



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**DIVERSIDADE GENÉTICA, CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA,
POTENCIAL DE USO E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE CLONES DE
BATATA-DOCE [*Ipomoea batatas* (L.) Lamarck]**

Rosa Maria de Deus de Sousa

TESE DE DOUTORADO EM AGRONOMIA

BRASÍLIA – DF
MARÇO DE 2018



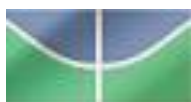
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**DIVERSIDADE GENÉTICA, CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA,
POTENCIAL DE USO E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE CLONES DE
BATATA-DOCE [*Ipomoea batatas* (L.) Lamarck]**

ORIENTADOR: DR. JOSÉ RICARDO PEIXOTO
COORIENTADOR: DR. GEOVANI BERNARDO AMARO

TESE DE DOUTORADO EM AGRONOMIA
PUBLICAÇÃO: NÚMERO 064 D/2018

BRASÍLIA - DF
MARÇO DE 2018



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**DIVERSIDADE GENÉTICA, CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA,
POTENCIAL DE USO E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE CLONES DE
BATATA-DOCE [*Ipomoea batatas* (L.) Lamarck]**

ROSA MARIA DE DEUS DE SOUSA

**Tese de Doutorado Submetida ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia,
como Requisito Parcial à Obtenção do Grau de Doutor em Agronomia.**

Aprovada por:

Eng. Agrônomo José Ricardo Peixoto, Doutor; Universidade de Brasília – FAV/
Orientador; e-mail: peixoto@unb.br CPF: 354.356.236-34

Eng. Agrônoma Michelle S. Vilela; Doutora; Universidade de Brasília – FAV/
Examinadora interna; e-mail: michellevilelaunb@gmail.com CPF:919.623.401-63

Eng. Agrônoma Nara Oliveira Silva Souza, Doutora; Universidade de Brasília – FAV/
Examinadora interna; e-mail: narasouza@unb.br CPF: 033.300.726-36

Eng. de Alimentos Iriane Rodrigues Maldonade, Doutora; Embrapa Hortaliças;
Examinadora externa; e-mail: iriani.maldonade@embrapa.br CPF: 089.617.958-30

Brasília/DF, Março de 2018

FICHA CATALOGRÁFICA

SOUSA, ROSA MARIA DE DEUS

Diversidade Genética, Caracterização Morfoagronômica, Potencial de uso e Qualidade Pós-colheita de Clones de Batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lamarck].

Orientação: Prof. Dr. Jose Ricardo Peixoto 2018. 216 p

Tese de Doutorado (DR) – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2018.

1. Herdabilidade. 2. Produtividade. 3. Pós colheita. 4. Folhas e raízes de batata doce.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SOUSA, M.D.S. **Diversidade Genética, Caracterização Morfoagronômica, Potencial de uso e Qualidade Pós-colheita de Clones de Batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lamarck].** FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA, UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA-UNB, BRASÍLIA, 2018; 216 p. TESE DE DOUTORADO.

CESSÃO DE DIREITOS

Nome do Autor: ROSA MARIA DE DEUS DE SOUSA

Título da tese: **Diversidade Genética, Caracterização Morfoagronômica, Potencial de uso e Qualidade Pós-colheita de Clones de Batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lamarck].** **GRAU DOUTOR. ANO: 2018**

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta tese de doutorado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta tese de doutorado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Rosa Maria de Deus de Sousa

CPF:239.019.771-04

Endereço: Quadra 02 conjunto B casa 08

Telefone: 61-992611604; e-mail rosamdsf@yahoo.com.br

Dedico este trabalho a Deus, que sempre foi o autor da minha vida e do meu destino. O meu maior apoio nos momentos difíceis e a minha maior intercessora, Nossa Senhora, mãe de Jesus e nossa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao nosso Deus todo poderoso, por ser a base de todas as minhas conquistas, por ter me dado força e coragem para superar todas as dificuldades.

No transcorrer da minha formação, tive a oportunidade de receber orientações e apoio de inúmeras pessoas e instituições. Quero manifestar meus agradecimentos sinceros a todos, com a certeza de que cada pessoa e cada instituição contribuíram significativamente para eu alcançar este objetivo.

Aos Professores Doutores José Ricardo Peixoto e Geovani Bernardo Amaro, por me abrirem as portas destas instituições e me proporcionarem a oportunidade e a honra de ser por eles orientada. Seus conhecimentos e ensinamentos não se limitaram ao acadêmico, foi um crescimento pessoal e profissional, que, com certeza, foram e serão pilares fundamentais que carregarei para a minha vida toda. Obrigada pela ciência, paciência, bondade e generosidade a mim dedicadas.

À amiga incondicional, Professora Michelle, pela amizade, pela dedicação e pela valiosa colaboração para a realização das análises estatísticas.

À Dra. Iriane, pela amizade e pela contribuição para a realização deste trabalho.

Ao Márcio, pela importante ajuda nas atividades laboratoriais e pela contribuição para que esse trabalho fosse concluído.

Aos funcionários da Fazenda Água Limpa: em especial Queen e Mirão; enfim, a todos eles, que sempre estiveram dispostos e alegres ao ajudar.

Ao Sr. Joaquim, ao Eduardo, ao Reinaldo e a todos os terceirizados e funcionários da Embrapa Hortaliças, pelo trabalho árduo e pesado dispendido na instalação e na avaliação dos experimentos. Agradeço-lhes, também, pela amizade. Aos funcionários Ricardo e Deusânimo, do Laboratório de Pós-colheita da Embrapa Hortaliças, pelo trabalho tão bem realizado e por toda gentileza e disposição durante a realização das análises.

À minha família, pelo apoio emocional, e ao meu filho Wesley, por existir e por acreditar em mim. À minha filha Anna Licia, que entrou em minha vida por determinação de Deus para renovar a minha fé, e pela valiosa contribuição para a realização deste trabalho. Às minhas princesas Beatriz e Alice, por transmitirem tanto amor e carinho. Ao meu esposo Milton, pela compreensão e pelo apoio na realização deste trabalho.

À minha irmã Lucelena e ao seu filho Kadu, pela ajuda e pela disposição em contribuir para a realização deste trabalho.

À minha cunhada Sueli e a minha sobrinha Maria Paula, pelo incentivo e amizade.

A todas as pessoas que cruzaram meu caminho, me mudaram de alguma forma e fizeram desse sonho possível.

Ao meu filho Everton (*in memoriam*), pelo incentivo e pela confiança a mim depositados, mesmo quando eu não pensava em fazer um doutorado. Onde você estiver, grata sou a Deus por ter você como filho e por todo o bem que me fez.

SUMÁRIO

1 RESUMO GERAL.....	X
2 ABSTRACT.....	XII
3 INTRODUÇÃO GERAL.....	16
4 REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
4.1 PRODUÇÃO DE BATATA-DOCE.....	19
4.2 CONSUMO DE BATATA-DOCE	20
4.3 VARIABILIDADE GENÉTICA.....	22
4.5 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E AGRONÔMICAS.....	25
4.6 A COR DOS VEGETAIS.....	26
4.7 BATATA-DOCE ORNAMENTAL.....	28
5 OBJETIVOS.....	31
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
CAPÍTULO 1- CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA DE ACESSOS DE BATATA-DOCE MANTIDOS NO BANCO DE GERMOPLASMA DA EMBRAPA HORTALIÇAS.....	39
1.1 RESUMO.....	40
1.2 ABSTRACT.....	41
1.3 INTRODUÇÃO.....	42
1.4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	44
1.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
1.6 CONCLUSÃO.....	81
1.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	82
CAPÍTULO 2 - AVALIAÇÃO AGRONÔMICA E SELEÇÃO DE CLONES DE BATATA-DOCE.....	88
2.1 RESUMO.....	89
2.2 ABSTRACT.....	90
2.3 INTRODUÇÃO.....	91
2.4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	94

2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	99
2.6 CONCLUSÃO.....	115
2.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	116
CAPITULO 3- AVALIAÇÃO PÓS COLHEITA DE CLONES DE BATATA-DOCE VIABILIDADE DE USO NA ALIMENTAÇÃO.....	123
Experimento I-EFEITO DA ADIÇÃO DE FARINHA DA FOLHA DE BATATA-DOCE SOBRE A COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ACEITAÇÃO SENSORIAL DE MACARRÃO.....	124
1.1 RESUMO.....	125
1.2 ABSTRACT.....	126
1.3.INTRODUÇÃO.....	127
1.4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	129
1.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	134
1.6 CONCLUSÃO.....	146
1.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	147
EXPERIMENTO 2-. ELABORAÇÃO DE BARRA DE CEREAL COM POLPA DESIDRATADA DE BATATA DOCE.....	150
2.1 RESUMO.....	151
2.2 ABSTRACT.....	152
2.3 INTRODUÇÃO.....	153
2.4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	155
2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	155
2.6 CONCLUSÃO.....	160
2.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	172
EXPERIMENTO 3-. TEORES E TIPOS DE CAROTENOIDES EM GENÓTIPOS DE BATATA DOCE.....	173
3.1 RESUMO.....	179
3.2 ABSTRACT.....	180
3.3 INTRODUÇÃO.....	181
3.4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	182
3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	184

3.6 CONCLUSÃO.....	187
3.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	189
CAPÍTULO 4 - POTENCIAL ORNAMENTAL DE ACESSOS DE BATATA DOCE.....	197
4.1 RESUMO.....	201
4.2 ABSTRACT.....	202
4.3 INTRODUÇÃO.....	203
4.4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	205
4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	208
4.6 CONCLUSÃO.....	214
4.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	215
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	216

DIVERSIDADE GENÉTICA, CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA, POTENCIAL DE USO E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE CLONES DE BATATA-DOCE [*Ipomoea batatas* (L.) Lamarck]

1 RESUMO GERAL

A batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) é uma hortaliça que apresenta boa produtividade, resistência a pragas, possui um alto valor nutritivo e possui diversas finalidades de uso além do consumo in natura das raízes como alimentação animal das raízes e ramas, produção de doces, chips e etanol na agroindústria e ornamentação. A caracterização morfoagronômica e a associação entre características de interesse econômico é importante no melhoramento genético para a seleção de genótipos para múltiplos usos e para o estudo das respostas correlacionadas. O conhecimento da divergência genética disponível em um conjunto de genótipos é de grande importância em programas de melhoramento, por evitar recombinações gênicas semelhantes. O objeto desta pesquisa foi caracterizar morfoagronomicamente, avaliar agronomicamente, em pós-colheita e para uso ornamental, e selecionar clones de batata-doce com melhores características do Banco de Germoplasma da Embrapa Hortaliças. Para obtenção de ramas, foi realizada a multiplicação de ramas em bandejas, mantido em casa de vegetação por 45 dias. Em seguida, estas ramas foram plantadas no campo experimental da Embrapa Hortaliças, utilizando o delineamento em blocos aumentados, com 100 tratamentos regulares e dois tratamentos comuns. Foram mensuradas 15 características da parte aérea e 12 das raízes. Constatou-se a ocorrência de variabilidade genética entre os acessos, proporcionada principalmente pelas características peso das ramas, comprimento das ramas e formato das raízes. Em dezembro de 2015, utilizando as ramas de batata-doce dos clones multiplicados e de nove testemunhas, foram instalados três experimentos no delineamento em látice: Experimento 1 (64 genótipos 8x8), Experimento 2 (36 genótipos 6x6) e Experimento 3 (16 genótipos 4x4). Utilizou-se o espaçamento 0,90 m entre leiras, 0,30 m entre plantas e 1 m entre parcelas. Todos os experimentos foram colhidos com seis meses de plantio. Houve diferença para a produtividade entre os clones estudados: o clone com maior produtividade no Experimento 3 foi CNPH 895 (44,67 t ha⁻¹); entre as testemunhas, a que obteve maior produtividade foi a CNPH 1205, com 56,89 t ha⁻¹. O alto potencial produtivo de raízes obtido pelos clones CNPH 895 (44,67 t ha⁻¹), CNPH 908 (42,12 t ha⁻¹) e CNPH 1369 (42,44 t ha⁻¹), aponta novas perspectivas de seleção destes

materiais, considerados promissores para a produção da batata-doce. Com o objetivo de avaliar a possibilidade de uso das folhas de batata-doce na alimentação humana, foram elaboradas diferentes formulações de macarrão. As características físicas, químicas, físico-químicas, sensoriais e de qualidade das massas desenvolvidas foram avaliadas. A folha de batata-doce desidratada foi caracterizada quanto à sua composição física e química, e quanto à sua utilização para elaboração das massas de macarrão tipo talharim, com diferentes concentrações (0,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0% p/v). As pastas foram submetidas à pesquisa para avaliar a aceitação por parte de 41 provadores, discentes, docentes e funcionários da Universidade de Brasília. A farinha da folha de batata-doce desidratada apresentou consideráveis teores de proteínas (17,15%), de fibras (18,65%) e de cinzas (2,1%). As formulações adicionadas da farinha da folha de batata-doce desidratada obtiveram boa aceitação, apresentando notas atribuídas aos escores médios, entre 6,65 a 7,21%. A utilização de tal farinha na elaboração de massa alimentícia poderá contribuir para o melhor aproveitamento das folhas da batata-doce no Brasil, bem como para melhoria da qualidade da dieta da população. Constatou-se a necessidade de estudar alternativas para uso da polpa e, considerando que o desenvolvimento de novos produtos tem adquirido crescente importância, foram produzidas barras de cereais utilizando a polpa desidratada de raízes de batata-doce. Foram elaboradas formulações de barras de cereais, substituindo 50% dos cereais pela polpa de batata-doce desidratada, oriunda de cinco diferentes variedades. Foi realizada a caracterização físico-química das barras desenvolvidas e a aceitação sensorial, utilizando-se uma escala hedônica estruturada de nove pontos. Os atributos aparência, textura, sabor e impressão global foram avaliados. A avaliação sensorial das seis amostras (B0 = controle; B1= genótipo FAL 05; B2= genótipo FAL 06; B3= genótipo FAL 08; B4= genótipo FAL 11; e B5= genótipo FAL 12) foi realizada por uma equipe de 41 indivíduos não treinados. Todas as seis formulações de barras de cereais apresentaram boa aceitação sensorial quanto às características analisadas. A apreciação global apresentou maior média de notas para a maior parte das formulações, oscilando entre 7,22 e 8,63. Em relação à intenção de compra, 92% dos participantes comprariam uma das seis formulações de barras de cereais elaboradas com polpa desidratada dos cinco diferentes genótipos de batata-doce. Para se analisar os teores, os tipos e os comportamentos dos pigmentos carotenoides nos genótipos de batata-doce, foi realizado um Experimento com o objetivo de identificar, de forma quantitativa, por cromatografia líquida de alta performance, os principais carotenoides presentes em 14 genótipos de batata-doce, antes e depois do cozimento e

correlacionados com cor instrumental. As raízes de batata-doce com colorações diferentes foram colhidas após seis meses de plantio. A amostra controle foi adquirida no comércio local em Brasília, DF. A caracterização química foi realizada antes e depois do processo de cozimento. Os acessos CNPH 1205 e CNPH 1270 apresentaram sete tipos de carotenoides diferentes, dos quais o β -caroteno prevaleceu como o pigmento com maior teor nas raízes de polpa laranja, em comparação com os outros acessos. Constatou-se uma correlação positiva entre o β -caroteno e a cor dos acessos de batata-doce estudados (0,71 Hue e β -caroteno; 0,92 Luminosidade e β -caroteno). Os resultados deste estudo sugerem que o processo de cocção pode ser causa de perda significativa nos carotenoides identificados nos acessos de batata-doce. Em outro Experimento, foi estudado o potencial ornamental de cinco acessos de batata-doce do banco de germoplasma da Embrapa Hortaliças. Para a caracterização morfológica e a avaliação do potencial ornamental, foram escolhidos cinco acessos com formatos de folhas diferentes (CNPH 980, CNPH 1205, CNPH 895, CNPH 796 e CNPH 1284) e utilizados 12 descritores qualitativos e quantitativos. Na avaliação do potencial ornamental, cada critério foi pontuado por meio de notas variando de 10 (mínimo) a 100 (máximo). A característica número de lóbulos por folha foi a que mais agradou os avaliadores. Observou-se que, quanto mais lóbulos, maior o potencial ornamental, sendo que os acessos CNPH 980, CNPH 1205 e CNPH 1284 se destacaram para essa característica. Os cinco acessos estudados apresentaram considerável potencial ornamental, podendo ser usados como complementos para arranjos florais ou ainda como jardineiras.

Palavras-chave: Melhoramento genético, seleção, descritores morfológicos, banco de germoplasma, características físico-químicas.

GENETIC DIVERSITY, MORPHOAGRONOMIC CHARACTERIZATION, USE POTENCIAL, AND POST-HARVEST QUALITY OF SWEET POTATO CLONES [*Ipomoea batatas* (L.) Lamarck]

2 GENERAL ABSTRACT

Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) is a vegetable with good productivity, pest resistance, and high nutritive value. Due to the lack of information available, the use of sweet potato branches in animal feed is very limited in Brazil. The association between characteristics with economic interest is important in genetic breeding, especially on studies of correlated responses. Knowledge on the genetic diversity available within a genotype set is of great importance in breeding programs since it prevents similar genic recombination. The objective of this study was to perform a morphoagronomic characterization, agronomic, post-harvest, and ornamental use evaluation, and to select clones of sweet potato with the greatest characteristics within accessions from the Germplasm Bank of Embrapa Hortaliças. Branch multiplication was performed in trays, during 45 days, under greenhouse conditions. These branches were then planted in the experimental field at Embrapa Hortaliças, using an augmented block design comprised of 100 regular treatments and two common treatments. Fifteen aerial and 13 root characteristics were measured. Genetic variability within accessions was verified and it was mainly due to branch weight, branch length, and root shape. In December 2015, three experiments were installed using a lattice design with the multiplied branches of sweet potato clones and of nine control genotypes: Experiment 1 (64 genotypes 8x8), Experiment 2 (36 genotypes 6x6), and Experiment 3 (16 genotypes 4x4). A spacing of 0.90 (between rows), 0.30 (between plants) and 1 m (between plots) was used. All experiments were harvested after a 6-month cultivation period. Differences among clones were observed for yield: CNPH 895 was the clone with the highest yield in Experiment 3 (44.67 t ha⁻¹); among the clones used as control, CNPH 1205 showed the highest yield (56.89 t ha⁻¹). The high productive potential of roots obtained by clones CNPH 895 (44.67 t ha⁻¹), CNPH 908 (42.12 t ha⁻¹), and CNPH 1369 (42.44 t ha⁻¹) indicates new perspectives for selection of these materials, considered as promising for sweet potato production. Aiming to evaluate the possibility of using sweet potato leaves in human food, different pasta formulations were elaborated. Physical, chemical, physicochemical, and sensory characteristics, as well as the quality of the pasta were evaluated. The dehydrated sweet potato leaf was characterized regarding its physical and chemical composition, and its utilization for the elaboration of noodle

type pasta containing different concentrations (0.0; 2.0; 3.0; 4.0; and 5.0% w/v). The elaborated pasta was submitted to an acceptance evaluation by 41 tasters, students, professors, and employees from University of Brasilia. The dehydrated sweet potato leaf flour presented considerable protein (17.15%), fiber (18.65%), and ash (2.1%) contents. The formulations added with the dehydrated sweet potato leaf flour had good acceptance, with mean scores varying from 6.65 to 7.21%, respectively. The use of such flour for pasta preparation could contribute for a better use of sweet potato leaves in Brazil, as well as for improving the quality of the population's diet. A need to study alternatives for pulp use was verified and, considering that the development of new products has become increasingly important, cereal bars were produced using the dehydrated pulp of sweet potato roots. Formulations of cereal bars were elaborated by replacing 50% of the cereals with the dehydrated sweet potato pulp, from five different varieties. The developed bars were evaluated regarding their physicochemical characteristics and sensory acceptance, using a nine-point hedonic scale. Appearance, texture, flavor, and overall impression were assessed. The sensory evaluation of the six samples (B0 = control; B1= genotype FAL 05; B2= genotype FAL 06; B3= genotype FAL 08; B4= genotype FAL 11; e B5= genotype FAL 12) was carried out by 41 untrained evaluators. All six formulations of cereal bars presented good sensory acceptance regarding the analyzed characteristics. Overall impression had the greatest mean scores for most formulations, varying between 7.22 and 8.63. Concerning purchase intention, 92% of the participants would buy one of the six formulations of cereal bars made with dehydrated pulp of the five different sweet potato genotypes. In order to analyze the contents, types, and behaviors of the carotenoid pigments in the sweet potato genotypes, an experiment was performed aiming at quantitatively identifying, by high performance liquid chromatography, the main carotenoids present in 14 sweet potato genotypes, before and after cooking, and correlated to instrumental color. The roots of sweet potatoes with different colorations were harvested after a 6-month cultivation period. A control sample was obtained at a local market in Brasilia, DF. Chemical characterization was performed before and after cooking. CNPH 1205 and CNPH 1270 presented seven distinct types of carotenoids, from which β -carotene prevailed as the pigment with the highest content in orange pulp roots, as compared to other accessions. A positive correlation was found between β -carotene and the color of the sweet potato accessions studied (0.71 Hue and β -carotene; 0.92 brightness and β -carotene). The results of this study suggest that the cooking process could lead to a significant loss in the carotenoids identified in the sweet potato accessions.

Another study addressed the ornamental potential of five sweet potato genotypes. The morphological characterization and evaluation of the ornamental potential used five accessions with distinct leaf shape (CNPB 980, CNPB 1205, CNPB 895, CNPB 796, CNPB 1284) and 12 qualitative and quantitative descriptors. In the evaluation of the ornamental potential, each criterion was scored from 10 (minimum) to 100 (maximum). Leaf lobe number was the trait that pleased the evaluators the most, and the greater the number of lobes, the greater was the ornamental potential. CNPB 980, CNPB 1205, and CNPB 1284 stood out for this trait. All five accessions studied presented considerable ornamental potential and could be used in floral arrangements or garden beds.

Keywords: Genetic improvement, selection, morphological descriptors, germplasm bank, physico-chemical characteristics.

3 INTRODUÇÃO GERAL

A batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lamarck] está entre as culturas alimentares mais importantes no mundo (KIM et al., 2012). Devido a sua rusticidade, facilidade de cultivo, baixo custo de produção e ampla utilização, a batata-doce é cultivada em mais de 100 países segundo o CIP (2006). Constitui-se numa das plantas tuberosas mais cultivada pelo homem nas regiões tropicais e subtropicais do mundo (PEIXOTO et al., 1999). É a sexta cultura mais importante em termos de produção global depois do arroz, o trigo, a batata, o milho e a mandioca (GRACE et al., 2014). Em todo o mundo, a batata-doce é a sexta cultura alimentar mais importante, após o arroz, o trigo, a batata, o milho e a mandioca (SENANAYAKE et al., 2013).

O Brasil é o 18º produtor mundial de batata doce, com aproximadamente 548.438 toneladas/ano, em uma área plantada de 41.999 hectares. Por ser uma cultura tradicional no Brasil, é bastante disseminada, cultivada principalmente por pequenos produtores rurais. Segundo Vizzotto et al. (2018), a batata-doce ocupa o sétimo lugar na cultura alimentar mundial, a raiz se caracteriza pela rusticidade, facilidade de cultivo, ampla adaptação a diferentes tipos de clima e solo, tolerância à seca, capacidade de adaptação à condição marginal, além de possuir baixo custo de produção (GRACE et al., 2014). Em alguns países, como o Brasil, onde a produção ultrapassa 500 mil toneladas (FAO, 2017), a batata-doce participa como um alimento alternativo na diversificação alimentar da população (LASE et al., 2013).

Aproximadamente 105 milhões de toneladas são produzidas mundialmente a cada ano, sendo 95% oriundas de países em desenvolvimento (CIP, 2010). Sua utilização destina-se à alimentação humana e animal (GONÇALVES NETO et al., 2011) e, embora ainda pouco utilizada, possui grande potencial para utilização na indústria alimentícia, é

utilizada como matéria prima no desenvolvimento de massas, pães, bolos, biscoitos e etanol, por exemplo (PRANOTO et al., 2014; VIEIRA et al., 2016).

Sua cultura é considerada de subsistência e seu cultivo se destina a alimentação humana e animal, além de outras diversas formas de utilização, como, por exemplo, na produção de amido e na indústria de álcool e derivados. Na maior parte dos países latino-americanos, a batata-doce tem sua importância para a população de baixa renda, sendo produzida com pouca tecnologia e em pequenas áreas marginais (SOUZA, 2000; OLIVEIRA et al., 2006; SILVA et., 2008).

A produtividade brasileira desta cultura é baixa, o que se dá, entre outros aspectos, aos poucos cuidados de manejo da cultura, ao plantio de materiais genéticos obsoletos e degenerados e ao uso de cultivares, em sua maioria, suscetível a pragas e doenças (MARCHESE et al., 2010; KALKMANN et al., 2013).

Infelizmente tem-se o conhecimento de pouca informação científica sobre os aspectos técnicos e socioeconômicos desta cultura; de seus produtores e consumidores. Também, pouco se sabe sobre as pragas e doenças da batata-doce e das variedades que são mais comumente cultivadas por agricultores ou preferidas por consumidores (HORTON E EWELL, 1991; OLIVEIRA et al., 2002; RITSCHER et al., 2010).

O ecossistema da batata-doce é habitado por muitas espécies de insetos e ácaros praga. Todas as partes da planta (raízes, caules, ramos e sementes) são danificadas por estas pragas, sendo que a maior diversidade de artrópodes associados com a batata-doce ocorre nas Américas Central e do Sul, onde a cultura e as espécies silvestres relacionadas tiveram origem (RAMAN; ALLEYNE, 1991; RITSCHER et al., 2010).

Apesar de sua importância, poucos são os trabalhos de pesquisas visando selecionar e recomendar cultivares de batata-doce para diferentes regiões do País. Sabe-se que tanto a introdução quanto à obtenção de cultivares, de qualquer espécie cultivada,

constitui um trabalho contínuo e dinâmico, pois, as novas cultivares selecionadas permanecem em uso durante alguns anos, para serem substituídas por outras superiores (SILVA; LOPES, 1995; SILVA et al., 2012).

Apesar de apresentar grande potencial de uso na alimentação humana, animal e industrial, a batata-doce tem sido pouco estudada tanto no que diz respeito aos atributos sensoriais, bem como no aproveitamento em formulações (SOUZA, 2000; SILVA et al., 2012).

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 PRODUÇÃO BATATA DOCE

A batata-doce teve suas origens nas Américas, mas cultivada em diversos países. A Ásia é hoje a maior região produtora de batata-doce do mundo, com aproximadamente 80% da produção. Já 15% restante encontram-se na África e, 5%, em outras partes do globo (FAO, 2010). A China é o maior produtor mundial dessa safra, com 788 milhões de toneladas por ano e um rendimento médio de 22,43 t ha. O Brasil é o 20º produtor maior (12,28 t ha), atingindo 54,4% do rendimento equivalente da China (FAO, 2014). No mundo inteiro, a batata-doce é a sexta cultura alimentar mais importante depois do arroz, do trigo, da batata, do milho e da mandioca. Nos países em desenvolvimento está incluída entre as cinco culturas mais importantes de interesse alimentar. Mais de 105 milhões de toneladas são produzidas mundialmente a cada ano, sendo 95% cultivadas em países em desenvolvimento (CIP, 2010).

No Brasil, os Estados nordestinos da Paraíba, Sergipe, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Bahia e Alagoas concentram 40% da área plantada no País. Ali, a batata-doce é uma cultura bastante difundida e cultivada, sendo plantada primariamente para o consumo do produtor rural e de sua família, sendo o excedente comercializado em mercados locais ou nos Estados vizinhos (PEREIRA et al., 2003).

A raiz da batata-doce é rica em carboidratos e possui baixos teores de proteínas e gorduras. Apresentam teores significativos de vitaminas do complexo B, cálcio, ferro, fósforo água e vitamina A, e algumas espécies, sobretudo, aquelas de polpa alaranjadas são consideradas excelente fonte de β -caroteno – importante precursor de vitamina A, que possui ação antioxidante e ajuda na prevenção de certos tipos de câncer (BIANCHI; ANTUNES, 1999; SOARES et al., 2005).

A batata-doce se destaca entre as hortaliças pela rusticidade e tolerância ao ataque de pragas. Tal característica favorece o uso de técnicas de manejo integrado, podendo ser este um fator importante para reverter à tendência de declínio da cultura, pois, a maior depreciação do produto se deve à presença de danos causados por pragas, principalmente aquelas que formam galerias e orifícios nas raízes (SOARES et al., 2005).

Para ser de boa qualidade, a batata-doce deve ter superfície limpa e firme, sem cortes ou sinais de picadas de insetos, nem manchas que indiquem apodrecimento. A determinação da época de colheita tem grande influência no crescimento vegetativo, na qualidade e produtividade de raízes tuberosas e pode variar com a cultivar, condições ambientais e destinação do produto (QUEIROGA et al., 2007).

4.2 CONSUMO DE BATATA-DOCE

A batata-doce é uma das sete principais culturas alimentares do mundo (NASA et al., 2013) está entre as cinco principais culturas em 50 países (THUME et al., 2013). Nos países em desenvolvimento, é um alimento que faz parte da dieta habitual da maioria das pessoas, produz grandes quantidades de energia (LI et al., 2014). O consumo, só nas regiões Sul e Nordeste, correspondem a 5,6 e 6,8 kg/hab/ano (THUME et al., 2013).

O consumo desta hortaliça é feito de diversas formas, sendo a mais tradicional na forma cozida, consumida com ou sem uso de temperos, substituindo o pão e outros alimentos no café da manhã. A batata cozida e amassada é utilizada como ingrediente principal ou como substituto parcial da farinha de trigo na elaboração de doces e salgados, tais como: purê, pastel, torta salgada, bala, bolo, pudim, torta doce, entre outros (SILVA et al., 2006).

A batata-doce pode ser ainda consumida de outras formas, podendo ser processada e utilizada para produção de farinhas, macarrão, féculas, açúcares, xaropes, fabricação de

doces caseiros e industrializados, alimentos infantis e chips. No entanto, o potencial de utilização da batata-doce na alimentação humana não se limita ao consumo das raízes tuberosas. As folhas e pecíolos frescos podem ser consumidos durante um longo período como qualquer outra hortaliça de folha, em saladas ou cozidos contribuindo para a redução do risco de desenvolvimento de doenças como câncer e doenças cardiovasculares (CHANG et al., 2007; MASSAROTO, 2008).

Desde criança, se aceita ou rejeita-se alimentos de acordo com sua aparência, cor, aroma, sabor e textura. Neste sentido, a análise sensorial é uma importante ferramenta para o estímulo, a verificação e a interpretação das ações provocadas pelas características dos alimentos e materiais, e de como estes são percebidos pelos cinco sentidos do ser humano (visão, olfato, gosto, tato e audição) (MEHINAGIC et al., 2003). Embora seja menos consumida que a batata (*Solanum tuberosa*) no Brasil, a batata-doce é de fácil produção e muito apreciada em todo País (SOARES et al., 2005).

A raiz pode ser utilizada em diversas receitas doces ou salgadas, mas é raramente citada como ingrediente em livros de receitas, sendo normalmente consumida apenas cozida, assada ou frita (SILVA et al., 2004).

Sua cultura é reconhecida como um alimento energético. Quando de sua colheita, apresenta cerca de 30% de matéria seca, que contém, em média, 85% de carboidratos, cujo componente principal é o amido. Comparada com outras estruturas vegetais amiláceas, possui maior teor de matéria seca, carboidratos, lipídios, cálcio e fibras que a batata, mais carboidratos e lipídios que o inhame, e mais proteína que a mandioca (WOOLFE, 1992).

4.3 VARIABILIDADE GENÉTICA

É crescente o uso de tecnologias para se conhecer e melhorar a qualidade da produção agrícola, o que se dá, em especial, nos países mais desenvolvidos, com base na substituição das variedades tradicionais por outras superiores. Verifica-se a necessidade crescente de culturas melhoradas e alta produtividade a baixo custo. A introdução de novas cultivares melhoradas, altamente produtivas e uniformes em substituição às aquelas menos produtivas, pode acarretar na destruição do habitat de muitas espécies de animais, na poluição do ambiente e no crescimento da população em geral (BUENO et al., 2001; FARINHA et al., 2003).

Tem-se carência de informações sobre a adaptação da cultura em questão em várias partes do globo. No caso específico da batata doce, existe grande diversidade genética nas diversas regiões produtoras do Brasil. Neste sentido, a intensificação de estudos que visem o melhoramento envolvendo a seleção de genótipos superiores é necessária para que se possa dispor de informações a respeito de germoplasma a serem utilizados pelos produtores, que necessitam conhecer as potencialidades genéticas e de parâmetros genéticos intrínsecos às características que serão melhoradas (OLIVEIRA et al., 2000).

A variabilidade genética em populações é de grande importância para os geneticistas e melhoristas, além do melhoramento de plantas, da classificação de espécies e dos estudos de evolução que tem por base a variabilidade e o parentesco. E ainda, tem-se as características morfológicas, como, por exemplo, a coloração de flores, o tamanho e a forma de folhas e flores e a altura de plantas (MILLER et al., 1990).

Segundo Braun et al. (2010), o estudo da diversidade genética entre acessos de uma cultura, além de possibilitar a identificação de materiais genéticos muito próximos

ou duplicados, indica aqueles genótipos mais distantes geneticamente, os quais poderão ser recomendados para futuros programas de policruzamentos no desenvolvimento de cultivares melhorados (SCAPIM et al., 1999). Uma das fases mais importantes em programas de melhoramento genético é a seleção de genótipos com boas características (BRAUN et al., 2010).

O conhecimento da proximidade genética entre os genótipos é de extrema relevância em programas de melhoramento, uma vez que pode facilitar, de forma eficaz, a amostragem e utilização de bancos de germoplasma. O melhorista pode fazer uso da similaridade genética para tomar decisões na escolha de genótipos para o cruzamento que dará origem às mais variadas populações, ou utilizar a divergência entre os pais para obtenção de híbridos, maximizando a expressão de heterose (SMITH et al., 1990; KALKMANN, 2011).

A batata doce, apesar de ser uma espécie de multiplicação essencialmente vegetativa possui grande variabilidade fenotípica e genotípica, provavelmente devido ao alto nível de ploidia. O sucesso de um programa de melhoramento embasa na existência de variabilidade genética das populações. Tal ação permite aos futuros programas de melhoramento genético obter novas cultivares, mais produtivas e resistentes a pragas e doenças (SILVA et al., 2012; RITSCHER et al., 2010).

Alguns trabalhos com coleções de genótipos de batata-doce no Brasil vêm sendo conduzidos com o objetivo de se conhecer a extensão da variabilidade genética para as características de resistência a doenças e obtenção de genótipos superiores por meio de seleção (MALUF et al., 1996; WANDERLEY et al., 2003; CAVALCANTE et al., 2009).

O estudo do controle genético e da herança de caracteres agrônômicos por meio da obtenção de estimativas de parâmetros genéticos (variâncias, coeficiente de

determinação genotípico, coeficiente de variação genética e coeficiente de variação relativo (CV_g/CV_e), por exemplo) de uma população que se pretende explorar para o melhoramento genético permite fazer inferências sobre a variabilidade genética que esta apresenta e o que pode se esperar de ganho com seleção (CHARCHAR; RITSCHER, 2004; MASSAROTO et al., 2010; MARCHESE et al., 2010; KALKMANN et al., 2013).

Quando verificada a presença da variabilidade genética na população e, principalmente, o valor desta em relação à ambiental, a seleção assume grande importância no ganho genético e objetiva acumular alelos favoráveis no caráter a ser melhorado. A quantificação das variabilidades fenotípica e genotípica presentes em uma população é de fundamental importância para o desenvolvimento dos programas de melhoramento genético, uma vez que permite conhecer o controle genético do caráter e o potencial da população para seleção (RAMALHO et al., 2012).

A herdabilidade constitui-se em um caráter de grande importância no melhoramento de plantas, por estimar a porção herdável da variação fenotípica. Assim, o sucesso no melhoramento de qualquer caráter requer, obrigatoriamente, que ele seja herdável e que exista variação na população onde se pratica a seleção. O valor da herdabilidade é obtido pela razão entre as variâncias genética e fenotípica, e oscila entre zero e um. Se igual ao valor de uma unidade, o genótipo determina o fenótipo completamente e o ambiente não afeta a sua expressão. No entanto, se igual à zero, a causa da variabilidade fenotípica observada no caráter em seleção é decorrente do ambiente e não dos efeitos genéticos, sem ocorrência de correlação entre o valor genético e o valor fenotípico, desfavorecendo a seleção (CRUZ; CARNEIRO, 2006; RAMALHO et al., 2012).

Um parâmetro de grande importância é o coeficiente de variação genético (CV_g), pois permite inferir sobre a magnitude da variabilidade presente na população em

diferentes caracteres, possibilitando comparar os níveis de variabilidade genética existente em diferentes genótipos, ambientes e caracteres. Outro parâmetro útil que representa uma informação a mais para o melhorista é o coeficiente de variação relativo (CV_r), que representa a razão entre o coeficiente de variação genética e o coeficiente de variação experimental. Quando a relação é superior a uma unidade, a condição é altamente favorável no que diz respeito à seleção (VENCOVSKY, 1978; FERRÃO et al., 2008).

4.4 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E AGRONÔMICAS

A batata-doce é uma espécie com longo histórico de uso pelos povos das Américas, mas, a caracterização de sua diversidade morfológica tem se restringido a coleções em bancos de germoplasma. Uma característica comum nesses estudos tem sido a observação de grande variabilidade fenotípica entre os acessos avaliados desta cultura. A caracterização morfológica de um banco de germoplasma é normalmente a forma mais acessível de quantificar sua diversidade genética e é bastante utilizada (SINGH et al., 1991; KRESOVICH; MACFERSON, 1992; RABBANI et al., 1998).

A caracterização morfológica consiste em fornecer uma identidade para cada entrada por meio do conhecimento de uma série de dados que permitam estudar a variabilidade genética de cada amostra (DAROS et al., 2002).

A caracterização agronômica traz a informação das características desejáveis pelo agricultor e, conseqüentemente, que atendam ao mercado consumidor. As características são: produtividade em t ha⁻¹ a forma da inserção das raízes que dá o grau de dificuldade da colheita, entre outras. A caracterização morfoagronômica é uma tarefa de grande importância para a cultura da bata-doce, para evitar o plantio de formas genômicas semelhantes e o conseqüente estreitamento genético da espécie (SOUZA, 2000).

A batata-doce é resistente a pragas, exercendo o efeito de antibiose, por meio da produção de fitoalexinas, látex e terpenoides. Possui grande capacidade de compensação, cicatrizando feridas, repondo fartamente as áreas atacadas e produzindo tecido vascular secundário quando a medula da haste é danificada. Além disso, parte destes danos é apenas de efeito cosmético, por serem ferimentos ou galerias superficiais, que não reduzem a proporção de aproveitamento do produto (SILVA et al., 2014).

As alternativas de controle destas doenças envolvem a adoção de tratamentos culturais, como, por exemplo, o plantio de ramos saudáveis. Entretanto, a medida mais eficiente de controle das doenças é a resistência genética das variedades. Para tanto, programas de melhoramento genético devem ser preconizados com o objetivo de obter genótipos produtivos e resistentes. O uso de variedades resistentes é a forma mais econômica e eficiente de controle de doenças, uma vez que não oneraram o custo de produção e são de fácil adoção por parte dos produtores (CARDOSO et al., 2005).

Na fase inicial, as plantas murcham e amarelecem, mas parte das ramos atacadas pode sobreviver com a absorção de água e nutrientes através das raízes adventícias, sem, contudo, produzir raiz comercial. Quando o ataque não se dá no início da formação da lavoura, as ramos emitidas pelas plantas saudáveis recobrem toda a superfície. Assim, é difícil identificar a ocorrência da doença, cujos danos somente são percebidos por ocasião da colheita (CLARK, 1988; CARDOSO et al., 2005).

4.5 ANÁLISE DA COR DOS VEGETAIS

A cor dos vegetais é devida a quatro principais grupos de pigmentos naturais, a saber: clorofilas, carotenoides, flavonoides e betalaínas. As clorofilas são verdes; os

carotenoides, amarelos, laranja ou vermelhos; as antocianinas são azuis ou vermelhas; as betalaínas são vermelhas ou amarelas (KIDMOSE et al., 2002).

Quando a cor é utilizada como um parâmetro de avaliação de um objeto surge a necessidade do emprego de técnicas que minimizem as variações de um julgamento visual subjetivo. A colorimetria, conhecida como a ciência da medição da cor, é utilizada no comércio, na indústria e nas atividades de laboratório para expressar a cor de forma numérica, conforme os padrões normalizados internacionalmente, tornando a comunicação da cor mais simples e exata (WENDT, 2000).

A escala de cor CIE Lab pode ser utilizada para mensurar a cor de qualquer objeto, onde está possa ser medida. É, na atualidade, o sistema mais utilizado para a descrição quantitativa da cor de um objeto devido a sua uniformidade.

Segundo Della Modesta (1989) a aparência é uma característica sensorial do alimento, composta de cor, brilho, tamanho e forma, sendo mais marcante o impacto visual causado pela cor. A cor está relacionada com a qualidade dos alimentos frescos e caracteriza-os, constituindo-se como o primeiro critério aplicado para sua aceitação ou rejeição.

A cor instrumental obtida pelo método de Hunter é uma associação dos parâmetros luminosidade (L), cor vermelha (a) e cor amarela (b), onde a raiz quadrada do somatório dos parâmetros ao quadrado recebe a nomenclatura de diferença total de cor (DE). (Figura 1).

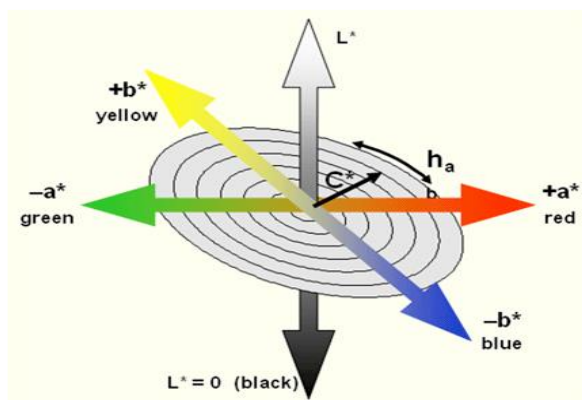


Figura 1. Descrição da refletância no espaço da escala de cores CIE Lab.

Fonte: Espaço de cor CIELab (1931).

Existem ainda valores de delta associados a esta escala de cor (L^* , a^* e b^*) para indicar o quanto a amostra diferiu do padrão para L^* , a^* e b^* . Estes são frequentemente utilizados no controle de qualidade e nos ajustes de formulação, além de serem utilizados para o cálculo da diferença total de cor (E^*) (HUNTER LAB, 1996). O ângulo de matiz (h°) é o ângulo do círculo, derivado dos valores de a^* e b^* . E a saturação ou cromaticidade (C) é o desvio a partir do ponto correspondente ao cinza no eixo L^*

4.6 POTENCIAL DE USO DA BATATA-DOCE ORNAMENTAL

O principal subproduto da produção de batata-doce são as folhas, que apresenta alta concentração de proteína, boa digestibilidade e conteúdo mineral significativo, como potássio e ferro. É uma excelente fonte de corantes naturais, devido a uma grande quantidade de clorofila. Além disso, possui propriedades antioxidantes fundamentais na prevenção do envelhecimento e é rica em polifenóis, que são importantes micronutrientes (JUNIOR et al., 2011; FÚ et al., 2016).

No Japão, raízes e folhas de batata-doce fazem parte da dieta humana normal. No entanto, no Brasil e em outros países, como a China, as folhas são usadas apenas na alimentação animal, e a maioria dos ramos são simplesmente descartados como resíduos ou tornados inúteis. Além disso, estudos sobre a composição nutricional e compostos bioativos de folhas de batata-doce são escassos (MENON et al., 2015; SUN et al., 2014).

Folhas e raízes de batata-doce são usadas para a produção de álcool, amido, macarrão, doces, sobremesas e farinha industrial (FÚ et al., 2016). Recentemente, estudos relataram o valor nutricional das folhas de batata-doce e seu uso em preparações alimentares (SUN et al., 2014).

Por possuir uma grande variação de cores e de formatos de folhas a batata doce, apresenta grande potencial para uso ornamental, observa-se que em alguns países a batata-doce faz parte da decoração de diversos jardins, podendo ser vista até mesmo em praças e jardins públicos em países como o Canadá (LORENZI & SOUZA, 2001).

As plantas ornamentais são consideradas espécies vegetais com grande potencial econômico, devido a sua exuberância estas são utilizadas suas flores e/ou folhagens. As espécies botânicas ornamentais são plantas cultivadas por possuírem grande beleza com destaque para as cores, característica das folhagens e pelos aspectos visualmente peculiares. Essas plantas são muito apreciadas na arquitetura de interiores e no paisagismo de jardins, parques e praças (LORENZI & SOUZA, 2001).

O território brasileiro é amplamente conhecido pela marcante biodiversidade de espécies vegetais nativas, algumas destas plantas são consideradas ornamentais e ainda possuem alto valor comercial (SIMISKI, 2011).

Segundo Bongers (1995), no Brasil, a floricultura como atividade agrícola teve um crescimento significativo nos últimos dez anos graças à interação da oferta de

produtos para o paisagismo e a presença de produtores próximos a centros de consumo, isso faz da atividade uma nova realidade econômica para o país (BONGERS, 1995).

O potencial ornamental de uma planta é normalmente identificado pela morfologia de flores e inflorescências, folhas e caules, considerando suas principais características como tamanho, forma, coloração, brilho e textura (LEAL & BONDI, 2008). Ecologicamente as plantas ornamentais participam dos processos de interação no ecossistema, sendo visitadas por agentes polinizadores, que na busca pelo néctar, fazem o transporte dos grãos de pólen até o estigma da flor, contribuindo para a reprodução.

5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GERAL

Caracterizar, avaliar e selecionar acessos de batata-doce do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Hortaliças com o objetivo de identificar clones com potencial de serem utilizados em programas de melhoramento genético.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ✓ Caracterizar morfoagronomicamente acessos de batata-doce do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Hortaliças.
- ✓ Avaliar agronomicamente clones de batata-doce.
- ✓ Selecionar clones promissores de batata-doce a para serem utilizados em programas de melhoramento genético
- ✓ Avaliar clones de batata-doce na pós-colheita e desenvolver alternativas de consumo da parte vegetativa.
- ✓ Avaliar o potencial ornamental de clones de batata-doce.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIANCHI, M. L. P. ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, v. 12, n. 2, p. 123-130, 1999.
- BONGERS, F.J. A Economia das Flores. **Revista Agroanalysis**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 9, p. 1-4, 1995.
- BORGES, J. T. S. Propriedades de cozimento e caracterização físico-química de macarrão pré-cozido à base de farinha integral de quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) e de farinha de arroz (*Oryza sativa*), polido por extrusão termoplástica. **Boletim do Centro de Pesquisas e Processamento de Alimentos**, v. 21, n. 2, p. 303-322, 2003.
- BRAUN, H.; FONTES, P. C. R.; FINGER, F. L.; BUSATO, C.; CECON, P. R. Carbohydrates and matter in tubers of potato cultivars as affected by nitrogen doses. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 2, p. 285–293, 2010.
- BUENO, L.C.S.; MENDES, A.N.G.; CARVALHO, S. P. Melhoramento de plantas: princípios e procedimentos. Lavras: UFLA, 282 p. 2001.
- CAVALCANTE, M., FERREIRA, P. V., PAIXÃO, S. L. COSTA, J. G., PEREIRA R. G., MADALENA, J. A. S., Potenciais produtivo e genético de clones de batata-doce. Rede de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal **Acta Scientiarum. Agronomy** Maringá, v. 31, n. 3, p. 421-426, 2009.
- CARDOSO, A. D.; VIANA, A. E. S.; RAMOS, P. A.S.; MATSUMOTO, S. N.; AMARAL, C. L. F.; SEDIYAMA, T.; MORAIS, O. M. Avaliação de batata-doce em Vitória da Conquista. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 4, p. 911-914, 2005.
- CASTAGNONE-SERENO, P. DANCHIN. E. G. J., PERFUS-BERHECH, L. & ABAD, P. Diversity and evolution of root-knot nematodes genus *Meloidogyne*. New insights from the genomic era. **Annual Review of Phytopathology**, 51p. 2013.
- CHANG, Y. C.; FLORES, H. E. M. Qualidade tecnológica de massas alimentícias frescas elaborados de semolina de trigo durum (*Triticum durum* L.) e farinha de trigo (*T. aestivum* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 4, p. 487-494, 2007.
- CIP - Centro Internacional de La Papa. 2013, 6 de novembro. Facts and figures about sweet potato. Disponível em: <http://www.cipotato.org>.

CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: **plantas para o futuro**: região sul. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente. 934p. 2011.

CIE. Commission Internationale L'Eclairage. Proceedings of the eight session. Cambridge: England, np. (Bureau central de la CIE, Paris). 1931.

CLARK, C. A.; MOYER, J. W. Compendium of sweet potato diseases. Saint Paul: APS, 74 p.1988.

COELHO, A. H. R. Alterações químicas e qualidade de fritura de duas cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.) armazenadas em atmosfera modificada em temperatura ambiente e sob refrigeração. (Tese de doutorado UFLA) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 145 p. 2005.

CHEN, L.O.; LO, H.S.; CHEN, T.H.; LEE, L. Peroxidase zymograms of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L) Lam.) grown under hydroponic culture. Botanical Bulletin of Academia Sinica, Shanghai, v. 33, p. 247-252, 1992.

DAROS, M.; AMARAL JR, A.T.; PEREIRA, T.N.S.; LEAL, N.R.; FREITAS, S.P.; SEDIYAMA, T. Caracterização morfológica de acessos de batata doce. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n.1, p. 43-47, 2002.

DELLA MODESTA, R. C. Análise sensorial de alimentos e bebidas. **Centro Nacional de Pesquisa de Tecnologia Agroindustrial de Alimentos** (CTAA). Rio de Janeiro: EMBRAPA, 120p. 1989.

DUSI, A. N.; SILVA, J. B. C. Produção de ramas de batata-doce livres de vírus. **Horticultura Brasileira**, v. 9, p. 3. 1991

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Dados agrícolas de 2010. Disponível em: <<http://www.fao.org/>>. Acesso em: 10 dezembro. 2017.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Crops. 2017. In: FAOSTAT. Disponível em: <<http://www.fao.org/>>, Acesso em: 20 Fevereiro. 2018.

FARINHA, N.; PÓVOA, O.; AMANTE, I. Varibilidade morfológica existente numa coleção de germoplasma de coentro (*Coriandrum sativum* L.) colhido no Sul de Portugal continental. Anais do **Instituto Superior de Agronomia**, Piracicaba, v. 49, p. 105-118, 2003.

FERRÃO, R.G. et al. Genetic parameters in Conilon coffee. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v.43, n.1, p.61-69, 2008.

FERNANDES, F R. Limpeza clonal de batata-doce: produção de matrizes com elevada qualidade fitossanitária. Embrapa Hortaliças. 8p. 2013.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura. Viçosa: UFV. 421p.

FISKE CH; SUBBAROW Y. 1925. The calorimetric determination of phosphorus. **Journal of Biological Chemistry**. Bethesda, v. 66 p. 375-400, 2008.

FÚ, Z. F. et al. Antioxidant activities and polyphenols of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) leaves extracted with solvents of various polarities. **Food Bioscience**, v. 15 n. 1, p. 11-18, 2016.

GONÇALVES NETO A. C.; MALUF W. R.; GOMES L. A. A., GONÇALVES R. J. S.; SILVA, V. F.; LASMAR A. Aptidões de genótipos de batata-doce para consumo humano, produção de etanol e alimentação animal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** v. n. 46: p. 1513-1520, 2011.

GRACE, M. H.; YOUSEF, G. G.; GUSTAFSON, S. J.; TRUONG, V.-D.; YENCHO, G. C.; LILA, M. A. Phytochemical changes in phenolics, anthocyanins, ascorbic acid, and carotenoids associated with sweet potato storage and impacts on bioactive properties. **Food Chemistry**, v. 145, p. 717–724, 2014.

HUNTERLAB. 1996. Applications Note. 8:7, Disponível em: <http://www.hunterlab.com>, acessado em 11 de janeiro de 2018.

HORTON, D. E.; EWELL, P. T. Sweet potato pest management: a social science perspective. In: JANSSON, R. K.; RAMAN, K. V. (Ed.). Sweet Potato Pest Management: a global perspective. San Francisco: **Westview Press**, p. 407–427, 1991.

IBGE. Produção Agrícola Municipal: Culturas Temporárias e Permanentes, 29 janeiro. Rio de Janeiro, v. 37, p.1-91. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>

ANDRADE-JÚNIOR, J. L.; SANTOS, M. A. Caracteres morfofisiológicos e produtivos de cultivares de batata-doce, em Mossoró-RN. **Revista Verde** 6: 161-167, 2011.

KALKMANN, D.C. PEIXOTO, J. R.; NÓBREGA, D. D. S. Reaction of sweet potato clones to *Meloidogyne incognita* races 1 and 4, and estimation of genetic parameters. **Horticultura Brasileira** v. 31, p. 293-296. 2013.

KRESOVICH, S, MEFERSON, J.R. Assessment and management of plant genetic diversity: considerations of intra- and interspecific variation. **Field crops Res** 29:185-204, 1992.

KIDMOSE, U.; EDELENBOS, M.; NORBAEK, R.; AND CHRISTENSEN, L. P. Color stability in vegetables. In: Color in food. Ac Dougall DB. ed.. Improving quality. Press. Boca Raton. EE. UU.p. 179 -232, 2002.

LASE, V. A.; JULIANTI, E.; LUBIS, L. M. Bihon type noodles from heat moisture treated starch of four varieties of sweet potato. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, Bogor-ID, v. 24, n. 1, p. 89-96, 2013.

LEAL, R. P. C.; CARVALHAL-DA-SILVA, A. L. The Development of the Brazilian Bond Market. In: BORENSZTEIN, E.; COWAN, K.; EICHENGREEN, B.; PANIZZA, U. Bond markets in Latin America - on the verge of a big bang, Cambridge, MA: MIT Press, 2008.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. Plantas Ornamentais no Brasil: arbustivas herbáceas e trepadeiras. 3. ed. Nova Odessa - SP: **Instituto Plantarum**, 1088 p. 2001.

MARCHESE, A., MALUF, W. R., GONÇALVES NETO, A. C., GONÇALVES, R. J. S., MASSAROTO, J. A.; GOMES, L. A. A.; MALUF, W. R.; SILVA, R. R.; GOMES, A.R. V. A. Reação de clones de batata-doce ao *Meloidogyne incognita* raça. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.8, n.1, p.1- 8, 2010.

MASSAROTO, J. A.; MALUF, W. R.; GOMES, L. A. A.; FRANCO, H. D.; GASPARINO, C. F. Behavior of roots of sweet potato clones. **Ambiência**, v. 10, n. 1, p. 73–81, 2014.

MASSAROTO J.A. Características agronômicas e produção de silagem de clones de batata doce. (Tese de doutorado em Fitotecnia) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Lavras, MG. 85p. 2008.

