UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS
CURSO DE MESTRADO

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUIMICA DE GENÓTIPOS DE BATATA DOCE CULTIVADOS NO RECÔNCAVO BAIANO ASSOCIADA AO EXERCÍCIO FÍSICO E FORTALECIMENTO DO SISTEMA IMUNOLÓGICO

Patrícia Natália Ribeiro Soares

CRUZ DAS ALMAS – BAHIA
2025

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUIMICA DE GENÓTIPOS DE BATATA DOCE CULTIVADOS NO RECÔNCAVO BAIANO ASSOCIADA AO EXERCÍCIO FÍSICO E FORTALECIMENTO DO SISTEMA IMUNOLÓGICO

Patrícia Natália Ribeiro Soares

Licenciada em Educação Física
Universidade Estadual de Feira de Santana, 2002

Dissertação apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Recursos Genéticos Vegetais.

Orientador: Prof. Dr. Diego Fernando Marmolejo Cortes
Coorientadora: Profª. Drª. Hellen Cristina da Paixão Moura

CRUZ DAS ALMAS – BAHIA

2025

FICHA CATALOGRÁFICA

S676c

Soares, Patrícia Natália Ribeiro.
Caracterização físico-química de genótipos de batata-doce cultivados no Recôncavo Baiano associada ao exercício físico e fortalecimento do sistema imunológico / Patrícia Natália Ribeiro Soares._ Cruz das Almas, BA, 2025.
86f.: il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas, Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais.

Orientador: Prof. Dr. Diego Fernando Marmolejo Cortes.
Coorientadora: Prof. Dra. Hellen Cristina da Paixão Moura.

1.Batata-doce – Cultivo. 2.Batata-doce – Melhoramento genético. 3.Análise – Físico-química – Recôncavo (BA). I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas. II.Título.

CDD: 635.1

Ficha elaborada pela Biblioteca Central da UFRB. Responsável pela Elaboração Antonio Marcos Sarmento das Chagas (Bibliotecário - CRB5 / 1615).

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUIMICA DE GENÓTIPOS DE BATATA DOCE CULTIVADOS NO RECÔNCAVO BAIANO, EXERCÍCIO FÍSICO E FORTALECIMENTO DO SISTEMA IMUNOLÓGICO

Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação de

Patrícia Natália Ribeiro Soares

.

Aprovada em 31/07/2025

gov.br Documento assinado digitalmente
DIEGO FERNANDO MARMOLEJO CORTES
Data: 30/09/2025 11:08:17-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Diego Fernando Marmolejo Cortes
UFRB
(Orientador)

gov.br Documento assinado digitalmente
JARDEL OLIVEIRA SANTOS
Data: 29/09/2025 21:37:49-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Jardel Oliveira Santos
Universidade Federal do Piauí (UFPI)
(Examinador externo)

gov.br Documento assinado digitalmente
TAMARA ROCHA DOS SANTOS
Data: 30/09/2025 09:02:02-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof.a Dra. Tamara Rocha dos Santos
Universidade Federal de Goiás (UFG)
(Examinador externo)

.

EPIGRAFE

Tudo posso naquele que me fortalece.

Filipenses 4:13

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus por permitir a conclusão de mais uma etapa importante;

Aos meus pais Reginaldo e Cecília pelo apoio e incentivo incondicional. Razão do meu existir;

Aos familiares e amigos que souberam compreender as minhas ausências e retribuíram com palavras de incentivo;

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais (RGV), docentes e funcionários, à EMBRAPA Mandioca e Fruticultura (CNPMF)/ Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos (LCTA), e, ao IFBaiano – Campus Senhor do Bonfim pela construção de conhecimento, apoio e possibilidade de desenvolver as análises laboratoriais;

Ao meu orientador, professor Prof. Dr. Diego Fernando Marmolejo Cortes pela competência e orientação dispensada.

As minhas coorientadoras Dra. Luciana Oliveira e Dra. Hellen Moura pela oportunidade de realizar às atividades laboratoriais na EMBRAPA e auxílio nas pesquisas. A Dra. Calila Santos e Dr. Antônio Sousa, pela disponibilidade, competência e orientação dispensada.

A Jaciene Lopes, George Costa e Palmira Jesus, pelo auxílio, aprendizado e pesquisa no LCTA;

Aos agricultores produtores de batata doce da região de Cruz das Almas e Maragogipe pela ajuda na obtenção dos materiais genéticos.

Às colegas Crismeire Filadelfo e Franciele Santos pela parceria no decorrer do processo;

Ao professor Ricardo Cunha, pela orientação inicial;

Enfim, a todos que direta ou indiretamente colaboraram para o êxito desta etapa. Deus abençoe a todos imensamente.

Minha mais profunda gratidão.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUIMICA DE GENÓTIPOS DE BATATA DOCE CULTIVADOS NO RECÔNCAVO BAIANO, EXERCÍCIO FÍSICO E FORTALECIMENTO DO SISTEMA IMUNOLÓGICO

RESUMO: A batata-doce (*Ipomoea batatas*) é uma hortaliça originária das regiões tropicais das Américas, com ampla importância nutricional e potencial funcional, especialmente devido à sua composição rica em compostos bioativos, como carotenoides, fibras e amido resistente. Esta dissertação teve como objetivo geral avaliar as propriedades físico-químicas, nutricionais e funcionais de diferentes genótipos de batata-doce cultivados nos Municípios de Cruz das Almas e Maragogipe, no Recôncavo Baiano, com ênfase na identificação de materiais promissores para uso em biofortificação, imunonutrição e suporte ao desempenho físico. No primeiro capítulo, foram caracterizados físico-quimicamente 20 genótipos quanto ao teor de carotenoides totais, antioxidantes totais, amido resistente, umidade e parâmetros colorimétricos (L*, a*, b*, Hue e Chroma). A análise de componentes principais permitiu resumir 71,1% da variabilidade total dos dados nas duas primeiras dimensões, evidenciando ampla diversidade entre os genótipos. Genótipos com polpa intensamente alaranjada (como os genótipos 1, 9, 10 e 11) apresentaram os maiores teores de carotenoides (68,06 a 151,69 µg/g), enquanto genótipos com polpa branca ou creme (como o genótipo 13) apresentaram maiores teores de amido resistente (8,09 a 9,99 g/100 g) e umidade, porém menores níveis de compostos bioativos. A presença de um genótipo de polpa roxa indicou maior concentração de antocianinas e o maior teor de antioxidantes totais (14,34 µmol Trolox/100 g). Os resultados demonstram potencial de uso desses materiais em programas de melhoramento genético voltados à biofortificação e desenvolvimento de alimentos funcionais. No segundo capítulo, foram aprofundadas as análises nutricionais e funcionais, com base nos teores de carotenoides totais, amido resistente e antioxidantes totais. As médias foram agrupadas estatisticamente pelo teste de Scott-Knott, revelando ampla variabilidade entre os genótipos, com teores de carotenoides variando de 0,30 a 160,79 $\mu g \cdot g^{-1}$ de polpa fresca. Genótipos alaranjados (10, 9, 11 e 17) superaram 100 $\mu g \cdot g^{-1}$, sendo excelentes fontes de provitamina A. O genótipo 20 (polpa roxa) destacou-se com o maior teor de antioxidantes (14,34 µmol Trolox$\cdot g^{-1}$), enquanto outros (12, 4 e 14) apresentaram níveis relevantes, com potencial uso em protocolos de recuperação pós-exercício e suporte ao sistema imune. Os teores de amido resistente variaram entre 3,70% e 9,08%, com destaque para os genótipos 13, 6 e 14 (polpa branca), com valores superiores a 7,4%, indicando potencial aplicação em dietas voltadas ao controle glicêmico. Os resultados obtidos foram discutidos à luz de evidências recentes que destacam os efeitos positivos do consumo da batata-doce na saúde intestinal, metabolismo lipídico, estresse oxidativo e resposta inflamatória. As análises reforçam a relevância da batata-doce como alimento estratégico para a segurança alimentar, devido ao seu valor nutricional, adaptabilidade agrícola e versatilidade culinária. Conclui-se que a seleção e valorização de genótipos com características funcionais específicas pode contribuir significativamente para o fortalecimento da agricultura familiar, promoção da saúde pública e desenvolvimento da nutrição esportiva.

