) genotypes in relation to seed oil quality traits. **International Journal of Agricultural Research**, [S.l.], v. 6, n. 6, p. 494-503, 2011.
- CARVALHO, F.; LORENCETTI, C.; BENIN, G. **Estimativas e implicações da correlação no melhoramento vegetal**. Pelotas: UFPel, 2004. v. 142.
- CARVALHO, I. S. *et al.* Effect of photoperiod on flavonoid pathway activity in sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) leaves. **Food chemistry**, [S.l.], v. 118, n. 2, p. 384-390, 2010.
- CARVALHO, A. M. *et al.* **Teores de hemiceluloses, celulose e lignina em plantas de cobertura com potencial para sistema plantio direto no Cerrado**. Planaltina DF: Embrapa-CPAC, 2010.
- CEASAMINAS. **Boletim Diário de Preços Completo**. 2020. Disponível em: <http://www.ceasaminas.com.br/informacoesmercado geral.asp>. Acesso em: 24 set. 2020.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. p. 30.
- CONTESSA, C. *et al.* Total antioxidant capacity and total phenolic and anthocyanin contents in fruit species grown in northwest Italy. **Scientia Horticulturae**, [S.l.], v. 160, p. 351-357, 2013.
- CRUZ, C. D. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, [S.l.], v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. **Métodos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Imprensa Universitária. 2012. p. 514.

DONATO, L. M. S. *et al.* Uso de ramas de batata-doce para produção de feno. **Ciência Animal Brasileira**, [S.l.], v. 21, 2020.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistemas de produção de batata-doce**. 2008. Disponível em: https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Batata-doce/Batata-doce_Ipomoea_batatas/origem.html. Acesso em: 22 mar. 2020.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Batata-doce biofortificada apresenta bons resultados no sul do país**. 2013. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1499507/batata-doce-biofortificada-apresenta-bons-resultados-no-sul-do-pais>. Acesso em: 13 ago. 2020.

ENTRINGER, G. C. *et al.* Correlação e análise de trilha para componentes de produção de milho superdoce. **Revista Ceres**, [S.l.], v. 61, n. 3, p. 356-361, 2014.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division. **Sweet potatoes**. 2020. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>. Acesso em: 21 mar. 2020.

FERREIRA, A.; ALVARENGA, S.; SÃO JOSÉ, J. Qualidade de frutas e hortaliças orgânicas comercializadas em feiras livres. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, [S.l.], v. 74, n. 4, p. 410-9, 2015.

FERREIRA, S. M. R.; FREITAS, R. J. S.; LAZZARI, E. N. Padrão de identidade e qualidade do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) de mesa. **Ciência Rural**, [S.l.], v. 34, n. 1, p. 329-335, 2004.

FIGUEIREDO, J. A. *et al.* Avaliação de silagens de ramas de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, [S.l.], v. 30, n. 4, p. 708-712, 2012.

FISCHER, S. Z.; BARBIERI, R. L. Abóboras ornamentais: atributos valorizados por consumidores finais e decoradores florais. **Horticultura Brasileira**, [S.l.], v. 33, n. 4, 2015.

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. **Anthocyanins as Food Colors**, [S.l.], v. 1, p. 280, 1982.

FREIRE, J. L. O. *et al.* Desempenho fitotécnico e teores clorofilianos de cultivares de alfaces crespas produzidas com fertilização à base de urina de vaca no Seridó paraibano. **Agropecuária Científica no Semiárido**, [S.l.], v. 12, n. 3, p. 258-267, 2017.

FREIRE, J. L. O. *et al.* Teores clorofilianos, composição mineral foliar e produtividade da couve-manteiga adubada com urina de vaca. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, [S.l.], v. 2, n. 2, p. 836-845, 2019.

FURLANI, A. M. C. *et al.* Composição mineral de diversas hortaliças. **Bragantia**, [S.l.], v. 37, n. 1, p. 33-44, 1978.

GASPAR, Â.; FARIA, E. Alergia ao látex. **Revista Portuguesa de Imunoalergologia**, [S.l.], v. 20, n. 3, p. 173-192, 2012.

GONÇALVES NETO, Á. C. *et al.* Aptidões de genótipos de batata-doce para consumo humano, produção de etanol e alimentação animal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S.l.], v. 46, n. 11, p. 1513-1520, 2011.

HUAMAN, Z. **Descriptors for sweet potato**. Roma: International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR), 1991.