MALUF WR; AZEVEDO SM; CAMPOS VP. Heritability of root knot nematode *Meloidogyne* spp. resistance in sweet potatoes. **Journal of Genetic and Breeding** 50: 161-165 1996.

MENON, R.; PADMAJA, G.; SAJEEV, M. S. Cooking behavior and starch digestibility of NUTRIOSE (resistant starch) enriched noodles from sweet potato flour and starch India. **Food Chemistry**, v. 182 n.1, 217–223, 2015.

MEHINAGIC, E., ROYER, G., SYMONEUAX, R. BERTRAND, D. JOURJON, F prediction of the sensory quality of apples by physical measurements Postharvest **Biology and Technology** , v. 34, p. 257-259, 2004.

MURILO, D.V. Aspectos econômicos da batata-doce. In: Encontro de professores, pesquisadores e extencionistas do Rio Grande do Norte, 4. Mossoró: ESAM, p.21-28. 1999.

MIRANDA, J. E. C.; FRANÇA, F. H.; CARRIJO, O. A.; SOUZA, A. F.; AGUILAR, J. A. E. Cultivo da batata-doce doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). Brasília: EMBRAPA, 7p 1989.

NEIVA, I. P.; ANDRADE JÚNIOR, V. C.; VIANA, D. J. S.; FIGUEIREDO, J. A.; MENDONÇA FILHO, C. V.; PARRELLA, R. A. C.; SANTOS, J. B. Caracterização morfológica de acessos de batata-doce do banco de germoplasma da UFVJM, Diamantina. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p 534-541. 2011.

OLIVEIRA, A. C. B.; SEDIYAMA, M. A. N.; SEDIYAMA, T.; FINGER, F. L.; CRUZ, C. D. Variabilidade genética em batata-doce com base em marcadores isoenzimáticos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 576-582, 2000.

OLIVEIRA, A. C. B. de; SEDIYAMA, M. A. N.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C. D. Avaliação da divergência genética em batata-doce por procedimentos multivariados. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 22, p. 895–900, 2002.

OLIVEIRA, A. P; OLIVEIRA, M. R. T; BARBOSA, J. A; SILVA, G. G; NOGUEIRA, D. H; MOURA MF; BRAZ MSS. Rendimento e qualidade de raízes de batata-doce adubada com níveis de ureia. **Horticultura Brasileira** 23: 925-928 2006.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA (FAO). O estado da Segurança Alimentar e Nutricional no Brasil: Um retrato multidimensional. Relatório. Brasília, 87p.2014.

PEIXOTO J. R.; SANTOS L. C; RODRIGUES, F. A.; JULIATTI FC; LYRA JRM. Seleção de clones de batata-doce resistentes a insetos de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** v.34: p.385-389. 1999.

PEREIRA, H. S.; MELLO, S. C. Aplicação de fertilizantes foliares na nutrição e produção do pimentão e do tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v.20, p.557-600, 2003.

PRANOTO, Y.; RAHMAYUNI, H.; RAKSHIT, S. K. Physicochemical properties of heat moisture treated sweet potato starches of selected Indonesian varieties. **International Food Research Journal**, Serdang-MY, v. 21, n. 5, p. 2121- 2128, 2014.

QUEIROGA, R. C. F.; SANTOS, M. A.; MENEZES, M.A.; VIEIRA, C. P. G.; SILVA, M. C. Fisiologia e produção de cultivares de batata-doce em função da época de colheita. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 371-374, 2007.

RAMALHO, M. A. P., FERREIRA, D. F., OLIVEIRA A. C. Experimentação genética e melhoramento de plantas. Lavras, Ed. UFLA, p. 259-260, 2012.

RAMAN,. K. V.; ALLEYNE, E. H. Biology and management of the West Indian sweet potato weevil, *Euscepes postfasciatus*. In: Jansson, R.K & Raman, K.V. (Eds): Sweet potato pest management: A global perspective. Boulder, **Westview Press**. p. 263-282. 1991.

RABBANI MA; IWABUCHI A; MURAKAMI Y; SUZUKI T; TAKAYANASHI K. 1998. Variation and the relationship among mustard (*Brassica juncea*) germplasm from Pakistan. **Euphytica** v. 101, p. 357-366, 1998.

RITSCHER, P. S.; LOPES, C. A.; HUAMÁN, Z; FERREIRA, M. E.; FRANCA, F.J.; MENÊZES, J. E.; TEIXEIRA, D. M. C; TORRES, A. C; CHARCHAR, J. M;

THOMAZELLI, L. Organização do banco ativo de germoplasma de batata-doce: situação atual e perspectivas. In: QUEIROZ MA; GOEDERT CO; RAMOS SRR. (eds). Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro: versão 1.0. Disponível em: <http://www.cpatas.embrapa.br/catalogo/livroorg/batata doce.pdf>. 31 de janeiro. 2010.

SENANAYAKE, S. A.; RANAWEERA, K. K. D. S.; GUNARATNE, A.; BAMUNUARACHCHI, A. Comparative analysis of nutritional quality of five different cultivars of sweet potatoes (*Ipomea batatas* (L) Lam) in Sri Lanka. **Food Science & Nutrition**, v. 1, n. 4, p. 284–291, 2013.

SILVA, G. O., PEREIRA, A. S., CARVALHO, A. D. F., Seleção de clones de batata para fritura com base em índices de seleção. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 61, n.6, p. 941-947. 2014.

SILVA GO; PONIJALEKI R; SUINAGA FA. Divergência genética entre acessos de batata-doce utilizando caracteres fenotípicos de raiz. **Horticultura Brasileira** v. 30, p. 595-599, 2012.

SILVA JBC; LOPES CA; MAGALHÃES JS. 2008. Batata-doce (*Ipomoea batatas*). Brasília: EMBRAPA HORTALIÇAS. (Sistemas de Produção, 6) Versão Eletrônica. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 15 Fev. 2018.

SOUZA, A. B. de. Avaliação de cultivares de batata-doce quanto atributos agrônômicos desejáveis. **Ciência e Agrotecnologia, Lavras**, v. 24, n. 4, p. 841-845, 2000.

SMITH HA, H. & MORGAN, D.C. The function of phytochrome in nature. In W.Shropshire & M.Mohr (eds). Photomorphogenesis vol.16B. Springer Verlag, Berlin.p 412-517. 1990

SCAPIM, C. A; CARVALHO, C. G. P.; CRUZ, C. D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 5, p. 683-686, 1999.

SOARES, K. T.; MELO, A. S.; MATIAS, E. C. A Cultura da batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam). João Pessoa: EMEPA-PB, 26 p. 2005.

SINGH, A. P.; REKIB, A. Feeding value of ammoniated tropical grass. Ind. **J. Anim. Sci.**, v. 61 n.8 p. 864-868, 1991.

SOUZA, G. SOUZA A. M. Qualidade de raízes de batata-doce em função da adubação nitrogenada e conservação. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 10, n. 1, p. 57-64, 2014.

SUN, H; et al. Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) leaves as nutritional and functional foods. **Food Chemistry**, 156(1): 380–389. 2014.

SIMINSKI, A. A FLORESTA DO FUTURO: Conhecimento, valorização expectativa de uso das formações florestais secundárias do estado de Santa Catarina. (Tese de doutorado), 140p Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis SC. 2009.

THUMÉ, M. A.; DIAS, L. E; SILVEIRA, M. A; ASSIS, I. R. Níveis críticos foliares de nutrientes de três cultivares de batata-doce, selecionados para a produção de etanol. **Rev. Ceres** v.60 n.6 Viçosa, 2013. doi.org/10.1590/S0034-737X2013000600015

VIZZOTTO, M.; PEREIRA, E. S.; CASTRO, L.A. S.; RAPHAELLI, C. O.; KROLOW, A. C. Composição mineral em genótipos de batata-doce de polpas coloridas e adequação de consumo para grupos de risco Campinas, **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 21, 2018. doi.org/10.1590/1981-6723.17516 ISSN 1981-6723 on-line version.

VIANA, D. J. S; ANDRADE JUNIOR, V. C; RIBEIRO, G. K.; PINTO, N. A. V. D.; NEIVA, I. P.; FIGUEIREDO, J. A.; LEMOS, V.T; PEDROSA CE; AZEVEDO AM. Potencial de silagens de ramas de batata-doce para alimentação animal. **Ciência Rural** v. 41: p.1466-1471. 2011.

VIEIRA, A. D.; MIRANDA, V. C.; ALVES, A. F.; TAVARES, A. T.; MOMENTÉ, V. G. Agronomic evaluation of clones of sweet potato with potential for ethanol production. **Applied, Research & Agrotechnology**, v. 8, n. 1, p. 69-74, 2016.

WANDERLEY, M.J. A., SANTOS, J. M. Resistencia de cultivares de batata-doce a *Meloidogyne incognita*. **Fitopatologia Brasileira** v. 29, p.437- 440, 2004.

VENCOVSKY, R. & BARRIGA, P. Genética Biométrica no melhoramento. Ribeiro Preto: SBG. 496p. 1992.

WESEMAEL, B., K. PAUSTIAN, M. J. GOIDTS, E., BARANCIKOVA, G, EASTER, M. Agricultural management explains historic changes in regional soil carbon stocks. **PNAS**, v 107: p. 14926-14930, 2011.

WOOLFE, J. A., Sweet Potato: an Untapped Food Resource. Cambridge University. 642p. 1992.

WENDT, T., CANELA, M.B.F., MORREY-JONES, J., HENRIQUES, A.B. RIOS, R.I. Recognition of *Pitcairnia corcovadensis* (Bromeliaceae) at the species level. **Systematic Botany** v. 25, p. 389-398. 2000.

**Capítulo 1- CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA DE ACESSOS DE
BATATA-DOCE MANTIDOS NO BANCO DE GERMOPLASMA DA EMBRAPA
HORTALIÇAS**

CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA DE ACESSOS DE BATATA-DOCE MANTIDOS NO BANCO DE GERMOPLASMA DA EMBRAPA HORTALIÇAS

1.1 RESUMO

Estudos de determinação de divergência genética entre genótipos são ferramentas de grande importância em programas de melhoramento, auxiliando na identificação de genitores com considerável potencial produtivo. No entanto, pouco ainda se sabe sobre a capacidade combinatória de acessos de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) e sobre a adaptação a diferentes regiões do Brasil. O objetivo deste trabalho foi avaliar características agrônômicas de 100 acessos de batata-doce mantidos no Banco de Germoplasma da Embrapa Hortaliças. O experimento foi instalado utilizando o delineamento em blocos aumentados, com 100 tratamentos regulares e dois tratamentos comuns. Foram mensuradas 15 características da parte aérea e 12 das raízes utilizando-se descritores das respectivas partes. Os valores das estimativas de herdabilidade no sentido amplo foram altos para as características comprimento médio das ramas (95,75%), cor da folha imatura (85,06%) e cor predominante da rama (90,57%). A produção total de raízes entre os clones variou de 10,3 t ha⁻¹ a 19,9 t ha⁻¹. Dentre os clones avaliados, os que apresentaram maior produtividade total de raízes foram as testemunhas T1 (19,1 t.ha⁻¹) e T2 (19,5 t.ha⁻¹). O caráter produção total das raízes correlacionou-se positivamente com número total de raízes (0,96); número total de raízes com peso das raízes comerciais (0,79). Os 102 clones analisados apresentaram ampla variabilidade genética para as diferentes características avaliadas, principalmente para peso das ramas, comprimento das ramas e formato das raízes.

Palavras-chave: Parâmetros genéticos, genótipos, órgãos vegetativos de batata-doce, caracterização agrônômica.

MORPHOAGRONOMIC CHARACTERIZATION OF SWEET POTATO ACCESSIONS FROM THE GERMPLASM BANK OF EMBRAPA HORTALIÇAS

1.2 ABSTRACT

Studies on the determination of genetic divergence among genotypes are important tools in breeding programs, contributing to the identification of genitors with considerable productive potential. However, little is known about the combinatorial capacity of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) accessions and about its adaptation to the different regions from Brazil. The objective of this study was to evaluate the morphoagronomic characteristics from 100 sweet potato accessions from the Germplasm Bank of Embrapa Hortaliças. The experiment was laid out as an augmented block design comprised of 100 regular treatments and two common treatments. Fifteen aerial and 12 root characteristics were measured using descriptors for the respective parts. Estimated values of broad-sense heritability were high for the characteristics mean branch length (95.75%), immature leaf color (85.06%), and predominant branch color (90.57%). Total root yield varied from 10.3 t ha⁻¹ to 19.9 t ha⁻¹ among clones. Among the clones evaluated, the greatest total root yield were found for T1 (19.1 t.ha⁻¹) and T2 (19.5 t.ha⁻¹), used as control genotypes. There was a positive correlation between total root yield and total number of roots (0.96) and between total number of roots and marketable root weight (0.79). The 102 clones analyzed presented broad genetic variability for the different characteristics evaluated, especially for branch weight, branch length, and root shape.

Keywords: genetic parameters, genotypes, sweet potato vegetative organs, agronomic characterization.

1.3 INTRODUÇÃO

No Brasil, a batata-doce é cultivada na maioria das vezes por pequenos agricultores, podendo ser considerada uma das culturas mais antigas usadas na alimentação humana, principalmente pelas populações de baixa renda (MARCHESE et al., 2010). Devido ao seu elevado nível de ploidia, a batata-doce cultivada no território nacional apresenta grande diversidade fenotípica e genotípica, que precisa ser preservada e estudada para contribuir com futuros programas de melhoramento genético (DAROS et al., 2002; BORGES et al., 2009).

Estudos sobre divergência genética entre acessos de uma cultura são importantes para analisar a variabilidade genética existente na coleção do melhorista, identificar materiais genéticos muito próximos ou duplicados e fornecer parâmetros para a escolha de genitores geneticamente diferentes que, ao serem cruzados, possibilitem maior efeito heterótico (OLIVEIRA et al., 2000; PAIXÃO et al., 2008).

A batata-doce possui um alto valor nutritivo, sendo um alimento energético devido ao elevado teor de amido. Fornece quantidades consideráveis de sais minerais, principalmente cálcio e ferro, e de vitaminas dos complexos B e C, além de vitamina E, essencial para a saúde da pele. Algumas cultivares são ricas em carotenoides (NASCIMENTO et al., 2013).

É uma cultura considerada rústica devido à significativa resistência a determinados insetos e pragas, responde bem ao uso de fertilizantes, mas produz até mesmo em solos de baixa fertilidade e, muitas vezes, degradados. Desta forma, o conhecimento da diversidade genética presente entre os acessos tem grande importância econômica, para o manejo e também para possibilitar o uso de materiais existentes em bancos de germoplasma, aplicando nos programas de melhoramento genético das espécies (GUEDES, 2004; MANTOVANI et al., 2013; SOBRAL et al., 2012).

A caracterização morfológica de acessos de um banco de germoplasma é normalmente a forma mais acessível de quantificar a diversidade genética. O incremento das atividades de coleta, de caracterização e de avaliação deve ser prioridade entre as estratégias de abordagem e de manejo dos recursos genéticos no Brasil (DAROS et al., 2002; RITSCHER CAVALCANTE et al., 2009; MOULIN et al., 2014; HUAMÁN, 2002).

O presente trabalho teve por objetivo caracterizar, com base em descritores morfoagronômicos, e estimar a divergência genética de acessos de batata-doce mantidos no Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Hortaliças em Brasília - DF.

1.4 MATERIAL E MÉTODOS

Local

Os experimentos foram conduzidos nos campos experimentais da Embrapa Hortaliças, localizada na BR-060, km 09, Brasília-DF. A área está localizada na latitude de 15°56'31" S, na longitude de 48°8'55" O e a uma altitude de 997 m sobre o nível do mar. Os experimentos foram plantados em solo latossolo vermelho-escuro.

Material vegetal

Foram avaliados cem acessos e duas testemunhas pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Hortaliças, Brasília-DF. Foram estudadas as características morfológicas e agrônômicas em experimentos de campo (Figura 2 e Tabela 1).

Delineamento experimental

O experimento foi instalado utilizando-se o delineamento em blocos aumentados de Federer (FEDERER, 1956), com cem tratamentos regulares (Tabela 1, de 1 a 100) e dois tratamentos comuns, as cultivares Beauregard e Brazlândia Roxa. Cada parcela constituiu-se de doze plantas, no espaçamento de 0,90 m x 0,30 m. A cultivar Beauregard foi utilizada como bordadura externa do experimento.

A análise química de fertilidade do solo, apresentou os seguintes resultados: pH (H₂O) = 4,8; H⁺⁺ + Al⁺⁺⁺ = 4,2 cmol_c dm⁻³; Ca⁺⁺ = 1,8 cmol_c dm⁻³; Mg⁺⁺ = 1,1 cmol_c dm⁻³; P (Mehlich) = 1,1 mg dm⁻³; K⁺ = 122 mg dm⁻³ ou 0,31 cmol_c dm⁻³; matéria orgânica = 26 g dm⁻³; CTC = 7,43 cmol_c dm⁻³ e V = 43,5 %. Para a correção do solo foi realizada

uma calagem com aplicação de 1,8 t ha⁻¹ de calcário dolomítico três meses antes do plantio e incorporado por meio de uma aração. O preparo do solo para o plantio foi realizado por meio de duas gradagens e a construção de leiras com 0,60 m de largura e 0,40 m de altura. As adubações de plantio foram realizadas com a distribuição e incorporação do equivalente a 600 kg ha⁻¹ da formulação NPK 4-30-16, nas leiras de plantio.

O plantio das mudas obtidas no Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Hortaliças, foi realizado manualmente a partir de estacas vegetativas com três gemas cada uma, plantadas em bandejas de poliestireno expandido de 72 células (120 mL/célula), preenchidas com substrato comercial e mantidas em casa de vegetação. Uma semana após o plantio, efetuou-se o replantio das estacas mortas com o enterrio da metade da rama. A capina manual nas linhas de plantio foi realizada 30 dias após o plantio. Nas semanas em que a precipitação pluviométrica foi ausente ou insuficiente para o pleno desenvolvimento da cultura, foram realizadas irrigações por aspersão convencional com lâmina de 15 mm semanais.



Clones de batata-doce no dia do plantio, em 30/09/2014.



Clones de batata-doce duas semanas após o plantio, em 27/10/2014.



Clones de batata-doce seis semanas após o plantio, em 27/11/2014.

Figura 2. Evolução das mudas dos acessos de batata-doce durante a multiplicação em casa de vegetação. Embrapa, 2018.

Os experimentos foram conduzidos no período compreendido entre 30/09/2014, a 30/03/2015, iniciando com o plantio nas bandejas, e finalizando com a colheita após seis meses de plantio no campo experimental da Embrapa Hortaliças

A avaliação da parte aérea (características morfológicas) foi realizada 45 dias depois do plantio. Foram consideradas 15 características morfológicas, conforme descritores da Tabela 1.2. A colheita e a avaliação de 12 descritores das raízes (agronômico) ocorreram no mês de junho de 2015, sendo avaliadas de acordo com as características apresentadas na Tabela 1.3.

As características morfológicas analisadas foram escolhidas com base no trabalho de Huamán (1991, 1992), que apresenta os descritores morfológicos mínimos necessários para o registro institucional de cultivares de batata-doce. Esses descritores morfológicos podem ser separados em dois grupos de características. Um grupo refere-se à morfologia da parte aérea da planta, dos ramos e das folhas; o outro, às raízes tuberosas. Algumas dessas características são consideradas morfoagronômicas, por apresentarem caracteres de interesse agrônomo.

Para as análises da parte aérea, foram escolhidas três plantas por parcela e realizadas as análises com três repetições de cada genótipo para as características de interesse estudadas. Para a avaliação das raízes, foram selecionadas três raízes por planta.

Para se obter o peso das ramas, foram cortadas rente ao solo todas as ramas da parcela e pesadas, o que foi feito da mesma forma com as raízes. Para se obter a informação do peso da produção total, dos cem acessos e das duas testemunhas em cada um dos dez blocos, pesou-se todas as raízes e os valores expressos em $t\ h^{-1}$. Foram calculadas as médias das testemunhas de todos os blocos sendo apresentado a média das 20 repetições (100 genótipos mais a média das repetições das duas testemunhas nos dez blocos = 102 Tratamentos).

O diâmetro médio da raiz (DMR) foi obtido pela mensuração transversal da parte central da raiz, utilizando um paquímetro digital (Digimess®). O comprimento médio da raiz (CMR) foi obtido medindo-se o eixo longitudinal da raiz com o uso de uma régua plástica graduada, as leituras expressas em milímetros (cm)

Na Tabela 1.1, encontram-se os dados dos acessos de batata-doce avaliados nesta pesquisa e suas respectivas origens.

Tabela 1.1. Origem e identificação de acessos de batata-doce do Banco de Germoplasma da Embrapa Hortaliças (CNPH), Brasília- DF, 2018.

Nº ACESSO	ORIGEM	Nº ACESSO	ORIGEM	Nº ACESSO	ORIGEM	Nº ACESSO	ORIGEM	Nº ACESSO	ORIGEM
1	CNPH 768 Ipaçu-SC	21	CNPH 1262 Bomêzila- DF	41	CNPH 872 Capador-SC	61	CNPH 904 Videira-SC	81	CNPH 1277 Porto Alegre - RS
2	CNPH 769 Costeado-PR	22	CNPH 901 Capador-SC	42	CNPH 1132 Macaúba - SP	62	CNPH 906 Maravilha-SC	83	CNPH 1282 Presidente Prudente-SP
3	CNPH 773 Pomerode-SC	23	CNPH 813 Videira-SC	43	CNPH 962 Embrapa Hortaliças	63	CNPH 908 Agronômica-SC	84	CNPH 1284
4	CNPH 774 Morro da Fuzeta-SC	24	CNPH 817 Capador-SC	44	CNPH 874 Corupá-SC	64	CNPH 909 Corupá-SC	85	CNPH 1285 Lagoa dos Antas - MG
5	CNPH 777 Taió-SC	25	CNPH 825 Rio Fortuna-SC	45	CNPH 876 Ilhota-SC	65	CNPH 916 Capador-SC	86	CNPH 1366 Tribo indígena Kratoó
6	CNPH 785 Capador-SC	26	CNPH 823 Ituporanga-SC	46	CNPH 877 Biguaçu-SC	66	CNPH 971 Pelotas-RS	87	CNPH 1369 Tribo indígena Kratoó
7	CNPH 786 Capador-SC	27	CNPH 832 Embrapa Hortaliças	47	CNPH 878 Vigosa-MG	67	CNPH 942 Campos Novos-SC	88	CNPH 1370 Tribo indígena Kratoó
8	CNPH 787 Xanxerê-SC	28	CNPH 834 Nova Eschilim-SC	48	CNPH 824 Joinville-SC	68	CNPH 885 Rio Fortuna-SC	89	CNPH 1377 Itabirina - SE
9	CNPH 789 Pomerode-SC	29	CNPH 945 Videira-SC	49	CNPH 886 Florianópolis-SC	69	CNPH 982 Concórdia-SC	90	CNPH 1408 Embrapa Hortaliças
10	CNPH 790 Anglicana-SC	30	CNPH 948 Embrapa Hortaliças	50	CNPH 887 Pelotas-RS	70	CNPH 986 Herval do Oeste-SC	91	CNPH 1387 Embrapa Hortaliças
11	CNPH 401 Embrapa Hortaliças	31	CNPH 1261 Vigosa-MG	51	CNPH 888 Nova Venéza-SC	71	CNPH 947 Laurentino-SC	92	CNPH 1390 Embrapa Hortaliças
12	CNPH 96 Maravilha-SC	32	CNPH 1165 Japão	52	CNPH 889 Taió-SC	72	CNPH 948 Herval do Oeste-SC	92	CNPH 1395 Embrapa Hortaliças
13	CNPH 97 Dionísio Cerqueira-SC	33	CNPH 850 Embrapa Hortaliças	53	CNPH 896 Ilhota-SC	73	CNPH 949 Abelardo Luz-PR	94	CNPH 837 Laurentino-SC
14	CNPH 98 Ponte Serrada-SC	34	CNPH 852 Blumenau-SC	54	CNPH 1027 Lins - SP	74	CNPH 952 Embrapa Hortaliças	95	CNPH 1283 Presidente Prudente-SP
15	CNPH 99 Abelardo Luz-PR	35	CNPH 857 Petrolândia-SC	55	CNPH 1010 S. Luis - MA	75	CNPH 953 Embrapa Hortaliças	96	CNPH 964 Embrapa Hortaliças
16	CNPH 801 São Miguel do Oeste-SC	36	CNPH 858 Três Tílias-SC	56	CNPH 898 Matão-SC	76	CNPH 959 Embrapa Hortaliças	97	CNPH 965 Embrapa Hortaliças
17	CNPH 803 São Carlos-SC	37	CNPH 865 Anitópolis-SC	57	CNPH 894 Ituporanga-SC	77	CNPH 980 Embrapa Hortaliças	98	CNPH 829 Joinville-SC
18	CNPH 804 São Bonifácio-SC	38	CNPH 867 Agrolândia-SC	58	CNPH 826 Taió-SC	78	CNPH 983 Embrapa Hortaliças	99	CNPH 1389 Embrapa Hortaliças
19	CNPH 806 Capador-SC	39	CNPH 869 Blumenau-SC	59	CNPH 899 Concórdia-SC	79	CNPH 961 Embrapa Hortaliças	100	CNPH 1397 Embrapa Hortaliças
20	CNPH 809 Três Tílias-SC	40	CNPH 969 Embrapa Hortaliças	60	CNPH 900 Três Tílias-SC	80	CNPH 946 Concórdia-SC	101	Test. Comum1 Embrapa Hortaliças
						81	CNPH 1265 Espanha	102	Test. Comum2 Brasília- DF

Fonte: Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2018

Tabela 1.2. Discriminação das características morfológicas e agronômicas das ramas de batata-doce.

Descritores da parte aérea das variedades de batata – doce		
Tipo de planta	Tipo de lóbulo da folha	Cor da folha imatura
3 - Ereta (< 75 cm)	0 - Sem lóbulos laterais (inteira)	1-Verde-amarelada
5 - Semiereta (75-150 cm)	1- Muito superficiais	2-Verde
7 - Rasteira (151-250 cm)	2 – Superficiais	3-Verde com extremidade roxa
9 - Muito dispersa (>250 cm)	3 – Moderados	4-Verde-acinzentado
Comprimento do entrenó	4 – Profundos	5-Verde com nervuras roxas na superfície abaxial
1 - Muito curto (< 3 cm)	5 - Muito profundos	6-Fracamente roxa
2 - Curto (3-5 cm)	Número de lóbulos por folha	7-Predominantemente roxa
3 - Intermediário (6-9 cm)	1 - Um, 2 - Dois, 3 - Três, 5- Cinco, 7- Sete, 9- Muitos	8-Verde na parte abaxial, roxa na parte adaxial
7 - Longo (10-12 cm)	Formato do lóbulo central	9-Roxas em ambas superfícies
9 - Muito longo (> 12 cm)	0 – Ausente	Comprimento do pecíolo
Diâmetro do entrenó	1 – Dentado	1-Muito curto (< 10cm)
1 - Muito fino (< 4mm)	2 – Triangular	3-Curto (12-20 cm)
3 - Fino (4-6 mm)	3 - Semicircular	5-Intermediário (21-30 cm)
5 - Intermediário (7-9 mm)	4 - Semi-elíptico	7-Longo (31-40 cm)
7 - Grosso (10-12 mm)	5 – Elíptico	8-Muito longo (> 40 cm)
9 - Muito grosso (> 12 mm)	6 - Lanceolado	Pigmento no pecíolo
Cor das ramas	7 - Oblanceolado	1-Verde
1 – Verde	8 - Linear (grosso)	2-Verde com roxo próximo à rama
2 - Verde com poucas manchas roxas	9 - Linear (fino)	3-Verde com roxo próximo à folha
3 -Verde com muitas manchas roxas	Tamanho da folha madura	4-Verde com roxo nas duas extremidades
4 - Verde com muitas manchas roxas-escuras	3 - Pequena (< 8 cm); 5 - Média (8-15 cm); 7 - Grande (16-25 cm)	5-Verde com manchas roxas
5 - Predominantemente roxa	9 - Muito grande (> 25 cm)	6-Verde com faixas roxas
6 - Predominantemente roxa-escura	Pigmento nas nervuras	7-Roxo com verde próximo à folha
7 - Totalmente roxa	1 - Amarelas; 2-Verdes	8-Alguns pecíolos verdes; outros roxos
8 - Totalmente roxa-escura	3 - Manchas roxas na base da nervura principal	9-Predominante ou totalmente roxo
Cor secundária das ramas	4 - Manchas roxas em várias nervuras	Cor da folha madura
0 - Ausente	5 - Nervura principal parcialmente roxa	1 - <u>Verde-amarelada</u> ; 2 - Verde
1 - Base verde	6 - Nervura principal predominante ou totalmente roxa	3 - Verde com extremidade roxa
2 - Apice verde	7 - Todas as nervuras parcialmente roxas	4 - Verde-acinzentada
3 - Nós verdes	8 - Todas as nervuras predominante ou parcialmente roxas	5 - Verde com nervuras roxas na superfície abaxial
4 - Base roxa	9 - Superfície adaxial e nervuras totalmente roxas	6 - Fracamente roxa
5 - Apice roxo	Formato da folha	7 - Predominantemente roxa
6 - Nós roxos	1 - Arredondada; 2 - Reniforme	8 - Verde na parte abaxial, roxa na parte adaxial
7-Outros (especificar)	3 - Cordata; 4 - Triangular	9 - Roxa em ambas as superfícies
Pubescência da rama	5 - Hastada; 6 - Lobada	
0 - Ausente; 3- <u>Esparsa</u> ;	7 - Quase dividida	
5- Moderada; 7 - Densa		

Fonte. Huamán 1991, 1992.

Tabela 1.3. Discriminação das características morfológicas e agronômicas das raízes de batata-doce.

Descritores utilizados na caracterização das raízes		
Formato da raiz	Defeitos externos na raiz	Cor predominante da polpa
1 - Redonda	0 - Ausente	1 - Branca
2 - Redonda elíptica	1 - Película tipo jacaré	2 - Creme
3 - Elíptica	2 - Veias	3 - Creme-escura
4 - Ovada	3 - Condições horizontais rasas	4 - Amarelo-pálida
5 - <u>Obovada</u>	4 - Condições horizontais profundas	5 - Amarelo-escura
6 - Oblonga	5 - Fendas longitudinais rasas	6 - Laranja-pálida
7 - Longa oblonga	6 - Fendas longitudinais profundas	7 - Laranja-intermediária
8 - Longa elíptica	7 - Condições profundas e fendas profundas	8 - Laranja-escura
9 - Longa irregular ou curvada	8 - Outras.	9 - Forte pigmento de antocianinas
Cor predominante na raiz	Intensidade da cor da película	Cor secundária da polpa
1 - Branca	1 - Pálida	0 - Ausente
2 - Creme	2 - Intermediária	1 - Branca
3 - Amarela	3 - Escura	2 - Creme
4 - Laranja	Cor secundária da película	3 - Amarela
5 - Marrom-alaranjada	0 - Ausente	4 - Laranja
6 - Rosada	1 - Branca	5 - Rosa
7 - Vermelha	2 - Creme	6 - Vermelha
8 - Roxa-avermelhada	3 - Amarela	7 - Roxa-avermelhada
9 - Roxa-escura	4 - Laranja	8 - Roxa
Distribuição da cor secundária na polpa	5 - Marrom-alaranjada	9 - Roxa-escura
0 - Ausente	6 - Rosa	
1 - Anel estreito no córtex	7 - Vermelha	
2 - Anel largo no córtex	8 - Roxa-avermelhada	
3 - Pontos espalhados na polpa	9 - Roxa-escura	
4 - Anel fino na polpa	Código de vigor	
5 - Anel largo na polpa	1 - Muito fraca	
6 - Anel e outras áreas da polpa	2 - Fraca	
7 - Em secções longitudinais	3 - Normal	
8 - Cobrindo a maior parte da polpa	4 - Vigorosa	
9 - Cobrindo toda a polpa	0 - Extinta	

Fonte: Huamán (1991, 1992).



Mudas de batata-doce nas bandejas-Embrapa-CNPB



Experimento no Campo experimental da Embrapa-CNPB



Experimento no Campo experimental da Embrapa-CNPB



Raiz de polpa laranja-pálida



Raiz de polpa branca



Raiz de polpa laranja-escuro



Raiz de polpa creme



Raiz de polpa com forte pigmentação de antocianinas



Raiz de polpa laranja intermediária

Figura 2. Etapas de plantio características das folhas e das raízes de batata-doce. Embrapa Hortaliças, Brasília – DF, 2018.

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância para cada caráter e as médias foram agrupadas por meio do teste de Tukey, a 5% de probabilidade. As análises de correlação linear de Pearson, entre as variáveis, basearam-se na significância de seus coeficientes.

Com a utilização dos caracteres quantitativos foram efetuadas análises de diversidade entre os acessos por meio de medidas baseadas na distância Euclidiana. Para

o agrupamento hierárquico (AAH) foi obtido o dendrograma para os pares ordenados pela média aritmética não ponderada (UPGMA).

As análises estatísticas foram realizadas através do software R Core Team (2013). A partir dos componentes da variância, foram estimados os parâmetros genéticos de herdabilidade no sentido amplo (h^2) e os coeficientes de variação genética e ambiental para os caracteres estudados, utilizando-se o programa GENES (CRUZ, 2013).

1.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1.4 são apresentados o resumo dos quadrados médios e as estimativas dos parâmetros genéticos para as variáveis das ramas utilizadas na avaliação dos 102 clones de batata-doce.

Os valores das estimativas de herdabilidade no sentido amplo foram altos para as características comprimento das ramas (CMR) (95,75 %), cor da folha imatura (CFI) (85,06 %), cor predominante da rama (CPR) (90,57%) e para o número de lóbulos da folha (NLF) (100%), valores considerados altos, reforçando o fato de que a maior parte da variabilidade fenotípica foi devida a efeitos genéticos. Valores semelhantes de herdabilidade com a mesma cultura, também foram descritos por Marchese et al. (2010) e por Kalkmann et al. (2013), corroborando com estes dados. Altos valores de herdabilidade indicam chance de sucesso na seleção de plantas superiores para as características avaliadas, fato este reforçado pela relação CVg/CVe, que apresentou valores de 3,93, 8,94, 9,14 e 18,22, respectivamente, para estas mesmas características.

Tabela 1.4. Parâmetros genéticos das características morfológicas de 102 clones de batata-doce do Banco de Germoplasma da Embrapa Hortaliças. Brasília-DF, 2018.

Parâmetros	Vigor	CMR	CEN	TFM	CFI	CFM	CPR	TLF
h_a^2 (%)	68,12	95,75	37,65	64,36	85,06	76,06	90,57	0
CVg (%)	10,42	18,67	16,12	10,03	21,21	27,59	28,25	0,99
CVe (%)	1,47	4,75	0,41	1,34	2,39	1,78	3,09	0,99
CVg/CVe	7,09	3,93	39,32	7,49	8,84	15,5	9,14	1

Parâmetros	CSR	DEN	FLC	FGF	NLF	PR	TPR
h_a^2 (%)	55,85	0	38,45	59,71	100,00	74,83	1,56
CVg (%)	29,63	0,99	17,45	9,77	28,24	51,62	6,18
CVe (%)	1,12	0,99	0,79	1,22	1,55	1,72	0,13
CVg/CVe	26,44	1	22,09	8,01	18,22	30,01	47,38

CMR - comprimento das ramas; CEN - comprimento entrenó; CFI - cor da folha imatura; CFM - cor da folha madura; CPR - cor predominante da rama; CSR - cor secundária da rama; DEN - diâmetro do entrenó; FLC - formato do lóbulo central; FGF - formato geral da folha; NLF - número de lóbulos da folha; PR - peso das ramas; TFM - tamanho da folha madura; TLF - tipo de lóbulo da folha; TPR - tipo de pubescência da rama.

Segundo interpretação recomendada por Vencovsky (1978), a seleção de materiais genéticos torna-se favorável quando a relação CV_g/CV_e apresenta-se acima da unidade, fato que foi verificado no presente estudo, indicando uma situação muito favorável para seleção. Segundo Falconer (1987), é necessário o mínimo de 80,0% de herdabilidade para obter ganhos genéticos satisfatórios com a seleção. Os resultados alcançados a partir dos parâmetros genéticos indicam que é possível obter progresso genético mesmo com a utilização de métodos de seleção simples.

A partir da análise de variância, verificou-se que os coeficientes de variação ambiental apresentaram-se abaixo dos 30% para quase todas as variáveis, com exceção apenas para o peso das ramas (51,62 %), indicando precisão de média a alta no delineamento experimental. As estimativas do coeficiente de variação genética para as características vigor e cor secundária da rama foram, respectivamente, de 29,63 e 28,24. Estas estimativas apresentaram-se superiores ao coeficiente de variação ambiental, indicando que a variação genética obteve maior expressão em relação ao efeito do ambiente (Tabela 1.4).

No que se refere à relação CV_g/CV_e , os valores com maior representação, considerados altos, foram observados nas características de comprimento do entrenó (39,32), cor secundária da rama (26,44), formato do lóbulo central (22,09), peso das ramas (30,01) e tipo de pubescência da rama (47,38). A média para todos os caracteres indicou pouca variação ambiental, o que facilita o processo de seleção. No entanto, as características de vigor, CMR, TFM, CFI, CFM, CPR, TLF, DEN, FGF e NLF apresentaram valores abaixo de 18,22. Em programas de melhoramento genético de plantas, analisar as estimativas de parâmetros genéticos é de grande importância (CAVALCANTE et al., 2009). De acordo com Correia et al. (2012), o estudo do controle genético e da herança de caracteres agrônômicos por meio da obtenção de estimativas de

parâmetros genéticos – como variâncias, coeficiente de determinação genotípico, coeficiente de variação genética e coeficiente de variação relativo (CV_g/CV_e) – de uma população que se pretende explorar para o melhoramento genético permite fazer inferências sobre a variabilidade genética que esta apresenta e sobre o que se pode esperar de ganho com seleção.

Segundo Reis et al. (2004), o progresso genético direcionado em qualquer espécie está associado à existência de variabilidade genética, à seleção natural e/ou artificial e ao ajuste dos genótipos aos ambientes existentes. Quando verificada a presença da variabilidade genética na população, e, principalmente, o valor desta em relação à ambiental, a seleção assume grande importância no ganho genético e objetiva acumular alelos favoráveis no caráter a ser melhorado. Segundo Ramalho et al. (2012), a quantificação das variabilidades fenotípica e genotípica presentes em uma população é de fundamental importância para o desenvolvimento dos programas de melhoramento genético, porque permite conhecer o controle genético do caráter e o potencial da população para seleção. Com isto, as estimativas obtidas são usadas pelo melhorista para definir as melhores estratégias de seleção para a obtenção de genótipos superiores (CORREIA et al., 2003).

O resultado do teste de médias para as 15 características morfológicas mensuradas da parte aérea em 102 acessos de batata-doce está apresentado na Tabela 1.5. Os coeficientes de variação oscilaram entre 5% (PR) e 26% (DEN). No entanto foi observado um elevado coeficiente de variação para o tipo de planta, pode ser explicado pela variabilidade apresentada para o caráter entre os tratamentos regulares avaliados. Os tratamentos comuns apresentaram média de mínimo 1,0 cm, e máximo de 7,0, respectivamente (Tabela 1.5).

Dentre os 15 descritores morfológicos da parte aérea, quatro apresentaram diferença estatística significativa a nível de 5%: comprimento da rama (média de 0,79), peso das ramas (média de 3,95), vigor (média de 2,88) e número de lóbulos da folha (média de 3,31), conforme a Tabela 1.5.

A produção de massa fresca (ramas) foi de 10,6 t ha⁻¹ para o clone CNPH 959 e 0,5 t ha⁻¹ para o clone CNPH 1163, respectivamente (tabela 1.5). Estes resultados são similares aos obtidos por Cardoso et al. (2005), os quais obtiveram valores médios de batata-doce de 1,40 t ha⁻¹ para o clone 44 e de até 14,10 t ha⁻¹ para o clone 1. Monteiro et al. (2007) afirmaram que ramas de batata-doce consistem em importante fonte de alimento para os animais (bovinos, suínos e aves), podendo ser fornecidas nas formas de forragem verde ou de silagem. Em estudo realizado por Cavalcante et al. (2003), foram encontrados valores de produtividade de massa verde de ramas, variando de 0,56 a 8,14 t/ha, correspondente aos genótipos BD-08 e BD-28 respectivamente. Cavalcante et al. (2009), em Rio Largo-AL, encontrou valores de 0,92 a 5,83 t ha⁻¹. Esta diferença pode ser explicada pelos efeitos ambientais e genéticos.

O diâmetro do entrenó e o tipo de planta foram as características que apresentaram menores descritores morfológicos entre os acessos: 58% dos genótipos avaliados apresentaram diâmetro do entrenó de 3 cm (Tabela 1.5). Sobre o comprimento do entrenó, mais de 50% se encontravam com um centímetro de espessura, ou seja, são considerados finos, conforme padrão de Huamán (1992). Segundo Cavalcante et al. (2009), em batata-doce, o comprimento da haste e do entrenó são variáveis importantes no manejo das ramas-semente, pois determinarão a quantidade necessária para o plantio. Dessa forma, selecionar genótipos com haste superior a 1,50 m e comprimento do entrenó classificado como curto (< 6,00 cm) auxiliará nas práticas de manejo da cultura.

Conforme dados apresentados na Tabela 1.5, no que se refere ao formato do lóbulo central, a maioria dos acessos (65%) encontram-se dentro da mesma classe, ou seja, possuem o formato triangular, e 29% o formato elíptico. Quanto ao tamanho da folha madura, os acessos apresentaram-se de forma diferenciada: 28% com tamanho variando entre 8 e 15 centímetros e 32% com tamanho inferior a 8 centímetros. Portanto, o tamanho da folha madura possibilitou maior conhecimento dos acessos analisados. Segundo Ritschel et al. (2002), a caracterização morfológica de um banco de germoplasma é normalmente a forma mais acessível de quantificar sua diversidade genética.

Fica evidente, ao se comparar a cor da folha madura com a cor da folha imatura (Tabela 1.5), que a última destacou-se pela maior variação para os acessos avaliados, revelando-se de maior utilidade na distinção genotípica.

Tabela 1.5. Características morfológicas das ramas de batata-doce de clones do Banco Germoplasma mantido na Embrapa Hortaliças. Brasília-DF, 2018.

Genótipo	DEN	CEN	CPR	CSR	FLC	PR	NLF	TFM	TLF	TPR	CFI	CFM	FGF	VR	CMR
CNPH797	5,0 a	5,0 a	1,0 a	4,0 a	2,0 a	2,5 ab	5,0 b	5,0 a	3,0 a	5,0 a	1,0 a	6,0 a	3,0 a	3,0 a b	2,1 b
CNPH809	5,0 a	3,0 a	1,0 a	4,0 a	2,0 a	2,3 ab	1,0 e	5,0 a	0,1 a	3,0 a	1,0 a	8,0 a	3,0 a	3,0 a b	0,7 bcd
CNPH813	5,0 a	1,0 a	1,0 a	4,0 a	2,0 a	4,2ab	3,0 d	5,0 a	1,0 a	3,0 a	7,0 a	6,0 a	3,0 a	4,0 a	0,9 bcd
CNPH908	5,0 a	5,0 a	1,0 a	4,0 a	2,0 a	2,9ab	7,0 a	5,0 a	3,0 a	3,0 a	7,0 a	7,0 a	5,0 a	3,0 a b	0,2 d
CNPH953	5,0 a	5,0 a	3,0 a	4,0 a	7,0 a	6,3ab	5,0 b	5,0 a	5,0 a	0,1 a	3,0 a	2,0 a	5,0 a	3,0 a b	0,3 d
CNPH969	5,0 a	3,0 a	1,0 a	4,0 a	2,0 a	2,2 ab	3,0 d	5,0 a	1,0 a	0,1 a	4,0 a	2,0 a	4,0 a	3,0 a b	0,4 cd
CNPH1277	3,0 a	1,0 a	4,0 a	4,0 a	2,0 a	1,4 ab	5,0 b	3,0 a	1,0 a	3,0 a	7,0 a	9,0 a	5,0 a	3,0 a b	0,7 bcd
CNPH1283	3,0 a	1,0 a	1,0 a	4,0 a	6,0 a	2,0 ab	3,0 d	5,0 a	7,0 a	0,1 a	3,0 a	8,0 a	4,0 a	3,0 a b	0,8 bcd
CNPH1284	3,0 a	3,0 a	7,0 a	0,1 a	8,0 a	2,4 ab	5,0 b	3,0 a	9,0 a	3,0 a	7,0 a	8,0 a	7,0 a	3,0 a b	0,7 bcd
CNPH1366	3,0 a	5,0 a	3,0 a	0,1 a	2,0 a	4,2 ab	1,0 e	3,0 a	0,1 a	3,0 a	6,0 a	1,0 a	3,0 a	3,0 a b	1,3 bcd
CNPH1369	3,0 a	5,0 a	3,0 a	4,0 a	2,0 a	1,8 ab	1,0 e	5,0 a	1,0 a	5,0 a	6,0 a	1,0 a	3,0 a	3,0 a b	1,5 bcd
CNPH1377	3,0 a	5,0 a	1,0 a	0,1 a	2,0 a	2,6 ab	5,0 b	4,0 a	5,0 a	5,0 a	2,0 a	7,0 a	4,0 a	3,0 a b	1,7 bcd
CNPH1387	3,0 a	3,0 a	9,0 a	0,1 a	9,0 a	4,4 ab	5,0 b	3,0 a	9,0 a	0,1 a	7,0 a	9,0 a	7,0 a	3,0 a b	1,1 bcd
CNPH1390	3,0 a	1,0 a	1,0 a	0,1 a	8,0 a	6,2 ab	5,0 b	5,0 a	7,0 a	3,0 a	3,0 a	2,0 a	5,0 a	3,0 a b	1,1 bcd
CNPH1395	3,0 a	3,0 a	6,0 a	0,1 a	9,0 a	7,6 a	5,0 b	3,0 a	9,0 a	0,1 a	3,0 a	7,0 a	7,0 a	3,0 a b	1,1 bcd
CNPH1401	3,0 a	3,0 a	3,0 a	3,0 a	3,0 a	3,3 ab	1,0 e	2,0 a	5,0 a	1,0 a	1,0 a	7,0 a	3,0 a	2,0 a b	1,3 bcd
CNPH787	3,0 a	1,0 a	3,0 a	1,0 a	8,0 a	1,3 ab	3,0 d	3,0 a	5,0 a	3,0 a	5,0 a	2,0 a	3,0 a	3,0 a b	1,4 bcd
CNPH789	3,0 a	3,0 a	6,0 a	2,0 a	2,0 a	3,3 ab	5,0 b	3,0 a	5,0 a	3,0 a	7,0 a	2,0 a	4,0 a	3,0 a b	1,5 bcd
CNPH790	3,0 a	1,0 a	1,0 a	4,0 a	2,0 a	2,8 ab	5,0 b	5,0 a	3,0 a	5,0 a	7,0 a	8,0 a	4,0 a	0,1 a b	1,2 bcd
CNPH796	3,0 a	1,0 a	1,0 a	6,0 a	9,0 a	3,0 ab	5,0 b	5,0 a	5,0 a	5,0 a	7,0 a	2,0 a	4,0 a	3,0 a b	0,8 bcd
CNPH798	3,0 a	3,0 a	1,0 a	4,0 a	2,0 a	1,8 ab	1,0 e	3,0 a	1,0 a	0,1 a	2,0 a	2,0 a	3,0 a	3,0 a b	0,7 bcd
CNPH799	3,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	6,0 a	1,8 ab	5,0 b	3,0 a	9,0 a	0,1 a	3,0 a	1,0 a	4,0 a	3,0 a b	0,2 d
CNPH801	3,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	2,0 a	2,2 ab	1,0 e	3,0 a	3,0 a	4,0 a	5,0 a	8,0 a	2,0 a	3,0 a b	0,8 bcd
CNPH803	3,0 a	3,0 a	1,0 a	4,0 a	2,0 a	2,1 ab	3,0 d	3,0 a	5,0 a	5,0 a	3,0 a	9,0 a	4,0 a	3,0 a b	0,4 cd
CNPH806	3,0 a	1,0 a	1,0 a	4,0 a	1,0 a	3,0 ab	0,0 e	3,0 a	4,0 a	1,0 a	3,0 a	6,0 a	3,0 a	3,0 a b	0,4 cd
CNPH817	3,0 a	1,0 a	4,0 a	1,0 a	6,0 a	1,3 ab	1,0 e	3,0 a	0,1 a	3,0 a	7,0 a	8,0 a	3,0 a	2,0 a b	0,5 cd
CNPH823	3,0 a	1,0 a	1,0 a	0,1 a	7,0 a	0,9 ab	3,0 d	3,0 a	7,0 a	0,1 a	3,0 a	1,0 a	4,0 a	2,0 a b	0,7 bcd
CNPH824	3,0 a	3,0 a	1,0 a	4,0 a	2,0 a	4,5 ab	1,0 e	5,0 a	0,1 a	3,0 a	3,0 a	1,0 a	3,0 a	3,0 a b	0,9 bcd
CNPH825	3,0 a	1,0 a	1,0 a	0,1 a	2,0 a	1,7 ab	5,0 b	3,0 a	5,0 a	3,0 a	3,0 a	6,0 a	4,0 a	3,0 a b	0v3 d
CNPH832	3,0 a	1,0 a	1,0 a	4,0 a	2,0 a	1,1 ab	3,0 d	3,0 a	3,0 a	3,0 a	3,0 a	8,0 a	4,0 a	3,0 a b	0,3 d
CNPH834	3,0 a	1,0 a	1,0 a	4,0 a	6,0 a	1,2 ab	1,0 e	3,0 a	0,1 a	0,1 a	3,0 a	8,0 a	4,0 a	3,0 a b	0,2 d
CNPH845	3,0 a	1,0 a	8,0 a	1,0 a	6,0 a	1,2 ab	1,0 e	3,0 a	0,1 a	0,1 a	6,0 a	8,0 a	3,0 a	3,0 a b	0,5 cd
CNPH848	3,0 a	1,0 a	3,0 a	4,0 a	2,0 a	0,8 ab	3,0 d	2,0 a	1,0 a	5,0 a	6,0 a	1,0 a	2,0 a	3,0 a b	0,3 d
CNPH850	3,0 a	3,0 a	4,0 a	4,0 a	2,0 a	1,1 ab	1,0 e	3,0 a	0,1 a	0,1 a	3,0 a	6,0 a	3,0 a	2,0 a b	0,5 cd
CNPH852	3,0 a	3,0 a	4,0 a	1,0 a	2,0 a	4,6 ab	3,0 d	5,0 a	3,0 a	0,1 a	3,0 a	6,0 a	5,0 a	3,0 a b	0,5 cd
CNPH857	3,0 a	3,0 a	4,0 a	4,0 a	2,0 a	2,2 ab	5,0 b	5,0 a	3,0 a	5,0 a	5,0 a	8,0 a	5,0 a	3,0 a b	0,4 cd
CNPH858	3,0 a	3,0 a	1,0 a	1,0 a	2,0 a	2,3 ab	5,0 b	3,0 a	3,0 a	3,0 a	3,0 a	2,0 a	5,0 a	3,0 a b	0,9 bcd
CNPH896	3,0 a	1,0 a	4,0 a	4,0 a	2,0 a	2,2 ab	5,0 b	3,0 a	1,0 a	3,0 a	7,0 a	8,0 a	4,0 a	3,0 a b	0,4 cd
CNPH869	3,0 a	3,0 a	1,0 a	0,1 a	7,0 a	4,2 ab	4,0 c	7,0 a	1,0 a	0,1 a	3,0 a	2,0 a	3,0 a	3,0 a b	1,1 bcd
CNPH872	3,0 a	3,0 a	1,0 a	0,1 a	2,0 a	1,6 ab	1,0 e	5,0 a	0,1 a	5,0 a	7,0 a	7,0 a	3,0 a	3,0 a b	0,7 bcd
CNPH874	3,0 a	3,0 a	4,0 a	4,0 a	3,0 a	3,5 ab	1,0 e	5,0 a	0,1 a	5,0 a	7,0 a	6,0 a	4,0 a	3,0 a b	0,9 bcd
CNPH877	3,0 a	3,0 a	7,0 a	4,0 a	2,0 a	4,3 ab	5,0 b	5,0 a	1,0 a	5,0 a	5,0 a	3,0 a	3,0 a	3,0 a b	1,0 bcd
CNPH886	3,0 a	3,0 a	1,0 a	4,0 a	2,0 a	4,1 ab	3,0 d	3,0 a	1,0 a	3,0 a	2,0 a	2,0 a	3,0 a	3,0 a b	0,9 bcd
CNPH887	3,0 a	3,0 a	1,0 a	4,0 a	2,0 a	2,7 ab	1,0 e	3,0 a	0,1 a	3,0 a	7,0 a	7,0 a	4,0 a	3,0 a b	0,7 bcd
CNPH888	3,0 a	1,0 a	3,0 a	4,0 a	3,0 a	2,5 ab	1,0 e	3,0 a	0,1 a	0,1 a	3,0 a	3,0 a	3,0 a	3,0 a b	0,2 d
CNPH889	3,0 a	3,0 a	3,0 a	4,0 a	2,0 a	2,1 ab	1,0 e	3,0 a	0,1 a	3,0 a	3,0 a	6,0 a	3,0 a	3,0 a b	0,7 bcd
CNPH893	3,0 a	1,0 a	3,0 a	1,0 a	2,0 a	1,9 ab	5,0 b	5,0 a	1,0 a	5,0 a	3,0 a	6,0 a	5,0 a	3,0 a b	0,6 bcd

Tabela 1.5. Características morfológicas das ramas de batata-doce de clones do Banco Germoplasma mantido na Embrapa Hortaliças. Brasília-DF, 2018. Continuação.

As testemunhas comuns em todos os blocos apresentaram vigor maior que a maioria dos genótipos estudados. Quanto à pubescência da rama, 33% dos genótipos estudados foram considerados esparsos, de acordo com Huamam (1992), por possuírem quantidade pequena de pelos na haste, ao passo que 21% apresentaram quantidade moderada (Tabela 1.5). De acordo com a característica número de lóbulos da folha, observou-se que a maioria dos clones possuem um lóbulo na folha; no entanto, foram encontrados clones com até sete lóbulos na folha (CNPB 826, CNPB962 e CNPB908, respectivamente (Tabela 1.5). Ritschel et al. (2002), no trabalho com batata-doce, verificaram que os maiores coeficientes de diversidade da parte aérea foram número de lóbulos da folha e pigmentação de nervuras.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 1.5, pode-se inferir que a cor predominante das ramas apresentou-se como um bom descritor para a caracterização, quando comparado aos outros descritores da parte aérea da planta, pois foi constatada uma variação entre os genótipos estudados. A característica formato geral da folha possibilitou boa discriminação dos acessos, sendo que, do total analisado, 38% possuem o formato cordata e 34% o triangular. No quesito de cor secundária da rama, observou-se que 41% apresentaram base verde e 27% ápice verde, tornando-se uma boa indicadora da variabilidade presente, com a vantagem de facilitar a classificação. Assim, essas estas três características combinadas pode ser útil na diferenciação de acessos e identificação de variedades de batata-doce. De acordo com Miranda (1982), a batata-doce é cultivada em todo o território nacional, apresenta uma infinidade de formas, com grande diversidade fenotípica e genotípica e praticamente todas as variedades. Os diversos estados brasileiros possuem características morfoagronômicas peculiares; assim, conhecer a morfologia pode fornecer dados importantes, a fim de se evitar o plantio de variedades idênticas e, conseqüentemente, evitar o estreitamento genético da espécie.