Palavras-chave: Compostos bioativos; carotenoides; antioxidantes; amido resistente; imunonutrição; biofortificação; nutrição esportiva.

PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF SWEET POTATO GENOTYPES CULTIVATED IN THE RECÔNCAVO REGION OF BAHIA, PHYSICAL EXERCISE, AND IMMUNE SYSTEM STRENGTHENING

ABSTRACT: Sweet potato (Ipomoea batatas) is a vegetable native to the tropical regions of the Americas, with significant nutritional value and functional potential, especially due to its rich composition of bioactive compounds such as carotenoids, dietary fiber, and resistant starch. This dissertation aimed to evaluate the physicochemical, nutritional, and functional properties of different sweet potato genotypes cultivated in the Municipalities of Cruz das Almas and Maragogipe, in the Recôncavo Baiano region, with emphasis on identifying promising materials for use in biofortification, imMunonutrition, and physical performance support. In the first chapter, 20 genotypes were physicochemically characterized based on total carotenoid content, total antioxidants, resistant starch, moisture, and colorimetric parameters (L*, a*, b*, Hue, and Chroma). Principal component analysis (PCA) explained 71.1% of the total data variability in the first two dimensions, highlighting broad diversity among the genotypes. Genotypes with intensely orange flesh (such as genotypes 1, 9, 10, and 11) showed the highest carotenoid contents (68.06 to 151.69 µg/g), while white or cream-fleshed genotypes (such as genotype 13) presented higher levels of resistant starch (8.09 to 9.99 g/100 g) and moisture but lower levels of bioactive compounds. The presence of a purple-fleshed genotype indicated higher anthocyanin content and the greatest antioxidant capacity (14.34 µmol Trolox/100 g). These results demonstrate the potential of such materials for use in breeding programs targeting biofortification and the development of functional foods. In the second chapter, nutritional and functional properties were further explored through the analysis of total carotenoids, resistant starch, and total antioxidants. Means were grouped using the Scott-Knott test, revealing high variability among genotypes. Carotenoid levels ranged from 0.30 to 160.79 $\mu g \cdot g^{-1}$ of fresh pulp, with orange-fleshed genotypes (10, 9, 11, and 17) surpassing 100 $\mu g \cdot g^{-1}$, representing excellent sources of provitamin A. Genotype 20 (purple flesh) had the highest antioxidant content (14.34 µmol $Trolox \cdot g^{-1}$), while genotypes 12, 4, and 14 also exhibited relevant levels, suggesting potential applications in post-exercise recovery and immune support. Resistant starch levels ranged from 3.70% to 9.08%, with 15 statistically distinct groups; genotypes 13, 6, and 14 (white flesh) had values above 7.4%, indicating potential for glycemic control in athletes and individuals with specific metabolic needs. The results were discussed in light of current evidence on the positive effects of sweet potato consumption on gut health, lipid metabolism, oxidative stress, and inflammatory responses. The findings reinforce sweet potato as a strategic food for food security, given its nutritional value, agricultural adaptability, and culinary versatility. It is concluded that the selection and valorization of genotypes with specific functional traits can significantly contribute to the strengthening of family farming, public health promotion, and the development of sports nutrition.

Keywords: Bioactive compounds; carotenoids; antioxidants; resistant starch; imMunonutrition; biofortification; sports nutrition.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL 11

REFERENCIAL TEÓRICO 14

2.2. Aspectos gerais da batata doce 14

2.3. Importância econômica da batata doce 15

2.4. Caracterização morfológica e físico-química de batata doce 16

2.5. Composição nutricional e potencial funcional das raízes de batata-doce 17

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 20

CAPÍTULO I 25

1. INTRODUÇÃO 27

2. MATERIAL E MÉTODOS 30

2.1 Material vegetal 30

2.2 Avaliação físico-química 31

2.2.1 Análise de carotenoides totais 32

2.2.2 Análise de amido resistente 33

2.2.3 Análise de antioxidantes totais 34

2.2.4 Análise de umidade 36

2.3 Aquisição de imagens e análise colorimétrica de raízes 37

2.4 Análise estatística 38

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 39

3.1. Teor de carotenoides totais 39

3.2. Amido Resistente 41

3.3. Resultado da análise de Antioxidantes Totais – ABTS 42

3.4. Teor de umidade 44

3.5 Características colorimétricas da polpa 46

3.6 Análise Multivariada das características físico-químicas e colorimétricas da polpa dos genótipos de batata-doce 47

4. Considerações 49
5. CONCLUSÕES 50
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 50
CAPÍTULO II 60
1. INTRODUÇÃO 62
2. MATERIAIS E MÉTODOS 64
2.2. Análises físico-químicas 64
2.2 Avaliação físico-química 65
2.2.1 Análise de carotenoides totais 66
2.2.2 Análise de amido resistente 67
2.2.3 Análise de antioxidantes totais 68
2.3 Descrição da revisão de literatura 70
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 70
3.1. Teor de carotenoides totais 70
3.2. Teor de antioxidantes 72
3.3. Teor de amido resistente 74
3.4. Compostos bioativos da batata-doce: implicações para a modulação imune, desempenho físico e a nutrição esportiva 75
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 78

INTRODUÇÃO GERAL

A crescente busca por alimentos com propriedades funcionais e efeitos benéficos à saúde tem impulsionado pesquisas voltadas à caracterização nutricional e bioativa de espécies vegetais cultivadas, especialmente raízes e tubérculos. Nesse cenário, a batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) destaca-se como um alimento promissor devido à sua vasta adaptabilidade, acessibilidade, valor nutricional e diversidade de cultivares, sendo amplamente cultivada no Brasil (Qin *et al*., 2022).

Rica em carboidratos complexos, fibras, carotenoides, antocianinas, antioxidantes e amido resistente, a batata-doce tem sido associada a diversos benefícios à saúde, incluindo melhora da saúde intestinal, redução do estresse oxidativo, modulação do metabolismo da glicose e lipídios e fortalecimento do sistema imunológico (Duan *et al*., 2019; Bhatt & Patel, 2020). Tais propriedades conferem à batata-doce um papel relevante na promoção da saúde, especialmente quando aliada à prática regular de exercícios físicos.

Na nutrição esportiva, a batata-doce vem sendo valorizada por fornecer energia de forma equilibrada, favorecer o desempenho físico e contribuir para o controle da inflamação e do dano oxidativo induzido por exercícios intensos (Taherkhani *et al*., 2021; Stankiewicz *et al*., 2021). Sua composição variada, de acordo com a cultivar, é responsável por diferentes efeitos fisiológicos. A batata-doce com raiz de coloração de polpa roxa, por exemplo, apresenta alto teor de antocianinas pigmentos naturais com potente atividade antioxidante capazes de combater o estresse oxidativo, reduzir os níveis de malondialdeído (MDA) e estimular a atividade de enzimas antioxidantes como glutationa peroxidase (GPx), superóxido dismutase (SOD) e catalase (CAT). Esses efeitos contribuem para a proteção celular e redução da fadiga muscular (Elvana *et al*., 2016; Li *et al*., 2019; Herawati *et al*., 2020; Im *et al*., 2021).