HUANG, Z. *et al.* Phenolic compound profile of selected vegetables frequently consumed by African Americans in the southeast United States. **Food Chemistry**, [S.l.], v. 103, n. 4, p. 1395-1402, 2007.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **SIDRA**. Dados de 2017 e 2018. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>. Acesso em: 30 jul. 2020.

ISLAM, M. Z. *et al.* The effect of phosphorus and root zone temperature on anthocyanin of red romaine lettuce. **Agronomy**, [S.l.], v. 9, n. 2, p. 47, 2019.

ISLAM, S. Sweetpotato (*Ipomoea batatas* L.) leaf: it's potential effect on human health and nutrition. **Journal of Food Science**, [S.l.], v. 71, n. 2, p. 13-121, 2006.

ISLAM, S. **Nutritional and medicinal qualities of sweetpotato tops and leaves**. Cooperative Extension Service: University of Arkansas, 2014.

JANG, Y.; KOH, E. Antioxidant content and activity in leaves and petioles of six sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) and antioxidant properties of blanched leaves. **Food Science and Biotechnology**, [S.l.], v. 28, n. 2, p. 337-345, 2019.

JESUS, S. V.; MARENCO, R. A. O SPAD-502 como alternativa para a determinação dos teores de clorofila em espécies frutíferas. **Acta Amazônica**, [S.l.], v. 38, n. 4, p. 815-818, 2008.

JOSÉ, A. E. **Compostos fenólicos e atividade antibacteriana em acessos de *Ipomoea batatas* (L.) Lam (batata-doce)**. 2012. 106 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012

KEMPTHORNE, O. *et al.* An introduction to genetic statistics. **An Introduction to Genetic Statistics**, 1970.

KHIDI. **Korea Health Industry Development Institute. National food & nutrition statistics: based on 2014 Korea national and nutrition examination survey**. Korea, Osong: Korea Health Industry Development Institute, 2016. p. 30.

LI, M. *et al.* Comparison of functional components in various sweet potato leaves and stalks. **Food Science and Biotechnology**, [S.l.], v. 26, n. 1, p. 97-103, 2017.

LUTZ, I. A. Instituto Adolfo Lutz (São Paulo). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. In: ZENEBO, O.; PASCUET, N. S.; TIGLE, P. (Coords). São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. p. 1020.

MCGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, [S.l.], v. 27, n. 12, p. 1254-1255, 1992.

MILENE, T. B. *et al.* Bioactive compounds, antioxidant activity and percent composition of jambolão fruits (*Syzygium cumini*). **The Natural Products Journal**, [S.l.], v. 2, n. 2, p. 129-138, 2012.

MOHANRAJ, R.; SIVASANKAR, S. Sweet Potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam)-A valuable medicinal food: a review. **Journal of Medicinal Food**, [S.l.], v. 17, n. 7, p. 733-741, 2014.

MORAIS JÚNIOR, O. P. *et al.* Variabilidade genética durante quatro ciclos de seleção recorrente em arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S.l.], v. 52, n. 11, p. 1033-1041, 2017.

MUCHECHETI, F.; MADAKADZE, C.; SOUNDY, P. Leaf chlorophyll readings as an indicator of nitrogen status and yield of spinach (*Spinacia oleracea* L.) grown in soils amended with *Luecaena leucocephala* prunings. **Journal of Plant Nutrition**, [S.l.], v. 39, n. 4, p. 539-561, 2016.

MWANRI, A. W.; KOGI-MAKAU, W.; LASWAI, H. S. Nutrients and antinutrients composition of raw, cooked and sun-dried sweet potato leaves. **African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development**, v. 11, n. 5, 2011.

NEVES, J. F. N. F. *et al.* Produção de cultivares de alface americana sob diferentes ambientes em condições tropicais. **Revista Agro@mbiente On-line**, [S.l.], v. 10, n. 2, p. 130-136, 2016.

NEVES, P. D. O. **Importância dos Compostos Fenólicos dos frutos na promoção da saúde**. 2015. 93 p. Tese (Doutorado) - Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2015.

NUNES, J. A. S.; BONFIM-SILVA, E. M.; MOREIRA, J. C. F. Produção de rabanete submetido à adubação fosfatada. **Revista do Centro Universitário de Patos de Minas**, [S.l.], v. 2178, p. 7662, 2014.