Observa-se que os descritores referentes à parte aérea revelaram elevada variabilidade genética entre os acessos inclusos nos experimentos (Tabela 1.5). O formato geral e a cor da folha madura foram as características com considerável variabilidade entre os acessos, corroborando a informação dada por Murilo (1990), o qual cita o formato das folhas como uma das características mais importantes na distinção genotípica. Similarmente, observando as características, a cor secundária e o comprimento das ramas foram as que apresentaram maior variação. A pubescência do ápice das ramas foi, de todas as características avaliadas, a única que apresentou todas as classes possíveis para os 102 acessos avaliados (Tabela 1.5).

No que se refere à cor predominante da rama, a maioria dos acessos (80%) encontraram-se dentro da mesma classe. Quanto à cor secundária das ramas, os acessos foram distribuídos de forma mais diferenciada (0 - ausente; 1 - base verde; 2 - ápice verde; 3 - nós verdes; 4 - base roxa; 5 - ápice roxo). Portanto, a cor secundária da rama possibilitou maior diferenciação nos acessos. De forma análoga, a pubescência do ápice das ramas apresentou-se como um bom descritor para a caracterização.

A característica comprimento das ramas propiciou boa discriminação dos acessos, tornando-se uma boa indicadora da variabilidade presente, com a vantagem de ser de fácil classificação. Fica evidente, ao se comparar a cor da folhagem madura com a cor da folhagem imatura (Tabela 1.5), que a última se destacou pela maior variação para os acessos avaliados, revelando-se de maior utilidade na distinção genotípica.

Os resultados obtidos com a caracterização morfológica do Banco de Germoplasma de batata-doce têm auxiliado na orientação de outras atividades relacionadas com sua organização. Representam também a primeira etapa no processo de gerar informação sobre o germoplasma nacional de batata-doce.

Na Figura 3, encontra-se o dendograma de dissimilaridade morfológica da parte aérea de 102 clones de batata-doce, estabelecido pelo método UPGMA, utilizando-se a distância Euclidiana, com base em 15 caracteres morfológicos.

Constatou-se a formação de 17 grupos diferentes. Os critérios utilizados para o estabelecimento de grupos de itens como, por exemplo, acessos, clones, cultivares, entre outros –, a partir da análise de dendogramas, vêm sendo empregados por muitos pesquisadores na investigação do relacionamento entre itens em pesquisas biológicas (DIAS, 1980).

O maior grupo formado, o décimo sétimo grupo, apresentou-se com mais de 50% dos clones estudados, com 47 clones (CNPH824, CNPH845 CNPH 1366, CNPH942, CNPH1369, CNPH895, CNPH886, CNPH848, CNPH909, CNPH876, CNPH823, CNPH899, CNPH969, CNPH1262, CNPH1261, CNPH1132, CNPH813, CNPH832, CNPH834, CNPH858, CNPH803, CNPH817, CNPH825, CNPH901, CNPH804, CNPH801, CNPH799, CNPH1401, CNPH809, CNPH796, CNPH797, CNPH787, CNPH798, CNPH 790, CNPH777, CNPH789, CNPH773, CNPH785, CNPH774, CNPH768, CNPH786, CNPH959, CNPH769, CNPH867, CNPH806, CNPH1283 e CNPH894). Segundo Huamán (1992) e Halcomb et al. (1977), a formação de grupos grandes dá indícios de duplicidade de materiais. A caracterização morfológica de um banco de germoplasma é normalmente a forma mais acessível de quantificar sua diversidade genética e é bastante utilizada.

Constou-se a formação de dois grupos com dois clones: primeiro (CNPH 1277, T2) e segundo grupo (CNPH 983, CNPH965). Verificou-se, ainda, a formação de cinco grupos com três clones cada (terceiro grupo - CNPH 904, CNPH946 e CNPH1389; quarto grupo - CNPH1010, CNPH952 e CNPH1395; quinto grupo -CNPH887, CNPH932 e CNPH370; sexto grupo - CNPH878, CNPH871 e CNPH1285; sétimo grupo - CNPH 877,

CNPH916 e CNPH1284). Os seis grupos restantes apresentaram quatro clones cada um (oitavo grupo - CNPH962, CNPH906, CNPH1265 e CNPH1397; nono grupo - CNPH874, CNPH908, CNPH1277, T1; décimo grupo - CNPH872, CNPH900, CNPH961 e CNPH829; décimo primeiro grupo - CNPH893, CNPH953, CNPH865 e CNPH837; décimo segundo grupo - CNPH826, CNPH980, CNPH869 e CNPH964; décimo terceiro grupo - CNPH949, CNPH1390, CNPH857 e CNPH1027; décimo quarto grupo -CNPH948, CNPH1387, CNPH852 e CNPH896; décimo quinto grupo - CNPH888, CNPH936, CNPH1163 e CNPH1377, décimo sexto CNPH1403, CNPH 947, CNPHb889 e CNPH858), conforme a figura 3. Alguns estudiosos relatam que o estabelecimento dos grupos deve ser feito de maneira subjetiva, tendo por base as mudanças acentuadas de níveis que ocorrem no dendograma, associadas ao conhecimento prévio que o pesquisador possui do material avaliado (CRUZ et al., 1997).

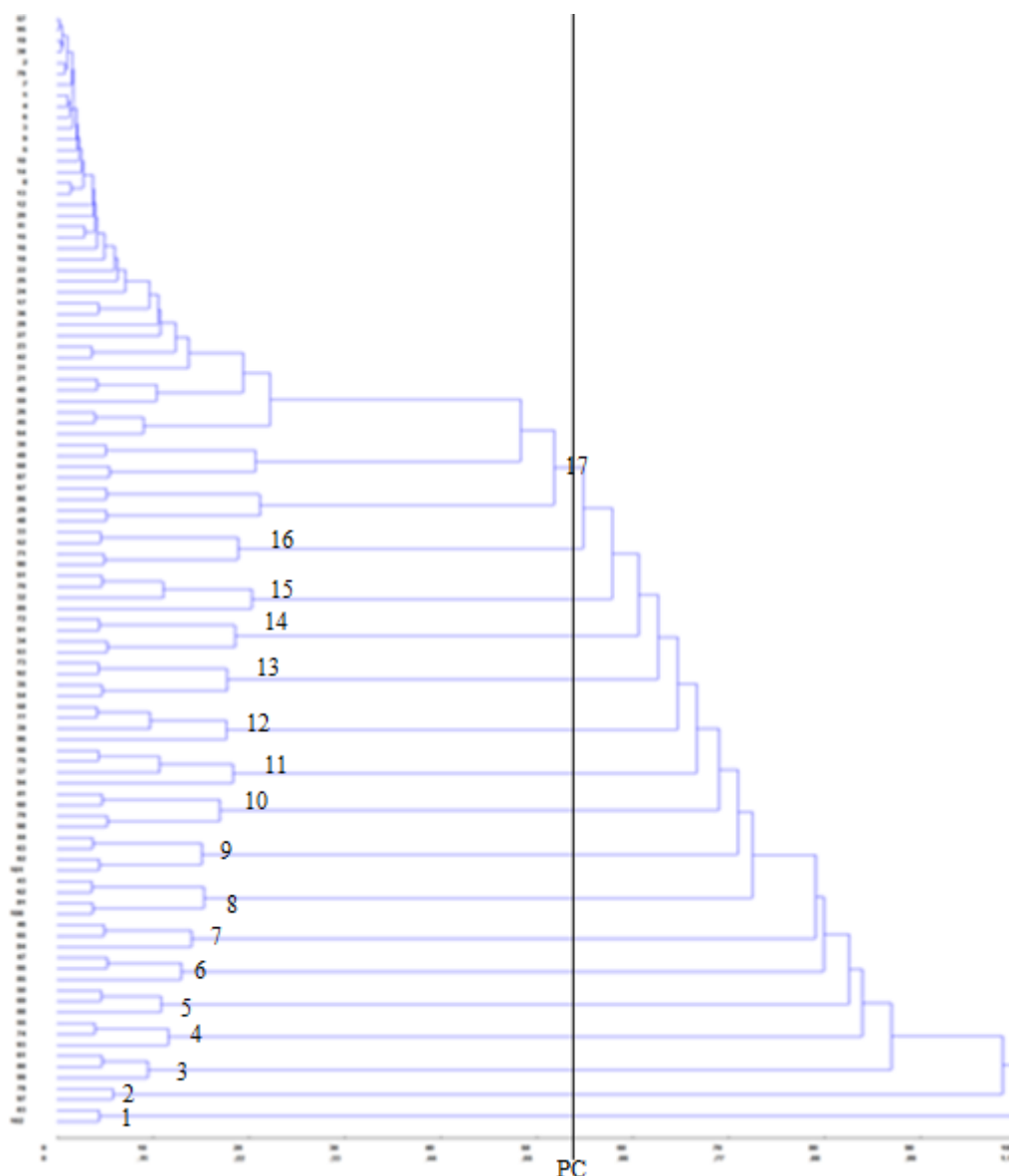


Figura 3. Dendrograma de dissimilaridade de 1 a 102 clones de batata-doce, estabelecido pelo método UPGMA, utilizando-se a distância Euclidiana, com base em 15 descritores morfoagronômicos das ramas. Embrapa Hortaliças, Brasília -DF, 2018. PC= Ponto de Corte.

Os genótipos pertencentes aos grupos mais distantes dão um indicativo de serem dissimilares, podendo ser considerados promissores na escolha de progenitores para cruzamentos artificiais, com grande possibilidade de obter populações segregantes superiores. Porém, além da divergência, os clones selecionados devem apresentar

complementação gênica, associada com média elevada e variabilidade para os caracteres avaliados (MARTINS et al., 2012).

Observando as correlações de Pearson (Tabela 1.6), verifica-se que os componentes do número de lóbulos da folha foram moderadamente correlacionados com o tipo de lóbulo da folha (0,68). Correlações de Pearson com valor intermediário ocorreram também entre as variáveis DEN e CEN (0,48), TLF e FGF (0,66), NLF e FGF (0,65), FLC e FGF (0,51), FLC e TLF (0,52) e, ainda, entre CFM e CPR (0,41).

De uma forma geral, as correlações entre os caracteres estudados da parte aérea dos clones de batata-doce foram consideradas fracas para a maioria dos descritores. Segundo Shimakura & Ribeiro Júnior (2009), os valores das correlações podem ser interpretados como muito fracos quando estiverem entre 0,00 e 0,19; fracos entre 0,20 e 0,39; moderados entre 0,40 e 0,69; fortes entre 0,79 e 0,89 ou muito fortes com valores variando entre 0,90 e 1,0. Esta classificação tem se mostrado mais adequada para avaliar as magnitudes das correlações.

Dentre as 16 características analisadas, foram encontrados, de acordo com a correlação de Pearson, valores de correlações negativos, positivos e, ainda, valores próximos a zero. Contudo, as correlações negativas, conforme visto na Tabela 6 para as características CPR e DEN (-0,27), indicam uma correlação negativa fraca entre as duas variáveis, isto é, se uma aumenta, a outra diminui. Com os caracteres de CSR e CEN, foram observados valores próximos de zero, o que significa que as duas variáveis não dependem linearmente uma da outra. No entanto, pode existir outra dependência que seja não linear. Assim, o resultado $r = 0$ deve ser investigado por outros meios. A correlação formato geral da folha com as variáveis de qualidade foram positivas (Tabela 1.6). Isto indica uma classificação de características independentes entre si.

Tabela 1.6. Matriz de correlação de Pearson entre as variáveis morfológicas das ramas de batata-doce. Embrapa Hortaliças. Brasília –DF, 2018.

	TP	CEN	DEN	CPR	CSR	TPR	FGF	TLF	NLF	FLC	TFM	CFM	CFI	CMR	PMR	Vigor
TP	1	0,05	-0,11	-0,06	0,34	0,18	-0,18	-0,26	-0,17	-0,23	-0,01	-0,18	0,01	0,16	-0,15	-0,01
CEN		1	0,48*	0,03	0,01	0,13	0,08	0,06	0,09	-0,07	0,3	0,01	-0,03	0,35	0,37*	0,22
DEN			1	-0,27	0,19	0,19	-0,05	0,05	0,03	-0,04	0,28	0,09	-0,01	0,13	0,08	0,15
CPR				1	-0,13	-0,09	0,27	0,02	0,04	0,24	-0,1	0,17	0,41*	-0,05	0,1	-0,05
CSR					1	0,12	-0,3	-0,36	-0,24	-0,34	0,18	-0,06	0,02	-0,01	-0,18	-0,03
TPR						1	-0,02	0,02	0,15	-0,23	0,22	0,02	0,13	0,16	-0,01	-0,07
FGF							1	0,66*	0,65*	0,51*	0,02	0,37	0,1	-0,14	0,25	-0,05
TLF								1	0,68*	0,52*	-0,06	0,28	-0,02	-0,02	0,18	-0,09
NLF									1	0,29	0,11	0,16	0,13	-0,07	0,2	-0,05
FLC										1	0,02	0,2	0,08	-0,01	0,07	-0,05
TFM											1	-0,13	0,05	0,18	0,21	0,07
CFM												1	0,1	-0,01	0,15	0,11
CFI													1	-0,01	0,01	-0,14
CMR														1	0,2	0,09
PMR															1	0,23
Vigor																1

Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t. TP - tipo de planta; CEN - comprimento do entrenó; DEN - diâmetro do entrenó; CPR - cor predominante da rama; CSR - cor secundária da rama; TPR - tipo de pubescência da rama; FGF - formato geral da folha; TLF - tipo de lóbulo da folha; NLF - número de lóbulos da folha; FLC - formato do lóbulo central; TFM - tamanho da folha madura; PNA - pigmentação das nervuras abaxiais; CFM - cor da folha madura; CFI - cor da folha imatura; CMP - comprimento médio do pecíolo; PP - pigmentação do pecíolo; CMR - comprimento médio das ramas; PR - peso das ramas, VR - Vigor.

Pereira et al. (2003) e Daros et al. (2002), destacam que, em melhoramento de plantas, dentre as várias características de seleção, a correlação é uma forma de fornecer uma identidade para cada material, por meio do conhecimento de uma série de dados que permitam estudar a variabilidade genética de cada característica. Quando a caracterização é realizada por meio de dados morfológicos, a quantificação da diversidade entre acessos só terá significado se a divergência fenotípica refletir a divergência genética (BUZAR et al., 2007).

A herdabilidade constitui-se em um caráter de grande importância no melhoramento de plantas, por estimar a porção herdável da variação fenotípica; assim, o sucesso no melhoramento de qualquer caráter requer, obrigatoriamente, que ele seja herdável e que exista variação na população onde se pratica a seleção (CRUZ & CARNEIRO, 2006). As correlações dependem da herdabilidade, de tal modo que, se ambos os caracteres correlacionados apresentam herdabilidades baixas, a correlação

fenotípica será determinada principalmente pelas correlações ambientais; mas, quando há herdabilidades altas, então correlações genéticas são as mais importantes (FALCONER, 1987).

Os resultados dos parâmetros genéticos referentes às raízes dos 102 genótipos de batata-doce encontram-se na Tabela 1.7.

Em relação à herdabilidade genética no sentido amplo (Tabela 1.7), os valores variaram de 27,59 (°Brix) a 91,19 (cor secundária da polpa), valores considerados de baixos a altos. Foi observada para a característica produção total de raízes em toneladas por hectare uma herdabilidade média de 86,11.

Conforme os resultados, pode-se afirmar que estes valores indicam existir influência ambiental, o que dificulta o processo de seleção. No estudo realizado por Vieira et al. (2009), foram encontrados valores de herdabilidade semelhantes a esta pesquisa: 0,94 para a característica comprimento da raiz de cenouras. Estes valores são considerados altos, indicando avanços significativos na seleção de material genético para este caractere. Carvalho et al. (2001) argumentam que caracteres com baixa herdabilidade tendem a dificultar o processo de seleção, devido à grande influência do ambiente.

Tabela 1.7. Parâmetros genéticos das características agronômicas de 102 clones de batata-doce do Banco de Germoplasma da Embrapa Hortaliças. Brasília-DF, 2018.

Parâmetros	°Brix	CMR	CPP	CPR	CSP	DSR	DMR
h_s^2 (%)	27,59	64,16	68,85	64,89	91,19	60,34	70
CV _g (%)	21,42	23,51	25,00	25,71	7,45	10,43	17,99
CV _e (%)	18,62	16,56	20,36	23,36	8,08	11,23	21,99
CV _g /CV _e	1,15	1,41	1,22	1,10	0,92	0,93	0,82

Parâmetros	FR	ICP	NTR	PRC	PT	NRC
h_s^2 (%)	69,61	70	71	82,84	86,11	75,51
CV _g (%)	18,05	22,99	12,99	10,26	14,69	9,37
CV _e (%)	20,81	21,99	20,99	15,38	11,78	10,24
CV _g /CV _e	0,87	1,05	0,62	0,67	1,25	0,91

CMR - comprimento da raiz; CPP - cor predominante da polpa; CPR - cor predominante da raiz; CSP - cor secundária da polpa; DSR - defeito na superfície da raiz; DMR - diâmetro da raiz; FR - formato da raiz; ICP - intensidade da cor predominante; NTR - número total de raízes; PCMR - peso das raízes comerciais (t ha⁻¹); PT - produtividade total (t ha⁻¹); NRC - número de raízes comerciais.

Analisando o coeficiente de herdabilidade (h_a^2) das características agrônomicas consideradas importantes para a batata-doce, tais como cor predominante da raiz, cor predominante da polpa, formato da raiz e comprimento da raiz, pode-se constatar que estes descritores obtiveram herdabilidade acima de 60%. Desta forma, pode-se afirmar que a variação de ordem genética predominou sobre a ambiental para a maioria dos caracteres estudados (Tabela 1.8). Segundo Allard (1971) e Cruz & Regazzi (1994), as estimativas de herdabilidade, juntamente com o coeficiente de variação genética, oferecem uma melhor visão sobre o avanço genético a ser esperado com a seleção.

O valor da herdabilidade é obtido pela razão entre as variâncias genética e fenotípica e oscila entre zero e um. Se igual ao valor de uma unidade, o genótipo determina o fenótipo completamente e o ambiente não afeta a sua expressão. No entanto, se igual a zero, a causa da variabilidade fenotípica observada no caráter em seleção é decorrente do ambiente e não dos efeitos genéticos, sem ocorrência de correlação entre o valor genético e o valor fenotípico, desfavorecendo a seleção (RAMALHO et al., 2012).

Na Tabela 1.8, encontram-se os resultados das características morfoagronômicas das raízes de 102 clones de batata-doce.

Os resultados da análise de variância das 13 características morfológicas mensuradas em 102 genótipos de batata-doce, conforme a Tabela 1.8, apresentaram coeficientes de variação oscilando entre 13% (NP) e 41,8% (NTR). Foi observado um número considerado elevado para o coeficiente de variação CV% e para as características FR (24), CPP (31,1), CSP (29,1), DSR (32,2), NTR (41,8) e PT (25,5). Este fato pode ser explicado devido à variabilidade apresentada para os descritores analisados, mesma situação relatada em alguns estudos sobre a cultura da batata-doce. Amaro et al. (2017), pesquisando o desempenho de cultivares de batata-doce na região do Alto Paranaíba-MG, encontraram CV% variando de 9,23 a 29,10 para a porcentagem da massa de raízes

comerciais em relação à massa total de raízes e o ataque de insetos, respectivamente. Silva et al (2015) encontraram valores entre 1,78 a 54,37 para peso específico e número de raízes com padrão comercial. Kalkmann et al. (2013), em estudo com 24 clones de batata-doce, encontraram CV% de até 69,26% para o número de massa de ovos de *Meloidogyne incognita* na sua pesquisa. Isso reforça a grande variação existente para a cultura da batata-doce, corroborando os resultados da presente pesquisa.

Os descritores da raiz, cor predominante da raiz (CPR), cor secundária da polpa (CSP) e produção total (PT), apresentaram diferença estatística a 5% de probabilidade. (Tabela 1.8).

Em estudo realizado por Carmona et al. (2015), no qual foi avaliada a divergência genética entre acessos de batata-doce, utilizando descritores morfoagronômicos de raízes de batata-doce, foram encontradas diferenças estatísticas para os caracteres diâmetro da raiz, comprimento da raiz e para a produção em t ha⁻¹.

Os sólidos solúveis totais não apresentaram diferenças estatisticamente significativas (Tabela 1.8), foram encontrados valores entre 5,0 (CNPH 787) e 20,6 °Brix (CNPH 1396), e 19,6% dos clones apresentaram 11 °Brix. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), o teor de sólidos solúveis totais é uma medida indireta para mensurar o teor de açúcares, indicando o grau de maturidade, e pode variar de 2% a 25%, dependendo da espécie, dos estádios de maturação e do clima. No estudo realizado por Silveira et al. (2011), foram encontrados teores de sólidos solúveis totais em clones de batata-doce na estação da seca e na estação chuvosa, entre 6 e 17,33 °Brix, resultados similares aos encontrados nesta pesquisa.

Tabela 1.8. Características agrônômicas das raízes de clones de batata-doce, mantidos no Banco de Germoplasma da Embrapa Hortaliças. Brasília – DF, 2018.

Trat.	°Brix	CR	FR	CPP	CPR	CSP	DSR	DMR	ICP	NP	NTR	PT
CNPH1389	20,6 a	13,7a	8,0 a	1,9 a	2,6 a	0,7 a	2,3 a	1,8 a	1,6 a	1,1 a	14,8 a	12,5 a
CNPH1163	16,5 a	13,3 a	1,7 a	2,8 a	2,9 a	1,2 a	0,6 a	2,3 a	1,9 a	1,1 a	17,3 a	13,6 a
CNPH1403	16,0a	13,8 a	7,0 a	2,8 a	1,4 a	1,2 a	2,3 a	2,3 a	1,6 a	1,5 a	15,9 a	13,1 a
CNPH797	15,8 a	14,4 a	6,0 a	1,9 a	2,6 a	0,7 a	0,8 a	2,2 a	1,1 a	1,5 a	19,9 a	17,8 a
CNPH809	15,6 a	13,3 a	1,3 a	1,9 a	3,0 a	0,7 a	0,8 a	2,4 a	1,7 a	1,1 a	17,8 a	15,3 a
CNPH1370	15,1 a	12,8 a	4,0 a	1,9 a	2,6 a	0,7 a	0,9 a	2,1 a	1,4 a	1,3 a	13,9 a	13,9 a
CNPH798	15,0 a	12,9 a	8,0 a	1,9 a	1,7 a	0,7 a	0,8 a	1,7 a	1,1 a	1,5 a	17,1 a	14,2 a
CNPH874	14,9 a	22,9 a	2,0 a	1,9 a	2,4 a	0,7 a	1,4 a	2,5 a	1,4 a	1,5 a	13,9 a	13,7 a
CNPH871	14,9 a	13,7 a	3,0 a	1,9 a	2,6 a	0,7 a	2,5 a	2,6 a	1,4 a	1,3 a	12,6 a	11,5 a
CNPH872	14,9 a	13,0 a	3,0 a	1,9 a	2,6 a	0,7 a	2,5 a	2,5 a	1,4 a	1,3 a	15,3 a	13,8 a
CNPH969	14,9 a	13,4 a	8,0 a	1,2 a	1,4 a	0,7 a	0,6 a	2,1 a	1,4 a	1,3 a	12,3 a	11,0 a
CNPH942	14,7 a	12,7 a	2,1 a	1,9 a	2,6 a	0,7 a	0,4 a	1,9 a	1,5 a	2,0 a	14,1 a	11,1 a
CNPH949	14,6 a	12,9 a	2,1 a	1,2 a	1,1 a	0,7 a	1,6 a	2,1 a	1,9 a	1,7 a	14,0 a	11,4 a
CNPH785	14,2 a	14,3 a	6,0 a	2,6 a	1,3 a	0,7 a	2,8	1,6 a	1,2 a	1,5 a	13,5 a	14,4 a
CNPH817	14,2 a	13,3 a	4,0 a	2,7 a	3,7 a	0,1 a	0,6 a	2,9 a	0,7 a	1,3 a	13,5 a	11,1 a
CNPH936	14,1 a	12,9 a	2,1 a	2,3 a	2,4 a	2,1 a	1,2 a	2,4 a	1,5 a	1,7 a	12,2 a	10,2 a
CNPH1397	14,1 a	14,2 a	9,0 a	2,3 a	2,4 a	2,9 a	2,3 a	2,5 a	1,6 a	1,1 a	16,2 a	15,2 a
CNPH824	13,9 a	14,2 a	3,0 a	1,9 a	1,1 a	0,7 a	0,6 a	2,2 a	1,1 a	1,1 a	14,2 a	13,5 a
CNPH1282	13,7 a	12,8 a	9,0 a	2,0 a	1,1 a	3,1 a	0,9 a	1,7 a	1,4 a	1,3 a	13,4 a	13,0 a
CNPH916	13,6 a	23,5 a	3,0 a	1,9 a	1,3 a	0,7 a	2,8 a	2,9 a	1,4 a	1,8 a	12,7 a	16,5 a
CNPH948	13,5 a	12,7 a	2,1 a	1,9 a	1,1 a	0,7 a	0,4 a	1,7 a	1,5 a	2,0 a	11,7 a	10,8 a
CNPH1277	13,5 a	12,8 a	1,6 a	2,1 a	2,9 a	0,7 a	2,1 a	2,4 a	2,0 a	1,3 a	15,9 a	13,3 a
CNPH857	13,5 a	14,4 a	3,0 a	1,2 a	2,8 a	0,7 a	0,6 a	2,5 a	1,4 a	1,0 a	15,1 a	12,3 a
CNPH888	13,4 a	13,1 a	4,0 a	1,9 a	1,7 a	0,7 a	2,0 a	1,4 a	1,4 a	1,1 a	13,1 a	13,0 a
CNPH1284	13,2 a	12,8 a	1,6 a	2,3 a	2,8 a	2,9 a	2,6 a	2,4 a	1,7 a	1,7 a	16,8 a	15,7 a
CNPH799	12,8 a	12,9 a	8,0 a	1,3 a	1,3 a	0,7 a	0,8 a	1,37 a	1,4 a	1,5 a	15,9 a	13,2 a
CNPH878	12,8 a	12,8 a	1,2 a	1,9 a	2,4 a	0,7 a	0,6 a	1,8 a	1,1 a	1,1 a	12,8 a	13,4 a
CNPH887	12,8 a	13,2 a	9,0 a	1,9 a	1,7 a	0,7 a	1,7 a	1,8 a	1,1 a	1,5 a	12,3 a	12,5 a
CNPH1395	12,8 a	13,6 a	1,5 a	1,4 a	2,6 a	0,7 a	2,4 a	2,6 a	1,6 a	1,5 a	17,5 a	11,7 a
CNPH1265	12,6 a	12,3 a	1,2 a	2,0 a	2,6 a	0,7 a	2,8 a	2,4 a	1,7 a	2,0 a	15,5 a	13,2 a
CNPH837	12,5 a	14,1 a	1,1 a	0,5 a	1,1 a	0,7 a	1,9 a	3,1 a	1,2 a	1,5 a	16,1 a	13,8 a
CNPH947	12,5 a	13,2 a	5,0 a	1,9 a	1,1 a	0,7 a	1,2 a	2,3 a	1,9 a	1,7 a	12,6 a	10,3 a
CNPH980	12,4 a	13,4 a	7,0 a	1,4 a	1,4 a	0,7 a	2,6 a	2,5 a	1,6 a	1,5 a	14,0 a	12,3 a
CNPH1285	12,3 a	13,9 a	4,0 a	1,9 a	2,4 a	0,7 a	1,8 a	2,8 a	1,4 a	1,3 a	15,4 a	16,6 a
CNPH961	12,3 a	13,8 a	3,0 a	0,3 a	2,4 a	0,7 a	2,8 a	2,6 a	1,4 a	1,7 a	14,4 a	13,6 a
CNPH803	12,1 a	12,8 a	4,0 a	1,9 a	3,2 a	0,7 a	0,8 a	1,7 a	1,4 a	2,0 a	17,8 a	14,1 a
CNPH908	12,1 a	13,5 a	3,0a	2,8 a	2,5 a	0,7 a	0,5 a	2,6 a	1,4 a	1,1 a	13,5 a	14,3 a
CNPH768	12,1 a	13,2 a	2,0 a	2,0 a	2,7 a	0,7 a	1,2 a	2,7 a	1,9 a	1,5 a	13,8 a	14,5 a
CNPH1283	12,8 a	12,7 a	1,5 a	1,8 a	2,8 a	1,6 a	1,9 a	2,3 a	1,6 a	1,5 a	17,6 a	13,9 a
CNPH1387	12,8 a	13,7 a	1,1 a	1,8 a	2,9 a	2,9 a	2,6 a	2,8 a	1,9 a	1,5 a	16,2 a	18,5 a
CNPH813	12,2 a	15,0 a	3,0 a	2,4 a	3,3 a	0,1 a	2,5 a	3,5 a	1,0 a	2,2 a	17,9 a	18,6 a
CNPH965	11,9 a	13,4 a	2,0 a	2,2a	2,6 a	0,7 a	0,8 a	1,6 a	1,6 a	1,1 a	17,1 a	13,8 a
CNPH1390	11,8 a	14,2 a	8,0 a	0,8 a	1,4 a	0,7 a	2,4 a	2,5 a	1,6 a	1,1 a	16,7 a	16,9 a
CNPH964	11,8 a	13,6 a	2,0 a	2,3 a	2,6 a	0,7 a	0,8 a	1,4 a	1,6 a	1,1 a	18,2 a	14,7 a
CNPH829	11,8 a	14,5 a	2,0 a	0,8 a	2,4 a	0,7 a	2,6 a	2,1 a	1,6 a	1,8 a	16,1 a	13,6 a
CNPH889	11,7 a	12,1 a	1,2 a	1,9 a	1,7 a	0,7 a	1,7 a	1,4 a	1,4 a	1,5 a	13,4 a	13,1 a
CNPH1401	11,6 a	14,3 a	7,0 a	1,3 a	2,8 a	0,7 a	0,8 a	2,6 a	1,4 a	1,1 a	15,2 a	13,3 a
CNPH850	11,6 a	12,2 a	1,1 a	1,0 a	2,4 a	0,7 a	0,6 a	1,5 a	1,4 a	1,0 a	12,6 a	11,2 a

Tabela 1.8. Características agrônômicas das raízes de clones de batata-doce, mantidos no Banco de Germoplasma da Embrapa Hortaliças. Brasília – DF, 2018. Continuação.

CNPH796	10,7 a	26,0 a	7,0 a	1,3 a	1,7 a	0,7 a	0,8 a	1,7 a	1,1 a	1,8 a	15,4 a	12,7 a
CNPH790	10,7 a	15,0 a	1,6 a	2,0 a	2,7 a	0,7 a	2,8 a	2,5 a	1,6 a	1,5 a	15,2 a	17,4 a
CNPH826	10,7 a	13,0 a	1,6 a	1,6 a	2,5 a	0,6 a	0,5 a	2,0 a	1,4 a	1,8 a	12,3 a	15,2 a
CNPH777	10,5 a	13,9 a	2,0 a	1,1 a	1,6 a	1,6 a	2,8 a	2,5 a	1,2 a	1,8 a	14,5 a	15,0 a
CNPH1010	10,4 a	13,4 a	1,1 a	1,3 a	1,4 a	1,2 a	1,6 a	2,7 a	1,6 a	1,5 a	14,3 a	14,4 a
CNPH867	10,4 a	12, a	2,0 a	1,3 a	2,4 a	0,7 a	2,5 a	2,3 a	1,4 a	1,3 a	11,0 a	10,5 a
CNPH896	10,3 a	12,9 a	4,0 a	1,3 a	2,8 a	0,7 a	1,7 a	2,5 a	1,7 a	1,5 a	12,8 a	12,7 a
CNPH801	10,8a	13,1 a	8,0 a	1,3 a	3,0 a	0,7 a	0,8 a	1,4 a	1,4 a	1,8 a	15,4 a	14,2 a
CNPH946	10,2 a	13,2 a	2,0 a	1,1 a	2,4 a	0,7 a	2,4 a	2,8 a	1,7 a	1,7 a	12,7 a	12,5 a
CNPH1366	10,0 a	13,6 a	1,6 a	0,7 a	1,1 a	0,7 a	0,9 a	2,4 a	1,4 a	1,7 a	15,8 a	15,3 a
CNPH1261	11,5 a	28,0 a	7,0 a	2,7 a	2,9 a	1,2 a	2,3 a	2,5 a	1,2 a	1,5 a	17,1 a	14,1 a
CNPH806	11,4 a	25,0 a	1,3 a	1,9 a	2,6 a	0,7 a	2,0 a	2,7 a	1,1 a	1,5 a	16,8 a	15,2 a
CNPH877	11,4 a	25,0 a	8,0 a	1,3 a	2,6 a	0,7 a	1,4 a	2,6 a	1,4 a	1,1 a	13,4 a	13,8 a
CNPH1262	11,4 a	14,0 a	14,0 a	2,1 a	2,8 a	0,7 a	2,5 a	2,7 a	1,6 a	1,5 a	17,7 a	17,1 a
CNPH1377	11,3 a	22,0 a	7,0 a	0,8 a	2,6 a	0,7 a	0,8 a	1,9 a	1,6 a	1,5 a	15,9 a	13,1 a
CNPH773	11,3 a	23,0 a	2,0 a	2,0 a	1,3 a	0,7 a	3,2 a	2,0 a	0,7 a	1,5 a	14,1 a	14,2 a
CNPH886	11,3 a	28,0 a	7,0 a	2,1 a	1,4 a	0,7 a	0,6 a	2,6 a	1,7 a	1,5 a	14,6 a	14,6 a
CNPH1027	11,3 a	28,0 a	3,0 a	1,3 a	1,4 a	0,7 a	1,8 a	2,1 a	1,2 a	1,5 a	13,9 a	11,2 a
CNPH858	11,3 a	22,0 a	1,1 a	1,3 a	1,4 a	0,7 a	0,6 a	2,7 a	1,4 a	1,3 a	11,0 a	11,7 a
CNPH894	11,2 a	24,0 a	2,0 a	2,0 a	2,7 a	0,7 a	0,5 a	2,0 a	1,7 a	1,5 a	11,1 a	13,9 a
CNPH869	11,2 a	28,0 a	2,0 a	0,5 a	1,4 a	0,7 a	1,5 a	2,7 a	0,5 a	1,3 a	14,5 a	13,5 a
CNPH774	11,1 a	14,0 a	2,0 a	2,0 a	2,3 a	0,7 a	2,8 a	2,5 a	1,6 a	1,5 a	15,9 a	16,9 a
CNPH1369	11,0 a	23,0 a	7,0 a	0,7 a	1,1 a	0,7 a	2,6 a	2,6 a	1,4 a	1,7 a	16,2 a	15,6 a
CNPH895	10,8 a	30,0 a	3,0 a	1,3 a	2,8 a	1,2 a	1,8 a	2,1 a	2,2 a	1,7 a	19,9 a	19,1 a
CNPH983	10,0 a	11,3 a	2,0 a	1,3 a	0,6 a	0,7 a	1,7 a	2,5 a	1,6 a	2,0 a	13,0 a	10,8 a
CNPH893	9,9a	14,1 a	8,0 a	2,0 a	2,3 a	0,7 a	2,3 a	2,5 a	2,0 a	1,5 a	12,6 a	15,6 a
CNPH962	9,8 a	14,3 a	3,0 a	3,4 a	3,7 a	0,7 a	0,6 a	2,9 a	1,3 a	1,3 a	22,9 a	15,5 a
CNPH900	9,7 a	12,8 a	2,0 a	2,0 a	1,3 a	0,7 a	1,9 a	2,2 a	1,7 a	1,8 a	12,0 a	14,1 a
CNPH823	9,7 a	14,3 a	4,0 a	2,4 a	2,0 a	0,1 a	0,6 a	3,3 a	1,0 a	1,3 a	16,9 a	12,5 a
CNPH959	9,7 a	13,6 a	3,0 a	1,3 a	1,4 a	0,7 a	1,2 a	1,9 a	1,9 a	1,3 a	15,2 a	14,0 a
CNPH804	9,7 a	13,4 a	5,0 a	1,0 a	1,3 a	0,7 a	2,7 a	1,7 a	1,4 a	1,5 a	16,9 a	15,7 a
CNPH906	9,7 a	13,3 a	1,2 a	2,5 a	1,9 a	0,7 a	2,3 a	3,1 a	1,4 a	1,8 a	13,0 a	16,3 a
CNPH932	9,5 a	13,0 a	3,0 a	1,9 a	2,4 a	0,7 a	1,8 a	1,9 a	1,5 a	2,0 a	13,6 a	11,0 a
CNPH953	9,5 a	13,9 a	3,0 a	1,3 a	1,4 a	0,7 a	1,2 a	2,3 a	1,9 a	1,3 a	16,1 a	14,0 a
CNPH832	9,3 a	13,0 a	1,2 a	3,0 a	3,7 a	0,1 a	0,6 a	3,1 a	1,0 a	1,3 a	14,1 a	11,2 a
CNPH899	9,3 a	28,0a	2,0 a	1,3 a	2,3 a	0,7 a	2,3 a	2,3 a	1,7 a	1,8 a	11,1 a	13,5 a
CNPH1132	9,1 a	23,0 a	1,4 a	1,3 a	2,6 a	1,8 a	2,5 a	2,7 a	1,2 a	1,8 a	15,4 a	16,0 a
CNPH952	8,8 a	19,0 a	3,0 a	2,1 a	2,8 a	2,1 a	0,4 a	1,4 a	1,9 a	1,7 a	12,9 a	10,3 a
CNPH909	8,8 a	13,0 a	1,2 a	2,0 a	2,3 a	0,7 a	2,3 a	3,1 a	1,4 a	1,5 a	13,5 a	17,6 a
CNPH852	8,7 a	15,0 a	1,1 a	1,0 a	2,4 a	1,6 a	0,6 a	1,8 a	1,4 a	1,6 a	12,8 a	12,2 a
CNPH904	8,5 a	14,0 a	1,2 a	1,6 a	2,5 a	0,7 a	2,3 a	2,9 a	1,7 a	1,5 a	15,6 a	19,8 a
CNPH834	8,5 a	13,6 a	3,0 a	2,1 a	3,7 a	0,1 a	0,6 a	2,9 a	1,0 a	2,0 a	16,0 a	12,5 a
CNPH901	8,3 a	13,6 a	1,2 a	2,1 a	2,0 a	0,1 a	2,3 a	2,9 a	1,0 a	2,2 a	14,3 a	13,1 a
CNPH789	8,2 a	13,7 a	1,2 a	1,6 a	1,3 a	0,7 a	2,8 a	2,7 a	1,6 a	1,1 a	14,8 a	17,9 a
CNPH845	8,1 a	15,2 a	7,0 a	2,4 a	3,7 a	2,1 a	1,1 a	3,8 a	1,0 a	2,0 a	13,9 a	13,2 a
CNPH848	7,8 a	13,6 a	1,2 a	2,1 a	2,0 a	0,1 a	1,8 a	3,1 a	1,3 a	2,2 a	15,7 a	12,4 a
CNPH876	7,7 a	12,6 a	8,0 a	1,3 a	2,0 a	0,7 a	0,5 a	2,2 a	1,1 a	1,1 a	13,1 a	12,2 a
CNPH769	7,6 a	14,0 a	2,0 a	2,0 a	2,5 a	0,7 a	2,1 a	2,3 a	1,6 a	1,5 a	16,3 a	19,9 a
CNPH865	7,6 a	12,7 a	1,1 a	1,0 a	2,4 a	0,7 a	0,6 a	2,5 a	1,1 a	1,0 a	12,3 a	11,2 a
CNPH825	7,1 a	13,8 a	3,0 a	2,1 a	3,3 a	0,1 a	0,5 a	2,9 a	1,0 a	1,3 a	14,9 a	13,1 a
CNPH786	5,7 a	12,8 a	1,6 a	2,0 a	2,3 a	0,7 a	2,9 a	2,3 a	1,6 a	2,0 a	13,6 a	14,9 a
CNPH787	5,0 a	13,4 a	9,0 a	1,6 a	1,3 a	0,7 a	1,2 a	2,6 a	1,6 a	1,1 a	11,7 a	13,4 a
Tratamento 1	10,3 a	13,9 a	6,0 a	2,4 a	2,3 a	0,8 a	1,6 a	2,2 a	1,8 a	1,4 a	17,9 a	19,1 a
Tratamento 2	13,4 a	14,6 a	7,0 a	1,4 a	2,9 a	0,7 a	1,7 a	2,5 a	1,6 a	1,3 a	20,0 a	19,5 a
F	1,2	0,98	1,4	0,93	3,83*	7,71*	1,96	0,63	0,33	2,32	0,47	4,69*
Media	11,6	15,41	3,5	1,78	2,3	0,9	1,6	2,4	1,5	1,5	15,4	14,9
C V (%)	18,4	17,9	24	31,1	18,4	29,1	32,2	22,2	21,8	13	41,8	25,2

Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; T1 e T2 - tratamentos comuns; *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; CV- coeficiente de variação; CMR - comprimento das raízes; FR - formato das raízes; CPP - cor predominante da polpa; CPR - cor predominante da raiz; CSP - cor secundária da polpa; DSR - defeito na superfície da raiz; DMR - diâmetro da raiz; ICP - intensidade da cor predominante; NP - nota de pragas; NTR - número total de raízes; PT - produção total (t ha⁻¹). Dados originais transformados em $\sqrt{x+1}$, sendo apresentados os valores originais.

A produção total de raízes entre os clones variou de 10,3 t ha⁻¹ a 19,9 t ha⁻¹. Dentre os clones avaliados, os que apresentaram maior produtividade total de raízes foram as testemunhas T1(19,1 t ha⁻¹) e T2 (19,5 t ha⁻¹) e os clones CNPH 904 (19,8 t ha⁻¹), CNPH 895(19,1 t ha⁻¹) e CNPH 769 (19,9 t ha⁻¹) (Tabela 8). Em estudo realizado por Silva et al. (2012), foi encontrada produtividade de raízes de batata-doce de 33,4 t ha⁻¹. Andrade Junior et al. (2009) obtiveram massa total de raízes de 28,78 t ha⁻¹, valor superior ao encontrado na presente pesquisa, que foi de 19,9 t ha⁻¹. Mendonça & Peixoto (1991), em seu trabalho com batata-doce colhida 150 dias após o plantio, constataram uma produção total de raízes de 20,21 t ha⁻¹, valor semelhante ao obtido neste estudo. Resende (1999) encontrou valores de 10,85 t ha⁻¹ a 15,65 t ha⁻¹. Junior et al. (2012) verificaram uma produtividade de 17,10 t ha⁻¹ e 22,38 t ha⁻¹ de massa total de raízes, sendo que os materiais foram colhidos sete meses após o plantio.

Conforme resultados apresentados na Tabela 1.8, as características intensidade da cor da polpa e cor predominante da polpa foram as mais variáveis, ocorrendo para todos os caracteres, com grande diversidade entre os acessos.

O número total de raiz variou de 10,1 do clone CNPH 850 até 20,1 da testemunha T2 (Tabela 8). Resultados inferiores foram encontrados em estudo realizado por Cavalcante et al. (2009), para o caráter número de raízes de batata-doce por planta, com médias variando de 2,67 até 5,00.

Observou-se que estes clones que apresentaram números maiores e menores de raízes possuem formato das raízes redonda e longa oblonga e que, ainda, apresentaram notas baixas para defeitos nas raízes, 0,6 e 1,7, respectivamente. Percebe-se também, em relação às raízes tuberosas, que o formato foi a característica mais variável, com grande diversidade entre os acessos, constatando-se valores de 29% para o formato redondo, 19% para o formato elíptico e 12% para o redondo elíptico, sucessivamente (Tabela 1.8).

Daros et al. (2002) também observaram que o formato das raízes foi a característica mais variável, com grande diversidade entre os quatorze acessos avaliados. Vasconcellos (1986) cita o formato das raízes como uma das características mais importante na descrição de cultivares. Conforme Azevedo et al. (2000), o formato é uma das características importantes estudadas em programas de melhoramento de batata-doce, considera-se como padrão comercial, batata - doce em formato fusiforme.

Observa-se, no atual trabalho, que os formatos encontrados, longo elíptico e elíptico, coincidem com o formato encontrado por Daros et al. (2002) e que estas características são as mais desejadas para o comércio.

O aspecto da raiz tuberosa é um atributo utilizado pelos consumidores. Geralmente, as batatas-doces mais preferidas são as lisas, bem conformadas e de formato alongado (MIRANDA et al., 1995). Neste trabalho, constatou-se que a média geral de notas para defeitos na raiz foi relativamente baixa (1,6), além de não apresentar diferença estatística significativa. O aspecto da raiz tuberosa é uma característica que poderá ser utilizada como forma de determinação de um padrão comercial de raízes de batata-doce.

A coloração da polpa da raiz de batata-doce varia de branca, creme até roxa, sendo uma característica de importância para a comercialização da mesma. Neste trabalho, foi constatado que mais de 50% dos clones possuem a coloração de polpa creme e 37% a cor de polpa branca (Tabela 1.8). Conforme Miranda et al. (1995), as raízes comercializadas nos grandes centros urbanos apresentam coloração de polpa branca ou creme. Assim, geralmente as raízes tuberosas consideradas de boa aparência são as que apresentam estas colorações. As características cor predominante da polpa e cor predominante da raiz apresentaram baixa variação entre os acessos estudados, com a maioria deles dentro de uma mesma classe, que é aceitável pelo comércio. Vale ressaltar que tais características são suficientes para diferenciação.

Outra característica de fácil identificação e que permite boa diferenciação é a presença de defeitos na superfície da raiz. Foi observado que 65% dos clones avaliados possuem defeitos leves na raiz. Nesta pesquisa, os defeitos encontrados nas raízes foram classificados em: sem defeito, película tipo jacaré, veias e constrictões horizontais rasas (Tabela 1.1.8).

Daros et al. (2002) avaliaram quatorze acessos de batata-doce quanto aos defeitos na superfície da raiz e observaram que para duas classes de defeitos não houve expressão entre os acessos estudados, semelhante a este trabalho (Tabela 1.8), no qual defeitos, fendas rasas, profundas, horizontais e longitudinais não foram identificados nos materiais avaliados.

O comprimento das raízes oscilou entre 11,3 e 30,0 cm, CNPH 895 e CNPH 983, respectivamente (Tabela 1.8). Resultados similares foram verificados por Cavalcante et al. (2009), que encontraram valores variando de 5,0 a 6,7 cm. Entretanto, estes autores caracterizaram apenas onze acessos de batata-doce.

Sabe-se que a classificação da batata-doce no mercado atacadista é caracterizada pela cor da casca, pela polpa, pela sua massa e pela sua qualidade e, geralmente, não se leva em consideração o comprimento e o diâmetro da raiz.

Seguindo o modelo sugerido por Shimakura & Ribeiro Júnior (2009), os valores das correlações podem ser interpretados como muito fracos quando os valores estiverem entre 0,00 e 0,19, fracos entre 0,20 e 0,39, moderados entre 0,40 e 0,69, fortes entre 0,79 e 0,89 ou muito fortes com valores entre 0,90 e 1,0. Esta classificação tem se mostrado mais adequada para avaliar as magnitudes das correlações.

Conforme dados apresentados na matriz de correlação de Pearson (Tabela 1.9), o caráter produção total das raízes correlacionou-se positivamente com número total de raízes (0,96); número total de raízes com peso das raízes comerciais (0,79); peso das

raízes comerciais com produção total de raízes, comprimento das raízes e produção total (0,57). Os caracteres cor secundária da polpa e intensidade da cor predominante (0,54) correlacionaram-se moderadamente, assim como comprimento da raiz correlacionou-se moderadamente com produção total de raízes (0,57), número total de raízes (0,46) e com peso de raízes comerciais (0,52). Foram observadas correlações negativas entre algumas características: foi negativamente correlacionado entre o °Brix e o diâmetro da raiz (-0,28), notas de pragas e defeitos na superfície. Para o caráter notas de pragas, foram constatadas correlações negativas entre a maioria dos caracteres estudados, exceto para cor predominante da polpa e distribuição da cor secundária da polpa (Tabela 1.9). Este fato indica que a resposta correlacionada por meio da seleção indireta não será eficiente com as demais que são negativas.

Segundo Cruz & Carneiro (2003) e Hair et al. (2009), em experimentos agrícolas, e particularmente em programas de melhoramento de plantas, a mensuração de diversos caracteres é um procedimento comum. Para eles, estudos individuais dos caracteres e suas inter-relações poderão fornecer informações significativas, especialmente na identificação de caracteres para seleção indireta.

Tabela 1.9. Matriz de correlação de Pearson entre as variáveis morfológicas das raízes de clones de batata-doce. Embrapa Hortaliças. Brasília-DF, 2018.

	PR	PT	NTR	PRC	NRC	CMR	DMR	FR	DSR	CPR	ICP	CSP	CPP	CSP	DCS	NP	°Brix
PR	1	0.45*	0.52*	0.53*	0.48*	0.28	0.19	0.07	0.04	-0.07	0.12	-0.05	-0.07	0.08	0.17	-0.38*	-0.18
PT		1	0.96*	0.75*	0.35	0.57*	-0.07	-0.12	0.09	0.47*	-0.08	-0.38	0.22	-0.06	0.21	-0.08	0.23
NTR			1	0.79*	0.57*	0.46*	0.08	-0.03	0.13	0.39*	0.12	-0.20	0.19	-0.02	0.18	-0.19	0.14
PRC				1	0.75*	0.52*	0.21	0.06	0.19	0.18	0.11	-0.11	-0.02	-0.04	0.08	-0.17	0.01
NRC					1	0.12	0.51*	0.26	0.25	-0.10	0.51*	0.36*	-0.11	0.07	0.01	-0.36	-0.22
CMRC						1	0.05	0.13	0.05	0.21	-0.20	-0.36*	-0.12	-0.11	0.02	-0.15	0.29
DMR							1	0.04	0.40*	-0.23	0.38*	0.40*	-0.25	0.13	-0.06	-0.08	-0.28
FR								1	0.05	-0.23	0.23	0.24	0.06	0.17	0.10	-0.42	0.08
DSR									1	0.01	0.10	0.06	-0.13	0.01	-0.03	0.21	-0.16
CPR										1	-0.06	-0.18	0.35	0.11	0.21	0.03	0.25
ICP											1	0.54*	0.06	0.08	-0.04	-0.33	-0.15
CSP												1	-0.16	0.06	-0.14	-0.21	-0.41
CPP													1	0.37	0.44*	-0.19	0.29
CSP														1	0.74*	-0.24	0.08
DCS															1	-0.11	0.18
NP																1	-0.08
°Brix																	1

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t; PR- produção de ramos (t ha⁻¹); PT produtividade total (t ha⁻¹); NTR - número total de raízes; PRC - peso das raízes comerciais; NRC - número de raízes comerciais; CMR - comprimento das raízes (cm); DMR- diâmetro das raízes (cm); FR- formato das raízes; DSR - defeitos na superfície das raízes; CPR - cor predominante da raiz; ICP - intensidade da cor predominante; CPP - cor predominante da película; CSP - cor secundária da polpa; NP- notas de pragas das raízes de batata-doce.

Segundo Furtado et al. (2002), as estimativas dos coeficientes de correlação são úteis no entendimento de um caráter complexo, como a produção, mas elas não determinam a importância relativa das influências diretas e indiretas dos outros caracteres na produção. Isso porque a correlação entre duas características mede a associação entre ambas. De acordo com Barbetta et al. (2004), a força, a intensidade ou o grau de relação linear, entre duas variáveis aleatórias, podem ser medidos por meio do coeficiente de correlação linear de Pearson (r).

De acordo com Hair et al. (2009), o coeficiente de correlação linear de Pearson, obtido a partir de amostras grandes, como foi neste estudo (102 clones), não necessariamente precisa apresentar alta magnitude (próximo de 1) para ser significativo, um coeficiente de correlação de Pearson próximo de zero pode ser considerado significativo; porém, pode não ser uma relação importante entre os caracteres, do ponto de vista prático. Alves et al. (2003), ao encontrarem coeficientes de determinação superiores a 0,5 para descritores de cupuaçuzeiro, afirmaram que esses valores reforçam a confiabilidade dos descritores. Segundo Severino et al. (2002), para fins de melhoramento, é importante identificar, dentre as características de alta correlação com a variável básica, aquelas de maior efeito direto, no sentido favorável à seleção, de tal forma que a resposta correlacionada por meio da seleção indireta seja eficiente.

Conforme os resultados obtidos na análise de agrupamento realizada (Figura 3), foi constatada a formação de 16 grupos distintos, a presença de mais de um clone no mesmo grupo e foram verificados, em apenas um dos grupos, 62 clones, considerando o ponto de corte (37,6), de acordo com as médias das distâncias, Isso leva a concluir que existe uma grande possibilidade de existência de acessos duplicados entre o conjunto de materiais analisados. Pode-se inferir que a realização de cruzamentos entre estes clones pertencentes ao mesmo grupo pode reduzir a variabilidade genética para os caracteres

quantitativos e qualitativos, o que é indesejável do ponto de vista do profissional melhorista.

No entanto, segundo Martins et al. (2012), os genótipos pertencentes aos grupos mais distantes dão um indicativo de serem dissimilares, podendo ser considerados promissores na escolha de progenitores para cruzamentos artificiais, com grande possibilidade de obter populações segregantes superiores. Os clones selecionados devem apresentar alta variabilidade e boa capacidade de combinação em razão da considerável distância genética, além de características interessantes para o melhoramento genético da batata-doce.

A utilização da distância genética por meio de caracteres típicos representa uma técnica auxiliar de grande importância nos programas de melhoramento genético de plantas, fornecendo informações úteis na caracterização, na conservação e na utilização dos recursos genéticos disponíveis. Na discussão dos resultados referentes a 15 características de 102 clones de batata-doce, tendo como base a média das distâncias, foi constatada a formação de quatro grupos com apenas um clone cada: primeiro grupo (CNPH852); segundo grupo (CNPH 769); terceiro grupo (CNPH774); e quarto grupo (CNPH1262). Três grupos com dois clones: quinto grupo (CNPH953 e CNPH1387); sexto grupo (CNPH959 e CNPH1390); e oitavo grupo (CNPH1282 e CNPH1389). Três grupos com três clones cada: sétimo grupo (CNPH1366, T2 e CNPH942); nono grupo (CNPH1284, CNPH1397 e CNPH768); e décimo primeiro grupo (CNPH916, CNPH1265 e CNPH965). Cinco grupos com quatro clones cada: décimo grupo (CNPH877, CNPH959, CNPH906 e CNPH837); décimo segundo grupo (CNPH1277, CNPH829, CNPH887 e CNPH871), décimo terceiro grupo (CNPH948, CNPH1395, CNPH876 e CNPH904); e décimo quarto grupo (CNPH869, CNPH 1010, CNPH 947 e CNPH 1369). Um grupo contemplando cinco clones, o décimo quinto grupo (CNPH1261, CNPH878,

CNPH908 e CNPH961) e, por fim, um grande grupo, o décimo sexto, contemplando o restante dos 63 clones: CNPH1283, CNPH1403, CNPH1132, CNPH813, CNPH952, CNPH826, CNPH865 CNPH932, CNPH896, T1, CNPH1285, CNPH874, CNPH900, CNPC872, CNPH825, CNPH1377, CNPH834, CNPH796, CNPH773, CNPH895, CNPH889, CNPH858, CNPH809, CNPH832 CNPH1370, CNPH893, CNPH 899, CNPH962, CNPH888, CNPH801, CNPH909, CNPH857, CNPH964, CNPH946, CNPH867, CNPH901, CNPH936, CNPH1027, CNPH886, CNPH850, CNPH803, CNPH798, CNPH848, CNPH1401, CNPH845, CNPH797, CNPH804 CNPH790, CNPH823, CNPH786, CNPH806, CNPH824, CNPH1163, CNPH799, CNPH777, CNPH787, CNPH817, CNPH948, CNPH969, CNPH949, CNPH785, CNPH894 e CNPH789 (Figura 4). Esta distribuição indica que a maioria dos acessos apresentou níveis de similaridade muito grande e que, para maximizar a heterose, os componentes dentro de cada grupo não poderiam ser cruzados entre si (LUTHRA et al., 2005).