As antocianinas, além de atuarem como antioxidantes, possuem propriedades medicinais amplamente reconhecidas, incluindo ação anti-inflamatória, estabilização de membranas celulares, redução da permeabilidade capilar e inibição da proliferação de células cancerígenas por mecanismos como a inibição da enzima ciclooxigenase (COX) (Lila, 2004; He & Giusti, 2010). Esses compostos também oferecem proteção contra a clivagem do DNA e a peroxidação lipídica, processos intimamente relacionados ao envelhecimento celular e ao surgimento de doenças crônicas.

As variedades de batata-doce com polpa alaranjada, por sua vez, são ricas em β-caroteno, um carotenoide pró-vitamina A fundamental para a prevenção da hipovitaminose A, especialmente em populações vulneráveis como crianças e gestantes. Considerando a baixa ingestão de alimentos de origem animal em algumas regiões, a batata-doce alaranjada surge como uma alternativa acessível e eficaz para combater a deficiência dessa vitamina essencial (Van Jaarsveld *et al*., 2005; Islam *et al*., 2016). Além de sua função como precursor da vitamina A, o β-caroteno possui atividade antioxidante relevante, contribuindo para a proteção contra danos oxidativos, modulação imunológica e prevenção de doenças crônicas (Nabi *et al*., 2020; Khadim & Al-Fartusie, 2021).

Outro componente funcional presente na batata-doce é o amido resistente, encontrado em maior quantidade em algumas cultivares e responsável por efeitos prebióticos importantes. Ao resistir à digestão no intestino delgado e ser fermentado no cólon, o amido resistente promove a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), que atuam na regulação da microbiota intestinal e fortalecem o sistema imune (Gibson *et al*., 2017; Trachsel *et al*., 2019). A ingestão regular de fibras fermentáveis e amido resistente tem sido associada à modulação positiva do ambiente intestinal, favorecendo microrganismos benéficos, reduzindo processos inflamatórios e contribuindo para a homeostase imunológica (Muchiri & McCartney, 2017; Shen *et al*., 2018; Mohanty *et al*., 2018).

Adicionalmente, o amido resistente exerce impacto positivo no controle glicêmico, ao retardar a digestão e absorção de carboidratos, promovendo menor resposta insulínica e reduzindo o índice glicêmico das refeições. Embora a batata-doce seja rica em carboidratos que podem representar até 90% da sua matéria seca, predominantemente como amilopectina e amilose sua composição permite efeitos metabólicos benéficos, especialmente quando consumida em formas culinárias apropriadas (Kusano & Abe, 2010). Estudos com variedades de batata-doce de polpa branca demonstraram propriedades antidiabéticas promissoras, sugerindo um papel relevante na prevenção e controle do diabetes tipo 2 (ARISANTI, C. I. S. *et al*., 2023).

Diante do crescente interesse por estratégias alimentares que promovam a saúde de forma integrada, a batata-doce destaca-se como um alimento funcional versátil, capaz de atuar positivamente no metabolismo energético, na

imunomodulação e na proteção antioxidante. Seu consumo regular, especialmente associado à prática de exercícios físicos, pode contribuir significativamente para a promoção da saúde, melhoria do desempenho físico e prevenção de doenças. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivos *i)* caracterizar físico-quimicamente 20 genótipos de batata-doce cultivados nos Municípios de Cruz das Almas e Maragogipe, no Recôncavo Baiano; *ii)* Identificar materiais com altos teores de compostos bioativos como carotenoides totais, antioxidantes totais e amido resistente; *iii)* avaliar as propriedades nutricionais e funcionais de genótipos de batata-doce, com ênfase em seu potencial para a modulação do sistema imune e suporte ao desempenho físico, além de apresentar uma revisão aplicada da literatura científica atual

REFERENCIAL TEÓRICO

2.2. Aspectos gerais da batata doce

A batata-doce (*Ipomoea batatas*), pertencente à família Convolvulaceae, destaca-se por ser a única espécie hexaplóide (2n = 6x = 90), característica que contribui significativamente para a variabilidade genética observada na espécie (Edo *et al*., 2025). No Brasil, essa diversidade é perceptível nas regiões produtoras, sendo resultado tanto da propagação sexuada, que favorece a segregação genética, quanto da introdução de variedades oriundas de diversas localidades (EMBRAPA, 2023). Tal variabilidade se expressa em atributos visíveis como cor, sabor, textura e formato das raízes, bem como em características agronômicas como tolerância a estresses e produtividade (EMBRAPA, 2023).

O sistema radicular é desenvolvido e profundo podendo atingir até 1,60m. É considerada uma raiz tuberosa, que se origina nos entrenós que se enraizaram através de açucares e amido. As raízes tuberosas são formadas de periderme (casca, película externa e pele), córtex (casca interna) e polpa (Folquer, 1978).

O caule pode ser chamado de haste ou rama pois possui hábito de crescimento rasteiro, de comprimento variável podendo atingir até 8 m, consistência herbácea e pubescente. As folhas são simples, alternadas, dispostas em espiral ao longo do caule. O pecíolo é longo, com cores e pubescência semelhantes ao caule. O florescimento ocorre tipo inflorescência com cachos nas axilas das folhas, com flores hermafroditas e completas. As sementes são pequenas, de 2 a 4 mm, não absorvem água e não tem dormência. (Folquer, 1978; Jones e Dukes, 1976).

A batata-doce é uma planta herbácea dicotiledônea amplamente cultivada em regiões tropicais e em zonas temperadas quentes ao redor do Mundo. Seu ciclo de desenvolvimento pode variar de 12 a 35 semanas, dependendo tanto das condições ambientais quanto das características da cultivar utilizada. A maioria das variedades, no entanto, alcança seu pico produtivo entre 12 e 22 semanas após o plantio (Huett, 1976).

2.3. Importância econômica da batata doce

Segundo o IBGE (2023), o Brasil produz, em média, 925.618 mil toneladas de batata-doce, com um valor de produção estimado em R$ 1.761.848,00 milhões. De acordo com o Sistema de Produção da EMBRAPA (2023), o país ocupa a 16ª posição entre os maiores produtores Mundiais, sendo o maior produtor da América Latina.

Ainda segundo dados recentes da SEAGRI, com base no IBGE (2023), 68 Municípios baianos cultivam batata-doce. O Município de Alcobaça, localizado no extremo sul da Bahia, lidera o ranking de produtividade com uma média de aproximadamente 13 mil quilos por hectare em 2022. Em segundo lugar, está Teixeira de Freitas, também no extremo sul, com cerca de 11,8 mil quilos por hectare. Em terceiro, encontra-se Maragogipe, no Recôncavo Baiano, com uma média de 6,7 mil quilos por hectare no mesmo ano.

Embora Cruz das Almas não esteja entre os municípios de maior produtividade da batata-doce, o clima oferece condições favoráveis ao cultivo na agricultura familiar e tem sido uma escolha saudável entre os consumidores.

A batata-doce tem suas raízes fincadas na América Tropical, onde foi domesticada há pelo menos 5.000 anos. Estudos científicos, com base na comparação de suas características com as de parentes silvestres, apontam que sua origem mais provável é a vasta região localizada entre a Península de Yucatán, no México, e a foz do Rio Orinoco, na Venezuela. O próprio nome "batata" tem uma origem ancestral, derivando do termo "batatas", da língua aruaque, falada por povos originários dessa parte do continente (Austin, 1988).