OHSE, S. *et al.* Produção e composição química de hortaliças folhosas em hidroponia. **Bioscience Journal**, [S.l.], v. 28, n. 2, 2012.

OLIVEIRA, R. C. *et al.* Fertilizantes NPK e reguladores de crescimento potencializam a formação de mudas de tomate industrial?/Does NPK fertilizer and growth regulators potentiate the production of processing tomato seedlings? **Brazilian Journal of Development**, [S.l.], v. 6, n. 5, p. 30912-30924, 2020.

PATHARE, P. B.; OPARA, U. L.; AL-SAID, F. A. Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. **Food and Bioprocess Technology**, [S.l.], v. 6, n. 1, p. 36-60, 2013.

- PEDROSA, C. E. *et al.* Yield and quality of wilted sweet potato vines and its silages. **Horticultura Brasileira**, [S.l.], v. 33, n. 3, p. 283-289, 2015.
- PEREIRA, E. M. *et al.* Caracterização físico-química de hortaliças tipo folha comercializadas no Brejo Paraibano. **Revista Agropecuária Técnica**, [S.l.], v. 37, n. 1, p. 19-22, 2016.
- PINHEIRO, R. R. *et al.* Determinação do teor de clorofila em folhas de alface em diferentes telas de sombreamento. **Horticultura Brasileira**, [S.l.], v. 30, n. 2, 2012.
- R CORE TEAM. *et al.* **R: A language and environment for statistical computing**. 2020.
- RAMOS, B. *et al.* Biopreservation approaches to reduce *Listeria monocytogenes* in fresh vegetables. **Food Microbiology**, [S.l.], v. 85, n. 103282, 2020.
- RÊGO, E. R. *et al.* A diallel study of yield components and fruit quality in chilli pepper (*Capsicum baccatum*). **Euphytica**, [S.l.], v. 168, n. 2, p. 275-287, 2009.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. C.; ALVAREZ, V. H. 5ª Aproximação-Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. Viçosa: UFV, 1999.
- RIBEIRO, V. **As 5 cores da cozinha saudável**. Alfragide: Lua de Papel, 2017.
- ROCHA, D. S.; REED, E. Pigmentos naturais em alimentos e sua importância para a saúde. **Revista EVS - Revista de Ciências Ambientais e Saúde**, [S.l.], v. 41, n. 1, p. 76-85, 2014.
- SANTOS, A. C. A. *et al.* Potencial antioxidante de antocianinas em fontes alimentares: revisão sistemática. **Revista Interdisciplinar**, [S.l.], v. 7, n. 3, p. 149-156, 2014.
- 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**, [S.l.], v. 61, n. 21, p. 5037-5045, 2013.
- SHEWFELT, R. L.; THAI, C. N.; DAVIS, J. W. Prediction of changes in color of tomatoes during ripening at different constant temperatures. **Journal of Food Science**, [S.l.], v. 53, n. 5, p. 1433-1437, 1988.
- SILVA, L. A. **Produção de biomassa e composição bromatológica da alfafa submetida a coinoculação com bactérias**. 2020. 54 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Paulista, São Paulo, 2020.
- STEEL, R. G. D. *et al.* Principles and procedures of statistics. **Principles and Procedures of Statistics**, 1960.
- SULZBACHER, L. J. *et al.* Análise da divergência genética através de caracteres agronômicos em genótipos de feijão comum. **Análise**, [S.l.], v. 38, n. 23, 2017.

TORQUATO-TAVARES, A. *et al.* Potential for sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) single crosses to improve ethanol production. **Revista Chapingo Série Horticultura**, [S.l.], v. 23, n. 1, p. 59-74, 2017.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. Genética biométrica no fitomelhoramento. Ribeirão Preto. **Revista Brasileira de Genética**, [S.l.], v. 1992, p. 496, 1992.

VIANA, D. J. S. *et al.* Potencial de silagens de ramas de batata-doce para alimentação animal. **Ciência Rural**, [S.l.], v. 41, n. 8, p. 1466-1471, 2011.

WATERHOUSE, A. L. Determination of total phenolics. **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**, [S.l.], v. 6, n. 1, 2002.

WIJERATHNE, P. A. K. C.; CHANDRAJITH, V. G. G.; NAVARATNE, S. B. Controlling of post-harvest losses of selected leafy vegetables and green chilies by coating with plant mucilages. **International Journal of Food Science and Nutrition**. [S.l.], v. 3, p. 20-24, 2018.