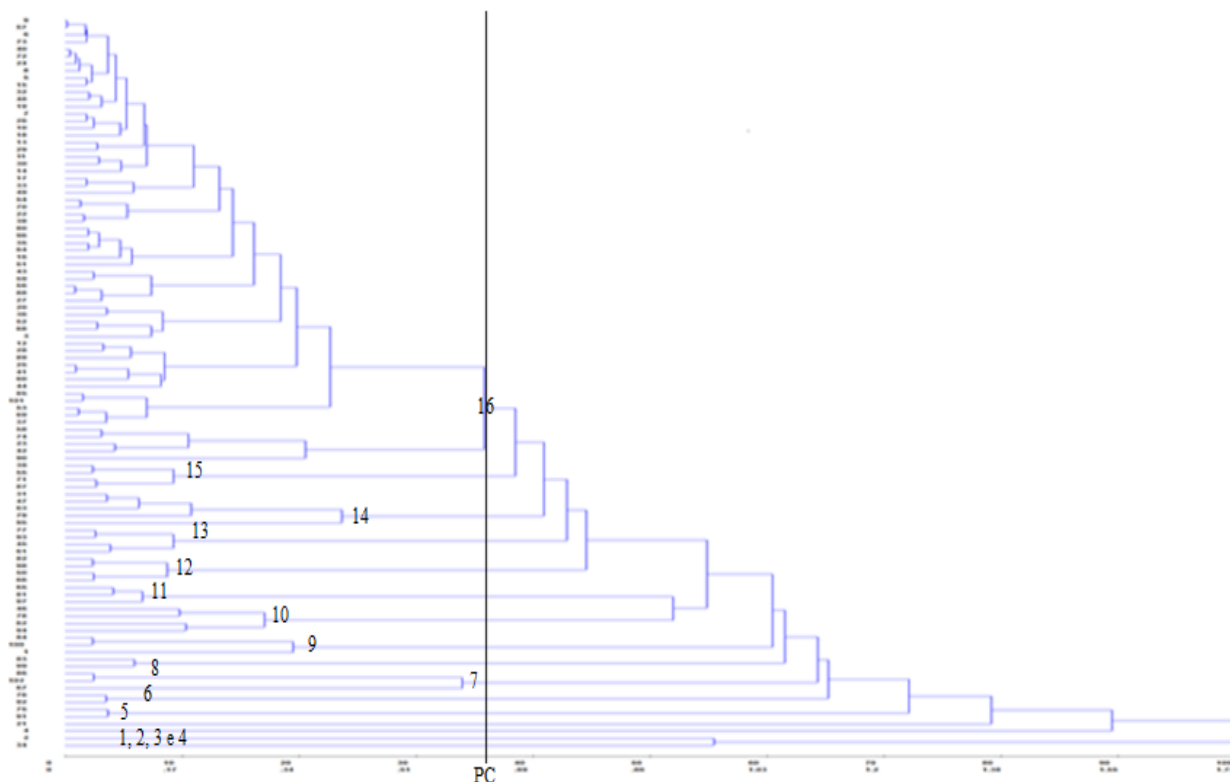


Figura 4. Dendrograma de dissimilaridade de 102 clones de batata-doce, estabelecido pelo método UPGMA, utilizando-se a distância Euclidiana, com base em quinze descritores morfoagronômicos das raízes. PC-Ponto de Corte.

Segundo Dias (1998), o agrupamento dos itens é importante para resumir as informações contidas em uma matriz de distâncias. Augustini et al. (2000), avaliando a divergência genética entre dez variedades de batata-doce, em Pelotas RS, utilizando caracteres fenotípicos de raiz, observaram a formação de dois agrupamentos, sendo que cada um constituídos por dois subgrupos. Já Martins et al. (2012), analisando a variabilidade fenotípica e a divergência genética em cinquenta clones de batata-doce no estado do Tocantins, identificaram oito grupos geneticamente disjuntos.

Silva et al. (2015), avaliando a diversidade de onze acessos de batata-doce do banco de germoplasma da Embrapa hortaliças, obtiveram, após a análise, a formação de três grupos um com apenas um acesso, outro com dois acessos e um grande grupo com nove acessos representando um alto nível de similaridade genética, respectivamente.

Entretanto, Veasey et al. (2007), avaliando a diversidade fenotípica de variedades de batata-doce através de descritores morfológicos, com análise de agrupamento, empregando-se o coeficiente de Jaccard e o método glomerativo UPGMA, não observaram a formação de grupos definidos, corroborando outros trabalhos realizados com batata-doce (MOULIN et al., 2014; LIN et al., 2009; ELAMEEN et al., 2011; GICHUKI et al., 2003; ZHANG et al., 2000).

Nesta pesquisa, foi verificada variabilidade genética entre alguns dos genótipos estudados, sendo a distância genética menor correspondente ao genótipo CNPH 968 (0.51) e a maior observada entre os clones CNPH 789 e CNPH 1400, uma distância de 0,66 (Figura 4). A caracterização morfoagronômica constitui-se em tarefa de grande importância para a cultura da batata-doce, para que o produtor conheça bem o material genético que esteja utilizando, incluindo o potencial produtivo do genótipo, além de evitar o plantio de formas genômicas semelhantes e o conseqüente estreitamento genético da espécie, apesar da propagação comercial ser efetuado de forma vegetativa.

Oliveira et al. (2000) constataram elevada divergência genética entre 51 clones de batata-doce originários de várias regiões brasileiras e observaram que os caracteres que contribuíram para maior diversidade foram: a distribuição da cor secundária da polpa, o formato da raiz tuberosa e os defeitos na superfície da raiz.

Os resultados da análise de similaridade entre os acessos foram significativos, quando utilizadas características morfológicas e agronômicas, indicando que os métodos de caracterização tiveram efeito positivo na resolução e na distinção dos acessos.

No estudo de variedades de batata-doce, quando o objetivo for seleção para obter materiais com qualidade superior e aptidão culinária, seja para o consumo *in natura* ou para a indústria alimentícia, os acessos que apresentarem formatos de raiz fora de padrão são evitados. Entretanto, as raízes fora do padrão normal de consumo possuem ótimas

características nutricionais e, por isso, sugere-se o incremento nas pesquisas para se fazer conhecer os atributos destes potenciais materiais para aproveitamento em preparações, alimentação animal ou até mesmo na produção de etanol, de modo a reduzir o desperdício e tornar o investimento na cultura da batata-doce cada vez mais sustentável.

1.6 CONCLUSÕES

A caracterização morfoagronômica quantitativa e qualitativa foi eficiente para estimar a diversidade genética existente entre os acessos de batata-doce mantidos no Banco de Germoplasma da Embrapa Hortaliças.

A cor predominante das ramas apresentou-se como um bom descritor para a caracterização morfoagronômica. A característica formato geral da folha possibilitou boa discriminação dos acessos. Entre os clones estudados 41% apresentaram cor secundária da rama com base verde, tornando-se uma boa indicadora da variabilidade presente, com a vantagem de facilitar a classificação. O clone com maior produtividade de massa verde foi o CNPH1163.

Dentre os clones avaliados, os que apresentaram maior produtividade total de raízes foram as testemunhas T1(19,1 t ha⁻¹) e T2 (19,5 t ha⁻¹) e os clones CNPH 904 (19,8 t ha⁻¹), CNPH 895(19,1 t ha⁻¹) e CNPH 769 (19,9 t ha⁻¹).

Os 102 clones analisados apresentaram ampla variabilidade genética para as diferentes características avaliadas, apesar da ocorrência de alguns acessos muito próximos, evidenciando a possibilidade de duplicatas na coleção, uma vez que a batata-doce é uma cultura comercialmente propagada vegetativamente por meio de ramas de diversos acessos. Apesar de terem sido coletados em diferentes locais, podem apresentar o mesmo genótipo.

Além disso, as avaliações fornecem importantes informações para seleção de clones com características morfológicas e agronômicas desejáveis para o mercado, com potencial de serem recomendados como novas cultivares ou para serem utilizados como progenitores em cruzamentos controlados dentro de programas de melhoramento genético.

1.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLARD, R.W. Princípios do Melhoramento Genético das Plantas. São Paulo: Ed. Edgard Blucher Ltda., 1971.
- ALVES, D. G.; JUNIOR, W. P. O. Caracterização físico-química e clones de batata-doce de polpa alaranjada nas condições de Palmas - TO. **Estudos**, v. 38, n. 2, p. 365–380, 2011.
- ALVES, R. M.; GARCIA, A. A. F.; CRUZ, E. D.; FIGUEIRA, A. Seleção de descritores botânico-agronômicos para caracterização de germoplasma de cupuaçuzeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.7, p.807-818, 2003.
- AMARO, G. B.; CARMONA, P. A. O.; FERNANDES, F. R.; SILVA, G. O.; PEIXOTO, J. R. Desempenho de cultivares de batata doce a partir de mudas de alta qualidade fitossanitária em Ceilândia-DF. **Horticultura Brasileira** v. 31, 2014.
- AMARO, G. B.; FERNANDES, F. R.; SILVA, G. O.; MELLO, A. F. S.; CASTRO, L. A. S. Desempenho de cultivares de batata doce na região do Alto Paranaíba- MG. **Horticultura Brasileira**, v.35: p.286-291, 2017.
- ANDRADE JUNIOR, V. C.; VIANA, D. J. S.; FERNANDES, J. S. C.; FIGUEIREDO, J. A.; NUNES, U. R.; NEIVA, I. P. Selection of sweet potato clones for the region Alto Vale do Jequitinhonha. **Horticultura Brasileira** v.27: p.389-393, 2009.
- BARBETTA, P. A.; REIS, M. M.; BORNIA, A. C. Estatística para cursos de engenharia e informática. São Paulo, Atlas, 410 p. 2004.
- BACKER, J.; RUIZ, M. E.; MUNOZ, H.; PINCHINAT, A. M. The use of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) in animal feeding: II beef production. **Tropical Animal Production**, v. 5, n. 2, p. 152-160, 1980.
- BUZAR A. G. R; OLIVEIRA, V. R.; BOITEUX, L. S. Estimativa da diversidade genética de germoplasma de cebola via descritores morfológicos, agrônômicos e bioquímicos. **Horticultura Brasileira** v.25: p.527-532, 2007.
- CARMONA, P. A. O.; PEIXOTO, J. R.; AMARO, G. B.; MENDONÇA, M. A. Divergência genética entre acessos de batata-doce utilizando descritores morfoagronômicos das raízes. **Horticultura Brasileira** 33: 241-250, 2015.
- CAVALCANTE, M.; FERREIRA, P. V.; PAIXÃO, S. L.; COSTA, J. G.; PEREIRA, R. G.; MADALENA, J. A. S. Potenciais produtivo e genético de clones de batata-doce. Rede de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal **Acta Scientiarum**. Agronomy Maringá, v. 31, n. 3, p. 421-426, 2009
- CAVALCANTE, M.; FERREIRA, P. V.; PAIXÃO, S. L.; COSTA, J. G.; D. A., PEREIRA, R. G.; MADALENA, J. A. S. Potenciais produtivo e genético de clones de batata doce. **Acta Scientiarum**. v. 31, p. 421-426, 2009.

- CARVALHO, F. I. F.; SILVA, S. A.; KUREK, A. J.; MARCHIORO, V. S. Estimativas e implicações da herdabilidade como estratégia de seleção. Pelotas: Editora da UFPel, 99 p. 2001.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: UFLA, 785 p. 2005.
- CORREIA, A. M.; GONÇALVES, M. C.; DESTRO, D.; SOUZA, L. C. F.; SOBRINHO, T. A. Estimates of genetic parameters in common bean genotypes. **Crop Breeding and Applied Biotechnonology**, v.3, p. 223-230, 2003.
- CRUZ, C. D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. v. 35: p. 271-276, 2013.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: Imprensa Universitária, 1994. 390 p.1994.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. v 2. Viçosa: UFV. 585 p. 2003.
- CRUZ, C. D. *Programa Genes*: Biometria. Viçosa: Editora UFV. 382 p. 2006.
- DAROS, M.; AMARAL J.R., A.T.; PEREIRA, T.N.S.; LEAL, N.R.; FREITAS, S.P.; SEDIYAMA, T. Caracterização morfológica de acessos de batata doce. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n.1, p. 43-47, 2002.
- DIAS, L. A. S. Análises multidimensionais. In: ALFENAS, A. C. ed. Eletroforese de isoenzimase proteínas afins: fundamentos e aplicações em plantas e microrganismos. Viçosa: UFV, p. 401-475, 1980.
- ELAMEEN, A.; LARSEN, A.; KLEMSDAL, S. S.; FJELLHEIM, S.; SUNDHEIM, L.; MSOLLA, S.; MASUMBA, E.; ROGNLI, O. A. Phenotypic diversity of plant morphological and root descriptor traits within a sweet potato, *Ipomoea batatas* (L.), germplasm collection from Tanzania. *Genetic Resources and Crop Evolution* 58: 397-407. 2011.
- ELIANE, A.; GARCIA, ALSENY, G.ROCHA, B. H.G..Caracterização de variedades de batata doce (*Ipomoea batatas* L.) através de descritores morfológicos e isoenzimáticos. **Cienc. Rural**, v..30, n.1, p. 49-53, 2000. ISSN 1678-4596.doi.org/10.1590/S0103-84782000000100008.
- FURTADO, M. R., CRUZ C. D., CARDOSO, A. A., COELHO A. D. F., PETERNELLI. L. A. Análise de trilha do rendimento do feijoeiro e seus componentes primários em monocultivo e em consórcio com a cultura do milho. **Ciência Rural**, v. 32, n. 2, 2002.
- FALCONER, D. S. Introdução à genética quantitativa. 1. ed. Viçosa: UFV, 1987.
- FEDERER, W. T. Experimental design. New York: Mac Millan. 544p. 1995.

GUEDES, M. C. do. Antocianinas: pigmento natural ou remédio. **Revista Científica do IMAPES**, p. 71-73, 2004.

GICHUKI, S. T.; GICHUKI, M.; ZHANG, D.; HERMANN, M.; SCHMIDT, J.; GLOSSL, J.; BURG, K. Genetic diversity in sweet potato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] in relationship to geographic sources as assessed with RAPD markers. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 50, n. 4, p. 429-437, 2003.

HAIR, J. F. *et al.* Análise multivariada de dados. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 688 p. 2009.

HALCOMB, J.; TOLBERT, D. M.; JAIN, S. K. A diversity analysis of genetic resources in rice. **Euphytica, Dordrecht**, v. 26, p. 441-450, 1977.

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

HUAMÁN, Z. Morphologic identification of duplicates in collections of *Ipomoea batatas*. Lima: International Potato Center, 28 p. 1992.

KALKMANN, D. C.; PEIXOTO, J. R.; NÓBREGA, D. D. S. Reaction of sweet potato clones to *Meloidogyne incognita* races 1 and 4, and estimation of genetic parameters. **Horticultura Brasileira**. v.31: p. 293-296, 2013.

LIMA, A. G. M. L. A. Cultura da batata-doce: Cultivo, parentesco e ritual entre os krahô. *Mana*. v. 23 n.2: p.455-490, 2017.

LIN, J.H., WANG, S.W.; CHANG, Y.H. Effect of molecular size on gelatinization thermal properties before and after annealing of rice starch with different amylose contents. **Food Hydrocol**. v. 22, p. 156-163, 2008.

LUTHRA, S. K.; GOPAL, J; SHARNA, P. C. Genetic divergence and its relationship with heterosis in potato. **Indian Potato Journal** v. 32:37- 42, 2005.

MANTOVANI, E. C.; DELAZARI, F. T.; DIAS, L. E.; ASSIS, I. R.; VIEIRA, G. H. S.; LANDIM, F. M. Eficiência no uso da água de duas cultivares de batata-doce em resposta a diferentes lâminas de irrigação. **Horticultura Brasileira**. v.31, p. 602-606, 2013.

MARTINS, E. C. A; PELUZIO, J. M.; COIMBRA, R. R.; JUNIOR, W. P. O. Variabilidade fenotípica e divergência genética em clones de batata-doce no estado do Tocantins. **Revista Ciência Agronômica**. v. 43, p 691-697, 2012.

MARCHESE, A., MALUF, W. R., GONÇALVES NETO, A. C., GONÇALVES, R. J. S., MASSAROTO, J. A.; GOMES, L. A. A.; MALUF, W. R.; SILVA, R. R.; GOMES, A. R. V. A. Reação de clones de batata-doce ao *Meloidogyne incognita* raça 1. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.8, n.1, p.1- 8, 2010.

MARIOT, M. V. G., KAISING, C. H. P, GOULART, I. C. G. R. Arroz-vermelho (*Oryza sativa*) resistente aos herbicidas imidazolinonas. **Planta daninha** v. 27, Viçosa, 2009.

MENDONÇA, A. T. C.; PEIXOTO, N. Efeito o espaçamento e de níveis de adubação em cultivares de batata doce. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 9, n. 2, p. 80-82, 1991

MOULIN, M.M.; BENTO, C.S.; SANTOS JÚNIOR, A.C.; RODRIGUES, R. Caracterização de acessos de batata-doce baseado em características morfológicas. **Perspectiva**. v. 13, p. 23-36, 2014.

NASCIMENTO, V.T. Knowledge and Use of Wild Food Plants in Areas of Dry Seasonal Forests in Brazil. **Ecology of Food and Nutrition**, v. 52, n. 4, p. 317-43, 2013.

OLIVEIRA, A. C. B.; SEDIYAMA, M. A. N.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C, D. Avaliação da divergência genética em batata-doce por procedimentos multivariados. **Acta Scientiarum** v. 22, p. 895-900, 2000.

OLIVEIRA, A. P.; FREITAS NETO, P. A.; SANTOS, E. S. Produtividade de inhame, em função de fertilização orgânica e mineral e de épocas de colheita. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, n.2, p.144-147, 2002.

QUEIROGA, R. C. F.; SANTO, M. A.; MENEZES, M. A.; VIEIRA, C. P. G.; SILVA, M. C. Fisiologia e produção de cultivares de batata-doce em função da época de colheita. **Horticultura Brasileira** v. 25, n. 371-374, 2007.

RAMALHO, M. A. P.; TOLEDO, F. H. R. B.; SOUZA, J. C.; TEIXEIRA, R. A. Competências em melhoramento genético de plantas no Brasil. Viçosa: ARKA Editora 104. p. 2012.

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. Experimentação em genética e melhoramento de plantas. 3.ed. Lavras: Editora UFLA, 305p. 2012.

REIS, A.V.; MENEGATTI, F. A.; FORCELLINI, F. A. O uso do ciclo de vida do produto no projeto de questionários. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS, Gramado. Anais. Porto Alegre: FEENG, v.4: 10 p. 2003.

RESENDE, G. M. Características produtivas de cultivares de batata-doce sob condições irrigadas e de sequeiro na região norte de Minas Gerais. **Horticultura Brasileira** v.17, p. 151-154, 1999.

RITSCHER, P. S.; LOPES, C. A.; HUAMÁN, Z.; FERREIRA, M. E.; FRANCA, F. J.; MENEZES, J. E.; TEIXEIRA, D. M. C.; TORRES, A. C.; CHARCHAR, J. M.;

THOMAZELLI, L. 2010, 31 de janeiro. Organização do banco ativo de germoplasma de batata-doce: situação atual e perspectivas. In: QUEIROZ MA; GOEDERT CO; RAMOS SRR. (eds). Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro: versão 1.0. Disponível em: <http://www.cpatas.embrapa.br/catalogo/livrorg/batataadoce.pdf>.

RITSCHER, P. S.; HUAMÁN, Z.; LOPES, C. A.; MENÊZES, J. E.; TORRES, A. C. Catálogo de germoplasma de batata doce: Coleção mantida pela Embrapa Hortaliças. Brasília: EMBRAPA- CNPH, 47 p. 1999.

RITSCHER, P.S., HUAMÁN, Z. Variabilidade morfológica da coleção de germoplasma de batata-doce da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisas de Hortaliças. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v. 37, p. 485-492, 2002.

MONTEIRO, A. B. Silagens de cultivares e clones de batata-doce para alimentação animal visando sustentabilidade da produção agrícola familiar. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 2, n. 2: p.978-981, 2007.

SEVERINO, L. S.; SAKIYAMA, N. S.; PEREIRA, A. A.; MIRANDA, G. V. M.; ZAMBOLIM, L.; BARROS, U. V. Associação da produtividade com outras características agrônômicas de café (*Coffea arabica* L. "Catimor"). **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.24, n.5, p.1467-1471, 2002.

SILVA, G. O.; PONIJALEKI, R.; SUINAGA, F. A. Divergência genética entre acessos de batata doce utilizando caracteres fenotípicos de raiz. *Horticultura Brasileira* v.30: p.595-599, 2012.

SILVA, G. O.; SUINAGA, F. A.; PONIJALEKI, R.; AMARO, G. B.; Desempenho de cultivares de batata-doce para caracteres relacionados com o rendimento de raiz. Viçosa MG. **Rev. Ceres** v.62 n.4, 2015.

SILVEIRA, L. R.; CHIESA, V. B.; TAVARES, I. B.; SOUZA, R. C.; SILVEIRA, M. A.; ALVES, D. G.; JUNIOR, W. P. O. Caracterização físico-química e clones de batata-doce de polpa alaranjada nas condições de Palmas - TO. **Estudos**, v. 38, n. 2, p. 365-380, 2011.

SHIMAKURA, S. E.; RIBEIRO-JUNIOR, P, J. Estatística. Disponível em www.est.ufpr.br/paulojus/CE003/ce003.html. Acessado em 10 de janeiro de 2018.

SOBRAL, K. M. B.; RAMOS, S. R. R.; GONÇALVES, L. S. A.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; ARAGÃO, W. M. Variabilidade genética entre acessos de coqueiro-anão utilizando técnicas de análise multivariada. **Magistra**, v. 24, p. 348-359, 2012.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. Genética Biométrica no melhoramento. Ribeirão Preto: SBG. 496 p. 1978.

VIEIRA, J. V.; SILVA, G. O.; BOITEUX, L. S.; SIMON, P. Divergência genética entre acessos de cenoura pertencentes a grupos varietais distintos utilizando caracteres morfológicos. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 468-472, 2009.

ZHANG, D. P., CARBAJULCA, D, OJEDA, L, ROSSEL, G., MILLA, S., HERRERA, C., GHISLAIN, M. Microsatellite analysis of genetic diversity in sweet potato varieties from Latin America. CIP Program Report. International Potato Center, Lima, Peru. p. 295-301, 2000.

**Capítulo 2 - AVALIAÇÃO AGRONÔMICA E SELEÇÃO DE CLONES DE
BATATA-DOCE DO BANCO ATIVO DE GERMOPLASMA DA EMBRAPA
HORTALIÇAS**

AVALIAÇÃO AGRONÔMICA E SELEÇÃO DE CLONES DE BATATA-DOCE DO BANCO ATIVO DE GERMOPLASMA DA EMBRAPA HORTALIÇAS

2.1 RESUMO

A batata-doce é uma hortaliça tuberosa, rústica, de ampla adaptação, com alta tolerância à seca e de fácil produção. Por ser uma cultura tradicional no Brasil, é bastante disseminada, cultivada principalmente por pequenos produtores rurais. Nas diversas regiões do Brasil onde é cultivada, observa-se uma grande diversidade genética, provavelmente decorrente das frequentes introduções de plantas desta espécie trazidas de locais distantes do centro de origem. Este trabalho teve como objetivo selecionar clones de batata-doce com boa produtividade de raízes e com características comerciais desejáveis para o mercado consumidor. O experimento foi instalado no Centro Nacional de Pesquisas em Hortaliças (CNPH), Embrapa Hortaliças, no período de novembro de 2015 a maio de 2016, conduzido em condições de campo, tendo sido avaliados três experimentos produtivos, no delineamento em látice - simples: 8 x 8 (64 genótipos plantados em novembro de 2015); 6 x 6 (36 genótipos plantados em maio de 2016); e 4 x 4, (16 genótipos plantados em agosto de 2016), com quatro repetições cada experimento. Foram avaliados a produção total ($t\ ha^{-1}$), produtividade de raízes comerciais ($t\ ha^{-1}$), número total de raízes, número de raízes comerciais, formato, comprimento, diâmetro e °Brix das raízes. Para cada uma das características, foram obtidos os estimadores dos componentes de variância genotípica, fenotípica e de ambiente, herdabilidade no sentido amplo, para seleção com base nas médias dos tratamentos. As avaliações foram feitas no momento da colheita das raízes, seis meses após o plantio das ramas. Utilizou-se o método das médias das distâncias (UPGMA) para a avaliação dos tratamentos quanto aos descritores das raízes. As maiores produtividades comercializáveis foram verificadas na testemunha CNPH 001 ($38,25\ t\ ha^{-1}$, $39,56\ t\ ha^{-1}$ e $52,29\ t\ ha^{-1}$), nos três Experimentos. A maior produtividade foi observada para o clone CNPH 895, com produtividade de raízes comerciais em $26,00\ t\ ha^{-1}$, $25,69\ t\ ha^{-1}$ e $29,92\ t\ ha^{-1}$ nos Experimentos 1, 2 e 3, respectivamente. O alto potencial produtivo de raízes obtidas pelos clones CNPH 895 CNPH 1262 e CNPH1403, aponta novas perspectivas de seleção deste material considerado promissor para a produção da batata-doce.

Palavras-chave: *Ipomoea batatas*, melhoramento genético, produtividade, herdabilidade.

AGRONOMIC EVALUATION AND SELECTION OF SWEET POTATO CLONES FROM THE GERMPLASM BANK OF EMBRAPA HORTALIÇAS

2.2 ABSTRACT

Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) is a tuberous, rustic vegetable, with broad adaptation, high drought tolerance, and of easy production. Since it is a traditional crop in Brazil, it is widely widespread and cultivated mainly by small farmers. A great genetic diversity is observed in the different regions of Brazil, probably due to the frequent introductions of plants of this species from sites which are distant from its origin center. This study was aimed at selecting sweet potato clones with good root yield and with desirable marketable characteristics for the consuming market. The experiment was conducted at Embrapa Hortaliças, from november 2015 to may 2016, under field conditions, evaluating three experiments installed in lattice design: 8 x 8 (64 genotypes planted in november 2015); 6 x 6 (36 genotypes planted in may 2016); and 4 x 4 (16 genotypes planted in august 2016), with four repetitions each experiment. Total yield ($t\ ha^{-1}$); marketable root production ($t\ ha^{-1}$); total number of roots; marketable root number; root shape, length, diameter, and °Brix were evaluated. For each characteristic, genotypic, phenotypic, and environmental variances and broad-sense heritability were calculated for selection based on the means of the treatments. Evaluations were performed during root harvest, 6 months after planting, and used the unweighted pair group method with arithmetic mean (UPGMA) to assess the treatments based on the root descriptors. The greatest marketable yields were verified in the control genotype CNPH 001 ($38.25\ t\ ha^{-1}$, $39.56\ t\ ha^{-1}$, and $52.29\ t\ ha^{-1}$), in all three Experiments. The greatest yield was observed in clone CNPH 895, with marketable root yield of $26,00\ t\ ha^{-1}$, $25.69\ t\ ha^{-1}$, and $29.92\ t\ ha^{-1}$ in Experiments 1, 2, and 3, respectively. The high productive potential of roots obtained by clones CNPH 895, CNPH 908, and CNPH 1369 indicates new perspectives for selection of these materials, considered as promising for sweet potato production.

Keywords: *Ipomoea batatas*, genetic breeding, yield, heritability.

2.3 INTRODUÇÃO

A batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) pertence à família Convolvulaceae, que agrupa mais de mil espécies, sendo ela a única espécie de valor comercial. A variabilidade dentro da espécie é muito alta, provavelmente relacionada ao alto nível de ploidia ($2n=6x=90$). Consequentemente existe uma grande diversidade genética entre as variedades cultivadas em diferentes regiões produtoras do Brasil. Assim, o País é conhecido por ser um dos centros secundários da espécie (JONES, 1967; RITSCHER et al., 1999).

A importância econômica e social desta cultura é resultante da rusticidade, ampla adaptação climática e elevada capacidade de produção de energia em curto espaço de tempo. Ritscher & Huamán, (2002), observaram considerável diversidade genética entre cultivares e variedades locais de batata doce das diversas regiões produtoras do Brasil. Assim, diferentes genótipos são cultivados, porém são utilizados sem uma prévia avaliação e sem recomendação para uma determinada região.

Tal cultura tem sido desenvolvida com pouca tecnologia e, na maioria das vezes, os produtores não têm a devida orientação profissional, o que resulta, consequentemente, em baixos índices de produtividade no País (ZERO & LIMA, 2005; RÓS et al., 2013).

A batata-doce é cultivada em todas as regiões do Brasil. Segundo dados de 2016 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), só no ano de 2014 o Brasil produziu cerca de 525,8 mil toneladas, superando em 3,9% a produção de 2013, ano em que foram colhidas 505,4 mil toneladas da cultura.

A batata-doce possui um alto valor nutritivo, sendo um alimento energético devido aos carboidratos de boa qualidade e com baixo índice glicêmico. Fornece quantidades consideráveis de sais minerais, principalmente cálcio e ferro, e de vitaminas dos complexos B e C, além de vitamina E, essenciais para a manutenção da saúde humana.

Algumas cultivares são ricas em carotenoides. As fibras desse vegetal, concentradas especialmente na casca, ajudam a reduzir o colesterol e a melhorar a digestão (GUEDES, 2004; NASCIMENTO et al., 2013).

Uma das características relevantes da batata-doce é a elevada variabilidade fenotípica e genotípica, o que lhe confere adaptabilidade a diferentes condições edafoclimáticas. Essa cultura adapta-se bem a regiões de clima tropical e subtropical, com grande luminosidade e chuvas bem distribuídas. A espécie é considerada uma cultura rústica, uma vez que apresenta grande resistência a pragas, boa resposta à aplicação de fertilizantes, desenvolve-se bem mesmo em solos com baixa fertilidade e, muitas vezes, degradados (CAVALCANTE et al., 2009; MANTOVANI et al., 2013).

Considera-se de extrema importância o conhecimento da diversidade genética existente entre os genótipos, requisito de grande importância para o manejo e para o uso do germoplasma nos programas de melhoramento genético das espécies. O incremento das atividades de coleta, a caracterização e a avaliação do germoplasma devem ser prioridade dentre as estratégias de abordagem e de manejo dos recursos genéticos no Brasil (NEITZKE et al. 2010; SOBRAL et al., 2012).

Um banco de germoplasma bem conservado e caracterizado pode ser bastante útil, já que pode ser acessado por melhoristas quando necessitarem de genótipos com características específicas, como, por exemplo, produção de ramas ou resistência a uma doença (FARIA et al., 2013).

A batata-doce tem sido objeto de trabalhos de pesquisa específicos na área de melhoramento genético, visando a seleção para obtenção de genótipos resistentes a pragas e a doenças, maior densidade de raízes, maior teor de matéria seca e de vitaminas. Assim, a adoção de cultivares com elevada produtividade de raízes pode permitir melhores resultados econômicos (CARDOSO et al., 2007; AZEVEDO et al., 2014).

O objetivo deste trabalho foi avaliar, por meio de descritores morfoagronômicos, o desempenho produtivo de clones de batata-doce provenientes do Banco de Germoplasma mantido na Embrapa Hortaliças em três experimentos de campo.

2.4 MATERIAIS E MÉTODOS

Local

Os experimentos foram conduzidos nos campos experimentais da Embrapa Hortaliças, localizada na BR-060, km 09, Brasília-DF. A área está localizada na latitude de 15°56'31"S, na longitude de 48°8'55"O e a uma altitude de 997 m sobre o nível do mar. Os experimentos foram plantados em solo Latossolo vermelho-escuro (FIEDLER et al., 2004).

Material avaliado

Foram instalados três experimentos utilizando o delineamento em Látice, com quatro repetições. Para isso, foram selecionadas 64 acessos de batata – doce, entre 102 do Banco Ativo de Germoplasma mantido na Embrapa Hortaliças, Brasília-DF. As parcelas foram formadas por quatro linhas com cinco plantas, sendo utilizadas como área útil as dez plantas centrais das linhas internas perfazendo um total de 20 plantas. Como bordadura externa a cultivar CNPH 1205. Utilizou-se os espaçamentos: 0,90 m entre leras, 0,30 cm entre plantas e 1.0 m entre parcelas. Nas Tabelas 2.1, 2.2 e 2.3, encontram-se representados os materiais utilizados nos três experimentos:

O plantio do experimento 1 em Látice 8x8 (64 acessos), sendo 58 acessos e 6 cultivares, foi realizado em novembro de 2015, a colheita realizada em maio de 2016 (Tabela 2.1.)

Tabela 2.1. Discriminação dos acessos do experimento em Látice com 64 acessos de batata-doce do Banco Ativo de Germoplasma mantido na Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2018.

Materiais experimento Látice 8x8							
ACESSO	ORIGEM	ACESSO	ORIGEM	ACESSO	ORIGEM	ACESSO	ORIGEM
CNPH 769	Contenda-PR	CNPH 824	Joinville-SC	CNPH 895	Rio Fortuna-SC	CNPH 1387	Embrapa Hortaliças
CNPH 774	Morro da Fumça-SC	CNPH 886	Florianópolis-SC	CNPH 936	Herval do Oeste-SC	CNPH 1390	Embrapa Hortaliças
CNPH 777	Taió-SC	CNPH 887	Pelotas-RS	CNPH 947	Laurentino-SC	CNPH 1395	Embrapa Hortaliças
CNPH 785	Caçador-SC	CNPH 888	Nova Veneza-SC	CNPH 952	Embrapa Hortaliças	CNPH 837	Laurentino-SC
CNPH 789	Pomerode-SC	CNPH 889	Taió-SC	CNPH 953	Embrapa Hortaliças	CNPH 1283	Presidente Prudente - SP
CNPH 790	Angelina-SC	CNPH 896	Ilhota-SC	CNPH 959	Embrapa Hortaliças	CNPH 964	Embrapa Hortaliças
CNPH 796	Maravilha-SC	CNPH 1010	S. Luis - MA	CNPH 980	Embrapa Hortaliças	CNPH 829	Joinville SC.
CNPH 797	Dionísio Cerqueira-SC	CNPH 893	Mafra-SC	CNPH 983	Embrapa Hortaliças	CNPH 1389	Embrapa Hortaliças
CNPH 804	São Bonifácio-SC	CNPH 869	Blumenau SC	CNPH 961	Embrapa Hortaliças	CNPH 1205	Embrapa Hortaliças
CNPH 806	Caçador SC	CNPH 826	Taió-SC	CNPH 946	Concórdia-SC	CNPH 001	Brazlândia - DF
CNPH 1262	Brasília - DF	CNPH 904	Videira-SC	CNPH 1277	Porto Alegre - RS	CNPH 005	Brazlândia - DF
CNPH 1261	Viçosa -MG	CNPH 906	Maravilha-SC	CNPH 1275	Presidente Prudente SP	CNPH 009	Brazlândia - DF
CNPH 858	Treze Tílias-SC	CNPH 908	Agronômica-SC	CNPH 1366	Tibo indígena Krahô	CNPH 010	Brazlândia - DF
CNPH 872	Caçador-SC	CNPH 909	Corupá-SC	CNPH 1369	Tribo indígena Krahô	CNPH 003	Brazlândia - DF
CNPH 1132	Macatuba - SP	CNPH 916	Caçador-SC	CNPH 1377	Itabaiana - SE	CNPH 1219	Presidente Prudente SP
CNPH 877	Biguaçu-SC	CNPH 871	Pelotas-RS	CNPH 1403	Embrapa Hortaliças	CNPH 004	Brazlândia - DF

O experimento 2, em Látice 6x6 (36 acessos), com 29 acessos e 6 testemunhas, com os acessos mais produtivos do experimento em Látice 8x8, instalado em maio colhido em novembro de 2016 (Tabela2).

Tabela 2.2. Discriminação dos acessos do experimento em Látice com 36 acessos de batata-doce do Banco Ativo de Germoplasma mantido na Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2018.

Materiais experimento Látice 6x6					
ACESSO	ORIGEM	ACESSO	ORIGEM	ACESSO	ORIGEM
CNPH 769	Contenda-PR	CNPH 824	Joinville-SC	CNPH 980	Embrapa Hortaliças
				CNPH 1219	
CNPH 806	Caçador - SC	CNPH 886	Florianópolis-SC		Lagoa dourada - MG
CNPH 777	Taió-SC	CNPH 893	Mafra-SC	CNPH 1403	Embrapa Hortaliças
CNPH 909	Corupá - SC	CNPH 904	Videira-SC	CNPH 1369	Tribo indígena Krahô
CNPH 789	Pomerode-SC	CNPH 906	Maravilha-SC	CNPH 1390	Embrapa Hortaliças
CNPH 790	Angelina -SC	CNPH 908	Agronômica-SC	CNPH 1270	Presidente Prudente SP

CNPH 796	Maravilha-SC	CNPH 895	Rio Fortuna-SC	CNPH 964	Embrapa Hortaliças
CNPH 964	Embrapa Hortaliças	CNPH 952	Embrapa Hortaliças	CNPH 829	Joinville SC.
CNPH 829	Joinville- SC	CNPH 953	Embrapa Hortaliças	CNPH 1275	Presidente Prudente SP
CNPH 1262	Brasília – DF	CNPH 959	Embrapa Hortaliças	CNPH 1205	Embrapa Hortaliças
CNPH 005	Brazlândia – DF	CNPH 009	Brazlândia - DF	CNPH 001	Brazlândia - DF
CNPH 010	Brazlândia – DF	CNPH 003	Brazlândia - DF	CNPH 004	Brazlândia - DF

O experimento 3 delineamento em Látice 4x4 (16 acessos) os acessos mais produtivos do experimento em Látice 6x6, instalado em março, colhido em setembro de 2017 (Tabela 2.3).

Tabela 2.3. Discriminação dos acessos do experimento em Látice com 16 acessos de batata-doce do Banco Ativo de Germoplasma mantido na Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2018.

Materiais experimento		Látice 4x4	
ACESSO	ORIGEM	ACESSO	ORIGEM
CNPH 1262	Brasília - DF	CNPH 1219	Presidente Prudente SP
CNPH 010	Brazlândia - DF	CNPH 1403	Embrapa Hortaliças
CNPH 893	Mafra-SC	CNPH 1369	Tribo indígena Krahô
CNPH 908	Agronômica-SC	CNPH 1270	Presidente Prudente SP
CNPH 895	Rio Fortuna-SC	CNPH 1275	Presidente Prudente SP
CNPH 959	Embrapa Hortaliças	CNPH 1205	Embrapa Hortaliças
CNPH 009	Brazlândia - DF	CNPH 001	Brazlândia - DF
CNPH 003	Brazlândia - DF	CNPH 004	Brazlândia - DF

Preparo do solo

A análise química de fertilidade do solo, apresentou os seguintes resultados: pH (H₂O) = 5,3; H⁺⁺ + Al⁺⁺⁺ = 2,1 cmol_c dm⁻³; Ca⁺⁺ = 3,1 cmol_c dm⁻³; Mg⁺⁺ = 1,9 cmol_c dm⁻³; P (Mehlich) = 10,5 mg dm⁻³; K⁺ = 172 mg dm⁻³ ou 0,44 cmol_c dm⁻³; matéria orgânica = 31,1 g dm⁻³; CTC = 7,48 cmol_c dm⁻³ e V = 73,11 %. O preparo do solo para o plantio foi realizado por meio de uma aração, duas gradagens e a construção de leiras com 0,60 m de largura e 0,40 m de altura. As adubações de plantio foram realizada com a

distribuição e incorporação do equivalente a 500 kg ha⁻¹ da formulação NPK 4-30-16, nas leiras de plantio.

Das ramas sadias, foram utilizadas de três a quatro entrenós e enterradas duas gemas em cada leira. Dez dias após o plantio, foi realizado o replantio nos locais onde ocorreram falhas. Na ausência de chuvas, utilizou-se irrigação por aspersão no Experimento 1, delineamento em Látice 8x8 e por gotejamento nos experimento 2 em Látice 6x6 e 3 em Látice 4x4.com turno de rega de 7 dias com o fornecimento de uma lâmina de 15 mm.

Características morfoagronômicas avaliadas nos três experimentos

A produção total de raízes (PTR) e o peso de raízes comerciais (PRC) foram calculados pela pesagem de todas as raízes e das raízes comerciais de cada parcela em balança digital, com precisão de três casas decimais. Foram consideradas como raízes comerciais (PRC) aquelas que apresentaram pesos entre 150 g a 1.500 g, com bom aspecto visual. O peso total foi extrapolado para tonelada por hectare (t ha⁻¹).

O número total de raízes (NTR) foi obtido contando-se o número de todas as raízes colhidas em cada acesso dentro das parcelas, considerando as quatro repetições. O diâmetro médio da raiz (DMR) e o comprimento das raízes (CMR) foram obtidos pela medição transversal da parte central e longitudinal da raiz, com a ajuda de um paquímetro digital. As leituras foram expressas em milímetros (mm).

O formato das raízes (FR) foi obtido por meio de uma escala de notas entre um e nove, estabelecida por Huamam (1992), descrita da seguinte forma: 1- Raízes com formato redondo; 2- Redonda elíptica; 3- Elíptica; 4- Ovada; 5- Obovada; 6- Oblonga; 7- Longa oblonga; 8- Longa elíptica, 9- Longa irregular ou curvada; sendo o valor final expresso pela média das notas de três raízes por parcela.

O teor de sólidos solúveis totais (°Brix) foi obtido a partir do corte da raiz de batata-doce ao meio, da raspagem com uma colher, que coletou aproximadamente 1 mL de líquido da polpa. Em seguida, colocou-se de uma a duas gotas de amostra diretamente no prisma do refratômetro Atago, modelo PAL-1, com leitura imediata, sendo os dados expressos em graus °Brix.

Análise Estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância para cada caráter avaliado e as médias foram agrupadas por meio do teste de Scott-Knot a 5% de probabilidade. As análises de agrupamento realizadas com o uso do método das médias das distâncias (UPGMA), entre as variáveis, basearam-se na significância de seus coeficientes. Para o ponto de corte dos dendogramas, foi utilizado o cálculo da média das distâncias. Quando necessário, os dados foram transformados em $\sqrt{x+1}$, sendo apresentados os valores originais dos resultados.

A partir dos componentes da variância, foram estimados os parâmetros genéticos de herdabilidade no sentido amplo (h^2), os coeficientes de variação genética e ambiental e a razão entre o coeficiente de variação genético /ambiental para os caracteres avaliados. Também foram estimados os coeficientes de correlação fenotípica. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do software Genes (CRUZ, 2013).

2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi constatada diferença significativa a 5% de probabilidade entre os clones para todas as características avaliadas nos três experimentos (Tabela 2.4), exceto para diâmetro das raízes e sólidos solúveis total ($^{\circ}$ Brix) no experimento 3. Verifica-se variação quanto ao coeficiente de variação (CV %), com valores oscilando de 7,04 (número total de raízes) a 47,64 % (formato das raízes), conforme apresentado na tabela 1; no entanto, os valores de CV% maiores são esperados para estas características. Azevedo et al. (2014), estudando a influência da época de colheita e dos locais de cultivo na produtividade e na qualidade da batata-doce, utilizando seis clones e duas testemunhas, encontraram coeficiente de variação de 45,34 % para a produção média em $t\ ha^{-1}$. Andrade-Júnior et al. (2009), pesquisando a caracterização morfológica de 65 acessos de batata-doce do banco de germoplasma da UFVJM (Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri), de Diamantina, obtiveram coeficiente de variação de 6,94 % (tamanho da folha) a 53,89 % (pubescência do ápice das ramas). Daros et al. (2002), em experimento similar, observaram maior variação para os caracteres de parte aérea em relação aos de raiz.

A partir dos dados analisados, foi possível observar diferenças significativas na variável produção total de raízes entre os clones. Estimada ao longo das três colheitas, a média geral ficou em $40,2\ t\ ha^{-1}$, $43,81\ t\ ha^{-1}$ e $44,05\ t\ ha^{-1}$, a exemplo da característica produção de raízes comerciais ($t\ ha^{-1}$), com $30,3$, $31,16$ e $36,36\ t\ ha^{-1}$, respectivamente (Tabela 2.4)

Segundo dados de 2013 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, as regiões Sudeste e Centro-Oeste destacam-se na produtividade de batata-doce, chegando a $17,39$ e $31,53\ t\ ha^{-1}$, respectivamente. A produção média encontrada na presente pesquisa foi superior à média dos estados destas regiões, sendo considerada relevante esta

produção alcançada. Em estudo realizado por Oliveira et al. (2015), foram encontrados valores de produção de cultivares de batata-doce semelhantes a este estudo: 33,16 t ha⁻¹ para cultivares de batata-doce colhidas após cinco meses de plantio.

Quanto à estimativa de herdabilidade no sentido amplo (h^2), os valores oscilaram para a maioria das características estudadas, variando respectivamente nos três experimentos em 71%, 94,5% a 90 %, na produção total em t ha⁻¹; 62,71%, 84 % a 94% no peso de raízes comerciais, 84%, 98%, 57 % no número total de raízes e 63 %, 79% a 77 % no número de raízes comerciais (Tabela 2.4). Estes resultados estão próximos daqueles obtidos por Gonçalves Neto et al. (2012), que encontraram estimativas de herdabilidade consideradas elevadas (95,90%) para a produtividade de massa verde de ramas, o que não foi verificado no presente trabalho.

A herdabilidade está diretamente envolvida na estimação do ganho genético com seleção, seja em nível individual, na parcela ou ainda na média. De acordo com Ivoglo et al. (2008), este parâmetro representa a confiabilidade com a qual o valor fenotípico representa o valor genotípico. Assim, características com alta h^2 implicam menor influência do ambiente, o que aumenta o ganho esperado com seleção. No caso da batata-doce, a herdabilidade no sentido amplo é importante devido aos efeitos de dominância e epistasia serem mantidos pela propagação vegetativa (GONÇALVES NETO et al., 2012). As estimativas de herdabilidade no sentido amplo, para estas características, permitem a obtenção de progressos genéticos significativos a partir da seleção de clones de batata-doce.

Tabela 2.4. Estimativas de médias, variâncias fenotípicas (V_f), variâncias genotípicas (V_g), herdabilidade no sentido amplo (h^2) - %, coeficiente de variação genética (CVg) - % e razão entre coeficiente e variação genética e ambiental (CVg/CVe). F- significância do teste. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2018.

Análise de variância Experimento 1 - novembro 2014 a maio de 2015 (64 acessos)								
Parâmetros	Produção t.h ⁻¹	Raízes comerciais t ha ⁻¹	Nº total raízes	Nº raízes comerciais	Formato raízes	Comprimen to raízes	Diâmetr o raízes	°Brix
F	3,4*	2,7*	6,1*	2,7*	2,9 *	2,9*	1,9*	1,4 *
Média	28,46	16,17	28,9	18,5	5,11	13,71	6,11	11,77
CV (%)	40,6	45,58	35,08	42,27	47,64	21,84	27,26	22,85
h ² (%)	71	63	84	63	65,54	65,15	49,45	28,54
CVg (%)	31,5	29,56	39,67	27,51	32,85	14,93	13,48	7,22
CVg/CVe	0,78	0,65	1,13	0,65	0,69	0,68	0,49	0,32
Análise de variância Experimento 2- maio a novembro 2016 (36 acessos)								
Parâmetros	Produção t ha ⁻¹	Raízes comerciais t ha ⁻¹	Nº total raízes	Nº raízes comerciais	Formato raízes	Comprimen to raízes	Diâmetr o raízes	°Brix
F	17,12*	6,3*	45,64*	4,79*	4,25*	2,05*	1,99*	1,98*
Média	38,58	27,15	32,64	20,73	5,33	16,58	6,08	10,95
CV (%)	14,48	26,09	7,04	37,91	30,84	19,45	15,33	19,19
h ² (%)	94	84	98	79	76	51	49	48
CVg (%)	33,55	34,63	27,15	42,63	32,10	11,52	8,80	10,73
CVg/CVe	2,32	1,33	3,86	1,13	1,04	0,59	0,57	0,56
Análise de variância Experimento 3 – março a setembro de 2017 (16 acessos)								
Parâmetros	Produção t ha ⁻¹	Raízes comerciais t ha ⁻¹	Nº total raízes	Nº raízes comerciais	Formato raízes	Comprimen to raízes	Diâmetr o raízes	°Brix
F	10,25*	15,93*	2,33*	4,27*	8,34*	2,25*	1,17	2,79
Média	37,93	30,88	41,88	25,58	5,23	19,96	6,33	10,49
CV (%)	31,63	30,52	30,64	30,11	33,09	20,01	19,24	12,64
h ² (%)	90	94,03	57,08	77,00	88,12	56,09	14,01	64,13
CVg (%)	55,55	68,07	20,39	31,44	51,78	12,92	4,52	9,76
CVg/CVe	1,76	2,23	0,67	1,04	1,56	0,65	0,24	0,77

Média de três experimentos com quatro repetições. * significativos a 5% de probabilidade.

O coeficiente de variação genética (CVg) apresentou alta magnitude para os clones do experimento produtivo com dezesseis genótipos para as variáveis produção total t ha⁻¹ (55,55 %) e peso de raízes comerciais em t ha⁻¹ (68,07%), indicando alta variabilidade entre os genótipos, com grandes possibilidades de ganhos na seleção (Tabela 2.4).

A razão CVg/CVe foi relativamente alta para a maioria das características estudadas. O número total de raízes, no primeiro e segundo Experimentos de plantio

apresentou a razão CVg/CVe de 1,13 e 3,86, respectivamente, assim como nas características avaliadas do segundo e terceiro Experimentos com produção total (2,32 e 1,76), peso de raízes comerciais (1,33 e 2,23), número de raízes comerciais (1,13 e 1,04) e formato das raízes (1,04 e 1,56), respectivamente (Tabela 4). Esses valores indicam condição favorável de seleção, uma vez que, com valores superiores a um, a variância genética supera a ambiental, favorecendo a seleção de materiais promissores (VENCOVSKY, 1992).

As estimativas dos coeficientes de variação genética (CVg), das herdabilidades e do índice de variação (CVg/CVe), representados na tabela 1, foram expressivas, exceto para o caráter sólidos solúveis totais, o que permite afirmar que os clones em questão apresentam alta variabilidade genética (VENCOVSKY, 1992).

Tabela 2.5. Valores médios dos resultados de características morfoagronômicas de três Experimentos de batata-doce – Embrapa Hortaliças Brasília-2018.

Tratamento	Experimento 1							
	PT t ha ⁻¹	PRC t ha ⁻¹	NTR	NRC	CMR	DMR	FR	°Brix
CNPH 769	50,25 a	43,5 a	70,78 a	55,74 a	16,5 a	8,13 a	8,0 a	13,25 a
CNPH 774	23,25 d	12,75 c	23,25 c	17,72 c	13,0 b	6,25 a	3,5 b	13,58 a
CNPH 789	24,75 d	20,75 b	31,91 c	24,75 c	12,33 b	4,63 b	1,75 b	13,73 a
CNPH 790	40,5 b	20,0 c	55,39 b	25,39 c	11,75 b	7,0 a	3,25 b	10,9 a
CNPH 796	15,0 e	10,5 d	26,72 c	22,02 c	13,8 b	6,73 a	7,75 a	12,2 a
CNPH 797	39,75 b	23,25b	32,99 c	23,71 c	11,88 b	6,75 a	4,5 b	12,55 a
CNPH 936	19,25 d	15,25 c	28,23 c	38,01 b	12,73 b	7,48 a	1,0 b	12,45 a
CNPH 813	12,5 e	5,25 f	25,8 c	18,67 c	8,1 b	8,0 a	1,0 b	11,38 a
CNPH 1205	50,75a	38,25 a	86,5 a	69,6 a	15,4 a	4,92 b	8,0 a	8,95 a
CNPH 804	29,5 c	14,25 e	20,86 c	16,66 c	12,88 b	4,85 b	4,25 b	11,55 a
CNPH 806	32,0 c	18,75 c	34,74 c	23,48 c	17,63 a	4,6 b	4,75 b	10,93 a
CNPH 785	12,25 e	11,75 e	22,37 c	14,945 c	9,75 b	6,5 a	6,75 a	10,8 a
CNPH 004	38,25 b	17,0 c	42,09 c	30,83 b	15,9 a	5,93 a	3,75 b	9,83 a
CNPH 893	32,75 c	15,5 c	35,85 c	26,42 c	14,28 a	4,53 b	8,0 a	11,63 a
CNPH 777	15,75 c	3,0 f	20,46 c	16,24 c	12,73 b	6,78 a	3,75 b	12,8 a
CNPH 889	14,5 e	11,0 c	20,58 c	16,12 c	9,98 b	4,43 b	5,0 b	17,5 a

Tabela 2.5. Valores médios dos resultados de características morfoagronômicas de três Experimentos de batata-doce – Embrapa Hortaliças Brasília-2018. Continuação.