No Brasil, a espécie apresenta ampla variabilidade nas diferentes regiões de cultivo, o que contribui para a diversidade de texturas, sabores e rendimentos (EMBRAPA, 2023).

Segundo a EMBRAPA (2022), a partir de 2012 houve um crescimento consistente na produtividade da batata-doce, resultado da adoção de tecnologias adequadas ao cultivo e da seleção de cultivares superiores.

2.4. Caracterização morfológica e físico-química de batata doce

A batata-doce apresenta raiz alongada, com polpa e casca de coloração variada, podendo ser branca, creme, amarela, laranja, abóbora, roxa, entre outras. A casca pode ser lisa ou sulcada; a flor possui formato campanulado e coloração roxa ou branca; o caule é herbáceo, de coloração verde ou arroxeada, podendo apresentar hábito de crescimento ramificado ou rasteiro; e as folhas podem ter formato cordiforme (em coração) ou trilobado (Evangelista, 2022).

No que se refere às características físico-químicas, a batata-doce é rica em macro e micronutrientes. Entre os macronutrientes, destacam-se os carboidratos (com ênfase no amido resistente e nas fibras), os lipídeos e as proteínas. Dentre os micronutrientes, incluem-se diversas vitaminas e sais minerais (Nolêto, 2015).

As fibras e o amido resistente contribuem para a saúde gastrointestinal, enquanto os lipídeos e as proteínas, embora presentes em menores quantidades, também oferecem benefícios nutricionais. As vitaminas A (com destaque para o betacaroteno), B e C, assim como os minerais potássio, cálcio e ferro, desempenham funções importantes no metabolismo e atuam como antioxidantes (Vital, 2023).

A caracterização morfológica e físico-química da batata-doce é essencial, pois permite o desenvolvimento de novos produtos alimentícios e industriais, além de auxiliar na identificação e diferenciação de variedades. Essa caracterização também contribui para o controle de qualidade, a comercialização e a produção, além de subsidiar programas de melhoramento genético voltados à obtenção de cultivares com características desejáveis (Neunfeld, 2022).

A batata-doce apresenta cultivares amplamente cultivadas, como: BRS Amélia, BRS Rubissol, BRS Cuia, BRS Beauregard, BRS Cotinga, BRS Nutri, BRS Anembé e BRS Gaita. Essas cultivares se diferenciam quanto à composição físico-química, especialmente em relação à concentração e presença de macro e micronutrientes, o que resulta em qualidades nutricionais distintas. Compostos bioativos como minerais, vitaminas do complexo B (notadamente B1, B2 e B6), vitaminas A, C e E, ácido fólico, antocianinas, flavonoides e betacaroteno podem ser identificados por meio dessa caracterização, variando de acordo com o genótipo analisado (Lima, 2023).

2.5. Composição nutricional e potencial funcional das raízes de batata-doce

A batata-doce destaca-se por ser um alimento nutricionalmente denso, versátil e funcional, consumido de diversas formas, como assada, cozida ou grelhada, e amplamente utilizado tanto na alimentação humana quanto animal. De acordo com Mohanraj (2019), trata-se de um alimento rico em ferro, cálcio, magnésio, zinco, fibras, proteínas, vitaminas do complexo B e β-caroteno, além de conter diversas substâncias dietéticas com propriedades bioativas, como os polifenóis (Islam, 2014; Sun *et al*., 2019; Alam, 2021). Seu uso se estende a diferentes formas e produtos, como batatas fritas, confeitaria, biscoitos, ração animal, além de ser matéria-prima para a extração e fermentação de amido na indústria (Scott; Rosegrant; Ringler, 2000; Wang; Nie; Zhu, 2016; Lin *et al*., 2018; Sakamoto; Bouwkamp, 2018).

O alto teor de fibras presente na batata-doce contribui para a retenção hídrica no organismo, redução da constipação e prevenção de úlceras, além de exercer efeito calmante no trato gastrointestinal (Ruhee *et al*., 2020). O magnésio, também abundante nesse tubérculo, auxilia na digestão. A presença conjunta de vitaminas do complexo B, vitamina C, β-caroteno, potássio e cálcio contribui para ações benéficas na saúde gastrointestinal, incluindo o possível auxílio no tratamento de úlceras estomacais (Mohanraj, 2019).

Embora a batata-doce apresente teor relativamente baixo de proteínas e niacina, seu valor nutricional elevado e versatilidade comercial conferem-lhe grande importância. As raízes apresentam grande variabilidade de cor de casca (bege, marrom, roxo, vermelho, laranja, amarelo) e de polpa (bege, vermelho, rosa, violeta, amarelo, laranja, roxo) (Loebenstein; Thottappilly, 2009; Alam, 2021). As variedades com polpa laranja (BPAA) se destacam como ricas fontes de β-caroteno, sendo capazes de suprir a necessidade diária de vitamina A de crianças em idade pré-escolar, 300 a 400 µg/dia (microgramas/dia), a depender da idade, auxiliando na prevenção da cegueira noturna (Usaid, 2015**).**

A batata-doce de polpa alaranjada também é rica em proteínas, gorduras, carboidratos, fibras, micronutrientes e fitonutrientes (Neela; Fanta, 2019). Já a batata-doce roxa, especialmente em sua forma de farinha ou pasta, é empregada como

corante natural em produtos como macarrão, pão e salgadinhos (Knaes, 1995; Plata *et al*., 2003; Bovell-Benjamin,2007; Rafique *et al*., 2023). Os carotenoides, como o β-caroteno, são valorizados na indústria alimentícia como corantes por sua origem natural, não toxicidade e solubilidade em lipídios e água (Trancoso-Reyes *et al*., 2016).

As raízes da batata-doce roxa também se destacam pela elevada concentração de antocianinas aciladas, que conferem maior atividade antioxidante em comparação com outras variedades. Essas substâncias possuem propriedades de eliminação de radicais livres, contribuindo para a redução do risco de doenças cardiovasculares, diabetes, câncer e declínio cognitivo. Estudos demonstraram que as antocianinas da batata-doce roxa possuem atividade antioxidante superior àquelas extraídas de repolho roxo, sabugueiro, uvas vermelhas e milho roxo, além de superarem, em alguns casos, as vitaminas C e E em eficácia (Philpott *et al*., 2004; Kano *et al*., 2005).

Essas antocianinas também atuam na proteção hepática, inibindo a peroxidação lipídica e neutralizando radicais livres. O consumo de extratos da batata-doce roxa mostrou-se eficaz na redução de lesões hepáticas agudas induzidas por CCl_4 (Wang *et al*., 2017).

No que se refere à composição de carotenoides, variedades de polpa alaranjada contêm predominantemente β-caroteno, representando mais de 99% do total de carotenoides, principalmente na forma de trans-β-caroteno (Noreen *et al*., 2024). A concentração de β-caroteno nestas variedades pode variar entre 5,9 a 12,9 mg/100 g (Vimala; Nambisan; Hariprakash, 2011) e 0,38 a 7,38 mg/100 g (Alam; Rana; Islam, 2016). Além disso, carotenoides como luteína e zeaxantina são encontrados em concentrações de 0,1–0,4 mg/100 g e 0,1–0,2 mg/100 g de peso seco, respectivamente. Estudos de Pestana *et al*. (2012) e Park *et al*. (2016) indicam que a batata-doce roxa apresenta teores mais elevados de luteína e zeaxantina em comparação com as variedades de polpa branca.