CNPH 888	17,25 c	15,0 c	27,49 c	24,22 c	15,03 a	4,78 b	4,25 b	11,23 a
CNPH 887	24,0 c	15,25 c	33,62 c	20,82 c	13,5 b	4,75 b	8,0 a	10,3 a
CNPH 886	43,5 b	17,5 c	40,89 c	37,75 b	15,05 a	4,8 b	7,75 a	10,93 a
CNPH009	28,25 c	11,75 d	63,86 a	50,74 a	16,15 a	4,65 b	4,25 b	12,78 a
CNPH 877	22,75 d	17,75 c	30,83 c	25,48 c	15,03 a	6,15 a	3,75 b	10,6 a
CNPH 871	20,75 c	21,25 b	43,75 b	32,93 b	10,25 b	7,5 a	2,5 b	12,75 a
CNPH 872	26,5 d	12,5 c	16,33 c	14,53 c	12,0 b	6,45 a	2,75 b	11,5 a
CNPH 858	24,25 d	17,5 c	44,76 b	36,84 b	14,25 a	7,03 a	1,5 b	13,05 a
CNPH 895	42,0 b	26,25 b	75,41 a	46,78 a	15,5 a	6,15 a	5,25 b	9,83 a
CNPH 896	28,5 c	20,0 b	68,32 a	45,83 a	16,78 a	6,08 a	7,25 a	13,1 a
CNPH 001	41,75 b	18,25 c	44,04 b	31,19 b	16,75 a	6,13 a	7,0 a	9,2 a
CNPH 904	18,75 dc	10,25 e	37,34 c	17,32 c	13,75 b	6,25 a	4,0 b	11,6 a
CNPH 906	33,75 c	15,0 c	35,34 c	28,56 c	18,75 a	7,98 a	5,25 b	11,43 a
CNPH 908	39,5 b	19,5 b	33,15 c	23,18 c	17,4 a	7,25 a	6,5 a	11,0 a
CNPH 909	25,25 d	13,5 c	44,46 b	31,16 b	16,25 a	7,75 a	3,75 b	12,05 a
CNPH 1275	50,25 a	29,25 b	53,33 b	39,165 b	16,75 a	6,38 a	7,0 a	12,89 a
CNPH 916	22,0 d	12,25 e	34,73 c	28,31 c	13,8 b	5,08 b	7,0 a	12,98 a
CNPH 946	07,5 f	13,75 e	47,33 b	38,94 b	12,25 b	7,25 a	2,0 a	11,83 a
CNPH 961	19,5 d	15,0 c	35,86 c	20,61 c	13,5 b	6,63 a	5,0 b	10,95 a
CNPH 959	53,5 a	13,75 e	48,37 b	36,74 b	17,75 a	6,75 a	8,25 a	15,15 a
CNPH010	43,0 b	24,0 b	34,72 c	29,52 c	14,0 b	6,48 a	6,75 a	13,2 a
CNPH 953	47,0 a	21,5 b	68,01 a	41,94 b	17,25 a	7,05 a	6,0 a	11,65 a
CNPH 952	20,0 e	9,5 b	40,61 c	36,31 b	12,8 b	6,48 a	5,0 b	12,73 a
CNPH 947	20,5 e	12,0 e	25,23 c	17,46 c	13,0 b	3,93 b	6,5 a	13,65 a
CNPH 980	17,5 e	11,25 e	24,65 c	17,86 c	12,88 b	6,65 a	3,75 b	13,35 a
CNPH 003	30,5 c	25,75 b	69,56 a	54,88 a	18,75 a	6,8 a	5,25 b	11,83 a
CNPH 983	45,75 b	23,5 b	48,75 b	35,23 b	15,68 a	6,93 a	5,25 b	11,075 a
CNPH 1010	24,5 c	10,0 e	24,57 c	17,79 c	11,6 b	4,73 b	5,75 a	12,65 a
CNPH 1132	9,0 f	8,5 e	20,17 c	21,07 c	10,0 b	6,0 a	2,0 b	12,05 a
CNPH 1261	15,75 e	13,5 e	35,3 c	25,68 c	10,5 b	5,75 b	6,0 a	13,9 a
CNPH 1262	39,5 b	17,75 b	45,33 b	38,88 b	13,75 b	6,03 a	4,25 b	12,4 a
CNPH 1283	24,5 c	21,25 b	55,8 b	39,2 b	11,38 b	5,08 b	5,5 a	11,5 a
CNPH 837	13,0 e	12,5 c	40,99 c	37,82 b	13,0 b	6,5 a	5,25 b	8,2 a
CNPH 1395	18,0 e	14,0 c	30,18 c	22,15 c	10,38 b	7,38 a	1,0 b	10,0 a
CNPH 1390	45,75 b	23,0 b	36,74 c	21,23 c	14,08 b	5,25 b	6,0 a	11,03 a
CNPH 1403	43,25 b	25,75 b	48,21 b	42,02 b	16,45 a	5,28 b	8,0 a	9,05 a
CNPH 1387	22,25 c	9,0 e	20,66 c	16,04 c	10,88 b	6,2 a	3,0 b	11,15 a
CNPH 1377	18,25 d	8,25 e	58,22 b	33,93 b	14,73 a	6,43 a	4,5 b	13,0 a
CNPH 1369	40,75 b	16,0 c	31,89 c	23,47 c	17,25 a	6,85 a	7,75 a	12,58 a
CNPH 1366	23,0 d	14,0 c	46,85 b	38,28 b	13,38 b	4,85 b	8,0 a	13,0 a
CNPH 824	27,0 d	19,0 b	33,94 c	32,42 b	13,38 b	9,0 a	4,75 b	11,38 a
CNPH 826	23,0 d	11,25 e	50,28 b	33,8 b	12,0 b	3,5 b	8,0 a	11,43 a
CNPH 1270	35,0cb	16,5 c	46,45 b	36,29 b	12,63 b	7,38 a	3,0 b	9,03 a
CNPH 869	21, d	11,25 e	42,89 b	32,01 b	13,25 b	5,8 b	4,5 b	9,1 a

Tabela 2.5. Valores médios dos resultados de características morfoagronômicas de três Experimentos de batata-doce – Embrapa Hortaliças Brasília-2018. Continua.

CNPH 1389	17,5 e	10,25 e	44,59 b	34,25 b	10,0 b	5,0 b	8,0 a	9,73 a
CNPH 964	52,25 a	18,75 b	48,41 b	37,59 b	14,38 a	5,5 b	7,75 a	12,38 a
CNPH 1277	16,75 e	15,25 b	40,64 c	30,73 b	7,25 b	3,75 b	3,5 b	12,63 a
CNPH 1219	26,75 c	14,5 c	24,79 c	17,58 c	13,63 b	7,03 a	3,5 b	10,7 a
Média	28,46*	16,17*	28,9*	18,5*	5,11*	13,71*	6,11*	11,77

Experimento 2

Tratamento	PT t ha ⁻¹	PRC t ha ⁻¹	NTR	NRC	CMR	DMR	FR	°Brix
CNPH 004	53,39 a	41,48 a	33,00 d	24,83 b	21,89 a	6,58 a	8,78 a	8,69 b
CNPH 003	48,54 a	40,70 ab	38,00 d	29,27 b	19,90 a	5,92 a	7,86 a	10,06 b
CNPH 895	32,73 b	25,69 b	35,00 d	22,49 b	15,36 a	6,00 a	5,78 a	12,95 a
CNPH 1275	39,82 a	20,55 b	25,00 c	26,89 b	16,98 a	6,01 a	5,53 a	10,93 b
CNPH 009	21,15 d	16,57 c	21,00 c	16,83 c	16,97 a	5,69 a	7,45 a	9,52 b
CNPH 1205	55,26 a	39,56 a	52,00 a	48,17 a	18,67 a	6,971 a	4,18 b	9,05 b
CNPH 959	27,98 b	21,81 b	32,00 d	19,98 c	16,61 a	6,79 a	4,67 b	9,44 b
CNPH 769	41,46 a	36,47 a	34,00 d	25,25 b	18,38 a	6,40 a	4,53 b	9,64 b
CNPH 893	40,02 a	26,88 b	30,00 d	12,84 c	10,94 a	6,34 a	3,49 b	9,52 b
CNPH 964	40,73 a	36,72 a	37,00 d	24,71 b	14,99 a	6,11 a	3,84 b	12,35 a
CNPH 829	51,01a	30,62 b	24,00 c	26,45 b	16,22 a	6,11 a	6,65 a	10,44 b
CNPH789	47,53 a	18,17 d	24,00 c	11,75 c	18,23 a	6,08 a	7,68 a	10,36 b
CNPH 1403	31,15 c	16,38 d	34,00 d	28,73 b	17,17 a	6,04 a	6,42 a	12,36 a
CNPH 1819	49,48 a	27,99 c	32,00 d	39,58 a	16,76 a	7,08 a	4,0 b	8,54 b
CNPH 1366	41,85 a	36,61 b	43,00 b	23,66 b	13,41 a	6,13 a	6,74 a	12,05 a
CNPH 1262	49,11 a	27,56 c	44,00 b	20,22 c	16,90 a	5,42 a	5,80 a	13,14 a
CNPH 908	23,32 b	13,47 f	31,00 d	21,10 c	16,57 a	6,18 a	4,54 b	11,35 a
CNPH 906	17,70 d	9,99 f	15,00 f	8,21 c	16,15 a	5,64 a	5,13 b	11,72 a
CNPH 909	41,10 a	28,51 b	40,00 b	15,74 c	17,59 a	6,99 a	4,58 b	12,37 a
CNPH 1369	16,11 c	10,11 f	26,00 c	24,88 b	19,15 a	6,23 a	6,79a	10,51 b
CNPH 1390	42,54 a	20,00 d	37,00 b	29,54 b	17,29 a	5,71 a	5,59 a	12,03 a
CNPH 953	41,51 a	33,89 b	42,00 b	18,27 c	18,21 a	5,77 a	2,09 b	12,11 a
CNPH 806	25,20 c	15,84 e	30,00 d	12,18 c	17,31 a	5,39 a	3,22 b	11,18 a
CNPH 790	42,64a	28,23 b	43,00 b	17,42 c	12,99 a	5,27 a	4,73 b	12,57 a
CNPH 1219	43,13 a	38,55 a	30,00 c	13,07 c	16,54 a	5,55 a	2,15 b	14,84 a
CNPH 777	33,66 b	16,45 c	43,00 b	6,02 c	15,68 a	5,11 a	4,59 b	14,27 a
CNPH 904	49,98 a	21,80 b	38,00 b	15,64 c	13,79 a	7,45 a	1,35 b	10,68 b
CNPH 952	21,74 d	12,31d	26,00 c	9,94 c	10,19 a	6,28 a	5,91 a	9,84 b
CNPH 824	43,79 a	40,92a	28,00 c	20,34 c	15,39 a	6,0 a	8,82 a	9,13 b
CNPH 886	51,47 a	46,99 a	39,00 b	4,28 c	18,18 a	4,74 a	2,04 b	9,52 b
CNPH 980	46,48 a	36,25 b	39,00 b	9,29 c	20,81 a	7,64 a	4,01 b	11,41 a
CNPH 010	19,48 d	16,60 c	27,00 c	9,71 c	10,72 a	5,29 a	4,38 b	11,45 a
CNPH 796	35,10 b	27,09 b	16,00 e	9,47 c	14,41 a	3,96 a	6,03 a	12,85 a
CNPH 1283	28,98 c	24,19 b	30,00 d	34,39 a	18,12 a	6,98 a	5,89 a	10,67 b
CNPH 1270	47,28 a	22,03 b	40,00 b	30,04 b	20,14 a	7,13 a	7,85 a	9,12 b
CNPH 001	46,33 a	40,53 a	41,00 b	35,14 a	18,36 a	5,98 a	8,86 a	7,29 b
Média	38,58*	27,15*	32,64*	20,73*	5,33*	16,58*	6,08*	10,95*

Tabela 2.5. Valores médios dos resultados de características morfoagronômicas de três Experimentos de batata-doce – Embrapa Hortaliças Brasília-2018. Conclusão.

Experimento 3								
Tratamento	PT t ha ⁻¹	PRC t ha ⁻¹	NTR	NRC	CMR	DMR	FR	°Brix
CNPH 1270	51,73 a	49,96 a	53,49 a	32,75 a	18,23 a	6,59 a	1,61 c	9,42 a
CNPH 893	33,14 b	28,01 c	39,52 a	16,89 b	19,03 a	6,40 a	5,64 b	9,35 a
CNPH 895	44,67 a	29,96 c	45,74 a	27,28 a	19,47 a	5,46 a	7,56 b	14,05 a
CNPH 959	29,03 d	22,31 c	42,51 a	18,78 b	22,12 a	6,32 a	6,67 b	10,49 a
CNPH 908	42,12 b	33,73 b	44,39 a	19,44 b	19,68 a	6,69 a	6,71 b	11,56 a
CNPH1275	47,33 a	34,56 b	56,56 a	29,86 a	21,71 a	7,78 a	4,37 c	10,44 a
CNPH 1262	38,25 b	29,72 c	44,16 a	32,44 a	17,92 a	7,02 a	3,89 c	10,33 a
CNPH 1369	42,44 a	39,56 b	34,08 a	27,96 a	28,17 a	7,39 a	5,92 b	11,59 a
CNPH 003	25,83 d	25,39 c	33,32 a	21,09 b	22,13 a	6,02 a	9,0 a	9,35 a
CNPH 004	19,68 d	16,08 d	55,82 a	20,68 b	20,22 a	5,14 a	5,79 b	9,68 a
CNPH 009	21,71 d	19,31 d	21,89 a	10,21 b	11,66 a	6,67 a	2,28 c	11,32 a
CNPH 1219	13,86 c	6,73 e	16,85 a	10,92 b	16,35 a	5,89 a	1,59 c	9,26 a
CNPH 1403	39,07 b	26,25 c	37,69 a	29,78 a	18,66 a	4,96 a	8,49 a	9,35 a
CNPH 001	50,72 a	39,36 b	42,35 a	36,39 a	21,69 a	5,91 a	8,96 a	11,51 a
CNPH 010	50,39 a	40,51 b	49,76 a	31,43 a	20,19 a	6,46 a	5,87 b	9,59 a
CNPH 1205	56,89 a	52,29 a	81,86 a	53,42 a	22,11 a	6,63 a	6,55 b	10,46 a
Média	37,93*	30,88*	41,88*	25,58*	5,23*	19,96*	6,49	10,49

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott Knott com de 5 % de probabilidade. Médias de quatro repetições. PT- produção total em tonelada por hectare; PRC- peso de raízes comerciais em tonelada por hectare; NTR- número total de raízes; NRC-número de raízes comerciais; CMR-comprimento da raiz; DMR-diâmetro da raiz; FR-formato da raiz.

Conforme dados apresentados na Tabela 2.5, pode-se constatar que a produtividade total de raízes no Experimento 1, em toneladas por hectare, variou de 53,5 t ha⁻¹ (clone CNPH 959) a 7,5 t ha⁻¹ (clone CNPH 946). Nos Experimentos 2 e 3, a testemunha CNPH 1205 foi a cultivar que apresentou a maior produtividade total de raízes (55,26 t ha⁻¹ e 56,89 t ha⁻¹, respectivamente), seguida pela testemunha CNPH 004, com produção média de 53,39 t ha⁻¹. No Experimento 2, entre os clones foram constatadas as maiores produtividades totais para os materiais CNPH 829 (51,01 t ha⁻¹) e CNPH 886 (51,47 t ha⁻¹). Para se obter um material com alto padrão produtivo, espera-se que o mesmo, além de uma alta produtividade total, possua também uma boa produção de raízes comerciais. Considerando este quesito, pode-se afirmar, com base nos resultados desta pesquisa, que o clone CNHH 769 está entre os materiais promissores, pois apresentou alta produção de raízes totais (50,25 t ha⁻¹) e comerciais (43,5 t ha⁻¹), diferente do clone CNPH

813 (12,5 t ha⁻¹ e 5,25 t ha⁻¹), que obteve produção comercial 50% menor do que a produção total de raízes (Tabela 2.5).

Quanto à produção de raízes comerciais dos clones de batata-doce, os valores médios ficaram entre 43,5 t ha⁻¹ para o clone CNPH 769 e 3,0 t ha⁻¹ para o clone CNPH 777. As maiores produtividades comercializáveis foram verificadas nos três Experimentos na testemunha CNPH 1205 (50,75 t ha⁻¹; 55,26 t ha⁻¹ e 56,89 t ha⁻¹). No que se refere aos clones, foi observada maior produtividade nos três Experimentos do clone CNPH 895, com produção de raízes comerciais de 26,25 t ha⁻¹ 25,69 t ha⁻¹ e 29,92 t ha⁻¹, respectivamente (Tabela 2.5).

Estes resultados corroboram com os citados por Gonçalves Neto et al. (2012), que, na avaliação de 39 genótipos de batata-doce, observaram uma produção de raízes comerciais na faixa de 0 a 51,35 t ha⁻¹, dos clones UFLA 07-48 e UFLA 07-12, respectivamente. No estudo de Azevedo et al (2002), no qual foram avaliados treze clones em Ijaci - MG, foi encontrada uma produtividade comercial variando de 2,25 t ha⁻¹, para o clone 92619, e 19,55 t ha⁻¹ para o clone 92010. Andrade Júnior et al. (2012), na análise de doze clones de batata-doce em Diamantina – MG, seis meses após o plantio, constataram produtividades comerciais entre 8 t.ha⁻¹, com a variedade batata mandioca, e 29,5 t ha⁻¹ com o clone BD-45. Já as observadas por Amaro et al. (2017), em colheita realizada em períodos diferentes de plantio, obtiveram produtividade média de 7,96 a 24,62 t ha⁻¹, respectivamente.

Na tabela 2.6 encontram-se os valores da matriz de correlação obtidos nos três experimentos na matriz de correlação fenotípica das características.

De acordo com os dados representados na Tabela 2.6, pode-se observar que houve correlação positiva entre várias características estudadas. A correlação é um parâmetro importante nos programas de melhoramento genético, visto que possibilita a seleção

simultânea ou indireta, principalmente quando o caráter de interesse apresenta problemas de medição e de identificação ou de baixa herdabilidade (CRUZ et al., 2004).

Tabela 2.6. Matriz de correlação fenotípica das características estudadas em três Experimentos de plantio. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2018.

Látice 8x8

	PRC	PTR	NTR	NRC	CMR	DMR	FR	<u>Brix</u>
PRC	1	0,59*	0,69*	0,43	0,64*	0,11	0,44*	-0,58*
PTR		1	0,98*	0,74*	0,70*	0,41*	0,78*	0,89*
NTR			1	0,70*	0,41	0,77*	-0,33	-0,01
NRC				1	0,45*	0,48*	0,28	-0,18
CMR					1	0,16	0,41*	-0,16
DMR						1	0,34	-0,10
FR							1	-0,18
<u>Brix</u>								1

Látice 6x6

	PRC	PTR	NTR	NRC	CMR	DMR	FR	<u>Brix</u>
PRC	1	0,92*	0,92*	0,88*	0,91*	0,29	0,38	-0,54*
PTR		1	0,89*	0,87*	0,40*	0,60*	0,37	0,49*
NTR			1	0,85*	0,89*	0,29	0,47	-0,13
NRC				1	0,89*	0,26	0,48*	-0,22
CMR					1	0,62*	0,61*	-0,33
DMR						1	0,55*	-0,23
FR							1	-0,19
<u>Brix</u>								1

Látice 4x4

	PRC	PTR	NTR	NRC	CMR	DMR	FR	<u>Brix</u>
PRC	1	0,02	0,48*	0,92*	0,52*	0,45*	0,28	0,57*
PTR		1	0,28	0,92*	0,52*	0,44*	0,28	0,56*
NTR			1	0,87*	0,59*	0,44*	0,29	0,29
NRC				1	0,59*	0,44*	0,28	0,19
CMR					1	0,25	0,22	0,16
DMR						1	0,78*	0,23
FR							1	0,17
<u>Brix</u>								1

PRC - produção de raízes comerciais (massa t ha⁻¹); PTR - produção total de raízes (massa t ha⁻¹); NTR - número total de raízes; NRC - número de raízes comerciais; CMR - comprimento da raiz (cm); DMR - diâmetro da raiz (cm); FR- formato da raiz. *significativo a 5% de probabilidade.

De acordo com a matriz de correlação fenotípica para as variáveis avaliadas (Tabela 2.6), o número total de raízes (NTR) apresentou forte correlação no segundo Experimento produtivo com a produção de raízes comerciais (PRC), sendo igual a 0,92, e também no Experimento 1, com a produção total de raízes (PTR) igual a 0,098, o que é altamente significativo. Já o número de raízes comerciais do Experimento 3 (NRC) mostrou-se altamente correlacionado com a produção total de raízes (PTR), igual a 0,92, indicando que são caracteres bem similares, ou seja, que há possibilidade de apenas um deles ser avaliado, e, neste caso, pode-se considerar que o NTR e o NRC foram avaliados com precisão.

O número médio de raízes comerciais por parcela, oscilou nos Experimentos 1 e 2 de 86,5 para a testemunha CNPH 1205 a 16,0 para o clone CNPH 796, respectivamente (Tabela 2.6). A testemunha CNPH 1205 destacou-se na característica número total de raízes no primeiro e no Experimento 3; no entanto, o clone CNPH 895 apresentou alta produtividade de raízes em comparação aos clones estudados. Resultados semelhantes foram encontrados no trabalho de Amaro et al. (2017), que utilizaram oito cultivares de batata-doce da Embrapa na região do Alto Paranaíba-MG e encontraram média de produtividade de 11,25 a 47,75 em dois períodos de cultivo.

Em estudo realizado por Silva et al. (1991), foram encontrados, nas variedades Jacaré e Peçanha Branca, o menor e o maior números de raízes tuberosas comerciais por parcela, entre 3,11 e 9,18, respectivamente, após quatro meses de plantio.

Quanto ao formato de raízes, foram encontrados valores entre 1,0 (redonda) e 9,0 (longa irregular ou curvada), indicando uma grande variação de formatos nos materiais estudados. Entre os formatos analisados, os que mais se aproximam do padrão comercial são os que correspondem aos formatos elíptica e longa elíptica, por apresentarem um

formato mais longo e menos redondo, considerado ideal para o comércio (Tabela 2.5). Entre clones e testemunhas de batata-doce avaliados nesta pesquisa, 44 % apresentaram (possuem) o formato longa elíptica e 25 % o formato elíptica. Estes resultados estão de acordo com Daros et al. (2002), os quais citam o formato das raízes como característica mais importante na descrição de cultivares. Estes autores encontraram, entre cinco acessos estudados, quatro com formato longo elíptico.

Conforme Shimakura & Ribeiro Junior (2009), as magnitudes dos coeficientes de correlações são classificadas variando de 0,19 (muito fraca); 0,20 a 0,39 (fraca); 0,40 a 0,69 (moderada); 0,70 a 0,89 (forte); e 0,90 a 1,00 (muito forte). Em um trabalho de melhoramento genético, é de fundamental importância a precisão experimental, para que se obtenha sucesso na seleção, principalmente em características como a produtividade, que sofre grande influência ambiental, como relata Castro Arriel (1999).

Conforme a Figura 2.1, foi constatada a análise de agrupamento com a formação de diferentes grupos de similaridade. Observa-se, pelo dendograma de dissimilaridades morfoagronômicas, que os clones de batata-doce mais similares morfologicamente no Experimento 1 foram os clones CNPH 858, CNPH 904, CNPH 961, CNPH 774, CNPH 872, CNPH 1275, CNPH 790 e CNPH 797. Os clones dentro deste mesmo grupo, podem ser considerados como materiais de mesmo genótipo (duplicatas), pois, além de apresentarem o mesmo fenótipo, exibem características morfológicas similares.

Com fundamento nestes resultados, pode-se observar a alta variabilidade morfológica entre os clones de batata-doce (Figura 2.1), com poucos fenótipos iguais, reforçando a diversidade advinda dos parentais. Souza et al. (2008), caracterizando morfológicamente vinte acessos de batata-doce em Palmas -TO, observaram a formação de dois grandes grupos (90% de divergência) com subdivisões. Segundo Ritschel &

Huamán (2002), os resultados obtidos com a caracterização morfológica do BAG/batata-doce têm auxiliado na orientação de outras atividades relacionadas com sua organização.

Observa-se que houve a formação de dez grupos distintos, com subdivisões. O primeiro, segundo, terceiro e o quinto grupos com apenas um único clone (CNPH 1205, CNPH 769, CNPH 1270 e CNPH 1261, respectivamente); e o quarto e oitavo grupo com dois clones, CNPH 893 e CNPH 1277; CNPH 1389 e CNPH 826. Foi verificado a formação do sexto grupo com 13 clones (CNPH004, CNPH009, CNPH003, CNPH895, CNPH 1403, CNPH 886, CNPH 1369, CNPH 1390, CNPH 010, CNPH 959, CNPH 1219, CNPH 893 e CNPH 959). O sétimo grupo com três clones (CNPH 001, CNPH 964, CNPH896). O nono e o décimo grupos apresentaram o maior número de agrupamentos, um com quinze clones e o outro com 25 clones (9º - CNPH 789, CNPH 888 CNPH 980, CNPH 947, CNPH 1010, CNPH 804, CNPH 785, CNPH 796, CNPH 1366 CNPH 916, CNPH 887, CNPH 893, CNPH 824, CNPH 869 e CNPH 837); (10º - CNPH 858, CNPH 936, CNPH 946, CNPH 871, CNPH 1132, CNPH 1395, CNPH 813, CNPH 1387, CNPH 777, CNPH 1377, CNPH 952, CNPH 1283, CNPH 1263, CNPH 785, CNPH 909, CNPH 908, CNPH 906, CNPH 797, CNPH 790, CNPH 1819, CNPH 872, CNPH 774, CNPH 961, CNPH 904, CNPH 877. Pode-se observar que o ponto de máximo foi atingido no passo da formação de dois grupos, indicando que este ponto está relacionado com a menor probabilidade de significância do teste e, conseqüentemente, indica a interrupção do processo de agrupamento. Assim, os grupos nono e décimo foram determinados como ideais para a análise do agrupamento UPGMA (Figura 2.1).

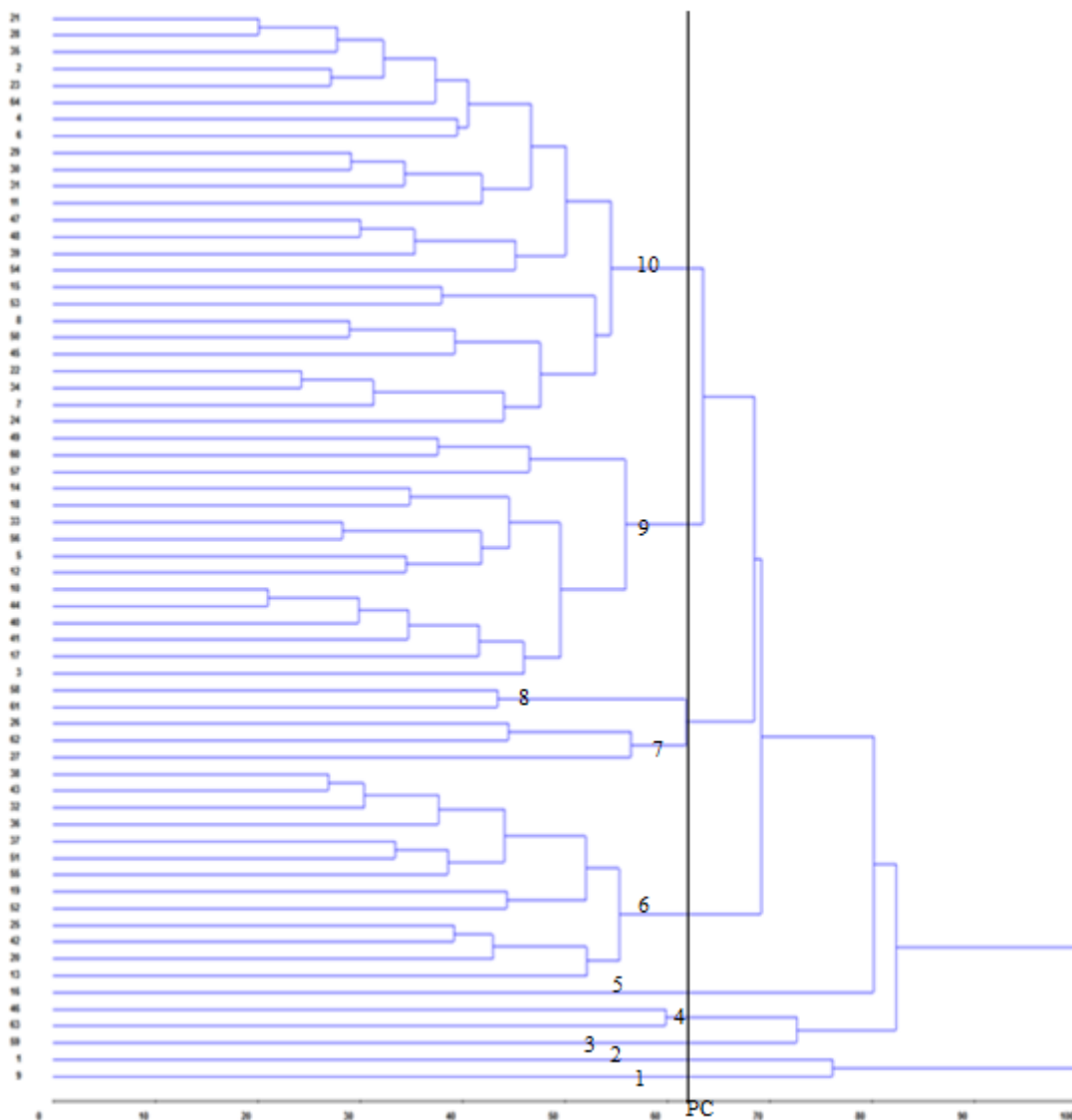


Figura 2.1. Análise de agrupamento no Experimento 1, com 64 clones de batata-doce, de acordo com nove descritores morfoagronômicos, segundo o método UPGMA. Embrapa Hortaliças, Brasília - DF, 2018. PC- ponto de corte.

Nos métodos hierárquicos, os genótipos são agrupados por um processo que se repete por vários níveis, até que se estabeleça um dendograma ou o diagrama de árvore (CRUZ & CARNEIRO, 2006). Dessa forma, o método UPGMA, aliado ao método de otimização de Tocher, confere maior eficiência ao discriminar os genótipos quanto às suas distâncias genéticas. O método UPGMA (Figura 2.2) permitiu a formação de doze

grupos distintos, sendo considerado como ponto de corte o valor médio de 65. Foi observado que três dos grupos formados continham dois clones cada um: terceiro grupo, CNPH 909 e CNPH 959; sexto grupo, CNPH 1396 e CNPH 001, décimo grupo, CNPH 904 e CNPH 1262;

Foram verificada a formação de quatro grupos com três clones, primeiro grupo, (CNPH 829, CNPH 1270, e CNPH 777), quarto grupo, (CNPH 009, CNPH 806; e CNPH 769); quinto grupo, (CNPH 001, CNPH 886, CNPH 953); décimo primeiro grupo, (CNPH 1205, CNPH 1270, CNPH 1819). Os grupos restantes contemplaram quatro clones cada, segundo grupo (CNPH 1275, CNPH 789, CNPH 1219 e CNPH 010), sétimo grupo (CNPH 908, CNPH 895, CNPH 980, e CNPH 790), nono grupo (CNPH 964, CNPH 004, CNPH 824 e CNPH 1369) décimo primeiro grupo (CNPH 906, CNPH 1403 e CNPH 796 e CNPH 952). Como pode ser observado na Figura 2.2.

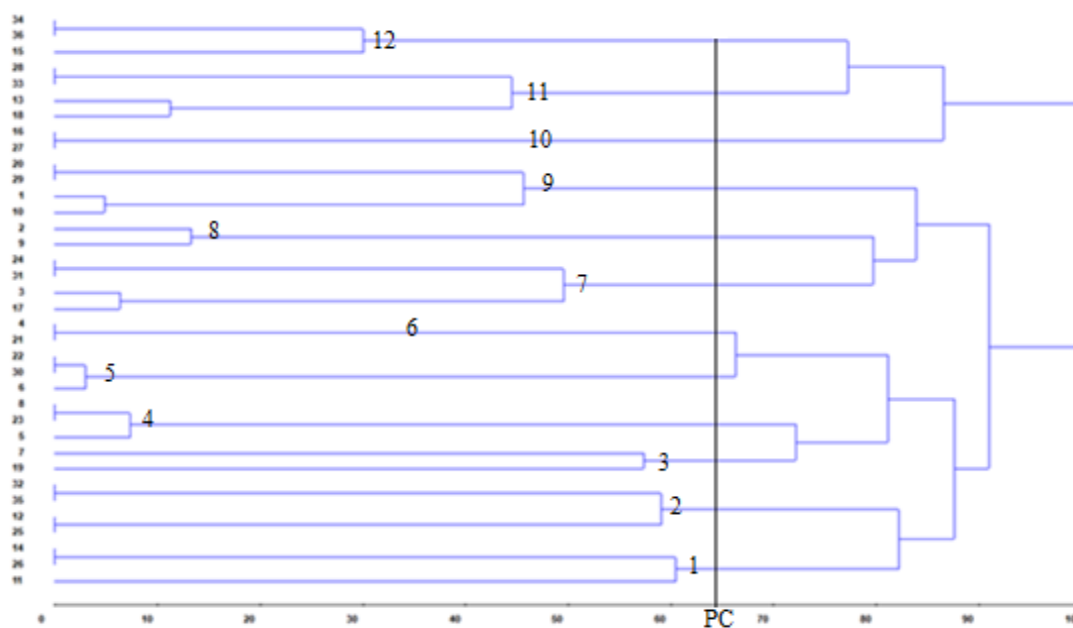


Figura 2.2. Análise de agrupamento no Experimento 2 com 36 clones de batata-doce, de acordo com nove descritores morfoagronômicos, segundo o método UPGMA. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2018. PC-Ponto de Corte.

Tendo como base os resultados do Experimento 3 (Figura 2.3) e considerando o ponto médio de corte das distâncias em 65, pode-se observar a formação de seis grupos. No entanto, a maior porção dos genótipos foi alocada no sexto grupo (CNPH 1262, CNPH 908, CNPH 895, CNPH 001 e CNPH 1205), assim como um grupo isolado com apenas um clone (quinto grupo, CNPH 1219), e dois grupos com dois clones (terceiro grupo CNPH 010 e CNPH 893), quarto grupo, CNPH 1369 e CNPH 010). Além disso, ainda foi constatada a formação de dois grupos com três clones cada: primeiro grupo (CNPH 959, CNPH 009 e CNPH 003) e segundo grupo (CNPH 1369, CNPH 1403 e CNPH 1275), como mostra a Figura 2.3.

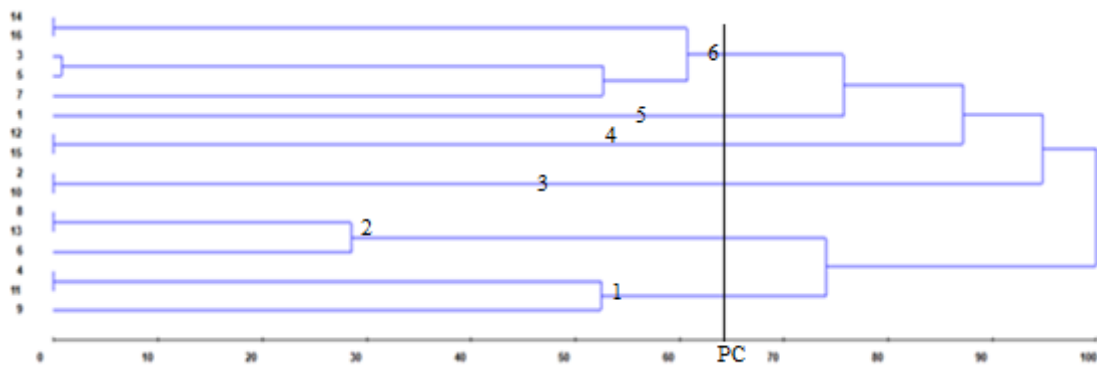


Figura 2.3. Análise de agrupamento no Experimento 3, com dezesseis clones de batata-doce, de acordo com nove descritores morfoagronômicos, segundo o método UPGMA. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2018.PC-Ponto de Corte.

As diferenças observadas nesta pesquisa devem-se, segundo Buttow et al. (2010), à maneira de realizar o cálculo da variabilidade genética e aos métodos de agrupamento utilizados na discriminação de genótipos pela dissimilaridade genética, corroborando com os estudos realizados por outros autores (NEITZKE et al., 2010; BUTTOW et al., 2010; SIMON et al., 2012). Segundo Carpentieri-Pípolo et al. (2005), a seleção de genótipos para cruzamento com base somente na divergência genética, sem considerar seus rendimentos, pode não ser uma estratégia eficiente para um programa de melhoramento genético.

2.6 CONCLUSÕES

Os genótipos demonstraram grande variabilidade genética para as características agronômicas avaliadas, com potencial de seleção de genótipos superiores para serem utilizados como genitores em programas de melhoramento.

Os maiores valores de herdabilidade, assim como da razão coeficiente de variação genética/coeficiente de variação ambiental, indicam que a seleção dos genótipos deve ser realizada de forma criteriosa, em função da grande influência ambiental.

As correlações fenotípicas entre o número total de raízes, produção de raízes comerciais, número de raízes comerciais e produção total de raízes foram muito fortes, indicando que a seleção de uma característica influencia positivamente nas demais características.

Os genótipos de batata-doce CNPH 895, CNPH 1262 e CNPH 1403 foram considerados promissores em termos agronômicos e possuem potencial genético para serem utilizados como genitores em programa de melhoramento genético da cultura.

2.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE JÚNIOR, V. C.; VIANA, D. J. S.; PINTO, N. A. V. D.; RIBEIRO, K. G.; PEREIRA, R. C.; NEIVA, I. P.; AZEVEDO, A. M.; ANDRADE, P. Características produtivas e qualitativas de ramas e raízes de batata-doce. **Horticultura Brasileira** v.30, p. 584-589, 2012.

ACQUAAH, G. Practical protein electrophoresis for genetic research. Oregon: Dioscorides Press, 131 p. 1992.

ALBAGLI, S., MACIEL, M. L. Informação e conhecimento na inovação e no desenvolvimento local. **Ciência da Informação**, Brasília. v. 33, p. 9-16, 2004.

ALFENAS, A. C.; PETERS, I.; BRUNE, W.; PASSADOR, G. C. Eletroforese de proteínas e isoenzimas de fungos e essências florestais. Viçosa: UFV, 242 p. 1991.

AMARO, G. B.; FERNANDES, F. R.; SILVA, G. O.; MELLO, A. F. S; CASTRO, L. A. S. Desempenho de cultivares de batata doce na região do Alto Paranaíba- MG. **Horticultura Brasileira** v. 35: n 2. p. 286-291, 2017. DOI - <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620170221>

AZEVEDO, A. M.; ANDRADE JÚNIOR, V. C.; VIANA, D. J. S.; ELSAYED, A. Y. A. M; PEDROSA, C. E.; NEIVA, I. P.; FIGUEIREDO, J. A. 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.

AZEVEDO, S. M.; MALUF, W. R.; SILVEIRA, M. A.; FREITAS, J. A. Reação de clones de batata-doce aos insetos de solo. **Ciência e Agrotecnologia** v. 26, p. 545-549, 2002.

BENIN, G.; CARVALHO, F. I. F.; ASSMANN, I. C.; CIGOLINI, J.; CRUZ, P. J.; MARCHIORO, V. C.; LORENCETTI, C.; SILVA, J. A. G. Identificação da dissimilaridade genética entre genótipos de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) do grupo preto. **Revista Brasileira de Agro ciência**, v.8, n.3, p.179-184, 2002.

BORSOI FILHO, J. L. Variabilidade isozimáticae divergência genética de seis cultivares de mandioca (*Manihot esculenta crantz*). Viçosa: UFV, 1995. 52 p. (Dissertação de mestrado).

BUTTOW, M. V., CASTRO, C. M., SCHWARTZ, E., TONIETTO, A., BARBIERI, R. L., Caracterização Molecular de Populações de *Butia Capitata* (*arecaceae*) do Sul do Brasil através de marcadores AFLP. **Revista Brasileira de Fruticultura.**, Jaboticabal - SP, v. 32, n. 1, p. 230-239, 2010.

BUSSAB, W. O.; MIAZAKI, E. S.; ANDRADE, D. F. Introdução à análise de agrupamentos. São Paulo: IME/USP, 105 p.1990.

CABRAL, P. D. S.; SOARES, T. C. B.; GONÇALVES, L. S. A.; AMARAL JÚNIOR, A. T. LIMA, A. B. P.; RODRIGUES, R.; MATTA, F.P. Quantification of the diversity among common bean accessions using Ward-MLM strategy. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 45, p. 1124-1132, 2010.

CAMARGO, C. K. P. Caracterização de acessos de batata-doce do banco de germoplasma da Unicentro, PR. Universidade Federal do Paraná, 2013. (Tese de doutorado).

CASTRO, A. N. H. Correlações genéticas e fenotípicas e herdabilidade em genótipos de gergelim (*Sesamum indicum* L.) **rev. ol. Fibras**, v. 3 n° 3, P 175-180, 1999.

CAVALCANTE, M.; FERREIRA, P. V.; PAIXÃO, S. L.; COSTA, J. G.; D A, PEREIRA, R. G.; MADALENA, J. A. S. Potenciais produtivo e genético de clones de batata-doce. **Acta Scientiarum**. v. 31, p. 421-426, 2009.

CAVALCANTE, J. T.; FERREIRA, P. V.; SOARES, L. Avaliação de clones de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.), em Rio Largo - Alagoas. **Magistra**, v. 15, p. 13-17, 2003.

CARPENTIERI-PÍPOLO, V., RINALDI, D. A, LIMA, V. E. N, Adaptabilidade e estabilidade de populações de milho-pipoca. **Pesquisa. Agropecuária brasileira**. Brasília, v.40, n.1, p. 87-90, 2005.

CHEN, L. O.; CHEN, T. H.; LEE, L. Peroxidase zymograms of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) grown under hydroponic culture. **Botanical Bulletin of Academia Sinica**, v. 33, p. 247-252, 1992.

CHÁVEZ, R.; SÁNCHEZ, T.; IGLESIAS, C. C. Caracterización morfológica y molecular de genótipos mejorados de camote (*Ipomoea batatas*) para ecosistemas Árido-Salino-Bórico. **Ciência e Desarrollo**. v. 8, p. 84-115, 2006.

CRUZ, C. D. Programa GENES: estatística experimental e matrizes. Viçosa: UFV. 285p. 2013.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 2. ed. Viçosa: UFV, v. 2 2006.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV, 390 p. 1994.

CRUZ, C.D. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. v. 1, 3. ed. Viçosa: UFV, 2004.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: Imprensa Universitária, 390 p. 1994.

DAROS, M. Caracterização morfológica e estabilidade de produção de *Ipomoea* batatas em Campos dos Goytacazes, RJ. Campos dos Goytacazes: UENF, 1999. 67 p. (dissertação de mestrado).

DAROS, M.; AMARAL J. R., A. T.; PEREIRA, T. N. S.; LEAL, N. R.; FREITAS, S.P.; SEDIYAMA, T. Caracterização morfológica de acessos de batata-doce. **Horticultura Brasileira**. v. 20, p. 43-47, 2002.

DIAS, L. A. S. Análises multidimensionais. In: ALFENAS, A.C. ed. Eletroforese de isoenzimas e proteínas afins: fundamentos e aplicações em plantas e microorganismos. Viçosa: UFV, p. 401-475.1998.

DIAS, L. A. S.; KAGEYAMA, P. Y. Variação genética em espécies arbóreas e consequências para o melhoramento florestal. **Agrotropica**, v. 3, p. 119-127, 1991.

FARIA, P. N; LAIA, G. A; CARDOSO, K. A; FINGER, F. L; CECON, P. R. Estudo da variabilidade genética de amostras de pimenta (*Capsicum chinense* Jacq.) existentes num banco de germoplasma: um caso de estudo. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 17-22, 2013.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 412p. 2005.

GONÇALVES NETO, A. C.; MALUF, W. R.; GOMES, L. A. A.; MACIEL, G. M. Correlação entre caracteres e estimação de parâmetros populacionais para batata-doce. **Horticultura brasileira**, v. 30, n. 4, 2012.

GUEDES, M. C. Antocianinas: pigmento natural ou remédio. *Revista Científica do IMAPES*, p. 71-73, 2004.

HUAMÁN, Z. Descriptors for sweet potato. Rome: International Board for Genetic Resources/Centro Inter- nacional de la Papa/Asian Vegetable Research and Development Center, 134 p., 1992.

HUAMÁN, Z. Botânica, sistemática y morfología de la planta de batata o camote. In: Manual de manejo de germoplasma de batata o camote (*Ipomoea batatas*). Lima, Peru: CIP, p. 1-16. 1996.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2013. *Produção Agrícola Municipal: Culturas Temporárias e Permanentes*. 2012, 29 janeiro. Rio de Janeiro, v. 37, p.1-

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2016. A cultura da batata doce: Produção Brasileira de batata doce no período de 2005 a 2014.

JONES, A. SHOULD, N. (*Ipomoea trifida*) be designated I. Batatas. **Econ. Bot** v. 21, p. 163-166, 1967.

JÚNIOR, V. C. A.; VIANA, D. J. S.; FERNANDES, J.S. C.; JOSÉ, A.; NUNES, J. A. F.; NEIVA, I. P. Seleção de clones de batata-doce para a região do Alto Vale do Jequitinhonha **Hortic. Bras.** v. 27, n.3, Brasília, 2009. doi.org/10.1590/S0102-05362009000300024

KENNEDY, L. S.; THOMPSON, P. G. Identification of sweetpotato cultivars using isozyme analysis. **HortScience**, v. 26, n. 3, p. 300-302, 1991.

MANTOVANI, E. C.; DELAZARI, F. T.; DIAS, L. E.; ASSIS, I. R.; VIEIRA, G. H. S.; LANDIM, F. M. Eficiência no uso da água de duas cultivares de batata-doce em resposta a diferentes lâminas de irrigação. **Horticultura Brasileira**. v. 31, p. 602-606, 2013.

MATIELLO, R. R.; BARBOSA NETO, J. F.; SERENO, M. J. C. M.; TADERKA, I.; PEGORARO, D. G. Variabilidade genética através de polimorfismos isoenzimáticos em aveias hexaplóides. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 6, p. 913-918, 1998.

MIRANDA, J. E. C. Batata-doce: Evolução e melhoramento. Piracicaba: ESALQ/USP, 1984. 139p. (Monografia).

MOULIN, M. M.; RODRIGUES, R.; GONÇALVES, L. S. A.; SUDRÉ, C. P.; GONZAGA, M. P. A comparison of RAPD and ISSR markers reveals genetic diversity among sweet potato landraces (*Ipomoea batatas* (L.) Lam). **Acta Scientiarum**. v. 34, p. 139-147, 2012.

MURILO, D. V. Cultivares de batata-doce. In: ENCONTRO DE PROFESSORES, PESQUISADORES E EXTENSIONISTAS DE OLERICULTURA DO RIO GRANDE DO NORTE, 4., 1990, Mossoró. *Anais...* Mossoró: ESAM, p. 27-29, 1990.

NASCIMENTO, K. O; ROCHA, D. G. C. M.; SILVA, E. B.; BARBOSA JÚNIOR, J. L.; BARBOSA, M. I. M. J.; NASCIMENTO, C. O. Caracterização química e informação nutricional de fécula de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) orgânica e biofortificada. **Revista Verde Mossoró**, v. 8, p. 132-138, 2013.

NEITZKE, R. S.; BARBIERI, R. L.; RODRIGUES, W. F.; CORRÊA, I.V.; CARVALHO, F.I.F. Dissimilaridade genética entre acessos de pimenta com potencial ornamental. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 4, p. 47-53, 2010.

NOVELLI, V. M.; MACHADO, M. A.; LOPES, C. R. Isoenzymatic polymorphism in *Citrus* spp .and *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. (Rutaceae). **Genetics and Molecular Biology**, v. 23, n. 1, p.163-168, 2000.

OLIVEIRA, A. M. S; BLANK, A. F; ALVES, R. P.; PINTO, V.S.; ARRIGONI-BLANK, M. F; MALUF, W. R. Características produtivas de clones de batata-doce cultivados em três períodos de cultivo em São Cristóvão-SE. **Horticultura Brasileira** v. 33: p. 377-382, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620150000300017>

OLIVEIRA, A. C. B.; SEDIYAMA, M. A. N.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C. D. Avaliação da divergência genética em batata-doce por procedimentos multivariados. **Acta Scientiarum**. v. 22, p. 895-900, 2000.

QUEIROGA, R. C. F.; SANTOS, M. A.; MENEZES, M. A.; VIEIRA, C. P. G.; SILVA, M. C. Fisiologia e produção de cultivares de batata-doce em função da época de colheita. **Horticultura Brasileira**. v. 25, p. 371-374, 2007.

RAO, C. R. Advanced statistical methods in biometric research. New York: John Wiley & Sons, 390 p. 1952.

RITSCHER, P. S.; HUAMÁN, Z.; LOPES, C. A.; MENÊZES, J. E.; TORRES, A. C. Catálogo de germoplasma de batata-doce: Coleção mantida pela Embrapa Hortaliças. Brasília: EMBRAPA- CNPH, 47 p, 1999.

RITSCHER, P. S., HUAMÁN, Z. Variabilidade morfológica da coleção de germoplasma de batata-doce da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisas de Hortaliças. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília. v. 37, p. 485-492, 2002.

RÓS, A. B.; TAVARES FILHO, J.; BARBOSA, G. M. C. Propriedades físicas de solo e crescimento de batata-doce em diferentes sistemas de preparo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, p.242-250, 2013. DOI: 10.1590/S0100-06832013000100025

ROBINSON, I. P. Aloenzimas na genética de populações de plantas. In: ALFENAS, A.C. ed. Eletroforese de isoenzimas e proteínas afins: fundamentos e aplicações em plantas e microorganismos. Viçosa: UFV, p. 329-380. 1998.

SALES FILHO, J. B. Caracterização de cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* crantz) pela morfologia e padrões isozimáticos. Viçosa: UFV, 1991. 118 p. (Tese doutorado).

SEDIYAMA, M. A. N.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; SILVA, D. J. H.; PICANÇO, M. C.; CRUZ, C. D. A study of biochemical markers of kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) clones resistant to aphids (*Brevicoryne brassicae*). **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 18, n. 3, p. 435-438, 1995.

SHAW, C. R.; PRASAD, R. Starch gel electrophoresis of enzymes: a compilation of recipes. **Biochemical Genetics**, v. 4, p. 297-320, 1970.

SHIMAKURA, S. E. & RIBEIRO JÚNIOR, P. J. Estatística descritiva: interpretação do coeficiente de correlação. Departamento de Estatística da Universidade Federal do Paraná. 2009.

SIMON, A. F., CHOU, M. T., SALAZAR, E. D., NICHOLSON, T., SAINI, N., METCHEV, S., KRANTZ, D. E. A simple assay to study social behavior in *Drosophila*: measurement of social space within a group. 2012.

SOLTIS, D. E.; HAUFLER, C. H.; DARROW, D. C.; GASTONY, G. J. Starch gel electrophoresis of ferns: a compilation of grinding buffers, gel and electrode buffers, and staining schedules. **American Fern Journal**, v. 73, p. 9-27, 1983.

SOUZA, J. C. Variabilidade genética e sistema de cruzamentos em populações naturais de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.). Viçosa: UFV, 2000. 86 p. (Tese doutorado).

SILVA, J. B. C.; LOPES, C. A.; MAGALHÃES, J. S. Cultura da batata-doce. In: CEREDA, M. P. Agricultura: tuberosas amiláceas Latino-Americanas. São Paulo: Cargill, v. 2, p. 449-503. 2002.

SILVEIRA, M. A.; ANDRÉ, C. M.; ALVIM, T. C.; DIAS, L. E.; TAVARES, I. B.; SANTANA, A. W. R.; SOUZA, F. R. A cultura da batata-doce como fonte de matéria prima para produção de etanol. Palmas, UFT, 45p., 2007.

SOBRAL, K. M. B.; RAMOS, S. R. R.; GONÇALVES, L. S. A.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; ARAGÃO, W. M. Variabilidade genética entre acessos de coqueiro-anão utilizando técnicas de análise multivariada. **Magistra**, v. 24, p. 348-359, 2012.

SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. Biometry: The principles and practice of statistics in biological research. WH Freeman and Company. New York. USA, 3° ed., 1995.

SOUZA M. C. M. Variabilidade genética para características agronômicas em progênies de alface tolerantes ao calor. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v. 26, p. 354-358. 2008.

SPOONER, D.; VANTREUREN, R.; VICENTE, M. C. Molecular markers for genebank management. IPGRI. Technical Bulletin n° 10. Disponível em:

www.ipgri.cgiar.org/publications/pdf/1082.pdf. International Plant Genetic Resources Institute. Rome, Italy, 2005. Acesso em: 22 de dezembro de 2017.

STEGEMANN, H.; SHAH, A. A.; KLENFORT, K. E.; HAMZA, M. M. Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.): genotype identification by electrophoretic methods and properties of their proteins. **Plant Varieties and Seeds**, v. 5, p. 83-91, 1992.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. Genética biométrica no fito melhoramento. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486 p.

VEASEY, E. A.; SILVA, J. R. Q. ROSA, M. S.; BORGES, A.; BRESSAN, E. A. ; PERONI, N. Phenology and morphological diversity of sweet potato (*Ipomoea batatas*) landaces of the Vale do Ribeira. **Scientia Agrícola**, Piracicaba. v. 64, p. 416-427, 2007.

ZERO. V. M.; LIMA, S. L. D. E. Manejo e Produtividade da batata-doce (*Ipomoea batatas*) no Município de Presidente Prudente – SP. **Energia Agrícola.**, Botucatu. v. 20, p. 94-117, 2005.

Capítulo 3 - AVALIAÇÃO PÓS COLHEITA DE CLONES DE BATATA-DOCE E VIABILIDADE DE USO NA ALIMENTAÇÃO

**Capítulo 3 - Experimento 1-EFEITO DA ADIÇÃO DE FARINHA DA FOLHA DE
BATATA-DOCE SOBRE A COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ACEITAÇÃO
SENSORIAL DE MACARRÃO**

3.1.1 RESUMO

O desenvolvimento e o enriquecimento de alimentos são primordiais não só para a indústria alimentar, mas também para a população, devido à melhoria da qualidade nutricional dos produtos. O consumo de produtos enriquecidos em uma dieta regular pode representar uma alternativa para prevenir doenças causadas pela falta de micro e macronutrientes. O objetivo deste estudo foi determinar os efeitos da folha de batata - doce desidratada adicionada em diferentes concentrações em formulações de massas e avaliar as características físico-químicas e sensoriais deste produto. As folhas desidratadas de batata - doce foram lavadas, desinfetadas, desidratadas, e depois adicionadas às formulações nas concentrações de farinha de folha de batata - doce de 2%, 3%, 4% e 5% em relação à farinha de trigo. Os compostos fenólicos e os carotenoides totais foram analisados na amostra de controle e na amostra adicionada com 5% de farinha de folhas. A farinha de folha de batata - doce apresentou níveis significativos de proteína ($17,15 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$), fibras ($18,65\text{g } 100\text{g}^{-1}$) e cinzas ($5,1\text{g } 100\text{g}^{-1}$), em uma base seca. Os resultados de carotenoides e compostos fenólicos do macarrão aumentaram significativamente com a incorporação de 5% de farinha de folhas em comparação com a massa de controle. Todas as formulações testadas tiveram boa aceitação em relação a todos os atributos sensoriais, com escores médios entre 6,65 e 7,21. A adição de 5% de folha desidratada de batata - doce à formulação de macarrão é uma alternativa viável, pois aumenta o valor nutricional, especialmente nos teores de quantidade de antioxidantes.

Palavras-chave: *Ipomoea* batatas, parâmetros de cor, massa fresca, desperdício de alimentos, escala hedônica.

3.1.2 ABSTRACT

Food development and enrichment are of primary importance not only for the food industry but also for the population, due to the improvement in the nutritional quality of products. The consumption of enriched products in a regular diet may represent an alternative to prevent diseases caused by the lack of micro and macronutrients. The objective of this study was to determine the effects of sweet potato leaf flour added at different concentrations on pasta formulations and to evaluate the physicochemical and sensorial characteristics of this product. Sweet potato leaves were washed, sanitized, dehydrated, grounded, and then added to formulations at the concentrations of 0%, 2%, 3%, 4%, and 5% sweet potato leaf flour in relation to wheat flour. Phenolic compounds and total carotenoids were analyzed in the control sample and in the sample added with 5% of leaf flour. Sweet potato leaf flour presented significant levels of protein (17.15 g 100g⁻¹), fiber (18.65g 100g⁻¹), and ash (5.1g 100g⁻¹), on a dry basis. The results of carotenoids and phenolic compounds of the pasta increased significantly with the incorporation of 5% of leaf flour when compared with the control pasta. All the formulations tested had good acceptance in relation to all sensorial attributes, with mean scores between 6.65 and 7.21. The addition of 5% of sweet potato leaf flour to the pasta formulation is a promising alternative, as it increases the nutritional value, especially the antioxidants contents.

Keywords: *Ipomoea* potato, color parameters, fresh pasta, food waste, hedonic scale.

3.1.3 INTRODUÇÃO

A batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) pertence à família Convolvulaceae é nativa da região noroeste da América do Sul. A espécie apresenta propagação vegetativa, e cada cultivar é um clone derivado de uma única semente botânica. A planta é considerada resistente a doenças e pragas, com alta tolerância à seca. Também apresenta alto rendimento, ampla adaptação a diferentes tipos de solo e clima e baixo custo de produção. (PEIXOTO et al.,1999; JUNIOR et al. 2012).

O principal subproduto de batata doce é a folha, que apresenta alta concentração de proteína, boa digestibilidade e conteúdo mineral significativo, como potássio e ferro. É uma excelente fonte de corantes naturais, devido a uma grande quantidade de clorofila. Além disso, tem propriedades antioxidantes que são fundamentais na prevenção do envelhecimento e é rica em polifenóis funcionais de micronutrientes (JUNIOR et al., 2012; FÚ et al., 2016).

No Japão, raízes e folhas de batata doce fazem parte da dieta humana normal. No entanto, no Brasil e em outros países, como a China, as folhas são usadas apenas na alimentação animal, e a maioria dos ramos são simplesmente descartados como resíduos. Além disso, os estudos sobre a composição nutricional e os compostos bioativos das folhas de batata doce são escassos (CARDOSO et al. 2006; MENON et al.,2015, SUN et al. 2014).

Folhas de batata-doce e raízes são usadas para a produção de álcool, amido, macarrão, doces, sobremesas e farinha industrial (FÚ et al., 2016). Recentemente, estudos relataram o valor nutricional da farinha de folhas de batata doce e seu uso em preparações alimentícias (SUN et al., 2014).

A macarrão feito de farinha "ora-pro-nobis" (*Pereskia aculeata*) foi descrito por Rocha et al. (2008), revelando a possibilidade de desenvolver um produto com boa aceitação sensorial e maior conteúdo de proteína, fibra e cinzas do que a massa convencional.

O objetivo deste estudo foi determinar os efeitos da folha desidratada de batata doce adicionada em diferentes concentrações em formulações de massas e avaliar as características físico-químicas e sensoriais deste produto

3.1.4 MATERIAIS E MÉTODOS

Genótipos de batata doce

A batata-doce foi cultivada na Universidade de Brasília (UnB), Brasília-DF (15 ° 45'41 "Sul, 47 ° 51'59" Oeste). As plantas foram irrigadas diariamente por pulverização automatizada. A fertilização do solo foi realizada quando necessário. Foram plantadas partes de hastes de batata doce (estacas) com brotos de 3 a 4 cm, dois dos quais foram enterrados. As folhas foram colhidas aos seis meses após o plantio.

Material vegetal

As folhas de batata - doce foram colhidas seis meses após o plantio na Fazenda Água Limpa, pertencente à Universidade de Brasília (UnB), Brasília-DF. Após a colheita, as folhas foram lavadas, sanitizadas em hipoclorito de sódio 100 ppm durante 10 minutos, lavadas em água tratada e desidratadas em um forno microondas (820 W) durante 5 minutos. Após a secagem, folhas de batata doce foram trituradas, separadas por peneira de 100 mesh, assim, obteve-se a farinha desidratada com tamanho de partícula menor que 125 µm.

Preparação de macarrão

A massa fresca foi preparada após definição de concentrações com testes iniciais, utilizando farinha de trigo especial tipo I (12g / 100g de umidade e proteínas 5g / 100g), 47g / 100g de água filtrada, 5g / 100g de ovos, 1g / 100g de sal, com diferentes concentrações de folha desidratada de batata doce (0%, 2%, 3%, 4% e 5% p/v). Todos os ingredientes foram adquiridos no mercado local em Brasília-DF. As concentrações foram codificadas de acordo com a porcentagem de farinha de trigo: F0 - 100 g de farinha de trigo sem folha desidratada de batata - doce; F1 - 98 g de farinha de trigo e 2 gramas de folha desidratada de batata - doce; F2 - 97 gramas de farinha de trigo e 3 gramas de folha

desidratada a de folhas de batata - doce; F3 - 96 g de farinha de trigo e 4 g de folha desidratada de batata - doce; e F4 - 95 g de farinha de trigo e 5 g de folha desidratada de batata - doce. Os ingredientes foram misturados durante 10 minutos e moldados em trefil em forma de talharim (espessura de 0,4 cm de largura, 1 mm de espessura e 15 cm de comprimento) em extrusora industrial AELI-750 (Braesi).

Caracterização química da folha desidratada de batata - doce e da massa

As amostras da folha desidratada e das massas (com e sem farinha de folhas) foram caracterizadas por teor de umidade (a 105 ° C) e teor total de proteína (% N x 6.25), seguindo o método de Kjeldahl. O teor de cinzas foi obtido por calcinação a 550 °C, em um forno de mufla, de acordo com Zenebon et al. (2008).

O valor calorífico foi calculado utilizando os fatores de conversão Atwater: 9 kcal / g de gordura, 4 kcal / g de proteína e 4 kcal / g de carboidratos. Todas as análises foram realizadas em triplicado e expressas em g / 100 gramas de matéria seca de acordo com Zenebon et al. (2008).

O teor de lipídios foi obtido em extrator de gordura (Ankom® modelo XT 10), utilizando-se como solvente éter de petróleo durante um período de 1 hora. Para a determinação do teor de fibra das amostras, pesou-se 1,5 g de amostra previamente seca e moída. Utilizou-se- aparelho digestor de fibras marca Marconi, modelo MA-444/CI, com uso de soluções de NaOH 25%. Para a acidez titulável usou-se solução de NaOH 0,2 N e pH. Os carboidratos totais foram obtidos por diferença. Conforme Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005). Todas as análises foram realizadas em triplicatas e expressas em g/100 gramas de matéria seca.

Determinação de carotenoides

Os carotenoides foram extraídos das folhas desidratadas, da amostra de controle e da formulação com 5% de farinha de batata doce. Este processo foi realizado em um ambiente com temperatura controlada e ausência de luz. Os carotenoides foram extraídos em acetona gelada (cinco a seis extrações sucessivas). As amostras foram saponificadas com KOH 10 % em metanol. (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001).

Compostos fenólicos totais

A determinação de compostos fenólicos totais foi realizado na formulação contendo 5% de farinha da folha de batata-doce, na formulação controle e em uma formulação contendo espinafre adquirida no comercio local de Brasília-DF, todas cruas, realizada pelo método espectrofotométrico, utilizando o reagente de Folin-Ciocalteu (SWAUN; HILLIS, 1959; WETTASINGLE; SHAHIDI, 1999) e curva padrão de ácido gálico (EAG). Os resultados foram expressos em mg de fenólicos totais em equivalente de ácido gálico (EAG) por 100 g da amostra.

Análise da cor

A cor das massas alimentícias cozidas foi avaliada Colorimetro (Minolta®, CR 400/410, Japão) seguindo o sistema de cores De CIE- $L^* a^* b^*$, onde o valor L^* (brilho) varia de preto (0) para branco (100), o valor de croma a^* varia de verde (-60) Para vermelho (+60), e o valor de croma b^* varia de azul (-60) amarelo (+60) (OSAKA, 2007). Os resultados são a média de três determinações.

Qualidade tecnológica da massa

Os parâmetros de tempo de cozimento, aumento de peso, aumento de volume e perda de sólidos solúveis foram determinados de acordo com a Associação de Química

Analítica Oficial - AOAC, (2005). Dez gramas de macarrão foram cozidos em 140 mL de água destilada em ebulição durante 10 minutos, pressionados entre duas lâminas de vidro a cada 30 segundos até o núcleo central branco desaparecer. Depois de cozinhar, a massa foi drenada por um minuto. Uma alíquota de 25 ml da água de cozimento foi colocada em uma placa de Petri e desidratada a 105° C até peso constante para avaliar a presença de sólidos. O aumento de peso foi registrado pesando 10 gramas da amostra antes e depois do cozimento. Todos os testes foram realizados em triplicado. Todas as análises foram realizadas em triplicatas e expressas em g/100 gramas de matéria seca.

Análise sensorial

Os testes de aceitação foram realizados com amostras de massas frescas. Cada amostra foi testada por 42 provadores não treinados, com idade entre 18 e 33 anos. Entre os 42 participantes, 55% eram homens e 45% mulheres; 57,14% tinham entre 18 e 25 anos; 9,52% tinham entre 26 e 32 anos; e 33,33% tinham mais de 33. As amostras foram cozidas durante 9 minutos, drenadas por um minuto e servidas em pratos descartáveis. Foram servidos 15 gramas de cada amostra de massa a uma temperatura de 38 ° C. As amostras foram codificadas com números aleatórios de três dígitos. Os testes foram realizados em cabines individuais, de acordo com a metodologia recomendada pela American Society for Testing and Materials (1976) e Dutcosky (2013).

Os seguintes atributos de aceitação foram avaliados: aroma, cor, textura, sabor e aceitabilidade geral. Uma escala hedônica de 9 pontos foi usada na avaliação (1 = desgostei extremamente, 9 = gostei extremamente). Na avaliação do parâmetro sensorial do sabor, as amostras foram servidas com e sem molho comercial de tomate. As amostras utilizadas na avaliação dos outros parâmetros consistiam apenas em macarrão cozido com água e sal. A avaliação sensorial foi realizada em um único dia. O estudo foi aprovado

pelo Comitê de Ética da Universidade Sena Aires (Protocolo nº 108139), e os participantes foram previamente informados sobre os detalhes do estudo.

Análise estatística

A análise de variância (ANOVA) foi realizada utilizando o programa estatístico ASSISTAT versão 7.7 beta (2015). Os valores médios foram comparados usando o teste de Tukey, em nível de significância de $\leq 0,05$.

3.1.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises físico-químicas das folhas desidratadas de batata - doce são apresentados na Tabela 3.1.1.

O genótipo de batata-doce utilizado no presente estudo teve um alto rendimento de folhas de 24,10 t ha⁻¹. Resultados semelhantes foram observados por Junior et al. (2012), que relataram o rendimento foliar de clones de batata doce variando de 7,3 a 19,3 t ha⁻¹.

Tabela 3.1.1. Caracterização química das folhas desidratadas de batata-doce. Resultados expressos em base seca, mg. 100g⁻¹ Brasília-DF, 2018.

Parâmetros	Folhas desidratadas
Proteínas (%)	17,15 ± 0,08
Matéria seca (%)	20,02 ± 0,12
Cinzas (%)	2,21 ± 0,11
Teor de Lipídeos (%)	0,15 ± 0,04
Fibras (%)	18,65 ± 0,14
Carboidratos (%)	59,51 ± 1,12
Energia Kcal	309,43 ± 0,69
β- caroteno (mg.100g ⁻¹)	49,20 ± 0,54
Compostos Fenólicos Totais (mg 100 g ⁻¹)	23,1 ± 0,017
Massa fresca (t ha ⁻¹)*	24,10

Média de três repetições ± desvio padrão. * Rendimento de matéria fresca total de genótipos de batata doce aos seis meses após o plantio.

A concentração de fibra bruta da folha desidratada de batata - doce foi de 18,65 mg. 100g⁻¹ (Tabela 1). A fibra bruta é fundamental na prevenção de doenças como obesidade, câncer, entre outros (Antia et al., 2006; Sun et al. (2014) relataram valores de fibra bruta nas folhas de 40 variedades de batata - doce entre 15 mg 100g⁻¹ e 150 mg 100g⁻¹ e 14,29 mg.100g⁻¹, corroborando os resultados desta pesquisa. As da folha desidratada de batata - doce apresentaram alto teor de proteína. No presente estudo, os valores registrados para o teor de proteína da folha desidratada (mg.100g⁻¹) são semelhantes aos

encontrado por Sun et al. (2014) em folhas de batata - doce (valores médios de 16,09 mg. 100g⁻¹)

Nesta pesquisa (Tabela 3.1.1), as folhas desidratadas de batata - doce apresentaram quantidades significativas de β -caroteno (49,20 mg 100g⁻¹), semelhantes às relatadas por Badifu et al. (1995) para β -caroteno em folhas frescas de abóbora canelada 83,8 mg 100⁻¹. Pereira et al. (2003) registraram valor de b-caroteno de 3,15 mg 100g⁻¹ em folhas de beterraba. Assim, o uso das folhas desidratadas de batata - doce pode ser uma alternativa viável para a melhoria da nutrição da população, uma vez que a espécie adapta-se bem às condições climáticas adversas e apresenta uma significativa concentração de antioxidantes em sua composição.

As folhas desidratadas de batata - doce apresentaram uma concentração total de compostos fenólicos de 23,1 mg 100g⁻¹. Resultados semelhantes foram relatados por Melo et al. (2006), que analisaram a capacidade antioxidante e o conteúdo de compostos fenólicos de 14 vegetais comprados em São Paulo - Brasil. Entre eles, as amostras de alfaces apresentaram níveis de compostos fenólicos de 22,6 e 13,85 mg.100 g⁻¹.

Os resultados atuais mostram que as partes geralmente descartadas das plantas podem conter níveis de polifenóis mais elevados do que as partes comumente consumidas. Os compostos fenológicos estão entre os principais determinantes das características de qualidade, como cor, aroma, amargura e adstringência de frutas frescas. Possuem propriedades benéficas para a saúde, como eliminação de radicais livres e ação anti-inflamatória, e também auxiliam no tratamento e prevenção de doenças crônicas não transmissíveis (RAO, 2003; SOUZA et al., 2011).

A adição de folhas desidratadas de batata - doce nas formulações de macarrão intensificou a cor verde, o que é uma característica desejável (Figura 3.1.1).



Figura 3.1.1. Imagens do macarrão fresco (tipo talharim)

A manutenção da cor natural dos vegetais é fundamental após o processamento, uma vez que as cores intensas aumentam a aceitabilidade do produto pelo consumidor (HAYAKAWA, 1977).

Características de qualidade das massas enriquecidas com da folhas desidratadas de batata-doce

O comportamento da massa durante o processo de cozimento é considerado como um dos parâmetros de qualidade mais importantes para a aceitação de um produto alimentar pelos consumidores (MENEGASSI & LEONEL, 2006). Neste estudo, o tempo de cozimento médio para as cinco amostras de massas frescas variou de oito a nove minutos, o que concorda com o tempo de cozimento regular (Tabela 3.1.2).

Tabela 3.1.2. Características de qualidade das formulações de massas frescas adicionadas de folhas desidratadas de batata-doce. Brasília-DF, 2018.

Qualidade tecnológica das massas				
Formulações	Tempo de cozimento (Min.)	Aumento de peso (Vezez)	Sólidos solúveis (%)	Aumento de volume C ³ /100 cm ³
F0	8:20 ± 0,07 ^c	143,20 ± 0,60 ^c	4,40±0,01 ^a	196,40±0,50 ^a
F1	8:70 ±0,05 ^b	153,30 ± 1,40 ^a	4,20±0,06 ^a	192,10±1,30 ^b
F2	8:40 ± 0,07 ^c	146,60 ± 0,20 ^d	3,40±0,01 ^b	184,90±0,50 ^c
F3	9:10 ± 0,11 ^a	149,10 ± 0,0 ^b	3,40±0,04 ^b	153,90±0,10 ^d
F4	9:00 ±0,11 ^a	153,20±0,30 ^a	3,20±0,05 ^b	152,40±0,80 ^d

Resultados expressos como a média de três repetições ± desvio padrão. Em cada coluna, os valores seguidos pelas mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Classificação: F0 = Formulação padrão (sem folha desidratada de batata doce), F1 (com 2% de folha desidratada de batata doce), F2 (com 3% de folha desidratada de batata doce), F3 (com 4% de folha desidratada de batata doce), F4 (com 5% de folha desidratada de batata doce).

Em relação ao aumento de volume após o cozimento, foi observado um aumento de 143,2% (0% de folha desidratada de batata - doce). Segundo Bem et al. (2012), o aumento de peso após o cozimento está relacionado à capacidade de adsorção de água. Estes resultados mostraram que a quantidade de macarrão era equivalente a aproximadamente o dobro do peso original (aproximadamente 200%), o que era esperado. Assim, os dados obtidos neste estudo sugerem que a massa enriquecida apresenta boa qualidade e é economicamente viável e nutritiva.

De acordo com Bem, Polesi e Anjos (2012), o uso de folhas de batata - doce em preparações contribui para a preservação do meio ambiente, reduzindo a produção de subprodutos no campo.

As massas desenvolvidas nesta pesquisa podem ser classificadas como de qualidade superior em termos de perda de sólidos solúveis (até 4,40 %). Uma massa de boa qualidade apresenta quantidade de glúten que resulta em um produto com propriedades tecnológicas como elasticidade, coesão, hidratação, conformação e tamanho molecular, o que aumenta o rendimento e reduz o teor de sólidos solúveis e a firmeza em

água quente; No entanto, aumenta o tempo de cozimento. Segundo Hosney, (1999), massas frescas são consideradas de boa qualidade quando a perda de sólidos solúveis no processo de cozimento for menor do que 12%. Resultados semelhantes foram obtidos em um estudo de Ajila et al. (2010), que descobriram que a incorporação de 50 g / kg e 75 g / kg de manga em pó nas formulações de macarrão seco resultou em um aumento do tempo de cozimento e os valores de sólidos solúveis totais foram de 8,24% e 8,71%, respectivamente.

Caracterização físico-química de macarrão enriquecido com farinha de batata-doce

Os resultados dos componentes químicos da massa enriquecida com farinha de batata - doce e as massas de controle são mostrados na Tabela 3.1.3.

O teor de umidade da massa oscilou entre 21.30% (farinha de trigo 100%) a 29.60% (3% de farinha de batata - doce). A adição da folha desidratada de batata-doce, promoveu uma redução do teor de umidade. Este resultado pode ser explicado pelo comportamento diferente dos dois tipos de farinha em relação à adsorção de água, uma vez que a da folha desidratada de batata - doce apresenta um maior teor de fibra e, portanto, uma maior retenção de água. Todas as amostras de massas processadas estão dentro dos limites recomendados pelo RDC n. 93/2000 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que estabelece um máximo de 35% de umidade para macarrão fresco (Brasil, 2000).

O teor de fibra bruta de macarrão enriquecido com farinha de batata - doce foi de 3,65% para a formulação de F0 e 5,58% para a formulação de F4 (com 5% de folha desidratada de batata - doce). As fibras fornecem benefícios fisiológicos ao corpo humano para aumentar a saciedade, o que conseqüentemente contribui para a redução da obesidade. No Brasil, a Resolução ANVISA 54/2012 afirma que um determinado

alimento é considerado como fonte de fibra dietética quando contém pelo menos 3 g de fibra por 100 g. Neste contexto, a massa preparada com folha desidratada de batata - doce, com concentrações variando de 2% (p / p) a 5% (p / p) de fibra dietética, é uma boa fonte de fibra (Tabela 3.1.3).

As amostras de macarrão utilizadas nesta pesquisa foram classificadas como massas frescas e apresentaram parâmetros de umidade máxima (35%) de acordo com a estabelecida pela Anvisa (Tabela 3.1.3). O teor de proteína relatado nas amostras de massas frescas variou de 13,9% (F0) a 14,6% (F4). Esta concentração é considerada como satisfatória e superior aos valores mínimos de proteína estabelecidos pela ANVISA, que é de 8% (BRASIL, 2000). Além disso, os valores de proteína observados neste estudo foram semelhantes aos relatados por Chang e Flowers (2004), variando entre 12,7% e 14,03%.

As formulações de macarrão adicionadas da folha desidratada de batata-doce apresentaram maior teor de proteína comparadas com a formulação de controle. O mesmo fato foi constatado para os teores de fibras e cinzas (Tabela 3.1.3). Quanto maior a concentração da folha desidratada de batata - doce, nas formulações, maior o teor nutricional, o que pode contribuir para uma dieta nutricional equilibrada.

O teor de minerais totais (cinzas) da massa fresca apresentou concentrações de 1,6 (F0) a 3,5 mg. 100g⁻¹ (F4). Estes resultados foram semelhantes aos relatados por Bem, Polesi e Anjos (2012), que encontraram valores de 1,82% em amostras de macarrão adicionados com farinha de grão-de-bico.

As amostras apresentaram diferença estatisticamente significativa na acidez, embora todos os valores estejam dentro dos parâmetros legais exigidos pela legislação

brasileira (RDC N° 93/2000 Anvisa), ou seja, uma acidez máxima de até 5,0 mL (Tabela 3.1.3).

Tabela 3.1.3. Composição química das formulações de massa fresca adicionada de folha desidratada de batata-doce. Brasília-DF, 2018.

Formulações	Proteínas (%)	Umidade (%)	Cinzas (%)	Fat (%)	Acidez (%)	Fibras (%)	pH (%)	CHO (%)	Energia (Kcal)
F0	13,90± 0,01 ^c	21,40±0,04 ^d	1,60±0,04 ^a	0,15±0,04 ^a	1,32±0,01 ^d	3,65±0,08 ^a	5,70±0,01 ^a	62,46 ^a	308,80 ^a
F1	14,30± 0,04 ^a	26,60±0,02 ^c	1,80±0,07 ^a	0,19±0,06 ^b	2,23±0,06 ^b	4,43±0,01 ^d	5,50±0,01 ^a	57,31 ^b	287,60 ^b
F2	14,10± 0,02 ^b	27,70±0,06 ^b	2,80±0,01 ^c	0,22±0,01 ^c	2,35±0,01 ^a	5,22±0,04 ^c	5,30±0,01 ^a	55,80 ^c	279,42 ^c
F3	14,5±0,04 ^a	29,60±0,06 ^a	3,20±0,01 ^b	0,34±0,06 ^b	2,12±0,03 ^c	5,61±0,04 ^a	5,30±0,01 ^a	51,20 ^a	271,70 ^d
F4	14,60± 0,11 ^a	29,30±0,05 ^a	3,50±0,02 ^a	0,42±0,02 ^a	2,37±0,01 ^a	5,58±0,03 ^b	5,50±0,01 ^a	52,27 ^d	272,21 ^d

Os valores expressos em, em base seca, média de três repetições ± desvio padrão. Em cada coluna, os valores seguidos pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P ≤ 0,05). CHO = Carboidratos. Classificação: F0 = formulação padrão (sem folha desidratada de batata doce); F1 (com 2% de folha desidratada de batata doce), F2 (com 3% de folha desidratada de batata doce), F3 (com 4% de folha desidratada de batata doce) e F4 (com 5% de folha desidratada de batata doce).

A massa adicionada com folhas desidratadas de batata - doce apresentou maior teor de gordura do que a amostra de controle, mostrando diferença significativa. Este fato é importante do ponto de vista nutricional e tecnológico, uma vez que o conteúdo de gordura influencia a suavidade do produto (MENEGASSI & LEONEL, 2006).

Além disso, de acordo com a Resolução ANVISA N ° 54/2012 (BRASIL, 2012), o teor de gordura na massa não deve exceder 3% (p / p). Todas as amostras de massas desenvolvidas neste estudo apresentaram baixo teor de gordura e podem ser consideradas como alimentos saudáveis.

Os resultados da formulação de controle apresentaram maior teor de carboidratos (62,46%) do que a massa adicionada com 2, 3, 4 e 5% de folha desidratada de batata - doce (57,31%, 55,80%, 51,20% e 52,27%, respectivamente), embora tenha sido observada uma diferença significativa entre a massa controle e as outras formulações, a massa adicionada com farinhas de batata doce manteve as características de um alimento energético. De acordo com Yang et al, (2003), a quantidade mínima de carboidratos necessária para promover a glicose para células cerebrais é estimada em 130 gramas por

dia para adultos com mais de 19 anos. Desta forma, considera-se que o consumo das massas frescas desenvolvidas nesta pesquisa trará benefícios para a saúde dos consumidores.

Tabela 3.1.4. Teores de β - caroteno e compostos fenólicos das formulações adicionadas da folha desidratada de batata-doce. Brasília-DF, 2018.

Formulação	β- caroteno (mg. 100g⁻¹)	Fenólicos Totais (mg. 100 g⁻¹)
Controle	ND	11,81±0,01
5% de folha desidratada	18,78 ±0,01	16,89±0,01

Os valores expressos em, em base úmida, média de três repetições \pm desvio padrão ND = não detectável. Classificação: F0 = formulação padrão (sem folha desidratada de batata doce, F4 (com 5% de folha desidratada de batata doce).

Conforme dados apresentados na Tabela 3.1.4, constatou-se com base nos resultados, que a incorporação de 5% de folha desidratada de batata - doce enriqueceu a qualidade funcional do produto e proporcionou maiores níveis de compostos β -caroteno (18,78 mg. 100g⁻¹) e fenólicos totais (16,89 mg. 100 g⁻¹), em relação à formulação controle, sem alterar as características sensoriais e organolépticas, além de agregar valor à produção devido ao uso das folhas.

Os compostos fenólicos totais são substâncias cientificamente reconhecidas pelo seu potencial antioxidante, encontradas principalmente em vegetais e frutas. Faller e Fialho (2009) observaram níveis significativos de polifenóis ao investigar folhas de brócolis frescas, estes relataram quantidades de polifenóis, em concentrações entre 45,1 e 68,0 mg 100 g⁻¹ de polifenóis.

O teor de β - caroteno encontrado na formulação com 5 % de folha desidratada de batata - doce foi de 18,78 mg.100 g⁻¹ (Tabela 3.1.4). Pereira et al. (2003), em um estudo com folhas de cenoura, relataram 6,6 mg.100 g⁻¹; portanto, o valor registrado no estudo

mencionado é significativamente maior do que o conteúdo encontrado no presente trabalho embora seja em hortaliças diferentes. A vitamina A desempenha um papel importante na saúde humana, como no crescimento, reprodução e prevenção de doenças degenerativas, como cegueira macular (RODRIGUES-AMAYA, 2008).

Determinando parâmetros de cor de massa fresca

A Tabela 3.1.5 mostra os resultados dos parâmetros de cor. Os valores indicaram que, de acordo com a concentração das folhas desidratadas de batata - doce, as formulações apresentaram diferenças em relação aos parâmetros de L^* , C^* e h^* .

A cor é um dos atributos mais importantes dos produtos alimentares. As condições de processamento podem melhorar a cor e assim aumentar a aceitação sensorial do produto. Na análise do parâmetro de cor L^* da massa fresca, o valor da amostra de controle (82.80) foi maior que o das outras formulações. Estes resultados foram semelhantes aos relatados em alguns estudos com macarrão. Periago et al. (1998) estudaram farinha de ervilha e encontraram um valor L^* de 70,93. Kaur e Singh (2007) obtiveram valores de 81,64 para 85,41 em farinha feita de seis variedades diferentes de grão-de-bico. Hernández-Nava et al. (2009), em um estudo sobre espaguete de sêmola adicionado com 20% de amido de banana, relataram valores de L^* variando de 80 a 83, resultando em maior brilho. Assim, valores mais elevados de L^* indicam que a formulação tem uma cor mais clara.

De acordo com a Tabela 3.1.5, todas as amostras adicionadas da folhas desidratadas de batata - doce apresentavam cor mais escura ou mais verde. Além disso, o croma (C) variou de 19,70 a 17,2 entre as formulações. Os valores de cromaticidade (croma C) reduziram de acordo com as concentrações das folhas desidratadas, indicando cores mais vivas em todas as formulações quando comparadas com as massas de controle.

Tabela 3.1.5. Parâmetros de cores das formulações de macarrão adicionados com folhas desidratadas de batata-doce. Brasília-DF, 2018.

Parâmetros de cor em cinco formulações de massa fresca			
Formulação	L*	C*	h*
F0	82,80± 0,01 ^a	19,70± 0,06 ^a	83,10±0,05 ^e
F1	63,70±0,01 ^b	18,70±0,004 ^c	83,50±0,00 ^d
F2	58,70± 0,06 ^c	18,50±0.01 ^b	92,70± 0,00 ^c
F3	54,40± 0,02 ^d	17,90±0,01 ^d	93,80±0,00 ^b
F4	54,20± 0,06 ^e	17,20± 0,04 ^e	96,80±0,00 ^a

Resultados expressos como a média de três repetições ± desvio padrão. Em cada coluna, os valores seguidos pelas mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). L * - leveza, C * - croma e h * - ângulo da matiz. Classificação: F0 = formulação padrão (sem folha desidratada de batata doce); F1 (com 2% de folha desidratada de batata doce), F2 (com 3% de folha desidratada de batata doce), F3 (com 4% de folha desidratada de batata doce) e F4 (com 5% de folha desidratada de batata doce).

Os valores obtidos para o ângulo de matiz (h *) foram maiores para a formulação com 5% de farinha de folhas, indicando um incremento na cor do verde para o azul (Tabela 3.1.5).

Avaliação sensorial das formulações de macarrão

Em relação à frequência de consumo de massa, 64% dos participantes relataram que consumiam macarrão pelo menos uma vez por semana e 28% responderam comer macarrão três vezes por semana.

A Tabela 3.1 6 mostra os resultados da análise sensorial das quatro formulações contendo diferentes concentrações de folha desidratada de batata - doce.

Ressalta-se que, os provadores não foram informados a respeito das concentrações da folha desidratada de batata-doce utilizadas nas formulações. O conhecimento dessas informações poderia afetar positivamente a resultado da aceitação dos atributos, visto que, alimentos que incorporam altas concentrações de nutrientes adicionais estão sendo

cada vez mais consumido pela população. Nos últimos anos, observa-se mudanças dos hábitos alimentares brasileiros.

Todas as formulações testadas para todos os atributos sensoriais apresentaram diferença estatística a nível de significância de 5%, pelo teste de comparação de médias, conforme observado na Tabela 3.1.6. A avaliação da aceitação do consumidor é de primordial importância ao desenvolver novos produtos. Todas as formulações de macarrão desenvolvida apresentaram boa aceitação sensorial por parte dos provadores. No entanto, devido ao enriquecimento nutricional proporcionado pela adição de 5 % da folha desidratada de batata-doce, sugere-se a formulação F4, como promissora para ser industrialmente comercializada.

Tabela 3.1.6. Teste de aceitação sensorial de formulações de macarrão adicionado de folha desidratada de batata - doce. Brasília-DF, 2018.

Formulação	Aroma	Cor	Textura	Sabor sem molho	*Sabor com molho	Apreciação global
F0	5,64 ± 1,04 ^b	6,07 ± 1,01 ^c	6,29 ± 0,91 ^b	6,24 ± 1,03 ^b	6,29 ± 0,95 ^c	6,24 ± 0,99 ^b
F1	6,71 ± 0,97 ^a	6,83 ± 0,95 ^b	7,02 ± 1,12 ^a	7,11 ± 0,90 ^a	7,02 ± 1,05 ^b	7,31 ± 0,88 ^a
F2	6,71 ± 1,09 ^a	7,29 ± 0,89 ^a	7,24 ± 1,04 ^a	7,17 ± 0,93 ^a	7,02 ± 0,95 ^b	7,52 ± 1,02 ^a
F3	7,19 ± 0,79 ^a	7,39 ± 0,82 ^a	7,04 ± 0,77 ^a	7,14 ± 0,88 ^a	7,53 ± 0,76 ^{ab}	7,45 ± 1,08 ^a
F4	7,02 ± 1,07 ^a	7,07 ± 0,81 ^b	7,57 ± 1,10 ^a	7,42 ± 0,98 ^a	7,69 ± 0,95 ^a	7,52 ± 1,06 ^a

Resultados expressos como média das respostas dos provadores para cada atributo sensorial estudado ± desvio padrão. Em cada coluna, os valores seguidos pelas mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Classificação: F0 = formulação padrão (sem folha desidratada de batata doce); F1 (com 2% de folha desidratada de batata doce), F2 (com 3% de folha desidratada de batata doce), F3 (com 4% de folha desidratada de batata doce) e F4 (com 5% de folha desidratada de batata doce). Sabor avaliado com adição de molho de tomate tradicional a massa.

A aceitabilidade das amostras foi superior a nota seis em uma escala de pontuação de um a dez o que indica uma boa aceitação pelos provadores. Com exceção para o atributo de aroma, (F0), que apresentou pontuação média de 5.64.

A formulação com 5% de folha desidratada de batata - doce apresentou a maior média entre as amostras adicionadas de molho de tomate tradicional (7,69) para o atributo sabor e 7,57 para textura. Para Minim (2016), a análise sensorial é uma ferramenta indispensável para determinar a qualidade de um novo alimento, pois permite medir a satisfação e a aceitação dos consumidores.

As médias obtidos para todas as formulações de macarrão mostraram que nenhum deles foi totalmente rejeitado, embora as amostras adicionadas com folha desidratada de batata - doce obtiveram médias mais elevados para todos os atributos avaliados quando comparados com a formulação de controle. A formulação controle (F0) apresentou a pontuação mais baixa para a cor, provavelmente porque a cor verde foi intensificada com o aumento da concentração de folha desidratada (Tabela 3.1.6).

Os escores médios obtidos para o sabor sem molho indicam alto nível de aceitação, ou seja, os provadores gostaram da qualidade da massa adicionada com a farinha de batata - doce, mesmo quando consumida sem molho comercial tradicional de tomate. Esta pesquisa revelou um ingrediente potencial que pode ser adicionado à massa, alimentícia por ser um alimento consumido pela maioria da população.

3.6 CONCLUSÃO

As formulações adicionadas com folhas desidratadas de batata - doce tiveram boa aceitação e proporcionaram uma melhor qualidade de nutrientes. Este fato é confirmado pela formulação F4 (com a maior concentração de folhas desidratadas de batata-doce), que apresentou maiores teores de proteína, fibra, compostos fenólicos e β -caroteno, e uma cor verde escura que atraiu os provadores.

Pode-se concluir a incorporação da folha desidratada de batata-doce nas massa frescas tornou as formulações mais atrativas, aumentou a capacidade antioxidante e o teor de fibra, sem alterar suas propriedades de qualidade das massas. E ainda o uso de folha desidratada de batata - doce na produção de massa fresca proporcionou ótima aceitação pelos provadores, tornando-se uma alternativa atrativa com grande potencial de aplicação na indústria de alimentos, além de agregar valor a um subproduto geralmente descartado pelos produtores.

3.1.7 REFERÊNCIAS

AJILA, C. M., AALAMI, M., LEELAVATHI, K., & Rao, U. J. S. P. Mango Peel powder: A potential source of antioxidant and dietary fiber in macaroni preparations. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**. v.11, n. 1, p.219-224, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ifset.2009.10.004>.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Sensory Evaluation of Materials and Products**. New York, ASTM. 77p.1976

ANTIA, B. S. et al. Nutritive and antinutritive evaluation of Sweet potatoes (*Ipomoea batatas*) leaves. **Pakistan Journal of Nutrition**. v.5, n. 2, p.166-168, 2006.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official Methods of Analysis of the AOAC International**. 16 ed. Arlington: AOAC, 1025 p. 2005.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS-AOAC. **Official Methods of Analysis of AOAC international**. 16. ed. Washington: AOAC, 1200 p. 1995.

BADIFU, G.I.O.; AKPAPUNAM, M.A.; MGBEMERE, V.M: The fate of beta-carotene in processed leaves of fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis* Hook. f.): A popular vegetable in Nigerian diet. **Plant Foods for Human Nutrition**, v.48, n. 2, p. 141-147, 1995.

BEM, M.D.S. et al. Propriedades físico-químicas e sensoriais de Massas alimentícias elaboradas com farinhas De leguminosas tratadas hidrotermicamente **Alimentos e Nutrição**, v. 23, n. 1, p.101-110, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o **Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar**. Diário Oficial da União, Poder Executivo, DF, Brasília, 13 nov. 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 93, de 31 de outubro de 2000. Aprova o **Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de massa alimentícia**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil Brasília, DF, Poder Executivo, Brasília-DF, Seção I, 31 out. 2000.

CHANG, Y. C.; FLORES, H. E. M.: Qualidade tecnológica de massas alimentícias frescas elaborados de semolina de trigo durum (*T. durum* L.) e farinha de trigo (*T. aestivum* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n.4, p. 487- 494, 2004.

CARDOSO, T. G.; CARVALHO, V. M. Toxinfecção alimentar por *Salmonella* spp. **Revista. Instituto Ciências da Saúde**, v. 24 n. 2, p. 95-101, 2006.

CASAGRANDE, D. A. et al. Análise tecnológica, nutricional e sensorial de macarrão elaborado com farinha de trigo adicionada de farinha de feijão-guandu. **Revista de Nutrição**, v. 12, n. 2, p.137-143, 1999.

CAVALCANTE M; et al. Desempenho agrônomo, dissimilaridade genética e seleção de genitores de batata doce para hibridização. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 4, p. 485-490, 2011.

DUTCOSKY, S D. **Análise Sensorial de Alimentos**. Curitiba: Editora Champagnat, 531p. 2013.

FALLER, A. L. K.; FIALHO, E. Disponibilidade de polifenóis em frutas e hortaliças consumidas no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 43, n. 2, p.211-218, 2009.

FÚ, Z. F. et al. Antioxidant activities and polyphenols of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) leaves extracted with solvents of various polarities **Food Bioscience**, v.15, n.1, p. 11-18, 2016.

HAYAKAWA, K.I. Influence of heat treatment on the quality of vegetables: changes in visual green color. **Journal of Food Science**, v. 42, p.778-781, 1977.

HERNÁNDEZ-NAVA, R. G. et al. Development and characterization of spaghetti with high resistant starch content supplemented with banana starch. **Food Science. Technology** v. 15, n. 1, p. 73-78, 2009.

JÚNIOR V.C. et al. Produção de silagem, composição bromatológica e capacidade fermentativa de ramas de batata-doce emurchecidas. **Horticultura Brasileira**.v. 2, n. 1, p. 91-97. 2014.

KAUR, M.; SANDHU, K. S.; SINGH, N. Comparative study of the functional, thermal and pasting properties of flours from different field pea (*Pisum sativum* L.) and pigeon pea (*Cajanus cajan* L.) cultivars. **Food Chemistry**, v. 104, n. 1, p. 259-267, 2007.

MELO, E.A.et al. Capacidade Antioxidante de Hortaliças Usualmente Consumidas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 3, p. 639-644, 2006.

MENEGASSI, B.; LEONEL, M. Análises de Qualidade de uma Massa Alimentícia Mista de Mandioquinha-salsa. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v.2, p. 27-36, 2006.

MENON, R; PADMAJA, G; SAJEEV, M. S. Cooking behavior and starch digestibility of NUTRIOSE_ (resistantstarch) enriched noodles from sweet potato flour and starch India. **Food Chemistry**, v. 182, n. 1, p. 217–223, 2015.

MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudos com consumidores**. Viçosa: Editora UFV, 332 p. 2013.

- OSAKA, **Minolta. Chroma meter** CR-400/410 Instruction manual, 156 p.2007.
- PEIXOTO, J. R. Et al. Seleção de clones de batata-doce resistente a insetos de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n.3, p. 385-389, 1999.
- PEREIRA, G I. S. et al. Avaliação química da folha de cenoura visando ao seu aproveitamento na alimentação humana. **Ciência Agrotecnologia**, v. 27, n.4 p. 852-857, 2003.
- PERIAGO, M. J. et al. Influence of enzymatic treatment on the nutritional and functional properties of pea flour. **Food Chemistry**, v. 63, n. 1, p. 71-78, 1998.
- RODRIGUES-AMAYA, D. B. et al. Updated Brazilian database on food carotenoids: factors affecting carotenoid composition. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 21, n. 6, p. 445-463, 2008.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. **A guide to carotenoid analysis in food**. Washington: International Life Sciences Institute, 64 p. 2001.
- ROCHA, D. R. C. et al. Macarrão adicionado de ora-pro-nóbis (*pereskia aculeata* miller) desidratado. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 19, n. 4, p. 459-465, 2008.
- RAO, B. Bioactive phytochemicals in Indian foods and their potential in health promotion and disease prevention. **Journal of Clinical Nutrition**, v. 12, n. 1, p. 9-22, 2003.
- SANT'ANNA, V., CHRISTIANO, F. D. P., MARCZAK, L. D. F., TESSARO, I. C., & THYS, R. C. S. The effect of the incorporation of grape marc powder in fettuccini pasta properties. **LWT - Food Science and Technology**, v. 58, p. 497-501. 2014.
- SOUZA. R. A. M et al. Compostos Fenólicos Totais e Atividade Antioxidante de Chás Comercializados no Brasil. v. 29, n. 2, p. 229-236, 2011.
- SUN, H; et al. Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) leaves as nutritional and functional foods. **Food Chemistry**, v. 156, n. 1, p. 380–389. 2014.
- SWAIN, T.; HILLIS, W. E. The phenolic constituents of *Prunus domestica* The quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 10, n. 1, p. 63-68, 1959.
- YANG EU, et al. Carbohydrate intake and biomarkers of glycemic control among U.S. adults: the Third National Health and Nutrition Examination Survey. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 77, n. 6, p.1426-1433, 2003.
- ZENEBO, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos Físico químicos para Análise de Alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1028 p.2008.

**Capítulo 3 - Experimento 2 - DESENVOLVIMENTO, CARACTERIZAÇÃO
QUÍMICA E SENSORIAL DE BARRA DE CEREAL ADICIONADA DE POLPA
DE BATATA-DOCE DESIDRATADA**

3.2.1 RESUMO

A batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) é uma hortaliça que se destaca pela versatilidade no uso, podendo ser usada na elaboração de diversas preparações. Seu cultivo é relativamente fácil e barato, o que, juntamente com sua adaptabilidade a variadas condições edafoclimáticas, viabiliza sua produção pelos agricultores familiares. Este estudo teve por objetivo selecionar genótipos de batata-doce para a produção de barra de cereal com boa aceitação sensorial. As amostras foram analisadas quanto às características físico-química e sensoriais. A fim de avaliar a aceitabilidade, fez-se uso da escala hedônica estruturada de nove pontos, que contém os termos descritivos situados entre 9 (gostei extremamente) e 1 (desgostei extremamente).

Aparência, textura, sabor e impressão global foram avaliados. Participaram da avaliação sensorial uma equipe de 41 indivíduos não treinados. As amostras (B0 = controle; B1, Genótipo FAL 05; B2, Genótipo FAL 06; B3, Genótipo FAL 08; B4, Genótipo FAL 11; e, B5, Genótipo FAL 12) foram servidas de modo aleatório, identificadas com códigos de três dígitos. As seis formulações de barra de cereais apresentaram boa aceitação sensorial quanto à aparência, textura, sabor e impressão global. A pesquisa de intenção de compra revelou que 76% dos provadores manifestaram interesse em comprar as formulações das barras de cereais.

Palavras chave: Desenvolvimento de novos produtos, aceitabilidade, *Ipomoea batatas*, desidratação, composição química.

DEVELOPMENT, CHEMICAL AND SENSORY CHARACTERIZATION OF CEREAL BAR ADDED WITH DEHYDRATED SWEET POTATO PULP

3.2.2 ABSTRACT

Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) is a vegetable that stands out for its versatility and it can be used for formulating different preparations. Its cultivation is relatively easy and inexpensive, and the crop is adaptable to varied soil and climatic conditions, which enables its production by small farmers. This study aimed to select sweet potato genotypes for the production of cereal bar with good sensory acceptance. Samples were analyzed regarding physicochemical and sensory characteristics. In order to evaluate the acceptability, a nine-point hedonic scale was used, comprised of descriptive terms situated between 9 (extremely liked) and 1 (extremely disliked). Appearance, texture, flavor, and overall impression were evaluated. A team of 41 untrained evaluators participated in the sensory evaluation. The samples (B0 = control; B1= genotype FAL 05; B2= genotype FAL 06; B3= genotype FAL 08; B4= genotype FAL 11; and B5= genotype FAL 12) were randomly served, identified by a 3-digit code. All six formulations of cereal bars presented good sensorial acceptance regarding appearance, texture, flavor, and overall impression. The purchase intent survey revealed that 76% of the tasters expressed an interest in buying the formulations of the cereal bars.

Keywords: Development of new products, acceptability, *Ipomoea batatas*, dehydration, chemical composition.

3.2.3 INTRODUÇÃO

A batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) é uma hortaliça tuberosa de fácil cultivo; adapta-se bem em diferentes tipos de solo e clima; é uma planta rústica, com alta tolerância à seca e baixo custo de produção; pode ser cultivada em praticamente todo o território brasileiro; possui baixo custo na produção; é resistente a insetos e pragas; tem baixa exigência hídrica, o que proporciona investimentos mínimos e alto retorno financeiro (RITSCHHEL et al., 2007; ANDRADE et al., 2012).

E ainda, é uma cultura que apresenta um elevado potencial produtivo; possui grande variabilidade genética – característica que permite uma seleção para as mais diversas formas de uso; tem melhor qualidade nutricional, maior densidade de raízes, coloração diferenciadas de polpa, maiores teores de matéria seca, entre outros aspectos (AZEVEDO et al., 2002; CARDOSO et al., 2007; CAVALCANTE et al., 2009).

No Brasil tem-se um número elevado de variedades de batata-doce, com enorme diversidade genética com características importantes para uso industrial, apresentando alto valor nutricional. Entretanto, ainda são poucos os trabalhos de pesquisa visando selecionar e indicar o cultivo para diferentes formas de uso (MIRANDA, 1989; RITSCHHEL et al., 2007; ANDRADE et al., 2012).

Apesar de ser pouco valorizada, a batata-doce possui um elevado valor nutritivo, uma vez que é rica em carboidratos, tem vitaminas dos complexos B e C e, em alguns casos, elevados teores de vitamina A. É uma das plantas de raiz tuberosa mais cultivada pelo homem, onde todas as partes podem ser aproveitadas, viabilizando seu cultivo às mais diversas formas de utilização (MIRANDA et al., 1995; PEIXOTO et al., 1999).

O desenvolvimento de novos produtos alimentícios com apelo saudável vem ganhando espaço na vida dos indivíduos, e a utilização de batata-doce no

desenvolvimento de receitas pode ser uma forma saudável e prática de utilização das raízes da cultura, além de agregar valor à produção e contribuir para a promoção de uma alimentação saudável.

A associação entre a barra de cereais e os alimentos saudáveis é uma tendência já documentada no setor de alimentos, beneficiando o mercado destes produtos. A crescente preocupação por uma alimentação saudável que, além de alimentar, promova a saúde, faz com que alguns alimentos e ingredientes entrem na lista de preferência de um grande número de consumidores brasileiros. Neste sentido, tem-se, como exemplo, a batata-doce, a quinoa, a linhaça, a aveia, o melado de cana, entre outros. (VITTI et al., 2005 ; RITSCHER et al., 2007; NOGUEIRA et al., 2009).

Os atributos sensoriais somados à procura por benefícios à saúde têm possibilitado o desenvolvimento de barras de cereais com novos ingredientes alimentícios, nutritivos e funcionais. A demanda por alimentos nutritivos e seguros levou ao aumento da procura por desenvolvimento de alimentos de fácil consumo, nutritivos e saudáveis (BRITO et al., 2004; CARVALHO, 2008; SILVA et al., 2009; NAVES et al., 2010; GUTKOSKI, 2013).

Diante do exposto, a presente pesquisa teve por norte desenvolver e caracterizar físico-quimicamente barras de cereais utilizando polpa desidratada de diferentes clones de batata-doce, visando a seleção de clones para produção de barras de cereal funcional com boa aceitação sensorial.

3.2.4 MATERIAIS E MÉTODOS

Preparo da amostra

As raízes dos cinco genótipos de batata-doce (*Ipomoea batatas*) foram cultivadas na Fazenda Água Limpa, pertencente à Universidade de Brasília, localizada no Núcleo Rural Vargem Bonita ao Sul de Brasília – DF, a uma altitude de 1.100 m, nas coordenadas 15°56'-15°59' S e 47°55'-47°58' W Gr. O clima da região é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, com temperaturas médias máxima de 28,5 °C e mínima de 12 °C, e precipitação média anual de 1.600 mm (FIEDLER et al., 2004). Colhidas após seis meses de plantio, levadas ao laboratório de alimentos do Instituto Federal de Brasília (IFB) – *Campus* Riacho Fundo, lavadas e higienizados por imersão em uma solução de hipoclorito de sódio (200 mg kg⁻¹) por dez minutos, armazenadas a 10 °C até a realização dos experimentos.

Elaboração de barras de cereais

A produção das barras de cereais teve início após descascar e ralar as raízes de batata-doce, obtendo-se polpa ralada, para desidratação em forno industrial (marca Pratica Technecook), a 65°C durante 50 minutos. As barras foram formuladas contendo entre os ingredientes da fase seca 50% da polpa de batata-doce desidratada e 50% dos demais ingredientes (Tabela 1), Adquiridos no comércio local de Brasília-DF, além da fase 2 ligante. Fez-se ainda uma formulação padrão contendo todos os ingredientes, com exceção da polpa desidratada de batata-doce (Tabela 3.2.1).

Tabela 3.2.1. Formulações de barras de cereais com adição de polpa desidratada de cinco genótipos de batata-doce. Brasília-DF, 2018.

Ingredientes	Tratamentos					
	B0 (Padrão)	B1 (FAL 05)	B2 (FAL 06)	B3 (FAL 08)	B4 (FAL 11)	B5 (FAL 12)
Fase ligante						
Melado de cana (g)	300	300	300	300	300	300
Glicose de milho (g)	100	100	100	100	100	100
Fase seca						
Quinoa (g)	400	200	200	200	200	200
Flocos de arroz (g)	200	100	100	100	100	100
Aveia em flocos (g)	200	100	100	100	100	100
Uva passa (g)	200	100	100	100	100	100
*PDBD (g)	00	500	500	500	500	500

Onde: *PDBD – Polpa Desidratada de Batata-Doce. Obs.: O cálculo da quantidade dos ingredientes se deu em relação ao peso da polpa desidratada de batata-doce.

Para a elaboração das barras de cereais, os ingredientes foram pesados em balança semianalítica, tostando-se os ingredientes secos (Tabela 3.2.1) no forno supramencionado, a 160 °C por 10 minutos. Em seguida, foi preparada a calda em fogão a gás até atingir a temperatura de 95°C. Logo, os ingredientes secos foram misturados à calda e adicionados ao restante dos ingredientes (uva passa e polpa de batata-doce desidratada). A mistura, então, foi colocada em uma fôrma retangular de alumínio com papel manteiga untado e levada ao forno a 160°C por 5 minutos, sendo, em seguida, resfriada e, com o auxílio de uma espátula, as barras foram cortadas em tamanhos padronizados de 2,5 por 3 cm, tendo em média, de 7 a 8 gramas cada. Posteriormente, as barras de cereais foram embaladas em plástico filme e armazenadas em temperatura de refrigeração a 10,0 ± 2°C até o momento da avaliação sensorial e das análises físico-químicas.

Análise sensorial

A presente pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde Sena Aires (FACESA), conforme a Resolução CNS/MS

(Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde) n. 196/1996, e somente executada mediante o Protocolo de Aprovação n. 108139/2015.

Os avaliadores receberam informações sobre a pesquisa e, como critério de inclusão do estudo, estes deveriam ser consumidores de barras de cereais e não possuir alergia a nenhum componente das formulações, possuírem idade igual ou superior a 18 anos, além de assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

O teste de aceitabilidade da barra de cereal deu-se com 41 provadores não treinados de ambos os gêneros, a faixa etária entre 18 e 25 anos, caracterizados como consumidores de barras de cereais. As amostras foram apresentadas ao julgador à temperatura ambiente ($24\pm 2^{\circ}\text{C}$). Os consumidores realizaram a análise de aceitação das amostras em relação à aparência, sabor, textura e impressão global, fazendo uso da escala hedônica de nove pontos (9 para ‘gostei extremamente’ a 1 para ‘desgostei extremamente’). Na mesma ficha utilizada para a avaliação da aceitação das barras de cereais de batata-doce, foi questionada a atitude do consumidor em relação à intenção de compra do produto, e a frequência de consumo de barras de cereais.

Caracterização físico-química da polpa desidratada de batata-doce e das barras de cereais elaboradas com adição de da polpa.

As barras de cereais foram maceradas, obtendo-se o tamanho de partícula inferior a 0,25mm. As análises foram realizadas de acordo com o *AOAC International* (2005) e o Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

A umidade foi determinada por método gravimétrico em estufa a 105°C , até peso constante. O teor de lipídeos foi obtido em Extrator de Gordura (Ankom® modelo XT10),

utilizando-se como solvente o éter de petróleo, sendo o processo de extração realizado por uma hora. A proteína foi determinada pelo método Kjeldahl. A matéria mineral (cinzas) foi determinada pela calcinação da amostra em forno mufla, à temperatura de 550°C, até peso constante. Para a determinação de fibra bruta, a amostra seca foi submetida à digestão ácida e básica fazendo uso de aparelho digestor de fibras marca Marconi, modelo MA-444/CI, com a utilização de soluções de NaOH 25%, e H₂SO₄ por um período de 2 horas. A determinação do índice de acidez das amostras de barras de cereais foi realizada em uma titulação com NaOH 0,1 N. O carboidrato total foi calculado pela diferença (100 - soma das demais frações da composição centesimal). As análises foram realizadas em triplicata, conforme o predisposto pelo IAL (2008).

Para o cálculo do valor calórico foram utilizados fatores de conversão de Atwater: 4 kcal/g proteína, 4 kcal/g carboidratos e 9 kcal/g lipídios.

A análise de cor deu-se com a utilização de um calorímetro Minolta®, modelo Chroma Meter CR-200b, pelo sistema L, a* e b. L* (luminosidade), a* (vermelhidão), e b* (amarelecimento) para as devidas leituras, com base no sistema CIELab, com as seguintes características: área de 30,0 milímetros de medição, de 10°, ângulo de visão, e iluminante D 65 (componente especular incluída) (Osaka, 2007).

Os sólidos solúveis totais (°Brix), foram mensurados com o uso de um refratômetro digital, onde se retirou um pequeno pedaço de uma polpa da raiz de batata-doce, recém cortada, de cada variedade, amassou-se até a extração de pequena quantidade de líquido, colocou-se no refratômetro, e fez-se a leitura direta dos °Brix da amostra. As leituras foram realizadas em triplicatas com três amostras de cada variedade.

Delineamento estatístico

A análise estatística foi realizada nos resultados das análises físico-químicas e sensoriais, por meio da análise de variância (ANOVA), a comparação das médias entre as amostras, utilizou-se o teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, com um nível de significância de 5 % ($P \leq 0,05$). Para isso, fez-se uso do programa ASSISTAT versão 7.7 beta 2015.