Dada a sua elevada concentração de β-caroteno, a batata-doce de polpa alaranjada constitui uma alternativa promissora para combater a deficiência de vitamina A em crianças e gestantes, especialmente em populações de baixa renda, que consomem pouca ou nenhuma fonte animal da vitamina (Van Jaarsveld *et al*., 205; Islam *et al*., 2016). Alimentos de origem vegetal ricos em carotenoides provitamina A respondem por até 82% da ingestão total dessa vitamina.

No aspecto energético, a batata-doce é o sétimo vegetal mais consumido no Mundo, destacando-se como importante fonte de carboidratos, especialmente em regiões com limitações climáticas. A batata-doce pode conter até 90% de carboidratos na matéria seca (Hoover, 2001). O amido representa a maior fração desses carboidratos, composto por 60 a 70% de amilopectina e 30 a 40% de amilose. Além disso, contém açúcares livres, cuja concentração pode chegar a 4,3% da matéria seca.

A composição rica em amido resistente, antocianinas e fibras confere à batata-doce baixa carga glicêmica, sendo um alimento recomendado para modulação da glicose sanguínea. As antocianinas, por sua vez, inibem enzimas como amilase e glucosidase, auxiliando no controle glicêmico e na regulação da insulina (Wang *et al*., 2016).

REFERÊNCIAS

ALAM, M. K. A comprehensive review of sweet potato (Ipomoea batatas [L.] Lam): Revisiting the associated health benefits. **Trends in Food Science & Technology**, v. 115, p. 512–529, 2021.

ALAM, M. K.; RANA, Z. H.; ISLAM, S. N. Comparison of the proximate composition, total carotenoids and total polyphenol content of nine orange-fleshed sweet potato varieties grown in Bangladesh. **Foods**, v. 5, n. 3, p. 64, 2016.

ARISANTI, C. I. S. et al. Mechanism of Anti-Diabetic Activity from Sweet Potato (Ipomoea batatas): A Systematic Review, **Foods**, 12, 2810, 2023. https://doi.org/10.3390/foods12142810.

AUSTIN, D. F. The taxonomy, evolution and genetic diversity of sweet potatoes and related wild species. In: INTERNATIONAL POTATO CENTER. Exploration, maintenance and utilization of sweet potato genetic resources. Lima: International Potato Center, 1988. p. 27–60.

BHATT, T.; PATEL, K.. Carotenoids: potent to prevent diseases review. **Natural Products and Bioprospecting**, v. 10, n. 3, p. 109–117, 2020. https://doi.org/10.1007/s13659-020-00242-1.

BOVELL-BENJAMIN, A. C. Sweet potato: a review of its past, present, and future role in human nutrition. **Advances in food and nutrition research**, v. 52, p. 1–59, 2007.

DONADO-PESTANA, C. M. et al. Stability of carotenoids, total phenolics and in vitro antioxidant capacity in the thermal processing of orange-fleshed sweet potato (Ipomoea batatas Lam.) cultivars grown in Brazil. **Plant foods for human nutrition**, v. 67, n. 3, p. 262–270, 2012.

DUAN, Y. et al. Changes in the intestine microbial, digestion and immunity of Litopenaeus vannamei in response to dietary resistant starch. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 6464, 2019.Disponível em: https://doi.org/10.1038/s41598-019-42939-8. Acesso em: 05 de Mar de 2025.

EDO, G. I. et al. Unveiling the Nigerian sweet potato: its nutritional and pharmacological properties. **Food and Humanity**, v. 5, 100711, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foohum.2025.100711. Acesso em: 25 de Jul de 2025.

ELVANA, A., H., SILABAN, R., & SINAGA, R. N. (2016). Effect of purple sweet potato (Ipomoea Batatas L.) extract on Glutathione Peroxidase (GPx) activities in hepatic house mice (Mus musculus) after maximum physical exercise. **Indonesian Journal of Medicine,** 01(02), 116–120. Disponível em: https://doi.org/10.26911/theijmed.2016.01.02.05. Acesso em: 13 de fev de 2025.

EMBRAPA. (Ed.). **Sistema de produção de batata-doce**. Versão eletrônica. Brasília, DF: EMBRAPA, 2023. (Série Sistemas de Produção). Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/cultivar/batata-doce. Acesso em: 31 de Out de 2023.

EVANGELISTA, R. L. C. de A. Caracterização morfológica de 21 genótipos de batata-doce. **Revista AGROFIB**, São Paulo, v. 2, p. 55–66, dez. 2022.

FOLQUER, F. La batata (camote): estudio de la planta y su producción comercial. San José: IICA, 1978. 144 p

GIBSON, G. R. et al. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. **Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology**, v. 14, p. 491–502, 2017.

HE, J.; GIUSTI, M. M. Anthocyanins: natural colorants with health-promoting properties. **Annual Review of Food Science and Technology**, Palo Alto, v. 1, p. 163–187, 2010. DOI: 10.1146/annurev.food.080708.100754.

HERAWATI, E. R. N., SANTOSA, U., SENTANA, S., & ARIANI, D. (2020). Protective effects of anthocyanin extract from purple sweet potato (Ipomoea batatas L.) on blood MDA levels, liver and renal activity, and blood pressure of hyperglycemic rats. **Preventive Nutrition and Food Science**, 25(4), 375–379. Disponível em: https://doi.org/10.3746/pnf.2020.25.4.375. Acesso em: 14 de Mar de 2025.

HOOVER, R. Composition, molecular structure, and physicochemical properties of tuber and root starches: a review. **Carbohydrate polymers**, v. 45, n. 3, p. 253–267, 2001.

HUETT, D. O. Evaluation of yield, variability and quality of sweetpotato cultivars in sub-tropical Australia. Experimental Agriculture, **Cambridge**, v. 12, p. 9–16, 1976.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Unidades Federativas e Municípios do Brasil. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados . Acesso em: 05 fev. 2023

ISLAM, S. N.I et al. Carotenoids and β-carotene in orange fleshed sweet potato: A possible solution to vitamin A deficiency. **Food Chemistry**, v. 199, p. 628-631, 2016.

KANO, M. et al. Antioxidative activity of anthocyanins from purple sweet potato, Ipomoera batatas cultivar AyaMurasaki. **Bioscience, biotechnology, and biochemistry**, v. 69, n. 5, p. 979-988, 2005.

KHADIM, R. M.; AL‐FARTUSIE, F. S. Antioxidant vitamins and their effect on immune system. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1853, p. 012065, 2021. Disponível em: DOI: 10.1088/1742‐6596/1853/1/012065. Acesso em: 05 de Fev de 2025

KUSANO, S.; ABE, Hiroyuki. Antidiabetic activity of white skinned sweet potato (Ipomoea batatas L.) in obese Zucker fatty rats. **Biological and pharmaceutical bulletin**, v. 23, n. 1, p. 23-26, 2000.

LEITE, C. E. C. **Caracterização e triagem de genótipos experimentais e cultivares brasileiros de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) e desenvolvimento preliminar de formulação de bebida tipo smoothie.** 2022. 233 f. Tese de Doutorado em Ciência dos Alimentos **-** Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2022.

LI, A.et al. Research advances of purple sweet potato anthocyanins: Extraction, identification, stability, bioactivity, application, and biotransformation. **Molecules**, v. 24, n. 21, p. 3816, 2019.

LILA, M. A. Anthocyanins and human health: an in vitro investigative approach. **BioMed Research International**, v. 2004, n. 5, p. 306-313, 2004.

LIMA, M. A. A. et al. (2023) Batata-doce. **Revista Ciência Elementar**, v.11(02):018. p. 1-5, junho de 2023. Disponível em: doi.org/10.24927/rce2023.018. Acesso: 08 de fev de 2025.