3.2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias dos nutrientes das raízes de cinco genótipos de batata-doce encontram-se na Tabela 2, é possível observar que os genótipos FAL 08 e FAL 11 apresentaram maior valor da de matéria seca, com $35,90 \text{ g.}100^{-1}$ e $34,44 \text{ g.}100^{-1}$, respectivamente. Os resultados de matéria seca obtidos estão de acordo com os encontrados pelos autores: Leonel et al. (1998) e por Cereda et al. (1985) em outras cultivares, Oliveira e Neto et al. (2012) e Oliveira (2013), no qual os valores de matéria seca da parte aérea variaram de 17,86% (clone: cidade de Santo Antônio da Platina, Paraná) a 28,71 % (clone: 30 provenientes do Estado de Goiás).

O teor de matéria seca é uma das características que contribuem na formação da textura da raiz, após o cozimento. Quanto maior a concentração de matéria seca (MS) maior interesse por parte da indústria, pois isso resulta em maior rendimento no processamento. Segundo Silva et al. (2010), a raiz da batata-doce apresenta cerca de 30% de MS que contém em média 85% de carboidratos, cujo componente principal é o amido.

A qualidade é considerada um requisito de extrema relevância no desenvolvimento de novos alimentos. De fato, o estudo do teor de umidade em um alimento, pode assegurar a inocuidade deste, evitando contaminações microbiológicas e a perda de nutrientes importantes da sua composição.

Tabela 3.2.2. Caracterização química dos genótipos de batata-doce. Fazenda Água Limpa - UnB. Brasília-DF, 2018. Resultados expressos em base seca, g.100g⁻¹

Genótipos	Proteína	°Brix	Matéria seca	Minerais totais	Lipídeos
FAL 05	2,81 ± 0,05 ^d	9,40 ± 0,5 ^a	34,44 ± 0,44 ^a	2,33 ± 0,39 ^c	0,34 ± 0,04 ^{b^c}
FAL 06	2,28 ± 0,04 ^a	21,10 ± 0,4 ^a	30,88 ± 0,89 ^b	2,43 ± 0,02 ^b	0,24 ± 0,01 ^{b^c}
FAL 08	2,56 ± 0,08 ^a	17,57 ± 0,5 ^a	23,35 ± 0,44 ^c	2,61 ± 0,01 ^a	0,39 ± 0,18 ^{ab}
FAL 11	2,73 ± 0,01 ^a	19,27 ± 0,4 ^a	29,50 ± 0,44 ^b	1,97 ± 0,01 ^d	0,16 ± 0,01 ^c
FAL 12	2,49 ± 0,04 ^a	18,27 ± 0,3 ^a	35,90 ± 0,4 ^a	2,61 ± 0,01 ^a	0,58 ± 0,04 ^a
MÉDIA	2,58*	17,12	30,81*	2,39*	0,34*
CV %	22,61	0,11	2,55	0,63	22,35

Média de três repetições ± desvio padrão. Proteínas fator de correção N x 6,25.

Com relação aos valores de sólidos solúveis totais (°Brix) os resultados médios variaram de 17,57 a 21,10 °Brix. No estudo de Araújo et al. (2015), foram encontrados valores semelhantes aos desta pesquisa, oscilando de 17,50 a 19,01 °Brix no processo de Desidratação de batata-doce para fabricação de farinha em função da temperatura de secagem de uma variedade de batata-doce de polpa branca. Segundo Chitarra & Chitarra (2005), os valores de sólidos solúveis totais são utilizados com medida indireta do teor de açúcares, podendo variar de 2 a 25% a depender da espécie, estádios de maturação e do clima.

A proteína bruta dos genótipos avaliados apresentaram valores entre 2,28 g.100g⁻¹ e 2,81 g./100g⁻¹ (FAL 06 e FAL 05) respectivamente (Tabela 3.2.2), este resultado indica alta concentração de proteína bruta existente na polpa das raízes analisadas. Tal diferença observada pode ser atribuída às características genéticas, tendo em vista que os genótipos foram cultivados sob as mesmas condições edafoclimáticas. Resultados semelhantes foram encontrados por Andrade e Júnior et al. (2012), com variação entre 3,9% e 4,6%.

A concentração de minerais totais existente nos genótipos de batata-doce variou de $1,97 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ a $2,61 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ nas raízes tuberosas (Tabela 3.2.2), o que indica a diferença no valor nutricional do material genético avaliado, os minerais totais são consideradas como medida geral de qualidade, utilizados como critério na identificação de fraudes em alimentos (CHAVES et al., 2004), os valores encontrados na presente pesquisa foram próximos à média de valores apresentados na literatura para diferentes cultivares de batata-doce, variou de 2,7% (CEREDA et al., 1985) encontrou valores variando de 2,7 % a 3,4% . Este resultados, sugerem o aproveitamento das raízes na elaboração de receitas, como as barras de cereais, para incremento no valor nutricional do produto.

Os teores de lipídeos variaram de 0,16 a $0,58 \text{ g} \cdot 100^{-1}$, diferindo estatisticamente entre os genótipos estudados (Tabela 3.2.2) e são próximos aos obtidos por Cereda et al. (1985) em diferentes cultivares de batata-doce, com 0,9%, e superiores aos relatados por Leonel et al. (1998), de 0,2%.

Conforme resultados apresentados na Tabela 3.2.3, pode observar que as formulações de barra de cereais apresentaram diferenças estatísticas para a maioria dos componentes nutricionais estudados, exceto para o teor de lipídeos.

Tabela 3.2.3. Composição química das formulações de barras de cereais de polpa desidratadas de genótipos de batata-doce. Fazenda Água Limpa - UnB. Brasília-DF, 2018. Resultados expressos em g.100g⁻¹

Resultados das análises químicas das formulações de barras de cereais								
Formulações	Proteína	Umidade	Cinzas	Lípidos	Acidez	Fibras	Carboidratos	Energia (Kcal)
B0	6,41± 0,28 ^b	11,89±0,37 ^b	2,31± 0,09 ^b	0,16±0,04 ^a	2,42±0,04 ^c	9,17±0,48 ^b	70,06±0,05 ^a	308,84±0,06 ^a
B1	8,78± 0,08 ^a	12,03±0,03 ^a	2,76±0,07 ^a	0,14±0,05 ^a	2,52±0,01 ^c	12,62±0,25 ^a	62,67±0,06 ^b	287,06±0,06 ^b
B2	8,61± 0,16 ^a	12,73±0,06 ^a	2,54±0,14 ^{ab}	0,13±0,02 ^a	2,58±0,04 ^{bc}	12,22±0,51 ^a	63,77±0,01 ^b	289,53±0,04 ^b
B3	8,49±0,04 ^a	12,81±0,04 ^a	2,74±0,04 ^a	0,13±0,01 ^a	2,51±0,12 ^a	12,23±0,12 ^a	63,60±0,04 ^b	289,01±0,04 ^b
B4	8,55± 0,09 ^a	12,61±0,03 ^a	2,47± 0,03 ^a	0,14±0,03 ^a	2,92±0,04 ^a	12,26±0,13 ^a	63,97±0,04 ^b	291,34±0,04 ^{bc}
B5	8,95± 0,09 ^a	12,71±0,14 ^a	2,72±0,06 ^a	0,14±0,03 ^a	2,84±0,11 ^{ab}	12,17±0,03 ^a	63,31±0,04 ^b	290,03±0,04 ^{bc}
Média	8,30 ^a	12,46 ^a	2,59 ^a	0,14	2,63 ^a	11,78 ^a	64,56 ^a	292,64 ^a

*Resultados expressos em base seca como média de três repetições ± desvio padrão. Em cada coluna, os valores seguidos de letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P < 0.05). B0 = formulação padrão; B1 = Formulação utilizando o genótipo FAL05; B2 = Formulação utilizando o genótipo FAL06; B3 = Formulação utilizando o genótipo FAL08; B4 Formulação utilizando o genótipo FAL 11; B5 = Formulação utilizando o genótipo FAL12 de batata-doce.

Observou-se que nas seis formulações de barras de cereais desenvolvidas, os valores de umidade oscilaram entre 11,89g 100 g⁻¹ a 12,81g 100 g⁻¹. Gutkoski et al. (2007) estudaram o conteúdo de umidade de barras de cereais a base de aveia, e encontraram valores médios de umidade de 13,42 g 100 g⁻¹. Fonseca et al. (2011) fizeram um estudo de barras de cereais preparadas com cascas de abacaxi e encontraram valores médios de 4,61 g 100 g⁻¹. Freitas e Moretti (2006), ao analisarem barras de cereais com a proteína de soja e de germen de trigo, observaram teores médios de umidade de 9,73 g 100 g⁻¹ e 9,42 g 100 g⁻¹ variação que pode ter ocorrido devido aos componentes utilizados na preparação das barras. No entanto, esses teores de umidade estão em conformidade com a Resolução RDC (Resolução de Diretoria Colegiada) n. 263/2005, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que estabelece um limite de umidade de 15% para os produtos à base de cereais, amidos, farinhas e farelos (BRASIL, 2005). Esses valores de umidade possibilitam maior tempo de vida de prateleira ás

formulações de barras de cereais, ao mesmo tempo que assegura uma textura característica desejável para barra de cereal.

As proteínas são nutrientes essenciais para a nutrição humana e, por exercerem funções importantes no organismo humano, auxiliam na construção de tecidos e na formação de enzimas digestivas e hormônios. Na presente pesquisa observou que as barras de cereais adicionadas da polpa de batata doce desidratada apresentaram valores de proteína variando de 6,41%, para a amostra controle, a 8,95%, para a formulação B4 (Tabela 3.2.3), valores superiores aos encontrados por Costa et al. (2004) e Silva et al. (2011) (teores de proteínas 4,4 % e 4,3 %, respectivamente). No estudo de Brito et al. (2004), foram encontrados em barras de cereais 6,27 % de proteínas, Paiva (2008), obteve valores de proteínas de 10,6 %, desta forma pode-se afirmar que as barras desenvolvidas neste trabalho possuem considerável valor proteico, superior a alguns estudos da literatura.

As análises da composição química expressaram teores de lipídios, fibra bruta e cinzas variando de 0,13% a 0,16%, 9,17% a 12,62%, e 2,31% a 2,76%, respectivamente (Tabela 3.2.3). No que tange ao conteúdo de Lipídeos, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre as formulações de barras de cereais desenvolvidas. No entanto, é possível notar uma tendência para a diminuição do teor de lipídeos, nas formulações com adição da polpa desidratada, em comparação com a formulação B0 (sem adição da polpa desidratada), a redução do teor está relacionada com a adição da polpa de batata-doce desidratada nas formulações.

Os teores de fibra encontrados nas formulações apresentaram diferença significativa em todas formulações. Assim, as barras desenvolvidas nesta pesquisa, podem ser classificadas como ricas em fibra alimentar, uma vez que a legislação brasileira exige um mínimo de 6 g 100 g⁻¹ (para sólidos) para a classificação. E ainda, podem ser

consideradas como alimentos funcionais (BRASIL, 1998). Os resultados do presente estudo foram semelhantes aos relatados por Lima et al. (2010), que avaliou Barras de cereais contendo polpa de baru e amêndoa (14,86-16,73 g 100g⁻¹).

A formulação controle de barra de cereal apresentou menores teores de minerais totais (cinzas), (2,31 g 100 g⁻¹) quando comparada com as formulações B1, B3, B4 e B5, apontando para diferenças significativas entre si, apresentou valores próximos apenas a formulação B2 (2,54%), e superior aos valores encontrados por Paiva (2008), em que foi encontrado valores de 1,4 %, Brito et al. (2004), encontrou valores também inferiores (1,1%), resultados semelhante foi obtido na pesquisa de Silva et al. (2014), no desenvolvimento e caracterização química e sensorial de Barras de cereais à base de farinha de abóbora , no qual obteve valores de cinzas entre 1,51 e 2,24 g 100 g⁻¹.

Os valores encontrados para acidez oscilaram entre 2,42 a 2,92 g 100 g⁻¹. No estudo de Peuckert et al (2010), em uma pesquisa na qual desenvolveram barras de cereais com adição de proteína texturizada de soja e camu-camu, foram encontrados valores de acidez titulável (2,176%) semelhantes aos encontrados na presente pesquisa.

Os valores calóricos das barras apresentaram diferenças significativas entre todas as formulações. No entanto, houve uma redução do conteúdo calórico da formulação controle (308 Kcal), em comparação com as outras cinco formulações. Portanto, a substituição parcial ou total dos ingredientes pela polpa desidratada de batata-doce apontou para a diminuição do valor calórico das amostras (Tabela 3.2.3).

Gutski et al. (2007), ao estudarem a barra de cereal com alto teor de fibras, encontraram valores semelhantes para o valor calórico (313 Kcal). Siqueira et al. (2011) encontraram em formulações de barras de cereais elaboradas com geleia da casca de

abacaxi valores médios de 404Kcal. Portanto, os valores encontrados na presente pesquisa podem ser identificados como dentro da média encontrada por outros autores.

Com bases nos resultados supramencionados, é possível afirmar que a adição da polpa de batata-doce desidratada aumenta o conteúdo de nutrientes essenciais para a manutenção da saúde e redução do risco de várias doenças entre elas, cardiovasculares e diabetes e hipertensão.

A cor é considerada um parâmetro importante na escolha de um alimento, as cultivares avaliadas possuem polpas com colorações diferenciadas, o que facilita a escolha dos provadores na análise sensorial. As determinações de cor pelo sistema Hunter encontram-se na Tabela 4, a seguir. As barras de cereais proporcionaram uma diferença estatística para os valores de luminosidade (L^*), que variaram de 31,32 a 54,21 para a formulação sem adição da polpa desidratada de batata-doce. Porém, entre todas as amostras, a que mais se aproximou da tonalidade branca foi a formulação B0, pois quanto mais próxima de 100 mais clara é a amostra, significa estar próxima ao branco puro. Neste sentido, Borba et al. (2005), em uma pesquisa de farinhas extrusadas de batata-doce, encontraram valores que variaram de 81 a 88. Silva et al. (2009), em um estudo elaborando barras de cereais com aveia, milho, arroz e resíduo de maracujá, encontraram valores para o componente L^* variando de 46,4 a 65,0, os quais foram semelhantes aos encontrados nesta pesquisa.

No que tange aos resultados da presente pesquisa, os valores referentes ao componente Cromo (C) variaram entre as formulações de 19,72 (B3) a 35,65 (B5). Os valores da cromaticidade (cromo C) apresentaram diferença estatística significativa a nível de 5 % de probabilidade entre todas as formulações estudadas (Tabela 3.2.4).

De acordo com Harder (2007), o Croma representa a relação entre os valores de a e b, em que se obtém o valor da cor real da amostra analisada.

Os valores obtidos para o ângulo de cor ($^{\circ}$ h) foram maiores para a formulação controle (B0); porém, houve diferença estatística entre as amostras as demais formulações, mas que, em geral, apresentaram valores entre 83,1 $^{\circ}$ h e 96,8 $^{\circ}$ h. Os resultados do ângulo Hue indicam atributo da cor vermelha a 0 $^{\circ}$ h, amarelo a 90 $^{\circ}$ h, verde a 180 $^{\circ}$ h e azul a 270 $^{\circ}$ h. Portanto, todas as formulações desenvolvidas apresentaram ângulo entre o amarelo e o vermelho, com destaque para a formulação F4. A coloração mais intensa foi observada na formulação B3, elaborada com o genótipo de batata-doce de polpa laranja. O Hue-Angle é o ângulo formado entre a e b, indicando a saturação da cor da amostra (HARDER, 2007).

Tabela 3.2.4. Parâmetros de cor das formulações de barras de cereais adicionadas de polpa desidratadas de batata-doce. Fazenda Água Limpa - UnB. Brasília-DF, 2018. ⁻¹

Formulações de macarrão	Parâmetros de cor		
	L*	C*	h*
B0	54,21± 0,06 ^a	31,32± 0,02 ^c	93,50±0,36 ^a
B1	48,20±0,06 ^b	25,84± 0,01 ^e	73,07±0,01 ^d
B2	47,30± 0,06 ^c	29,91±0,04 ^d	78,67± 0,01 ^b
B3	43,87± 0,06 ^e	19,72±0,01 ^f	69,52±0,03 ^f
B4	46,17± 0,01 ^d	31,32±0,02 ^c	77,62±0,01 ^c
B5	31,32± 0,06 ^f	35,65±0,06 ^a	71,83±0,01 ^e
Média	45,18*	29,07*	77,37*

*Resultados expressos como média de três repetições ± desvio padrão. Em cada coluna, valores seguidos de letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P < 0.05). * L - luminosidade, C - croma e h - ângulo Hue. B0 = formulação padrão; B1 = Formulação utilizando o genótipo FAL05; B2 = Formulação utilizando o genótipo FAL06; B3 = Formulação utilizando o genótipo FAL08; B4 = Formulação utilizando o genótipo FAL11; B5 = Formulação utilizando o genótipo FAL12 de batata-doce

De modo geral, os valores obtidos para o ângulo de cor ($^{\circ}h$) foram similares para as formulações B1, B2, B3 e B4, que apresentaram valores entre 71,83 a 78,67, caracterizando uma tendência para a cor amarela. A cor é o primeiro critério utilizado na aceitação ou rejeição do produto pelo consumidor. Assim, tem-se que na indústria de alimentos a cor é um atributo importante (BATISTA, 1994). Se a cor for atraente, dificilmente o alimento não será aceito pelos consumidores (SILVA et al., 2000).

Entre os 41 participantes da análise sensorial, com idade compreendida entre 17 e 50 anos, 51% pertenciam ao gênero masculino e 49% ao feminino. Com relação ao consumo de barra de cereal, 48% dos partícipes da pesquisa afirmaram consumir pelo menos uma vez por semana, 26% informaram consumir o produto duas vezes por semana, e 26% afirmaram fazer o consumo diário do mesmo (dados não apresentados).

No que tange à intenção de compra, 92% dos participantes comprariam uma das seis formulações de barra de cereal elaborada com polpa desidratada dos cinco diferentes genótipos de batata-doce. Resultados semelhantes foram encontrados em uma pesquisa realizada por Peuckert et al. (2010), onde os percentuais de intenção de compras foram de 83% entre 60 participantes para as amostras de barras formuladas com proteína texturizada de soja, camu-camu e chocolate. Portanto, as barras desenvolvidas na presente pesquisa podem ser consideradas com boa aceitação por parte dos potenciais consumidores.

Na Tabela 3.2.5, é possível observar os resultados obtidos para as seis amostras de barras de cereais desenvolvidas, avaliadas na análise sensorial por meio do teste de escala hedônica aplicada aos 41 provadores.

A análise estatística indicou que a formulação B0 diferiu significativamente a nível de 95% de confiança das demais quanto aos atributos de aparência e apreciação global. Tal diferença pode ser justificada pelo fato de que a formulação B0 não foi

preparada com adição da polpa de batata-doce desidratada, deixando o produto final com aparência diferenciada das demais, fato que desagradou aos provadores. As médias das outras cinco formulações comprovaram que não houve diferença significativa para estes atributos estudados, evidenciando uma grande aceitabilidade do produto, pois, os valores 7,0 e 8,0 correspondem às opções ‘gostei moderadamente’ e ‘gostei muito’, respectivamente. Neste sentido, resultados semelhantes foram encontrados para a apreciação global em um estudo com dez formulações de barras de cereais adicionadas de albedo de maracujá de Matura (2005), onde foram encontrados valores médios entre 6 e 7, com referência às opções ‘gostei ligeiramente’ e ‘gostei moderadamente’ de aceitação. Já Estévez et al. (2005) elaboraram uma barra de cereal com cotilédones de algarobo, encontrando a média 6 para as amostras analisadas.

A apreciação global foi o atributo que apresentou maior média de notas para a maior parte das formulações, oscilando entre 7,22 e 8,63, que compreendem na escala hedônica, às afetividades de gostar moderadamente e gostar muito. Para o mesmo atributo, todas as formulações adicionadas da polpa dos genótipos de batata-doce diferiram significativamente da formulação controle (B0), sem adição de polpa constatando-se a menor média de notas em relação à aparência, com 5,61, e a maior para a apreciação global, com 7,22 (Tabela 3.2.5).

Tabela 3.2.5. Escores médios do teste de aceitação sensorial das formulações de barras de cereais elaboradas com adição de polpa desidratada de batata-doce. Fazenda Água Limpa - UnB. Brasília-DF, 2018.

Formulações	Aparência	Cor	Sabor	Textura	Apreciação global
B0	5,61±0,99 ^b	6,56 ±0,74 ^c	7,00±0,54 ^b	7,05±0,94 ^b	7,22 ±1,03 ^b
B1	8,39±0,86 ^a	7,58± 0,59 ^b	7,46 ±0,74 ^b	7,54±0,71 ^b	8,34 ±0,82 ^a
B2	8,29 ±0,92 ^a	7,70 ±0,60 ^b	7,22±0,47 ^b	7,32±0,82 ^b	8,19 ±0,74 ^a
B3	8,29 ±0, 92 ^a	8,44 ±0,63 ^a	8,22±0,75 ^a	8,32±0,72 ^a	8,63±0,48 ^a
B4	8,19± 0,95 ^a	7,37 ±0,73 ^b	7,14±0,65 ^b	7,46±0,55 ^b	8,51±0,63 ^a
B5	8,26± 0,50 ^a	7,32 ±0,78 ^b	7,17±0,62 ^b	7,19±0,40 ^b	8,56±0,63 ^a
Média	7,84**	7,49**	7,37**	7,48**	8,24*

*Resultados expressos em base seca como média de três repetições ± desvio padrão. Em cada coluna, valores seguidos de letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P < 0.05). B0 = formulação controle sem adição da polpa desidratada de batata doce; B1 = Formulação utilizando o genótipo FAL05; B2 = Formulação utilizando o genótipo FAL06; B3 = Formulação utilizando o genótipo FAL08; B4 Formulação utilizando o genótipo FAL11; B5 = Formulação utilizando o genótipo FAL12 de batata-doce.

Outra variação significativa deu-se em todos os atributos para a formulação B3, elaborada com o genótipo F8, que possui raiz de polpa laranja, identificando-se aí as maiores médias, todas acima de 8, demonstrando ótima aceitação em relação às notas atribuídas pelos provadores.

As barras de cereais apresentaram, em geral, boa aceitação sensorial de sabor e aspectos visuais (cor e textura, por exemplo). A média dos valores para esses atributos no experimento aqui descrito (Tabela 3.2.5), com base em estudo de Gutkoski et al. (2007), no qual os valores referidos para a textura de diferentes formulações de barra de cereais à base de aveia com alto teor de fibra, o teor médio vaiou de 7,57 a 7,74, referindo-se a ‘gostei regularmente’, utilizando escala hedônica de 9 pontos, remetendo uma melhor apreciação global na barra do presente estudo.

O atributo cor foi bem aceito pelos provadores, com valores médios variando de 6,56 a 8,44, ou seja, ‘gostei moderadamente’ a ‘gostei muito’. Neste sentido, é preciso destacar que a formulação B3, entre as amostras, foi a que obteve a maior média para este atributo. Valores semelhantes foram obtidos por Freitas e Moretti (2006), em estudo de diferentes formulações de barras de cereais funcionais de banana, onde foram encontradas

médias de 6,62 a 5,26 para o atributo cor. A média alta dada para a formulação B3 pode estar relacionada à coloração laranja do genótipo FAL08, utilizado na formulação B3, que agradou aos participantes da pesquisa.

3.2.6 CONCLUSÃO

As barras de cereais elaboradas foram aprovadas pelos degustadores, obtendo médias de aceitação acima de 7,0, e consideráveis conteúdos de nutrientes importantes para a manutenção da saúde, como proteínas e fibras totais.

A elaboração da barra de cereal apresenta-se como um processo tecnológico viável, no qual, todos os genótipos avaliados apresentaram alto potencial de uso na elaboração deste produto, no entanto, o genótipo FAL08 é o mais indicado entre os cinco avaliados, pois, além da ótima aceitação alcançada, este possui uma coloração laranja que agrada o consumidor e é um indicativo de maior teor de pró-vitâmicos A.

Com base nos dados obtidos e levando-se em consideração as condições em que o experimento foi realizado, concluiu-se que, os genótipos de batata-doce mostraram-se como ingredientes de ótima qualidade para enriquecimento das barras de cereais com alta aceitabilidade e com grande potencial comercial.

3.2.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO C. S. P., ANDRADE, F. H. A., GALDINO P. O., PINTO M. S. C. Desidratação de batata-doce para fabricação de farinha Carla Sabrina Pereira de Araújo; **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.11, n.4, p.33-41, 2015.

ANDRADE JÚNIOR, V. C.; PEREIRA, R. C.; DORNAS, M. F. S.; Ribeiro, K. G.; VALADARES, N. R.; SANTOS A. A.; CASTRO, B. M. C. Produção de silagem, Composição bromatológica e capacidade fermentativa de ramas de batata-doce emurhecidas. **Horticultura Brasileira**, v. 32, p. 91-97, 2014.

ANDRADE JÚNIOR V. C; VIANA D. J. S; PINTO N. A. V. D; RIBEIRO K. G.; PEREIRA R. C.; NEIVA I. P.; AZEVEDO A. M.; ANDRADE P. C. R. Características produtivas e qualitativas de ramas e raízes de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, v. 30: p. 584-589, 2012.

AOAC. Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists International. 16 ed. Washington: **Association of Oficial Analytical Chemists**. 1995.

AZEVEDO, J. L.; MACERONI, W. J.; ARAÚJO, W. L.; PEREIRA, J. O. Microrganismos Endofíticos e seu Papel em Plantas Tropicais. In: Azevedo, J. L.; Serafini, L. A.; Barros, N. M. Biotecnologia: Avanços na Agricultura e na Agroindústria. Caxias do Sul: Educs, p.269-294, 2002.

BATISTA, C. L. L. C. Produção e avaliação da estabilidade de corante hidrossolúvel de urucum. Ed. UFLA. Brasil. v. 1, 71 p. 1994.

BOUSTANI, P.; MITCHELL, V.-W. Cereal bars: a perceptual, chemical and sensory analysis. **British Food Journal**, v. 92, n. 5, p. 17-22, 1990.

BORBA, A. M.; SARMENTO, S. B. S.; LEONEL, M. Efeito dos parâmetros de extrusão sobre as propriedades funcionais de extrusados da farinha de batata-doce. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 835- 843, 2005.

BOWER, J. A.; WHITTEN, R. Sensory characteristics and consumer linking for cereal bar snack foods. **Journal of Sensory Studies**, v. 15, n. 3, p. 327-345, 2000.

BRITO, I. P., CAMPOS, J. M., SOUZA, T. F. L., WAKIYAMA, C., & AZEREDO, G. A. Elaboração e Avaliação global de Barra de Cereais caseira. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos** v. 22, n. 1 p. 35-50. 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico referente à informação nutricional complementar. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 16 jan. p. 1-3, 1998.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aprova o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos (Resolução RDC nº 263 de 2005). Diário Oficial da União.2005.

BRASIL, Ministério da Saúde. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos (Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001). Diário Oficial da União. 2001.

BRITO, I. P., CAMPOS, J. M, SOUZA T. F. L, WAKIYAMA, C, AZEREDO, G. A. Elaboração e avaliação global de barra de cereais caseira. **B.CEPPA**. v. 22, n.1, p. 35-50, 2004.

CARVALHO MG. Barras de cereais com amêndoas de chichá, sapucaia e castanha-do-gurguéia, complementadas com casca de abacaxi [dissertação]. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2008.

CARDOSO, A. D.; VIANA, A. E. S.; RAMOS, P. A. S.; MATSUMOTO, S. N.; AMARAL, C. L. F.; SEDIYAMA, T.; MORAIS, O. M. Avaliação de clones de batata-doce em Vitória da Conquista. *Horticultura Brasileira*, v. 23, n. 4, p. 911-914, 2007.

CAVALCANTE, M.; FERREIRA, P. V.; PAIXÃO, S. L.; COSTA, J. G.; PEREIRA, R. G.; MADALENA, J. A. S. Potenciais produtivo e genético de clones de batata-doce. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 31, n. 3, p. 421-426, 2009.

CHAVES, M. C. V.; GOUVEIA, J. P. G.; ALMEIDA, F. A. C.; LEITE, J. C. A.; SILVA, F. L. H. da Caracterização físico-química do suco da acerola. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v. 4, n. 2, 2004.

CEREDA, M. P.; WOSIACKI, G.; CONCEIÇÃO, F. D. A. Características físico-químicas e reológicas de cultivares de batata doce (*Ipomoea batatas*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 5, p. 61-70. 1985.

COSTA, L. A., BRAMORSKI A, SILVA M.C., TEIXEIRA, E., AMBONI, R. D. M. C. Desenvolvimento de alimento em barra à base de resíduo da fabricação de farinha de mandioca. **Alim. Nutr.** v.16, n. 4, p. 389-96, 2005.

COELHO, K. D., Desenvolvimento e avaliação da aceitação de cereais matinais e barras de cereais à base de amaranto (*Amaranthus cruentus* L.) [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2006.

DUTCOSKY, S. D. Análise sensorial de alimentos. Curitiba: DA Champagnat, 4ºed. 531p. 2013.

ESTEVEZ, A. M. et al. Cereal and nut bars, nutritional quality and storage stability. **Plant Foods Human Nutr.**, v. 47, p. 309-317, 1995.

FIEDLER, N. C.; AZEVEDO, I. N. C.; REZENDE, A. V.; MEDEIROS, M. B.; VENTUOILI, F. Efeito de incêndios florestais na estrutura e composição florística de uma área de cerrado na Fazenda Água Limpa, DF. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 129-138, 2004.

FREITAS, D. G. C, MORETTI, R. H. Caracterização e avaliação sensorial de barra de cereal funcional de alto teor proteico e vitamínico, **Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas**. v. 26, n. 2, p. 318-324, 2006.

FONSECA, R. S., DEL SANTO, V. R., SOUZA, G. B., PEREIRA, C. A. M. Elaboração de barra de cereais com casca de abacaxi. **Archivos Latino-americanos de Nutrición**, v. 61, n. 2, p. 216- 223. 2011.

GUTKOSKI, L. C., BONAMIGO, J. M. A., TEIXEIRA, D. M. F., & PEDÓ, I. Desenvolvimento de barras de Cereais uma base de aveia com Alto Teor de fibra Alimentar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos** 27 (2) 355-363, 2007.

GUTKOSKI, L. C.; TEIXEIRA, D. M. F.; DURIGON, A.; GANZER, A. G.; BERTOLIN, T. E.; COLLA, L. M. Influência dos teores de aveia e de gordura nas características tecnológicas e funcionais de bolo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas**, v. 29, n. 2, p. 254-261, 2009.

HARDER, M. N. C. et al. Cholesterol and iron availability in yolk of laying hens feed with annatto (*Bixa orellana*). **Animal**, v. 1, n. 1, p. 477-482, 2007.

JUSTI, K. C. et al. Nutritional composition and vitamin C stability in stored camu-camu (*Myrciaria dubia*) pulp. **Arch. Latinoam. Nutr.**, v. 20, n. 4, p. 405-408, 2000.

LEONEL, M.; JACKEY, S.; CEREDA, M. P. Processamento industrial de fécula de mandioca e batata-doce – um estudo de caso. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 13, 1998.

LEONEL M; CEREDA M. P. Caracterização físico-química de algumas tuberosas amiláceas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.22, p. 65-69. 2002.

LIMA, J. C. R., FREITAS, J. B., CZEDER, L. P., FERNANDES, D. C., NAVES, M. M. V. Qualidade microbiológica, aceitabilidade e valor nutricional de barras de cereais formuladas com polpa e amêndoa de baru. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 28, n. 2, p. 331-343. 2010.

MATSUURA, F. C. A. U. Estudo do albedo do maracujá e seu aproveitamento em barras de cereais. 2005. 138f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade de Campinas, Campinas, 2005.

- MAEDA, R. N. et al. Estabilidade de ácido ascórbico e antocianinas em néctar de camu-camu. **Ciênc. Tecnol. Alim.** Campinas, v. 26, n. 1, p. 70-74, 2006
- MEILGAARD, H. L, CIVILLE G. V., CARR, B. T., Sensory evaluation techniques. 3ed. New York: Boca Raton, CRC Press. 137p. 1999.
- MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A. J.; VICARIO, I. M.; HEREDIA, F. J. Application of tristimulus colorimetry to estimate the carotenoids content in ultrafrozen orange juices. **Journal of agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 25, p. 7266-7270, 2003.
- MIRANDA, J. E. C.; CRUZ, C. D.; Pereira, A. S. Análise de trilha e divergência genética de cultivares e clones de batata-doce. **Revista Brasileira de Genética**, v. 11, n. 4, p. 881–892, 1988.
- MONTES, C.; VICARIO, I. M.; RAYMUNDO, M.; FEET, R.; HEREDIA, F. J. Application of tristimulus colorimetry to optimize the extraction of anthocyanins from jaboticaba (*Myrcia jaboticaba* Berg). **Food Research International**, v. 38, n. 8-9, p. 983-988, 2005.
- NASCIMENTO, K. O., ROCHA, D. G. C. M.; SILVA, E. B.; BARBOSA JÚNIOR, J. L.; NASCIMENTO; M. I. M. J. B. O. Caracterização química e informação nutricional de fécula de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) orgânica e biofortificada. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.8, n. 1, p. 132 - 138, 2013.
- NAVES, L. P., CORRÊA, A. D., SANTOS, C. D., NATIVIDADE, M. A. E., ABREU, C. M. P. Nutrientes e propriedades funcionais em sementes de abóbora (*Cucurbita maxima*) submetidas a diferentes processamentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30 (Supl. 1), p.185- 190, 2010.
- NOGUEIRA A. R. A, SOUZA G. B. de. Manual de laboratórios: solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005.
- NOGUEIRA et al Minerais em melados e em caldos de cana Minerals in sugar cane syrup and cane juice **Ciênc. Tecnol. Aliment.** Campinas, v. 29, n.4: p.727-731, 2009.
- OLIVEIRA, A. M. S. de. Produção de clones de batata-doce em função de ciclo de cultivo. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Sergipe. 39p. 2013.
- OLIVEIRA NETO, M. A. Comportamento de germoplasma de batata-doce em Sergipe. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Sergipe, 56 p. 2012.

OLIVEIRA, A.C.B. de; SEDIYAMA, M.A.N.; SEDIYAMA, T.; FINGER, F.L.; CRUZ, C.D. Variabilidade genética em batata-doce com base em marcadores isoenzimáticos. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 4, 2002.

PALAZZOLO G. Cereal bars: they're not just for breakfast anymore. **Cereal Foods World**. v 48, n. 2, p. 70-2, 2003.

OSAKA, Minolta. Chroma meter CR-400/410: instruction manual. Osaka, 156 p.2007.

PAIVA, A. P., BARCELOS, A. F. P., PEREIRA, J. A. R., & CIABOTTI, E. B. F. (2012). Caracterização de barras de alimentos fabricados com Agroindustrial subprodutos e resíduos. **Ciência e Agrotecnologia** v. 36, n. 3, p. 333-340. 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542012000300009>.

PEUCKERT YP, VIERA VB, HECKTHEUER LHR, MARQUES CT, ROSA CS. Caracterização e aceitabilidade de barras de cereais adicionadas de proteína texturizada de soja e camu-camu (*Myrciaria dubia*). **Aliment Nutr** v. 2, n. 1, p.:147-52, 2010.

PEIXOTO, J. R.; SANTOS, L. C.; RODRIGUES, F. A.; JULIATTI, F.C.; LYRA, J. R. M. Seleção de clones de batata-doce resistentes a insetos de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 3, p. 385–389, 1999.

RITSCHER P. S; HUAMAN, Z.; LOPES, C. A.; MENEZES, J. E.; TORRES, A. C. Catálogo de germoplasma de batata-doce. Brasília; CNPH, (Embrapa Hortaliças, Documentos, 23) 47p. 1999.

SAMPAIO CRP, FERREIRA SMR, CANNIATTI-BRAZACA SG. Perfil sensorial e aceitabilidade de barras de cereais fortificadas com ferro. **Alim. Nutr**. v. 20, n. 1, p. 95-106, 2009.

SILVA J. S., A, MARQUES, T. R., SIMÃO, A. A., CORRÊA, A. D., PINHEIRO, A. C. M., SILVA R. L. Development and chemical and sensory characterization of pumpkin seed flour-based cereal bars. **Food Sci. Technol**, Campinas, v. 34, n. 2, p. 346-352, 2014.

SINNECKER, P.; GOMES, M. S. O.; ARÊAS, J. A. G.; LANFER-MARQUEZ, U. M. Relationship between color (instrumental and visual) and chlorophyll contents in soybean seeds during ripening. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 14, p. 3961- 3966, 2002.

SILVA, J. H. V., ALBINO, L. F. T.; GODÓI, M. J. S. Efeito do extrato de urucum na pigmentação da gema dos ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 1435-1439, 2000.

SILVA FD, PANTE CF, PRUDÊNCIO SH, RIBEIRO AB. Elaboração de uma barra de cereal de quinoa e suas propriedades sensoriais e nutricionais. **Alim Nutr**. v.22, n. 1, p. 63-69, 2011.

SILVA, I. Q., OLIVEIRA, B. C. F., LOPES, A. S., PENA, R. S., Obtenção de barra de cereais adicionada do resíduo industrial de maracujá. **Alim. Nutr.** v.20, n. 2, p. 321-9, 2009.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 235p. 2002.

SIQUEIRA, F. et al. Elaboração de barra de cereais com casca de abacaxi **Archivos Latino-americano de Nutricion**, Caracas, v. 61, n 2, 2011.

VAN SOEST PJ. Nutritional ecology of the ruminant. Ithaca: Cornell University Press. 446 p. 1994.

VIANA, D. J. S.; ANDRADE JÚNIOR, V. C.; RIBEIRO, K. G.; PINTO, N. A.V. D.; NEIVA, I. P.; FIGUEIREDO, J.A.; LEMOS, V.T.; PEDROSA, C.E.; AZEVEDO, A.M. Potencial de silagens de ramas de batata-doce para alimentação animal. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.2, p1466-1471. 2011.

VITTI, G. D. et al. Nutrição e Adubação da Cana-de-açúcar. Bebedouro, SP: [s.n.], p. 15-18, 2005.

**Capítulo 3- Experimento 3 - TEORES E TIPOS DE CAROTENOIDES EM BATATA-
DOCE DETERMINADOS POR CROMATOGRAFIA LÍQUIDA DE ALTA
EFICIÊNCIA.**

3.3.1 Resumo

Os carotenoides são pigmentos naturais, responsáveis pela cor de muitos alimentos, como vegetais, frutas, gema de ovo, pele e músculo de alguns peixes. O objetivo deste estudo foi identificar e analisar de forma quantitativa, por cromatografia líquida de alta eficiência, os principais carotenoides presentes em quatorze genótipos de batata-doce, antes e depois do cozimento e correlacioná-los com os parâmetros de cor instrumental. As raízes de batatas doces com colorações diferentes foram colhidas após seis meses do plantio. A amostra utilizada como controle foi comprada no comércio local em Brasília-DF - Brasil. As raízes foram conduzidas ao laboratório de ciência e tecnologia de alimentos da Embrapa Hortaliças, lavadas com água corrente, higienizada, enxaguada e colocada em microondas durante 10 minutos. A caracterização química foi realizada antes e depois do processo de cozimento. Entre os acessos analisados, nove apresentaram na sua composição onze diferentes carotenoides, dos quais o β -caroteno prevaleceu como o pigmento com o maior conteúdo nas raízes de polpa laranja em comparação com os outros acessos estudados. Houve uma correlação positiva entre o betacaroteno e a cor dos acessos de batatas doce estudados (0,71 Matiz e β -caroteno, 0,92 luminosidade e β -caroteno). Os resultados deste estudo sugerem nas condições realizadas neste experimento que de acordo com as condições de realização das avaliações, o processo de cozimento por microondas não causa perda significativa dos carotenoides identificados nos acessos de batata-doce, portanto, essa raiz de ter vitaminas e minerais pode contribuir consideravelmente para o controle da desnutrição.

Palavras-chave: Degradação, pró-vitamina A, análise de HPLC.

3.3.2 Abstract

Carotenoids are natural pigments, responsible for the color of many foods such as vegetable, fruits, egg yolk, skin and muscle of some fish. The aim of this study was to identify and to analyze of quantitative way, by high performance liquid chromatography; the main carotenoids present in fourteen sweet potato genotypes, before and after cooking and correlate them with instrumental color. The roots of sweet potatoes with different colorations were harvested after six months of planting. The sample that was used as control was purchased at local commerce in Brasília-DF - Brazil. The roots were taken to Embrapa Vegetables' food science and technology laboratory, washed in running water, sanitized, rinsed and microwaved for 10 minutes. Before and after the cooking process the chemical characterization was performed. Among the accessions analyzed, nine presented in their composition eleven different carotenoids, of which β -carotene prevailed as the pigment with the highest content in the orange pulp roots in comparison to the other accesses studied. There was a positive correlation between β -carotene and the color of the sweet potato accesses studied (0.71 Hue and β -carotene, 0.92 luminosity and β -carotene). The results of this study suggest that the cooking process does not cause significant loss of the carotenoids identified in sweet potato accesses, thus this root for having vitamins and minerals can contribute considerably to the control of malnutrition.

Key words: Degradation, pró-vitamin A, HPLC analysis

3.3.3 Introdução

A batata doce (*Ipomoea batatas* L. (Lam.)) É uma hortaliça que se destaca pela facilidade de cultivo, rusticidade e ampla adaptação a diferentes tipos de solo e clima, alta tolerância à seca e baixo custo de produção, além de ser utilizada tanto na alimentação humana quanto animal, bem como matérias-primas nas indústrias de alimentos, papel, cosméticos, adesivos e álcool carburente (CARDOSO et al., 2005, MALONEY, et al., 2012, HUNTERS, 2013, FAOSTAT, 2014).

No Brasil, a batata doce é umas das principais hortaliças cultivadas e, em 2014, produziram-se 525,8 mil toneladas em 39,7 ha, com um rendimento médio de 13,3 t ha⁻¹ de raízes (IBGE, 2014). O Rio Grande do Sul é um estado do Brasil que possui a maior área plantada (12.082 ha), com uma produção de 161,3 toneladas e um rendimento médio de 13,3 t ha⁻¹. No estado de Minas Gerais, foram produzidas 29.718 toneladas de batata-doce em 2014, com uma área cultivada de 1.845 ha e um rendimento médio de 16,1 t ha⁻¹ (IBGE, 2014).

As raízes de batata doce possuem uma diversidade de cores de polpa, variando de branca, creme, amarela até laranja escura de acordo com a cor do pigmento presente, tornando possível predizer de forma estimada se as raízes têm um conteúdo de carotenóide maior ou menor. Os carotenoides foram associados ao aumento da imunidade e para reduzir o risco de doenças degenerativas, como doenças cardiovasculares e degeneração macular relacionada com a idade e para prevenir a formação de catarata (BYERS & PERRY 1992, VIMALA 2011).

A deficiência desta vitamina é considerada um problema de saúde pública grave em mais de 70 países. Este micronutriente é essencial para manter a imunidade do sistema de defesa do corpo. Existem aproximadamente 600 carotenoides conhecidos na natureza, dentre eles alguns precursores importantes de vitamina A em seres humanos, entre os

quais os carotenoides alfa e beta caroteno, em que o betacaroteno converte-se no corpo em duas moléculas de retinol (RODRIGUEZ-AMAYA 2001; JAARVELD et al., 2005; VIMALA et al., 2011).

O objetivo do presente estudo foi identificar e analisar quantitativamente, por cromatografia líquida de alta performance, os principais carotenoides presentes em quatorze acessos de batata-doce, antes e depois do cozimento e verificar a correlação do β -caroteno com a cor instrumental.

3.3.4 MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais

As raízes de 13 genótipos de batata-doce foram plantadas no campo experimental da Embrapa Hortaliças em dezembro de 2015, em Brasília-DF, colhidas após seis meses de plantio. A amostra padrão foi comprada no comércio local em Brasília-DF. As raízes foram conduzidas ao laboratório de análise gênômica da Embrapa Hortaliças, lavadas em água corrente e sanitizadas em solução de hipoclorito de sódio a 0,2% durante 10 minutos, lavadas em água corrente. Uma parte delas foi colocada para cozinhar e a outra parte foi realizada a análise química das raízes *in natura*.

Métodos

Determinação da Cor

A determinação da cor foi realizada cortando-se no sentido do comprimento três raízes de cada genótipo, utilizando o calorímetro Minolta®, Modelo Chroma Meter CR-200b e usando o sistema L, a* e b*, antes e depois do cozimento. Neste espaço de cores, L* indica brilho, o croma (C*) expressa a saturação ou intensidade de cor, enquanto o ângulo de matiz (h°) indica a cor observável e é definido como começando no eixo + a*, em graus, em que 0° é + a* (vermelho), 90° é + b* (amarelo), 180° é -a* (verde) e 270° é -b* (azul) (HUNTERLAB, 1996; GAYA; FERRAZ, 2006).

Processo de cozimento das raízes de batata-doce

Para cozinhar, as raízes com massa variando entre 300 e 500 gramas foram colocadas em um refratário e levadas ao forno de microondas com capacidade para 20 litros, potência máxima de 1000 W, durante 10 minutos. Antes e depois do processo a

caracterização química foi realizada. Para verificar a perda de umidade, as raízes foram pesadas antes e depois de cozinhar em um balanço analítico digital.

Análise do conteúdo de Carotenóide

A extração de carotenoides (RODRIGUEZAMAYA, 2001) foi desenvolvida em ambiente com temperatura controlada, luminosidade reduzida, adição para minimizar a degradação. Os carotenoides foram extraídos (cinco a seis extrações sucessivas) com acetona gelada seguida de filtração. Os carotenoides foram transferidos para o éter de petróleo, usando um funil de separação. O éter de petróleo, após a leitura em espectrofotômetro em um comprimento de ondas de 445 nm, foi evaporado a vácuo (35 °C) até total secura. O resíduo foi ressuspensão em acetona grau HPLC e filtradas em Millex LCR com membrana PTFE modificada 0,45 µm 13 mm (Millipore), acondicionado em vial, e injetado no HPLC.

A concentração de carotenoides totais foi calculada a partir da Lei de Lambert-Beer (1992), conforme equação 1:

$$C (\mu\text{g mL}^{-1}) = A \times 10^4 / E_{1\text{cm}}^{1\%}$$

Onde:

C é a concentração de carotenoides totais,

A é a absorvância do extrato a 445 nm

$E^{1\%}$ é o coeficiente de absorvância da amostra em etanol.

A separação dos carotenoides foi realizada por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), segundo Kimura e Rodriguez-Amaya (2002) e Azevedo-Meleiro e Rodriguez-Amaya (2004), utilizando-se de um cromatógrafo líquido de alta eficiência (Varian), equipado com detector de conjunto de diodos (PDA PS-335), bomba (PS-240), injetor automático (PS-410) e software Galaxie 1.9, em ambiente com temperatura

controlada (22 ± 01 °C). Os carotenoides foram separados em coluna C18 ODS-2 150 x 4,6 mm, 3 μ m (Waters). A fase móvel utilizada foi acetonitrila (contendo 0,05% de trietilamina): metanol: acetato de etila em gradiente de 95:5:0, o tempo de equilíbrio da coluna foi de 20 minutos. O fluxo utilizado foi 0,5 mL min⁻¹, e o volume de amostra injetado foi 10 μ L.

Os pigmentos, foram identificados partindo do padrão de beta-caroteno, considerando o coeficiente de extinção para cada micrograma de carotenoides equivalentes a absorvância de cada um dos pigmento (DAVIES et al., 1976, GODOY, 1985 e RAMOS et al, 2001). A quantificação dos perfis de carotenoides foi realizada em relação ao percentual do beta-caroteno, o tempo de retenção e o cromatograma do pigmento. Os cromatogramas foram processados no comprimento de onda máximo de absorção (λ_{max}) de cada carotenoide.

Análise estatística

A análise estatística foi realizada utilizando ANOVA, para verificar hipóteses nulas e continuar com a análise para comparar os meios entre as amostras através do teste de Tukey usando um nível de probabilidade de 5%. Para a análise de dados, foi utilizado o programa ASSISTAT versão 7.7 beta 2015.

3.3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Parâmetros de cor: L*, C*, h° em genótipos de batata doce

Os resultados da análises de cor da batata-doce crua e cozida encontram-se na tabela 1, verificou-se alterações significativas nos parâmetros de cor ($p < 0,05$). Os valores de Luminosidade (L*), variaram entre 89,21 a 75,90 para as raízes de batata-doce cruas e de 85,50 a 64,69 para as raízes processadas, Valores semelhantes foram encontrados em uma pesquisa realizado por Ameny et al. (1997), para Luminosidade em batata-doce crua variando de 85,1 a 78,0 respectivamente.

Tabela 3.3.1. Parâmetros de cor de 14 genótipos de batata-doce crua e assada. Embrapa Hortaliças. Brasília-DF, 2018.

Genótipos	Crua			Cozida		
	L	C	h	L	C	h
CNPH 004	86.22 abcd	26.18 ef	99.95 abcd	67.85 ef	30.27 e	104.70 a
CNPH 003	84.90 bcd	31.71 cd	101.53 a	74.18 cd	21.38 g	104.65 a
CNPH 895	82.96 de	24.21 f	98.52 bcde	76.18 cd	26.77 f	102.10 abc
CNPH 1275	87.01 abc	26.27 efj	101.53 a	84.81 ab	22.65 g	102.45 ab
CNPH 009	86.47 abcd	44.17 a	100.20 abc	85.50 ab	28.56 ef	99.84 bcd
CNPH 001	75.90 f	29.72 de	99.58 abcd	64.69 f	56.06 a	74.41 g
CNPH 959	86.18 abcd	43.29 a	98.36 bcde	78.90 bc	35.66 d	103.07 ab
CNPH 769	80.76 e	28.51 def	76.32 h	70.66 bc	54.92 a	87.84 f
CNPH 1403	83.43 cde	38.34 b	98.24 cde	71.33 de	35.48 d	104.30 a
CNPH 1270	83.43 cde	31.51 cd	82.81 g	71.77 de	51.26 b	93.20 e
CNPH 1205	87.72 ab	44.10 a	97.99 cde	70.10 def	34.21 d	104.67 a
CNPH 1262	89.21 a	31.75 cd	94.37 f	71.67 de	50.21 b	97.58 d
CNPH 790	86.13 abcd	34.47 bc	97.24 de	73.74 cde	36.77 d	99.03 cd
Controle	86.90 abc	34.47 bc	96.83 ef	67.68 ef	44.98 c	102.29 abc
Média	84.81	32.75	95.93	73.51	37.79	98.58
CV (%)	1.43	4.8	0.95	2.85	2.59	1.14

Resultados expressos como média de três repetições. Em cada coluna, valores seguidos de letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0.005$ a 5%) de significância. * L - luminosidade, C* - croma e h* - ângulo Hue. Dos genótipos de batata-doce.

Os índices de cor h° , L^* e C^* são amplamente utilizados para descrição de cor (RUIZ et al., 2005). Em geral, a diminuição de L^* e h° reflete o escurecimento da polpa da batata-doce e uma mudança de branco para laranja, respectivamente. No estudo

realizado por Almeida et al. (1988) foi constatado uma redução dos valores de Luminosidade após a cocção.

Como pode ser observado os valores do parâmetro de cor L* reduziram em todos os genótipos de batata-doce após o cozimento, ficando maior no genótipo CNPH 001, seguido pelos genótipos CNPH 004 e o Controle (Tabela1).

O Croma apresentou um aumento do índice de cor em cinco genótipos de batata-doce após o cozimento para cinco (CNPH 004, CNPH 895, CNPH 001, CNPH 769, CNPH 1270 e CNPH 1262), dos quatorze genótipos estudados. O Croma é a relação entre os valores de a* e b*, onde se obtém a cor real do objeto analisado. Hue -Angle é o ângulo formado entre a* e b*, indicando a saturação da cor da amostra (HARDER, *et al* 2007). Conforme resultados da Tabela 3.3.1, os valores de cor apresentaram diferença estatística a nível de 5 % de significância para todos os parâmetros avaliados, tanto pra a batata-doce cozida quanto para a crua, isso se deve às diferentes colorações dos genótipos utilizados nesta pesquisa

Teores e tipos de carotenoides em genótipos de batata-doce

Na Tabela 3.3.2 são apresentados os resultados obtidos por CLAE, referentes aos tipos e as concentrações médias dos pigmentos carotenoides nos quatorze genótipos de batata-doce. Foram detectados em três genótipos de batata-doce estudados (CNPH 790, CNPH 1205 e CNPH 1270), sete tipos de carotenoides diferentes, (luteína, α -zeacaroteno, ζ -caroteno, carotenoides epoxidados, α -criptoxantina, β -criptoxantina e β -caroteno), nas amostras cruas, o genótipo com maior concentração do pigmento beta caroteno foi o CNPH 1205 (58,71 $\mu\text{g. g}^{-1}$), este genótipo, possui polpa na cor laranja, com isso maior concentração dos pigmentos carotenoides.

De acordo com Nunes et al. (2012), um indicador de uma maior concentração de β -caroteno, precursor de vitamina A, é a variação de sua coloração interna, isto é, quanto mais escura for a tonalidade, maior será a concentração de β -caroteno. Segundo Silva et al. (2008), as variedades de batata-doce de polpa branca apresentam teores insignificantes de caroteno, enquanto que as variedades de polpa alaranjada contêm valores superiores aos encontrados na cenoura, que é o alimento mais mencionado como fonte de caroteno, mostrando relação direta com os resultados encontrados Rodriguez-Amaya (2008), afirmou que a utilização de batata-doce de polpa alaranjada se apresenta como alternativa para a suplementação alimentar por ser uma fonte barata e abundante de β -caroteno, e assim, suprir a carência de vitamina A. De acordo com Kidmose et al. (2007), a cor da raiz de batata-doce está diretamente associada ao teor de β -caroteno da amostra. Observou-se que a maioria dos genótipos de batata-doce estudados, apresentaram diminuição dos teores dos pigmentos carotenoides nas amostras cruas em relação as cozidas (Tabela 3.3.2), foi observada entre os genótipos analisados, diferenças na concentração das amostras cruas e cozidas, como foi o caso do genótipos CNPH 003 em relação ao α -zeacaroteno (crua, 0,53 e cozida 0,29 $\mu\text{g. g}^{-1}$), e o CNPH 1205 com teores de β -criptoxantina crua 5,17 e cozida 4,25 $\mu\text{g. g}^{-1}$, respectivamente. Esta variação na retenção dos carotenoides pode ter sido o efeito da oxidação enzimática durante o processamento. Semelhante resultado foi observado no estudo de Ameny e Wilson (1997).

A forma de processamento influencia diretamente na concentração de carotenoides em raízes de batata-doce, principalmente as de polpa laranja, este acontecimento pode ser comprovado em vários estudos de diversos autores, e em inúmeros vegetais, Huang et al. (1999), em cenouras (DEBJANI et al., 2005) em mandiocas. No entanto, Chavez et al. (2007), encontrou 100% de retenção de carotenoides em Espinafre e feijão voado

preparado com uso de vapor de água (branqueado), Dietz et al. (1988) e Jaarsveld et al. (2006), também não observaram perda de β -caroteno em batata doce crua picada ou ralada. Isso mostra não que não havia oxidação enzimática em amostras frescas cortadas, o que representou a retenção de 100%. A observação da redução dos carotenoides no processo de cozimento, constatado nesta pesquisa, poderá ser devido à lixiviação do precursor de vitamina A promovido pela reação termoquímica ocorrida durante o tempo de cozimento. Entretanto, segundo Chandler e Schwartz (1988), e Adelaide et al. (2007), a diminuição de dos pigmentos carotenoides podem ocorrer em razão do tamanho do corte da amostra a ser processada, temperatura, tempo de processamento e estágio de maturidade.

Tabela 3.3.2. Propriedades e composição de Carotenóides ($\mu\text{g. g}^{-1}$) em quatorze genótipos de batata-doce crua e assada. Embrapa Hortaliças. Brasília-DF 2018.

Genótipos	Luteína	α -zeacaroteno	ζ -caroteno	Carot. epoxidados	α -criptoxantina	β -criptoxantina	β -caroteno
CNPH 004	0,14 \pm 0,04	0,04 \pm 0	0,03 \pm 0,01	0,88 \pm 0,09	-	0,09 \pm 0,06	0,31 \pm 0,19
CNPH 003	0,06 \pm 0,00	0,29 \pm 0,03	0,03 \pm 0,00	0,68 \pm 0,11	0,18 \pm 0,00	-	0,23 \pm 0,12
CNPH 895	0,04 \pm 0,00	-	-	0,22 \pm 0,02	-	-	0,03 \pm 0,00
CNPH 1275	0,06 \pm 0,00	0,18 \pm 0,1	0,04 \pm 0,00	0,71 \pm 0,09	-	-	0,08 \pm 0,03
CNPH 009	0,04 \pm 0,00	-	0,03 \pm 0,00	0,56 \pm 0,01	-	-	0,03 \pm 0,01
CNPH 1205	0,40 \pm 0,11	1,91 \pm 0,12	0,34 \pm 0,06	6,58 \pm 0,59	4,18 \pm 0,02	5,17 \pm 0,61	58,71 \pm 0,19
CNPH 959	0,15 \pm 0,05	1,29 \pm 0,2	0,07 \pm 0,01	2 \pm 0,15	-	-	0,15 \pm 0,03
CNPH 769	0,28 \pm 0,04	1,94 \pm 0,14	0,11 \pm 0,01	3,42 \pm 0,27	0,72 \pm 0,08	-	6,09 \pm 0,08
CNPH 1403	0,32 \pm 0,05	0,21 \pm 0,02	0,03 \pm 0,00	1,79 \pm 0,06	-	-	0,33 \pm 0,03
CNPH 1270	0,32 \pm 0,01	0,87 \pm 0,24	0,07 \pm 0,01	1,97 \pm 0,41	0,34 \pm 0,01	0,82 \pm 0,06	5,96 \pm 1,47
CNPH 001	0,40 \pm 0,04	0,21 \pm 0	0,13 \pm 0,07	1,85 \pm 0,73	-	0,45 \pm 0,27	2,35 \pm 1,40
CNPH 1262	0,13 \pm 0,01	1,22 \pm 0,82	0,18 \pm 0,07	2,66 \pm 0,83	-	0,33 \pm 0,19	1,74 \pm 1,35
CNPH 790	0,2 \pm 0,03	0,2 \pm 0,05	0,02 \pm 0,01	0,58 \pm 0,19	0,12 \pm 0,00	0,27 \pm 0,03	2,22 \pm 0,08
Padrão	0,17 \pm 0,00	0,07 \pm 0,00	0,09 \pm 0,06	1,12 \pm 0,84	-	0,33 \pm 0,00	1,32 \pm 0,99
Genótipos	Luteína	α -zeacaroteno	ζ -caroteno	Carot. epoxidados	α -criptoxantina	β -criptoxantina	β -caroteno
CNPH 004	0,04 \pm 0,01	0,18 \pm 0,02	0,02 \pm 0,00	0,72 \pm 0,05	0,07 \pm 0,01	-	0,09 \pm 0,02
CNPH 003	0,06 \pm 0,02	0,53 \pm 0,17	0,06 \pm 0,00	0,70 \pm 0,01	0,04 \pm 0,02	-	0,08 \pm 0,01
CNPH 895	0,06 \pm 0,00	0,04 \pm 0,00	0,01 \pm 0,00	0,28 \pm 0,05	-	0,01 \pm 0,00	0,02 \pm 0,00
CNPH 1275	0,06 \pm 0,01	0,20 \pm 0,01	0,04 \pm 0,00	0,71 \pm 0,01	-	-	0,08 \pm 0,01
CNPH 009	-	0,12 \pm 0,01	0,03 \pm 0,00	0,39 \pm 0,02	-	-	0,06 \pm 0,00
CNPH 1205	0,48 \pm 0,09	0,89 \pm 0,16	0,17 \pm 0,03	3,14 \pm 0,32	2,10 \pm 0,29	4,25 \pm 0,61	39,21 \pm 1,19
CNPH 959	0,23 \pm 0,02	2,36 \pm 0,83	-	1,85 \pm 0,52	0,17 \pm 0,01	-	0,87 \pm 0,58
CNPH 769	0,33 \pm 0,01	0,96 \pm 0,12	1,35 \pm 0,05	3,17 \pm 0,01	0,12 \pm 0,02	1,04 \pm 0,00	5,52 \pm 0
CNPH 1403	0,52 \pm 0,06	0,25 \pm 0,07	0,02 \pm 0,00	1,6 \pm 0,17	0,06 \pm 0,00	0,05 \pm 0,00	0,76 \pm 0,20
CNPH 1270	0,21 \pm 0,07	1,2 \pm 0,21	0,08 \pm 0,01	2,87 \pm 0,1	0,26 \pm 0,01	0,51 \pm 0,03	3,75 \pm 0,25
CNPH 001	-	-	0,11 \pm 0,03	2,92 \pm 0,13	0,18 \pm 0,05	0,16 \pm 0,00	0,57 \pm 0,14
CNPH 1262	-	3,06 \pm 0,04	-	2,96 \pm 0,07	0,31 \pm 0,01	-	0,42 \pm 0,04
CNPH 790	-	0,67 \pm 0,05	0,11 \pm 0,01	2,41 \pm 0,09	-	-	0,22 \pm 0,02
Padrão	0,07 \pm 0,03	1,55 \pm 0,21	0,03 \pm 0	2,37 \pm 0,07	0,07 \pm 0,01	-	0,15 \pm 0,01

Resultados expressos como média de três repetições. \pm desvio padrão. De quatorze genótipos de batata-doce, ND-não detectado.

De acordo com Bradbury e Holloway (1988), as perdas de nutrientes durante o cozimento de alimentos, estão associadas, ao tempo de permanência, nível de temperaturas e as características específicas do produto. De acordo com Rodrigues Amaya (2008), e Oliveira et al (2011), a degradação dos pigmentos pode ocorrer devido a reações de oxidação que são fortemente influenciadas quando o alimento é submetido a altas temperaturas. Para Rodrigues-Amaya, et al. (2008), as perdas de carotenoides são

menores quando os alimentos são processados em microondas a redução dos carotenoides no processamento, pode ocorrer devido ao efeito prejudicial da luz do sol sobre a estabilidade do pigmento carotenoide.

Foi observado na presente pesquisa a presença de carotenoides epoxidados, tanto nas raízes de batata-doce crua quanto cozida, Segundo Almeida et al. (1988), Rodrigues-Amaya, (1997), Ukon et al. (2011), este processo de oxidação ocorre com frequência em batata-doce, e está associado a oxidação do β -caroteno que pode se formar durante mesmo a realização da extração destes pigmentos pelo mecanismo de isomerização no qual os trans-carotenoides são convertidos a cis-carotenoides acelerando a oxidação.

A identificação do pico de β -caroteno foi realizada pelo seu espectro de absorção na região visível ($\lambda_{\text{máx}}$ a 445 nm na fase móvel; tempo de retenção de 30 minutos). Os resultados encontrados enfatizam a importância da identificação dos tipos e teores dos pigmentos carotenoides contidos em acessos de batata-doce. De acordo com Rodrigues Amaya (2008), a batata-doce de polpa laranjada é rica em carotenoides, e as raízes de polpa branca são pobres deste pigmento.

Os genótipos de batata-doce estudados, apresentaram variados teores e diversos tipos de carotenoides, estes nutrientes são de extrema importância para a manutenção da saúde humana, segundo Chattopadhyay et al., (2006), embora a maioria das pessoas desconhecem o valor nutritivo da batata-doce, acabam escolhendo para consumo baseado apenas no sabor, cor e textura em vez de verificar o perfil nutricional.

Entre os acessos de batata-doce estudados, quando analisados as diferentes concentrações de carotenoides epoxidados tanto nas amostras cruas quanto nas cozidas, pode inferir que a temperatura é um fator importante na formação destes compostos. Estudo revela que o processamento com uso do calor pode reduzir o conteúdo de

carotenoides como resultado da suscetibilidade de estes compostos a degradação e isomerização sob altas temperaturas. Ao mesmo tempo, o processo de aquecimento pode ser benéfico para o lançamento e solubilização de carotenoides, uma vez que a matriz é uma quebra, aumentando assim a biodisponibilidade (MAIANI et al., 2009).

Relação entre valores de cor e carotenoides em genótipos de batata-doce

As correlações entre os parâmetros de cor e o β -caroteno estão apresentados na figura 3.3.1. Tanto para as raízes cozidas quanto para as cruas, os valores de Luminosidade, (L^*), Cromo (C^*) e Hue (h°), apresentaram forte correlação, no qual a melhor correlação foi observada entre a luminosidade e o β - caroteno ($R = 0.92$). Os genótipos de batata-doce cor laranja, apresentaram maior teor de carotenoides, em comparação com os de polpa amarela e branca. É relevante mencionar que alguns carotenoides, como o β -caroteno, podem apresentar propriedades pró-oxidantes em condições específicas, o que reforça a importância de estudos para compreender o mecanismo pelo qual os carotenoides exercem seus efeitos na saúde humana (RODRIGUES-AMAYA, 2008).

Os carotenoides são pigmentos encontrados em frutas e vegetais de cor amarelas e laranja, e em folhas verdes escuras, alguns destes são precursores da vitamina A, entre os carotenoides o β -caroteno desempenha papel importante na manutenção da saúde humana, atua como antioxidante e ajuda na prevenção de doenças da visão (RODRIGUES- AMAYA, 1997).

Os resultados das análises apontaram que existe correlação positiva entre carotenoides e o ângulo Hue ($R^2=0.889$ amostras crua e $R^2 = 0.853$ amostras cozida). De acordo com Van Jaarsveld et al., (2005), as raízes de doce da batata-doce laranja são uma fonte de β -caroteno (ELUAGU & ONIWAMO, 2010).

Constatou-se que as correlações apresentaram R^2 significativo para os parâmetros de cor estudados. Resultados semelhantes foram encontrados por Ameny & Wilson, (1997), no qual foram encontradas boas correlações entre o valor de Hue e a concentração de β -caroteno em batatas-doces.

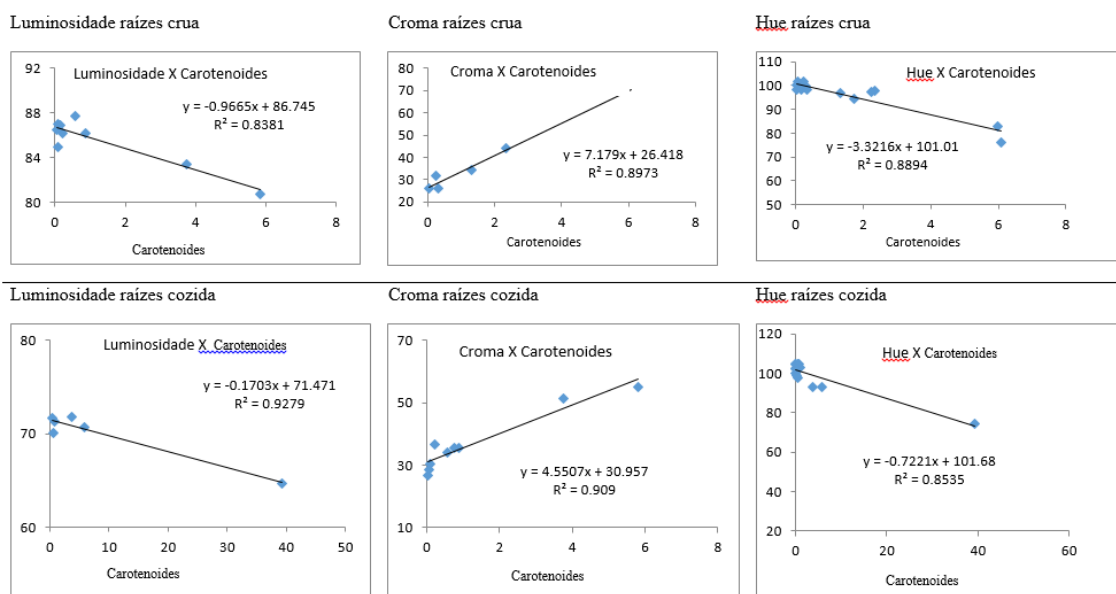


Figura 3.3.1. Diagrama de dispersão entre parâmetros de cor L^* C^* H^* e os Carotenóides totais de quatorze genótipos de batata-doce crua e assada. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2018.

Perfil de carotenoides em genótipos de batata-doce crua e cozida

Na Figura 3.3.1 estão representados os cromatogramas e os espectros de carotenoides identificados nos genótipos de batata-doce. Similarmente aos perfis de carotenoides de batata doce de polpa creme ou amarela já relatados na literatura, os genótipos de polpa laranja analisados apresentaram β -caroteno como componente principal, com baixa proporção de isômeros *cis*. A retenção de β -caroteno nos genótipos de batata-doce crua e depois do cozimento ocorreu uma pequena redução deste pigmento, enquanto a retenção de Luteína foi de maior no genótipo CNPH 003 crua em comparação aos demais genótipos (Figura 3.3.1). Resultados semelhantes foram encontrados por van

Jaarsveld et al. (2006) durante o cozimento de batata doce da variedade Resisto (88% a 92 % de retenção de β -caroteno) e por Almeida-Muradian et al. (1992), durante o cozimento de batata doce Centennial e Acadian (96% e 87%, respectivamente).

A biodisponibilidade do β -caroteno depende de múltiplos fatores, a gordura é necessária para absorção e conversão de b-caroteno para retinol (LEMMENS et al., 2014; MILLS et al., 2009). A retenção e bioacessibilidade do β -caroteno determina a sua biodisponibilidade (BECHOFF et al., 2011). Foi documentado que a maceração e o processamento térmico melhorar a bioacessibilidade do β -caroteno de cor de laranja batata-doce, provavelmente devido à ruptura da microestrutura de tecido vegetal e posterior liberação de nutrientes do complexo matriz alimentar (BENGTSSON et al., 2010; TUMUHIMBISE et al., 2009).

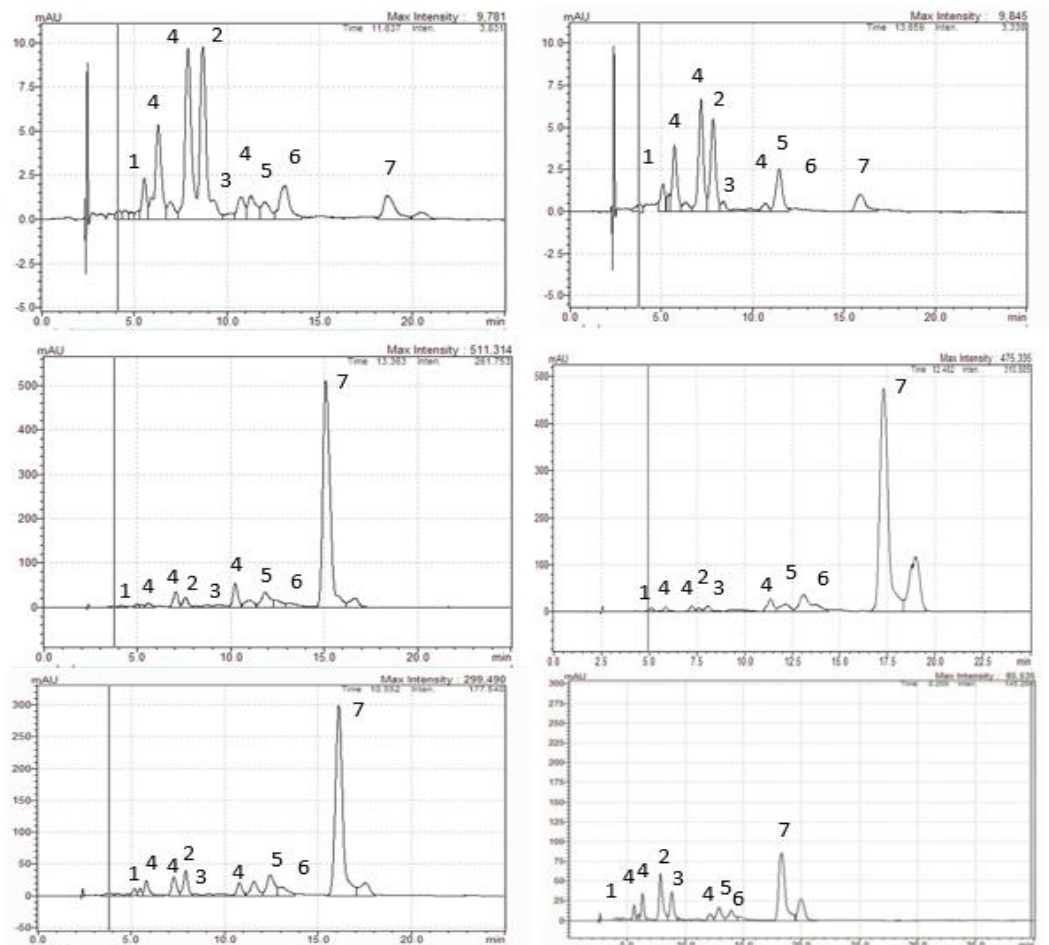


Figura 3.3.2. Cromatograma típico obtido por CLAE dos carotenoides de genótipos de batata-doce, CNPH 003 crua e cozida, CNPH 001 crua e cozida, Amostra controle crua e cozida. Identificação dos picos: 1. Luteína, 2. α -zeacaroteno, 3. ζ -caroteno, 4. Carotenóides epoxidados, 5. α -criptoxantina, 6. β -criptoxantina e 7. β -caroteno.

O cozimento acarretou degradação dos pigmentos carotenoides encontrados, indicando que a temperatura usada causa isomerização da forma *trans* para a forma *cis*, conforme cromatograma típico da batata - doce cozida (Figura 3.3.2). A retenção de Luteína e α -zeacaroteno amostras cruas foi maior do que nas amostras cozidas devido à temperatura utilizada e talvez a forma de preparo. Constatou-se a formação de carotenoides epoxidados diminuindo também a retenção de β -caroteno total. Segundo Gross (1991) e Tumwegamire, et al.(2014), este tipo de perda ocorre devido a oxidação ou isomerização de Carotenoides, caramelização ou a ação enzimática.

3.3.6 CONCLUSÃO

Foram detectados onze tipos de carotenoides nas raízes dos genótipos de batata-doce crua e cozida, Luteína, α -zeacaroteno, ζ -caroteno, Carotenoides epoxidados, α -criptoxantina, β -criptoxantina, β -caroteno.

Entre os carotenoides identificados predominou o β -caroteno, nos genótipos de cor laranja, e em pequenas concentrações nos genótipos de cor clara. Foi constatado uma correlação significativa entre os parâmetros de cor e os carotenoides.

Em termos de conteúdo de carotenoides, todas as amostras frescas de variedades de batata doce elucidadas, apresentaram quantidades significativas no perfil de carotenoides indicando um potencial antioxidante. No entanto, parte deste pigmento foi perdido durante o processamento. Assim, recomenda-se o desenvolvimento de um melhor procedimento de processamento para reter o conteúdo de carotenoides dessas variedades de batata-doce.

3.3.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMENY, M. A, WILSON, P. W. Relationship between Hunter colour and β -carotene content in white-fleshed African sweet potato. **J Sci Food Agric** p.73:301–306, 1977.

BECHOFF, A., POULAERT, M., TOMLINS, K. I., WESTBY, A., MENYA, S., YOUNG, S., MAYER, C. D. Retention and bioaccessibility of b-carotene in blended foods containing orange-fleshed sweet potato flour. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, p. 10373–10380. 2011.

BENGTSSON, A., BRACKMANN, C., ENEJDER, A., ALMINGER, M. L., & SVANBERG, U. Effects of thermal processing on the in vitro bioaccessibility and microstructure of b-carotene in orange-fleshed sweet potato. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, p. 11090–11096. 2010.

CHATTOPADHYAY, A., CHAKRABORTY, I, MUKOPADHAYAY, S. K, KUMAR, P. K, SEN, H. Compositional changes of sweet potato as influenced by cultivar, harvest date and cooking. **Acta Horti** v.703, p.211–218, 2006.

CHAVEZ, A. L, SANCHEZ, T, CEBALLOS, H, RODRIGUEZ-AMAYA, D. B., NESTEL, P., TOHME, J., ISHITANI M (2007) Retention of carotenoids in cassava roots submitted to different processing methods. **J Sci Food Agric** v.87, p. 388–393, 2007.

DAVIES, B. H. Carotenoids. In: GOODWIN, T. W. **Chemistry and biochemistry of plant pigments**. New York: Academic Press, v. 2, 1976.

DEBJANI, D., UTPAL, R., RUNU C. Retention of β -carotene in frozen carrots under varying conditions of storage. **Afr J Biotechnology** v. 4, n. 1, p.102–103, 2005.

DIETZ, J.M, KANTHA, S. S., ERDMAN, J. W. J. R. Reversed phase HPLC analysis of α - and β -carotene from selected raw and cooked vegetables. **Plant Food Hum Nutr** v. 38, p.333–341, 1988

GAMA, J. J. T.; SYLOS, C. M. Effect of thermal pasteurization and concentration on carotenoid composition of Brazilian Valencia orange juice. , **Food Chemistry London**, v. 100, n. 4, p. 1686-1690, 2007.

GODOY, H.T. Mudanças na composição de carotenoides durante processamento térmico e estocagem de manga (*Mangifera indica*) e mamão (*Carica papaya*). Campinas, 1985. 111 p. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Campinas.

GUAN, Y.; ZHOU, L.; B. I, J.; YI, J.; LIU, X.; CHEN, Q.; WU, X.; ZHU, M. Change of microbial and quality attributes of mango juice treated by high pressure homogenization combined with moderate inlet temperatures during storage. , **Innovative Food Science and Emerging Technologies Berlin**, v. 36, p. 320-329, 2016.

HARDER, M. N., CANNIATTI-BRAZACA1, S. G., ARTHUR, V., Quantitative evaluation by a digital colorimeter of the color of the egg of laying hens fed with annatto

(*Bixa orellana*) RPCV Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias, v. 102 n 6. P.563-564, 2007.

HUANG, A. S. TANUDJAJA, L, LUM, D. Content of alpha-, beta-carotene, and dietary fiber in 18 sweet potato varieties grown in Hawaii. **J Food Compos Anal** v.12, p.147–151, 1999.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal (PAM) Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso: 30 jan. 2018.

JAARVELD, P. J, FABER, M, TANUMIHARDJO, S. A, NESTEL, P, LOMBARD, C. J, BENADÉ, A. J. β -carotene rich orange fleshed sweet potato improves the vitamin A status of primary school children assessed with the modified-relative-dose response test. **Am J Clin Nutr** v. 81, p.1080–1087, 2005.

JAARVELD, P. J, MARAIS, D. W. HARMSEA, E, NESTEL, P, RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Retention of β -carotene in boiled, mashed orange-fleshed sweet potato. **J Food Compos Anal** 19:321–329. 2006.

KIDMOSE, U.; EDELENBOS, R., NORBAEK; P. CHRISTENSEN. Colour stability in vegetables. In: Douglas B. MacDougall; Colour in food: Improving quality, cap. 8. Cambridge: Woodhead publishing, 378 p. 2002.

Lenhinger, Albert Lester; Princípios de Bioquímica.3.ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro:1992.

LAORKO, A.; TONGCHITPAKDEE, S.; YOURAVONG, W. Storage quality of pineapple juice non-thermally pasteurized and clarified by microfiltration. , **Journal of Food Engineering Essex**, v.116, n. 2, p-554-561, 2013.

LEMMENS, L., COLLE, I., BUGGENHOUT, S. V., PALMERO, P., LOEY, A. V., & HENDRICKX, M. Carotenoid bioaccessibility in fruit- and vegetable-based food products as affected by product (micro) structural characteristics and the presence of lipids: A review. Trends in **Food Science & Technology**, v. 38, p.125–135. 2014.

MCNULTY, H, JACOB, R. F, MASON, R. P. Biologic activity of carotenoids related to distinct membrane physicochemical interactions. **Am J Cardiol**. 101 2008.

MILLS, J. P., TUMUHIMBISE, G. A., JAMIL, K. M., THAKKAR, S. K., FARLLA, M. L., TANUMIHARDJO, S. A. Sweet potato β -carotene bioefficacy is enhanced by dietary fat and not reduced by soluble fiber intake in Mongolian gerbils^{1,2}. **The Journal of Nutrition**, v. 139, p. 44–50. 2009.

OLIVEIRA, A.; PINTADO, M.; ALMEIDA, D. P. F. Phytochemical composition and antioxidant activity of peach as affected by pasteurization and storage duration. , **LWT - Food Science and Technology Avignon**, v. 49, n. 2, p. 202-207, 2011.

RAMOS, M. I. L., UMAKI, M. C. S, HIANE, P. A., RAMOS FILHO, M. M. EFEITO DO COZIMENTO CONVENCIONAL SOBRE OS CAROTENOIDES PRÓVITAMÍNICOS “A” DA POLPA DO PIQUI (*Caryocar brasiliense* Camb). **B.CEPPA**, Curitiba, v. 19, n. 1, p. 23-32, 2001

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. A guide to carotenoid analysis in foods. Washington: Internacional Life Sciences Institute Press, 2001. 64 p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. Handbook for carotenoid analysis. Washington: Harvest Plus, 58 p. 2004. (Harvest Plus Technical Monograph, 2).

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. Fontes brasileiras de carotenoides: tabela brasileira de composição de carotenoides em alimentos. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2008

TUMUHIMBISE, G. A., NAMUTEBI, A., & MUYONGA, J. H. Microstructure and in vitro beta carotene bioaccessibility of heat processed orange fleshed sweet potato. **Plant Food Human Nutrition**, v. 64, p.312–318. 2009.

TUMWEGAMIRE, S., MWANGA, R. O. M., ANDRADE, M. I., LOW, J. W., SSEMAKULA, G. N., & LAURIE, S. M. (2014). CRI-Apomuden: In Orange-Fleshed Sweet Potato for Africa (Second Edition). Lima, Peru: International Potato Center

CAPÍTULO 4 - POTENCIAL ORNAMENTAL DE ACESSOS DE BATATA-DCE

4.1 RESUMO

A batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] é uma planta com diferentes aptidões de uso das suas raízes, folhas e hastes. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial ornamental de acessos de batata-doce oriundas do banco de germoplasma mantidos na Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, Brasil. Para a caracterização morfológica e avaliação do potencial ornamental, foram escolhidos cinco acessos com formatos de folhas diferentes (CNPH 980, CNPH 1205, CNPH 895, CNPH 796, CNPH 1284) e utilizados doze descritores qualitativos e quantitativos: tipo de planta (TP), tipo de lóbulo da folha (TLF), cor da folha imatura (CFI), número de lóbulos por folha (NLF), cor das ramas (CR), formato do lóbulo central (FLC), pigmento no pecíolo (PP), tamanho da folha madura (TFM), cor da folha madura (CFM), formato da folha (FF), e produção de ramas (BY) e raízes (RY). Na avaliação do potencial ornamental, cada critério foi pontuado por meio de notas variando de 10 (mínimo) a 100 (máximo). A característica número de lóbulos da folha foi a que mais agradou os avaliadores. Observou-se que quanto mais lóbulos, maior o potencial ornamental, sendo que os acessos CNPH 980, CNPH 1205 e CNPH 1284 se destacaram para essa característica. O acesso CNPH 1284, com folhas no formato quase dividido, obteve a maior nota, considerado com a estética mais harmoniosa, indicando grande potencial ornamental para o mercado consumidor na opinião dos avaliadores. Os cinco acessos estudados apresentaram considerável potencial ornamental, podendo ser usados como forrageira, complementos para arranjos florais ou ainda como jardineiras.

Palavras-chave: *Ipomoea batatas* (L.) Lam. descritores morfológicos, folhas de batata-doce, banco de germoplasma, paisagismo.

4.2 ABSTRACT

Sweet potato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] is a multipurpose plant due to the different uses for its roots, leaves, and branches. The objective of this study was to evaluate the ornamental potential of sweet potato accessions from the Germplasm Bank of Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, Brazil. The morphological characterization and evaluation of the ornamental potential used five accessions with distinct leaf shape (CNPB 980, CNPB 1205, CNPB 895, CNPB 796, CNPB 1284) and 12 qualitative and quantitative descriptors [plant type (PT), leaf lobe type (LLT), immature leaf color (ILC), leaf lobe number (LLN), branch color (BC), shape of central leaf lobe (SCLL), petiole pigmentation (PP), mature leaf size (MLS), mature leaf color (MLC), leaf shape (LS), branch yield (BY), and root yield (RY)]. In the evaluation of the ornamental potential, each criterion was scored from 10 (minimum) to 100 (maximum). Leaf lobe number was the trait that pleased the evaluators the most, and the greater the number of lobes, the greater was the ornamental potential. CNPB 980, CNPB 1205, and CNPB 1284 stood out for this trait. CNPB 1284 (almost divided leaf type) had the greatest score and was considered, by the evaluators, as the accession with the most harmonious aesthetics, indicating a great ornamental potential for the consumer market. All accessions studied presented considerable ornamental potential and could be used in floral arrangements or garden beds.

Keywords: *Ipomoea batatas* (L.) Lam., morphological descriptors, sweet potato leaves, germplasm bank, landscaping.

4.3 INTRODUÇÃO

O segmento do agronegócio de plantas ornamentais representa o fortalecimento do comércio dos produtos da floricultura brasileira, tanto no âmbito do mercado interno e externo, tornando-se uma ação absolutamente vital para a geração de emprego e renda na zona rural e urbana, garantindo a sobrevivência de inúmeras empresas agrícolas. Constitui-se uma alternativa altamente eficiente e eficaz para o desenvolvimento econômico e social sustentável da cadeia produtiva no país. Só no ano de 2010 estima-se um movimento de valores em torno de 3,8 bilhões em nível de consumidor final, o que equivaleu a um Valor Bruto da Produção de R\$ 1,1 bilhão (JUNQUEIRA e PEETZ, 2011).

A batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) é uma espécie da família Convolvulaceae cultivada para fins alimentícios. Outras espécies da mesma família são cultivadas para fins ornamentais na Ásia, África e Austrália. No Brasil, a batata-doce é uma cultura antiga, bastante disseminada, cultivada, principalmente, por pequenos produtores rurais, em sistemas agrícolas com reduzida entrada de insumos (HALL PHATAK; 1993; SOUZA, 2000).

A batata-doce é considerada fonte de energia, possui carboidratos de boa qualidade nutricional, rica em antioxidantes e vitaminas, bem como carotenoides, excelente fonte de fibras e minerais, que são importantes na redução do colesterol no sangue e ajudam a digestão (EFFAH-MANU, 2013; ADEPOJU et al., 2015).

As plantas da flora brasileira representam uma gama de opções, considerando que o Brasil é um país que apresenta uma das maiores biodiversidades do planeta. Apesar disso, o número de espécies ornamentais nativas cultivadas comercialmente ainda é insignificante diante da diversidade existente. A grande riqueza de espécies que ocorrem

no território nacional, nos distintos biomas, ocupando diferentes nichos ecológicos, pode ser explorada na busca de plantas para uso como flores ou folhagens de corte, e de plantas para cultivo em vaso ou em jardins (FISCHER, 2009)

A Floricultura inclui múltiplas formas de exploração e cultivo, dentre elas: produção de flores de corte, de flores e plantas em vaso, de folhagens de vaso e corte, viveiros de produção de mudas e plantas ornamentais, produção de bulbos, tubérculos e outras partes vegetativas (COSTA, 2003).

O potencial ornamental deve considerar características morfológicas ornamentais, como flor (ou inflorescência), folha, arquitetura, copa ou tronco, as quais são definidas em função de uma ou mais qualidades, como cor, forma, brilho, textura, quantidade, volume, tamanho, porte, dentre outros (FISCHER, 2009).

A Embrapa Hortaliças mantém um Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de batata-doce com mais de oitocentos acessos *in vivo* que representam a diversidade genética das variedades locais cultivadas nas diferentes regiões do Brasil e também de outros países. A caracterização morfológica de acessos de um banco de germoplasma é normalmente a forma mais acessível de quantificar sua diversidade genética. Alguns relatos para batata-doce encontram-se disponíveis na literatura (DAROS et al., 2002; RITSCHHEL E HUAMÁN, 2002; VEASEY et al., 2007; CAVALCANTE et al., 2009; MOULIN et al., 2012).

A presente pesquisa teve como objetivo avaliar o potencial ornamental de acessos de batata-doce oriundos do banco de germoplasma da Embrapa Hortaliças Brasília-DF, com base em descritores morfoagronômicos, qualitativos e quantitativos, para uso em jardins e como folhagens de corte em arranjos florais.

4.4 MATERIAIS E MÉTODOS

Local

Os experimentos de campo foram conduzidos na Fazenda Tamanduá, localizada na BR-060 km 09, Bairro Gama, pertencente a Embrapa-CNPH, Brasília-DF. A fazenda está localizada na latitude de 15°56'31"S e longitude de 48°8'55"O e a uma altitude de 997 metros sobre o nível do mar.

Material avaliado

Foram escolhidos, cinco acessos de batata-doce (CNPH 980, CNPH 1205, CNPH 895, CNPH 796 e CNPH 1284), de acordo com Huamán, 1991, 1992 com formatos de folhas diferentes (cordata, triangular, hastada, quase dividida e lobulada), mantidos no Banco de Germoplasma da Embrapa-CNPH, Brasília-DF, cultivados no período de setembro de 2014 a junho de 2015.

No plantio foram utilizadas mudas uniformes feitas a partir de estacas vegetativas com três gemas cada uma, plantadas inicialmente em bandejas de poliestireno expandido de 72 células, preenchidas com substrato comercial, após 40 dias transferidas para o campo experimental utilizando-se espaçamento: 0,85 x 0,30 m = (1,70 x 0,30 m), 0,80 m entre parcelas. Total da parcela: 2,70 + 0,80 = 3,50 m tendo como bordadura externa a cultivar Beauregard. O experimento foi conduzido seguindo o delineamento experimental em blocos casualizados com três repetições. Cada parcela foi composta de nove plantas.

Após seis meses de plantio cortaram-se as ramas e colheram-se as raízes, pesou-se para obtenção da massa verde total e produção total de raízes dos acessos de batata-doce. Os valores da massa fresca e das raízes foram determinados com auxílio de uma balança analítica.

Potencial ornamental

A caracterização morfoagronômica dos acessos de batata-doce foi realizada levando-se em conta o potencial ornamental. Tomou-se como base 10 características, conforme Huamán, 1992: Tipo de Planta TP, Tipo de lóbulo da folha TLF, Cor da folha imatura CFI, Número de lóbulos por folha NLF, Cor das Ramas CR, Formato do lóbulo central FLC, Pigmento no pecíolo PP, Tamanho da folha madura TFM, Cor da folha madura CFM e Formato da Folha-FF.

A caracterização morfológica foi realizada considerando o seu potencial ornamental. Foram consideradas dez características qualitativas (HUAMÁN, 1991, 1992): tipo de planta (TP), tipo lobo da folha (TLF), cor da folha imatura (CFI), número do lobo da folha (NLF), cor do ramo (CR), forma da folha central lobo (FLC), pigmentação de pecíolo (PP), tamanho de folha madura (TFM), cor de folha madura (CFM) e forma de folha (FF). Além disso, a produção de ramas ($t.ha^{-1}$) e o rendimento da raiz ($t.ha^{-1}$) foram analisados.

Os cinco acessos de batata-doce foram avaliados individualmente por dez profissionais, incluindo pesquisadores e paisagistas, por meio da análise de cada acesso e preenchimento de uma planilha, com nome, idade, profissão, área de formação, levando em consideração o potencial ornamental e as características morfoagronômicas relevantes para caracterização ornamental em batata-doce (Tipo de lóbulo da folha TLF, Cor da folha imatura CFI, Número de lóbulos por folha NLF, Cor das Ramas CR, Formato do lóbulo central FLC, Cor da folha madura CFM e Formato da Folha FF), (Huamán 1991, 1992).

O potencial ornamental foi estabelecido pela média das notas atribuídas para cada critério avaliado, de acordo com metodologia que considera as características qualitativas e quantitativas de importância ornamental para o mercado consumidor. Cada critério foi pontuado por meio de notas variando de 10 (mínimo) a 100 (máximo), nas seguintes categorias: A) acima de 70 pontos: potencial ornamental elevado; B) de 50 até 69 pontos: potencial ornamental médio; C) de 25 até 49 pontos: potencial ornamental baixo; D) menor que 25: potencial ornamental mínimo (adaptada de STUMPF et al., 2007).

Análise estatística

Os dados foram analisados utilizando o programa estatístico ASSISTAT versão 7.7 beta (2015) para realização de ANOVA pelo teste de Tukey. Os tratamentos foram considerados estatisticamente significativos em nível de 5% ($p < 0,05$).

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre os participantes desta pesquisa, a maioria era do gênero masculino, 70 % e 60 % dos entrevistados encontravam-se na faixa etária variando entre e 43 a 49 anos, e ainda, 60 % possuíam graduação em Agronomia, 10% Entomologistas, 20% Paisagistas e 10 % melhoristas de plantas, foi contado um elevado nível de escolaridade entre os participantes, 70% doutores e 30% Pós graduados

Halcomb et al. (1977) afirmam que a caracterização morfológica de acessos de um banco de germoplasma geralmente é o método mais acessível para compreender a diversidade genética existente e sugerir o melhor uso para estes materiais. Neste estudo, observaram-se diferenças entre acessos para todos as características ($P \leq 0,05$), exceto para o tipo de planta (Tabela 4.1). Todas as acessões apresentaram um tipo de expansão da planta. CNPH 1205 e CNPH 796 possuem tipo lóbulo folha leve, ao passo que CNPH 895, CNPH 980, e CNPH 1284 mostrou moderada, profundo, e muito profunda, respectivamente (Tabela 4.1).

Foi observado grande interesse entre os participantes pela batata-doce com uso ornamental. De acordo com Junqueira & Peetz (2012), o consumo brasileiro de plantas ornamentais apresenta características de um mercado não totalmente desenvolvido. Este fato se traduz em devido à carência de informações e forte concentração sazonal de demanda em datas comemorativas como: dia das mães, dos namorados, aniversários.

Na análise das características morfológicas avaliadas foram observadas diferenças significativas, exceto para o descritor, tipo de planta ($p < 0,05$) (Tabela 4.1).

Observa-se, que todos os descritores referentes à parte aérea revelaram diferença estatística significativa entre os cinco acessos inclusos no presente experimento. O formato da folha ficou entre as características com maior variabilidade média entre os acessos analisados, resultados semelhantes ao do autor Murilo (1990) onde é citado o

formato das folhas como uma das características mais importantes na distinção genotípica. Por outro lado, a cor da folha madura e o tamanho da folha madura foram as características que apresentaram maior variação.

O acesso CNPH 1205 com folhas no formato triangular se destacou no que se refere à produção de ramas (170.8 tha^{-1}), o que pode favorecer o uso das hastes em arranjos florais. A produção de ramas foi, de todas as características avaliadas, a que apresentou maiores variações de resultados entre os cinco acessos avaliados. Vale ressaltar que, quanto maior a produção de ramas, maior a quantidade de hastes para uso em arranjos florais (Tabela 4.1).

De acordo com Hillier (1996) e Krabbe (2010), o formato é um dos elementos mais importantes na composição de arranjos, pois pode dar ideia de movimento, transmitir suavidade quando se observa as folhas nos formatos arredondados ou ainda demonstrar agressividade quando as formas apresentadas são pontiagudas.

Tabela 4.1. Caracterização morfológica de cinco acessos de batata-doce do Banco de Germoplasma da Embrapa Hortaliças. Brasília – DF, 2018.

Acesso	TP	TLF	CFI	NLF	CR	FLC	PP	TFM	CFM	FF	PR (t ha^{-1})	PT (tha^{-1})
CNPH 980	7a	7b	6.9a	7a	6b	9a	1c	2c	5a	5b	21.9e	38.7c
CNPH1205	7a	3c	1c	3c	1d	2d	3b	5a	1c	4c	170.8a	89.2b
CNPH 895	7a	5b	6b	5b	3c	4c	1c	5a	1c	6a	32.7c	121.4a
CNPH 796	7a	3c	7a	1d	3c	2d	3b	3b	1c	3d	35.4b	30.8d
CNPH 1284	7a	9a	7a	7a	7 ^a	6b	9a	3b	3b	7a	29.2d	28.1e
Média geral	7.0	5.4	5.6	4.6	4.0	4.6	5.0	3.7	2.4	5.0	58.0	61.7
CV (%)	4.9	9.1	8.2	11.7	9.2	8.3	8.4	10.9	15.2	7.3	0.27	0.32

Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não difere pelo teste Tukey ($p < 0,05$). Tipo de Planta TP, Tipo de lóbulo da folha TLF, Cor da folha imatura CFI, Número de lóbulos por folha NLF, Cor das Ramas CR, Formato do lóbulo central FLC, Pigmento no pecíolo PP, Tamanho da folha madura TFM, Cor da folha madura CFM e Formato da Folha FF, Produção de Ramas PR, Produção Total PT, entre cinco acessos de batata-doce

No que se refere ao tipo de planta, todos os acessos se encontraram dentro da mesma característica (rasteira). Quanto ao tipo de lóbulo da folha, os acessos foram

distribuídos de forma mais diferenciada (CNPH 980 – profundos, CNPH 1205-suerficiais, CNPH895-moderados, CNPH 796-superficiais, CNPH 1284 muito profundos) (Tabela 4.2, Figura 4.1).

Outra característica, de fácil identificação e que permite boa diferenciação, é o número de lóbulos da folha na qual foi possível observar que dois acessos CNPH 980 e CNPH 1284, têm sete lóbulos por folha, o que torna a batata-doce uma planta com ótimas características ornamentais.

Possivelmente, esses formatos foram escolhidos por serem os mais inusitados e, portanto, chamaram mais a atenção. No caso dos consumidores finais, mesmo sem ter o conhecimento formal dos princípios da arte floral, demonstraram intuitivamente ter a mesma percepção.

Conforme Figura 4.1, os genótipos de batata-doce ornamentais podem agregar valor ao ambiente, tornando-o atraente principalmente devido aos formatos diferentes das folhas e as cores com tonalidades diferenciadas. Segundo (SMITH, 2007), o crescimento da planta é rápido e adapta-se bem em diferentes climas. Como uma planta de casa, em recipientes, como capa de terra ou como fornecedor de sombra, essas plantas são versáteis e podem satisfazer lindamente as necessidades de um jardim.

Constatou-se uma heterogeneidade de cores e nas características analisadas (Figura 4.1), isso pode estar relacionada à variabilidade genética presente nos acessos mantidos no banco de germoplasma mantido na Embrapa Hortaliças (Figura 4.1), entretanto pode ser um ponto positivo, pois amplia a opção de utilização em diferentes tipos de arranjos. Segundo Kikuchi (1995), estas características diversificam a formas de uso na ornamentação. De acordo com Honeywell (2005), a coloração verde das espécies promove uma certa leveza conferida pelas folhagens aos arranjos.

A batata-doce possui algumas características de interesse ornamental, entre estas características pode-se citar a ausência de aroma, segundo Tognon et al. (2015), o que se espera de uma folhagem ornamental para compor um arranjo é que esta seja sem aroma, pois, com isso, a fragrância exalada pelas flores que farão parte do arranjo não sofrerão interferência alguma.

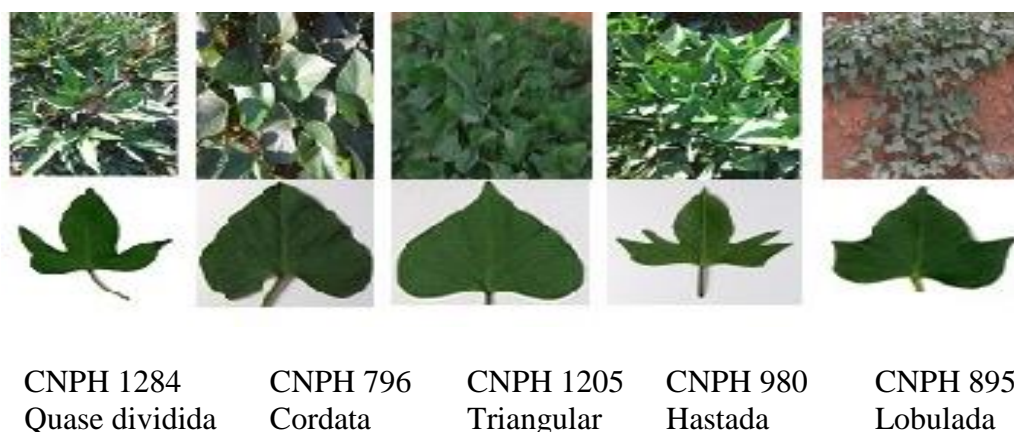


Figura 4.1. Fotos dos cinco diferentes acessos de batata-doce pertencentes ao banco de Germoplasma da Embrapa Hortaliças 2017.

A batata-doce é uma planta com grande potencial de uso, é de fácil cultivo, sobrevive bem em diferentes tipos de clima, suporta altas temperaturas. A propagação pode ocorrer de maneira muito simples, como, por exemplo, por meio de propagação vegetativa em forma de estacas, sementes e ainda, se colocada em recipiente com água já se inicia o processo de brotamento da planta, uma tendência de uso, e que já é realizado em alguns países, é a videira de batatas ornamentais, muito útil em canteiros tradicionais e paisagismo, além de poderem ser mantidas como plantas domésticas (BACHMAN, 2003).

O valor obtido para peso médio das raízes entre os acessos variou de 28.1 t ha⁻¹ (CNPH 895) a 121.4 t ha⁻¹ (CNPH 1284). Pode-se constatar que o acesso CNPH 895, destacou-se apresentando maior peso de ramas, e ainda com uma produção de raízes considerável (89.2 t ha⁻¹) (Tabela 4.1). Uma forma de se agregar valor à produção é selecionar acessos com maior produção de raízes e de ramas, isso proporcionará um

aproveitamento de todas as partes da cultura. No estudo realizado por Azevedo et al. (2000), avaliando o desempenho de clones de batata-doce, foi constatado uma produção total máxima de 33,5 t ha⁻¹ com o clone 92762 e mínima com 8,2 t ha⁻¹ com o clone 92676. Stumpf et al. (2007) destaca que o paisagismo atual vem com uma nova fase e com suas funções reelaboradas, colaborando para a conservação de material genético.

O ramo de negócios do paisagismo vem buscando a sustentabilidade desta atividade, convergindo com diversos setores globalizados, abrindo espaço para a inserção de novas espécies nativas.

Esta tendência de um paisagismo ecológico também é apontada por Heiden et al. (2006), que relatam que, na Europa, um grande número de trabalhos envolve o uso de plantas nativas.

O uso de acessos de batatas-doces ornamentais pode se tornar uma tendência no Brasil a exemplo de outros países, como Alemanha, Canadá e Carolina do Norte, em que a batata-doce é utilizada para formar grandes faixas na paisagem dos jardins. Nestes países, há um investimento em pesquisas, a exemplo das cultivares calibrachoa, coleus, cordilheira, begônia da asa do dragão, orelhas de elefante, lantana, petúlias, dragas de pico, gramíneas ornamentais, verbena, zinnia, apresentando ótimos resultados, com a vantagem de ser uma planta tolerante a diferentes climas, ficam bem em canteiros tradicionais e atraentes para uso em paisagismo. Estas plantas apresentam uma certa resistência a pragas ou doenças.

Conforme Tabela 4.2, o somatório das notas atribuídas para as características de interesse ornamental dos cinco acessos de batata-doce avaliados pelos dez profissionais apresentaram pontuação acima de 70 pontos, indicando um alto potencial ornamental.

Entre os acessos analisados foi constatado que os avaliadores deram notas semelhantes para a característica de importância número de lóbulo da folha, talvez devido

à aparência agradável da folha quase dividida, foi a que mais agradou. O acesso CNPH 895 com, folhas no formato Lobulada, foi a segunda maior média entre os acessos analisados.

Tabela 4.2. Média das notas atribuídas por 10 avaliadores, para as características de interesse ornamental de cinco acessos de batata-doce do banco de germoplasma da Embrapa Hortaliças 2018.

Acesso	Somatório das notas atribuídas por cada avaliador										Média
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
CNPH 980	90	85	90	95	60	50	50	30	100	80	73 a
CNPH1205	85	70	50	50	90	50	60	50	60	100	70 a
CNPH 895	80	87	80	80	60	50	90	80	100	85	79 a
CNPH 796	85	65	85	60	100	50	60	40	90	70	70 a
CNPH 1284	87	80	87	90	50	50	99	100	100	80	82 a

Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não difere pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Embora não se tenha observado diferença estatística entre os acessos estudados, os acessos com formato de folha cordata e triangular receberam médias iguais menores que os demais acessos.

Segundo Fischer et al. (2006), os conceitos estéticos são muito subjetivos, depende da reação pessoal e de vivências individuais. É possível, portanto, que espécies que possuem qualidades estéticas favoráveis, não sejam devidamente valorizadas, por terem outros usos que não a ornamentação. De acordo com Janick (1996), as plantas ornamentais se distinguem por seu florescimento, pela forma ou colorido das folhas ou ainda pelo aspecto geral da planta.

De acordo com os resultados das características dos acessos avaliados pelos profissionais, todos foram classificados como de alto potencial ornamental (Tabela 4.2). Desta forma, esta espécie surge como alternativa para utilização como folhagem de corte ou complemento para arranjos florais ou ainda como jardineiras. Entretanto, estudos sobre a durabilidade pós-colheita ainda se fazem necessários.

4.6 CONCLUSÃO

Os presentes resultados revelaram diferenças morfológicas visíveis entre os acessos estudados. O CNPH 1284 destacou-se pelo seu tipo de folha quase dividido e foi considerado como a adesão com a estética mais harmoniosa. No entanto, todos os acessos demonstraram um alto potencial ornamental e são adequados para serem cultivados como plantas em vasos e / ou em jardins.

4.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACHMAN, G. W. E. Ornamental Sweet Potato Response to Bonzi and Sumagic. **SNA Research Conference**. v.48. 2003.
- COSTA, F. R.; SANTANA, T. N.; SUDRÉL, C. P; RODRIGUES, R. Genetic diversity among Capsicum accessions using RAPD markers. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.6, n.1, p.18-23, 2006.
- FISCHER, S. Z.; BARBIERI, R.L. Abóboras ornamentais: atributos valorizados por consumidor finais e decoradores florais. **Horticultura Brasileira** v. 33, n.4, p. 480-487, 2015. Doi – <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620150000400012>.
- HALL, M.R. & PHATAK, S.C. **Sweet potato *Ipomoea batatas* (L.) Lam.** In: Kalloo, G., Bergh, B.O. Genetic improvement of vegetable crops. v . 1. Pergamon Press. New York, 1993, 15p.
- HALCOMB, J., TOLBERT, D. M., JAIN, S. K. A diversity analysis of genetic resources in rice. **Euphytica**, v.26, n. 1, p441-450, 1977.
- HEIDEN. G., BARBIERI, R.L. & STUMPF, E.R.T. 2006. Considerações sobre o uso de plantas ornamentais nativas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**. v. 12: n. 1, p. 2-7, 2006.
- HUAMÁN, Z. **Descriptors for sweet potato**. Rome: International Board for Genetic Resources/Centro Internacional de la Papa/Asian Vegetable Research and Development Center, 1991. 134p.
- HUAMÁN, Z. **Morphologic identification of duplicates in collections of *Ipomoea batatas***. Lima: International Potato Center, 1992. 28p.
- JANICK, J.; PARIS H. S. The Cucurbit images of the Villa Farnesina. **Annals of Botany**. v. 97, n. 1, p.165-176, 2006. Doi 10.1093
- JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. Mercado interno para os produtos da floricultura brasileira: características, tendências e importância socioeconômica recente. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, São Paulo. V.14, n. 1, p.37-52, 2011.
- PIETRO, J., MATTIUZ, B. H., MATTIUZ, C. F. M.; RODRIGUES, T. J. D. Manutenção da qualidade de rosas cortadas. **Horticultura Brasileira**. V. 30, n. 1, p. 64-70, 2012.
- SOUZA, A. B. Avaliação de cultivares de batata-doce quanto atributos agronômicos desejáveis. **Ciência Agrotécnica**. V.24, n. 4, p. 841-845, 2000.
- STUMPF, E. R. T., HEIDEN, G., BARBIERI, R. L., FISCHER, S. Z., NEITZKE, R. S. ZANCHET, B. GROLLI, P.R. Método para avaliação da potencialidade ornamental de

flores e folhagens de corte nativas e não convencionais. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**. v.13, n.1 p.143-148, 2007.

SMITH, T. Planning for Spring: Production Guidelines for Four Crops - *Osteospermum*, *Angelonia*, **Calibrachoa e Ornamental Sweet Potato (*Ipomoea batatas*)**. Amherst: University of Massachusetts, 2007.

TOGNON, G. B; CUQUEL. F. L. Ornamental potential and postharvest of *Baccharis uncinella* D. C. **Acta Horticultura**. v.1060 n.1, 133-139, 2015. Doi <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20150392>

VILLAGRA, B. L. P; ROMANIUC, N. S. Plantas trepadeiras do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga São Paulo, Brasil. **Hoehnea**. Vv.38, p.325-384, 2011.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram identificados clones promissores com alta produtividade total estimada nos quatro experimentos realizados. Esses clones poderão ser selecionados para a utilização em programas de melhoramento, como genitores em hibridações ou diretamente como possíveis genótipos para a o desenvolvimento de novas cultivares.

Foram encontrados clones de batata-doce com valores de herdabilidade e razão entre os coeficientes de variação genético e ambiental altos para a maioria das variáveis avaliadas.

A alta variabilidade genética encontrada entre os clones avaliados, indica que essa população possui grande potencial para futuros ciclos de seleção. Esses resultados podem auxiliar na definição de estratégias mais eficientes para programas de melhoramento genético utilizando os acessos do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Hortaliças. Tal variabilidade subsidia e desperta para a importância de se estudar os diversos acessos para o melhoramento da espécie.

Os acessos estudados apresentam inúmeras possibilidades de uso, considerando as características das raízes e ramos, valor nutricional e potencial de uso ornamental, além da obtenção de grande número de raízes comerciais, também o uso das folhas na alimentação humana, pode-se afirmar que a soma destes fatores propiciam agregação de valor a cultura, tornando a atrativa para os pequenos e grandes produtores rurais.