LM, Y. R.; KIM,.; LEE, J. Phenolic composition and antioxidant activity of purple sweet potato (Ipomoea batatas (L.) Lam.): Varietal comparisons and physical distribution. **Antioxidants**, v. 10, n. 3, p. 462, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.3390/antiox10030462. Acesso em: 10 de Fev de 2025.

NABI, F. et al. Health benefits of carotenoids and potential application in poultry industry: A review. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 104, n. 6, p. 1809–1818, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1111/jpn.13375. Acesso em: 09 de Mar de 2025.

NEUNFELD, T. H., et al (2022). Physical-chemical characteristics and bioactive compounds of sweet potato accesses in the central-south region of Paraná. **Brazilian Journal of Food Technology**, 25, e2020268. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1981-6723.26820. Acesso em: 18 de Mar de 2025.

NOLÊTO, D. C. de S. Caracterização físico-química de batata-doce (Ipomoea batatas L.) comum e biofortificada. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 13, n. 1, p. 59-68, 2015.

NOREEN, S. et al. Extend the emphasis to encompass sweet potatoes health advantages, industrial applications, and nutritional qualities. **CyTA-Journal of Food**, v. 22, n. 1, p. 2390994, 2024.

PHILPOTT, M. et al. In situ and in vitro antioxidant activity of sweetpotato anthocyanins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 6, p. 1511–1513, 2004.

QIN, Y. Nutrition-related health outcomes of sweet potato (Ipomoea batatas) consumption: A systematic review. **Food Bioscience**, v.50, p. 1-18, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.102208. Acesso em: 14 de Mar de 2025.

RAFIQUE, H. S. et al. Impact of different proportions of sweet potato (Ipomoea batatas L.) flour on physical, chemical and sensory parameters of straight grade flour-based cake rusk. **Food and Humans**, v. 1, p. 1282–1296, 2023.

STANKIEWICZ, B. et al. Effects of antioxidant supplementation on oxidative stress balance in young footballers – a randomized double-blind trial. Journal of the International **Society of Sports Nutrition**, v. 18, n. 1, p. 44, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1186/s12970-021-00447-z. Acesso em: 22 de Fev de 2025.

TAHERKHANI, S. et al. An overview of physical exercise and antioxidant supplementation influences on skeletal muscle oxidative stress. **Antioxidants**, v. 10, n. 10, p. 1528, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.3390/antiox10101528. Acesso em: 17 de Fev de 2025.

TRANCOSO-REYES, N. et al. Effect of pre-treatment on physicochemical and structural properties, and the bioaccessibility of β-carotene in sweet potato flour. **Food Chemistry**, v. 200, p. 199–205, 2016.

VAN JAARSVELD, P. J. et al. β-Carotene–rich orange-fleshed sweet potato improves the vitamin A status of primary school children assessed with the modified-relative-dose-response test1–3. **The American journal of clinical nutrition**, v. 81, n. 5, p. 1080-1087, 2005.

VIMALA, B.; NAMBISAN, B.; HARIPRAKASH, B. Retention of carotenoids in orange-fleshed sweet potato during processing. **Journal of Food Science and Technology**, v. 48, n. 4, p. 520–524, 2011.

VITAL, A. N.S., MESSIAS, C. M. B. de O. Composição e aspectos nutricionais da batata-doce (Ipomoea batatas (L.) Lam): revisão de literatura. **Revista Brasileira Multidisciplinar – REBRAM**, v. 26, n.3, p. 155-163, 2023. Disponível em: DOI:https://1025061/2527-2675/ReBraM/2023v26i3.1490. Acesso em: 12-03-25.

WANG, Z. et al. Resistant starch from purple sweet potatoes alleviates dextran sulfate sodium-induced colitis through modulating the homeostasis of the gut microbiota. **Foods**, v. 13, n. 7, p. 1028, 2024.

CAPÍTULO I

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE GENÓTIPOS DE BATATA-DOCE: IDENTIFICAÇÃO DE MATERIAIS PROMISSORES PARA MELHORAMENTO GENÉTICO E ALIMENTOS FUNCIONAIS

RESUMO: A batata-doce (*Ipomoea batatas*) é uma hortaliça originária das regiões tropicais das Américas, com ampla importância nutricional e potencial funcional. Este trabalho teve como objetivo caracterizar físico-quimicamente 20 genótipos de batata-doce cultivados no Recôncavo Baiano, visando identificar materiais com maior teor de carotenoides, amido resistente e antioxidantes totais, com potencial uso em programas de melhoramento e desenvolvimento de alimentos funcionais. Foram avaliadas as variáveis: carotenoides totais, antioxidantes totais, amido resistente, umidade e parâmetros colorimétricos (L*, a*, b*, Hue e Chroma). A análise de componentes principais (PCA) permitiu resumir 71,1% da variabilidade total dos dados nas duas primeiras dimensões. Genótipos com polpa intensamente alaranjada (como os genótipos 1, 9, 10 e 11) apresentaram os maiores teores de carotenoides (68,06 a 151,69 µg/g). Por outro lado, genótipos com polpa branca ou creme (como o genótipo 13) apresentaram maiores teores de amido resistente (8,09 a 9,99 g/100 g), maior umidade (8,55 a 8,62%) e baixos teores de compostos bioativos. A presença de um genótipo com polpa roxa evidenciou diversidade adicional, relacionada à presença de antocianinas e ao maior teor de antioxidantes totais (14,34 µmol Trolox/100 g). Os resultados demonstram ampla variabilidade físico-química entre os genótipos avaliados, indicando diversidade genética com potencial para uso em programas de melhoramento voltados à biofortificação. A associação entre coloração da polpa e características nutricionais permite identificar materiais promissores tanto para o consumo in natura quanto como alimentos funcionais, com potencial benefício à saúde do sistema imunológico.
Palavras-chave: Compostos bioativos; carotenoides; antioxidantes; amido resistente; imunonutrição; biofortificação.

PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF SWEET POTATO GENOTYPES: IDENTIFICATION OF PROMISING MATERIALS FOR GENETIC IMPROVEMENT AND FUNCTIONAL FOODS.

ABSTRACT: Sweet potato (Ipomoea batatas) is a vegetable native to the tropical regions of the Americas, with significant nutritional importance and functional potential. This study aimed to physicochemically characterize 20 sweet potato genotypes cultivated in the Recôncavo Baiano region, aiming to identify materials with higher contents of carotenoids, resistant starch, and total antioxidants, for potential use in breeding programs and the development of functional foods. The variables evaluated were total carotenoids, total antioxidants, resistant starch, moisture, and colorimetric parameters (L*, a*, b*, Hue, and Chroma). Principal component analysis (PCA) summarized 71.1% of the total variability in the first two dimensions. Genotypes with intensely orange flesh (such as genotypes 1, 9, 10, and 11) showed the highest carotenoid contents (68.06 to 151.69 µg/g). In contrast, genotypes with white or cream-colored flesh (such as genotype 13) presented higher resistant starch contents (8.09 to 9.99 g/100 g), higher moisture (8.55 to 8.62%), and low bioactive compound levels. The presence of a genotype with purple flesh demonstrated additional diversity, related to the presence of anthocyanins and higher total antioxidant content (14.34 µmol Trolox/100 g). The results demonstrate broad physicochemical variability among the evaluated genotypes, indicating genetic diversity with potential use in breeding programs focused on biofortification. The association between flesh color and nutritional characteristics allows the identification of promising materials both for fresh consumption and as functional foods, with potential benefits to immune system health.

Keywords: Bioactive compounds; carotenoids; antioxidants; resistant starch; immunonutrition; biofortification.

1. INTRODUÇÃO

A batata-doce (*Ipomoea batatas*) representa uma cultura estratégica para a segurança alimentar em diversos países, devido à sua rusticidade, adaptabilidade a diferentes condições edafoclimáticas e elevada capacidade produtiva, mesmo em solos marginais e com baixo investimento em insumos e recursos hídricos (OECD, 2015; Mu *et al*., 2017; FAO, 2020). O referido tubérculo é cultivado em mais de 100 países, sendo reconhecido pelo seu potencial agronômico e nutricional (OECD, 2015; MU *et al*., 2017; FAO, 2020).

No Brasil, apesar do amplo potencial produtivo, a cultura ainda apresenta baixo valor agregado, sendo majoritariamente comercializada in natura por meio do varejo de alimentos básicos. Em contraste, centros de pesquisa agrícola, como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), têm investido no desenvolvimento de programas de melhoramento genético voltados à obtenção de cultivares adaptadas ao solo brasileiro, com características agronômicas e nutricionais superiores (Rodrigues, 2016; Sousa *et al*., 2019).

Dentre os municípios baianos, destaca-se o Município de Maragogipe, responsável por uma média de 11,8 mil quilos por hectare da produção de batata-doce no Recôncavo Baiano (Pedroso & Ferreira, 2023), evidenciando a riqueza de variedades locais cultivadas por agricultores familiares, com grande variabilidade de cores, formas e características agronômicas. A diversidade genética encontrada nesses genótipos representa uma oportunidade estratégica para a caracterização físico-química e funcional da cultura, favorecendo tanto a valorização dos recursos genéticos locais quanto seu potencial de inserção em programas de biofortificação.

A batata-doce apresenta elevado valor nutricional e funcional, sendo fonte de carboidratos complexos, amido resistente, fibras alimentares, vitaminas (A, C, e do complexo B) e minerais essenciais como cobre, manganês e potássio (Silva, 2010; Nóbrega, 2015; Meira *et al*., 2021). Os carboidratos complexos são metabolizados de forma lenta, fornecendo energia gradativa e favorecendo a saciedade e o controle glicêmico. As fibras alimentares também desempenham papel importante na digestão e na regulação dos níveis de glicose no sangue (Meira *et al*., 2021).

O teor de compostos bioativos, como antocianinas (predominantes nas variedades roxas) e betacaroteno (nas variedades alaranjadas), tem sido associado à ação antioxidante, anti-inflamatória e antimicrobiana (Sytařová *et al*., 2020; Prevedello; Comachio, 2021). Esses compostos são capazes de neutralizar radicais livres, proteger estruturas celulares e reduzir o risco de doenças crônicas não transmissíveis.

Dentre os antioxidantes presentes na batata-doce, destacam-se o betacaroteno, precursor da vitamina A, com reconhecido efeito fotoprotetor e imunomodulador, e a vitamina C, essencial para o funcionamento do sistema imune, produção de glóbulos brancos e defesa contra infecções respiratórias (Jesus, 2021; Prevedello; Comachio, 2021). A ação sinérgica entre esses antioxidantes contribui para a modulação da imunidade, sendo de interesse especial para o desenvolvimento de alimentos funcionais voltados à promoção da saúde (Qin, 2022).

Além dos benefícios associados à saúde imunológica, a composição nutricional da batata-doce, especialmente seu teor de amido resistente e antioxidantes, pode ser benéfica em dietas associadas ao exercício físico, auxiliando na oferta gradual de energia e na redução do estresse oxidativo induzido pelo esforço Muscular (Frestasya; Pangsibidang, 2024).

Do ponto de vista nutricional, a batata-doce é rica em fibras, vitaminas e minerais, além de ser uma excelente fonte de energia. Cultivares com polpas de coloração amarela, alaranjada e roxa apresentam, em sua composição, elevados teores de compostos bioativos como carotenoides, antocianinas e fenólicos, que contribuem positivamente para a saúde de seus consumidores (Alburquerque *et al*., 2019). Esses compostos estão associados à redução do risco de doenças crônicas não transmissíveis e ao fortalecimento do sistema imunológico (Qin, 2022).

Além do consumo in natura, a batata-doce também pode ser utilizada como matéria-prima para a formulação de diversos produtos alimentícios, como panificados, doces, massas, conservas fermentadas, bebidas nutritivas e alcoólicas, produtos lácteos, entre outros, incluindo ainda a produção de biocombustíveis (Mu *et al*., 2017, Larreo; Ferrari, 2019).

Observando a atual tendência no consumo alimentar, os consumidores têm buscado alimentos que, além de fornecerem nutrição básica, apresentem compostos com benefícios à saúde. A batata-doce se destaca por conter carotenoides e

compostos fenólicos em sua composição (Kidmose, 2007). A bioacessibilidade e biodisponibilidade desses compostos, entretanto, são influenciadas por fatores como liberação, estabilidade, acessibilidade, transferência de massa e digestibilidade na matriz alimentar (Kidmose, 2007).

A comparação entre diferentes genótipos permite identificar quais apresentam maior concentração desses compostos, o que pode subsidiar pesquisas voltadas à fortificação alimentar e produção de suplementos Multivitamínicos (Nurdjanah, S., 2022). Além disso, identificar genótipos com maiores teores de carotenoides e fenólicos auxilia na seleção de fontes naturais de antioxidantes para promoção da saúde e fortalecimento imunológico (Urdjanah, 2022).

Dessa forma, estudos de caracterização físico-química são fundamentais para identificar genótipos promissores quanto ao acúmulo de compostos bioativos com potencial funcional. Tais análises possibilitam o direcionamento de estratégias de biofortificação, desenvolvimento de novos produtos e uso racional de cultivares no contexto da alimentação saudável (Kidmose, 2007). Considerando esse cenário, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar físico-quimicamente 20 genótipos de batata-doce cultivados no Recôncavo Baiano, visando identificar materiais com maior teor de carotenoides, amido resistente e antioxidantes totais, com potencial uso em programas de melhoramento e desenvolvimento de alimentos funcionais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material vegetal e locais de coleta

Foram avaliados 20 genótipos de batata-doce quanto às características físico-químicas das raízes (Tabela 1). As amostras foram coletadas em 2024, em propriedades rurais localizadas nos povoados de Tuá, Batatã e Cadete, no município de Cruz das Almas-BA, e em Bento Sardinha, Serraria e Maia, no município de Maragogipe-BA, ambos situados na região do Recôncavo Baiano. Para cada genótipo, foram selecionadas de três a cinco raízes provenientes de ramos distintos de plantas com três a quatro meses de idade.

O clima de Cruz das Almas é classificado como tropical (Aw), com temperatura média de 23,7 °C, precipitação anual de 1.161 mm e umidade relativa de 80,3% (CLIMATE-DATA.ORG, 2022). Já em Maragogipe, o clima é do tipo tropical úmido a subúmido (Aw), com temperatura média de 25,4 °C e precipitação anual variando de 1.000 a 1.800 mm (MARAGOGIPE, 2021).

Os solos predominantes em ambos os municípios são classificados como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (JACOMINE et al., 1979). O preparo do solo segue o padrão recomendado para a cultura, consistindo em aração, seguida de duas gradagens, e na construção de leiras com 30 a 40 cm de altura, visando à adequada drenagem, aeração e manejo cultural. Como material propagativo, utilizam-se ramas com aproximadamente 40 cm de comprimento, dispostas horizontalmente sobre as leiras. O espaçamento adotado é de 0,80 m entre leiras e de 0,25 a 0,40 m entre plantas. As práticas de adubação e demais tratos culturais são conduzidas conforme as recomendações técnicas para a cultura da batata-doce (SILVA; GUEDES, 2021).

Tabela 1. Relação de genótipos de batata-doce coletados em localidades de Cruz das Almas e Maragogipe no Recôncavo baiano no ano agrícola de 2024

Amostra	Genótipo	Município	Localidade	Plantio	Coleta
Abóbora	1	Cruz das Almas	Tuá	junho	setembro
Abóbora	2	Maragogipe	Serraria	junho	setembro
Abóbora	3	Maragogipe	Bento Sardinha	fevereiro	maio
Balain	4	Cruz das Almas	Batatã	junho	setembro
Balain	5	Maragogipe	Bento Sardinha	fevereiro	maio
Balain	6	Cruz das Almas	Cadete	junho	abril
Branca	7	Maragogipe	Maia	abril	julho
Branca	8	Cruz das Almas	Boca da Mata	abril	agosto
Cenoura	9	Cruz das Almas	Batatã	junho	setembro
Cenoura	10	Maragogipe	Serraria	junho	setembro
Cenoura	11	Maragogipe	Bento Sardinha	fevereiro	maio
Creme	12	Cruz das Almas	Boca da Mata	abril	agosto
Ourin	13	Cruz das Almas	Tuá	junho	setembro
Ourin	14	Maragogipe	Bento Sardinha	fevereiro	maio
Queijo	15	Maragogipe	Bento Sardinha	fevereiro	maio
Roxa	16	Maragogipe	Bento Sardinha	fevereiro	maio
Roxa	17	Maragogipe	Maia	abril	julho
Roxa	18	Cruz das Almas	Boca da Mata	abril	agosto
Saia de Pano	19	Maragogipe	Bento Sardinha	fevereiro	maio
Polpa Roxa	20	Cruz das Almas	Boca da Mata	abril	agosto

As análises químicas mencionadas foram realizadas após a coleta, higienização e acondicionamento em sacos identificados após serem cortadas manualmente em cubos, e congelamento para preservação.

2.2 Avaliação físico-química

As análises físico-químicas foram realizadas no laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da EMBRAPA Mandioca e Fruticultura (LCTA) localizado em Cruz das Almas-BA, onde as amostras foram analisadas quanto à composição centesimal de: carboidratos, fibras, carotenoides e antioxidantes totais; e, nos laboratórios de Físico-química e de Analítica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano (IFBAIANO) – Campus Senhor do Bonfim, onde foi realizada a análise dos extratos de antioxidantes totais.

2.2.1 Análise de carotenoides totais

Amostras de raízes contendo entre 10 g e 25 g das raízes trituradas (dependendo da intensidade da cor da polpa) foram utilizadas, além de uma amostra reserva de 60 g. As amostras foram colocadas em potes de vidro com tampa e cobertas com papel alumínio para evitar o contato com a luz o máximo possível, a fim de prevenir a degradação dos carotenoides. As amostras foram então congeladas para posterior análise.

Para quantificar o teor de carotenoides, foi adotado o procedimento descrito pelo Manual Harvest Plus para Análise de Carotenoides (Rodriguez-Amaya e Kimura (2004). Os pigmentos das raízes trituradas foram extraídos pela trituração das amostras em um homogeneizador Ultra Turrax por três minutos, a fim de quebrar as células vegetais e, em seguida, permitir a extração dos carotenoides com aproximadamente 50 mL de acetona. A mistura de amostra e acetona foi filtrada em funil de Buchner com o auxílio de bomba de vácuo, e o resíduo retido no funil foi lavado com acetona até que não apresentasse mais coloração. O extrato contendo apenas o pigmento e acetona foi retido no balão de sucção e, em seguida, transferido para um funil de separação contendo éter de petróleo (cuja quantidade variou dependendo da cor da amostra); aproximadamente 250 mL de solução salina foram adicionados lentamente para induzir a separação das fases. A fase aquosa foi descartada e o procedimento de lavagem com solução salina foi repetido cinco vezes até que restassem apenas éter de petróleo e pigmento.

Este novo extrato foi filtrado através de um funil com lã de vidro e sulfato de sódio anidro para um balão volumétrico âmbar, onde seu volume foi completado com éter de petróleo. Uma alíquota de cada amostra foi retirada para determinação em um espectrofotômetro (UV-Vis Thermo Scientific, modelo Genesis 10S), ajustado para uma absorbância de 450 nm.

O teor de carotenoides totais (TCT) foi calculado utilizando a seguinte fórmula:

$$TCC\mu g.g^{-1} = \frac{A \times V(mL) + 10^4}{A_{1cm}^{1\%} \times P(g)}$$

Em que: A é a absorbância, $V(mL)$ é o volume total do extrato em mililitros, P(g) é o peso da amostra em gramas e $A_{1cm}^{1\%}$ é igual ao coeficiente de extinção do β-caroteno no éter de petróleo (2592).

2.2.2 Análise de amido resistente

A determinação de amido resistente (AR) foi realizada conforme protocolo enzimático adaptado para amostras de batata-doce, sem utilização de etanol. Inicialmente, os tubos de reação foram numerados de 1 a 3 e identificados com o nome das respectivas amostras. Em seguida, pesou-se 1 g de cada amostra triturada em tubos distintos. Amostras que apresentaram partículas grandes foram peneiradas em peneira ABNT 60 (60 mesh, 250 μm).

A cada tubo foram adicionados 10 mL da solução KCl-HCl 0,2 M (pH 1,5) e 0,1 mL de solução de pepsina, com o objetivo de remover proteínas residuais. Os tubos foram incubados em shaker incubadora a 40 °C por 1 hora, sob agitação de 350 rpm. Após esse período, as amostras foram resfriadas à temperatura ambiente.

Em seguida, adicionaram-se 9 mL de tampão trismaleato 0,1 M (pH 6,9) e 1 mL da solução de α-amilase (40 mg mL^{-1} em tampão trismaleato pH 6,9), sendo os tubos incubados novamente a 37 °C por 16 horas, sob agitação de 350 rpm, para hidrólise do amido digerível.

Após a digestão, as amostras foram centrifugadas a 3.100 g por 15 minutos a 25 °C. O sobrenadante foi descartado imediatamente para evitar a perda do resíduo contendo o AR. O resíduo foi lavado com 10 mL de água destilada, centrifugado novamente nas mesmas condições, e o sobrenadante descartado.

Para a solubilização do AR, adicionaram-se 3 mL de água destilada aos tubos e a um tubo branco (controle negativo), seguidos de homogeneização em agitador tipo vórtex. Em seguida, adicionaram-se 3 mL de KOH 2 M e os tubos foram colocados em placa agitadora por 30 minutos à temperatura ambiente, sob agitação de 350 rpm.

Posteriormente, adicionaram-se aos tubos 5,5 mL de uma solução de HCl 1 M + 148 mL de solução HCl 1:1, 3 mL de tampão acetato de sódio 0,4 M (pH 4,75) e 80

µL de amiloglucosidase. Antes da adição da enzima, o pH do tubo branco foi verificado, garantindo-se que estivesse entre 4,0 e 5,0.

A hidrólise do AR foi conduzida a 60 °C por 45 minutos em incubadora shaker a 350 rpm. Ao final, as amostras foram centrifugadas a 3.100 g por 15 minutos a 25 °C, e o sobrenadante foi transferido para balões volumétricos de 50 mL. Os resíduos foram lavados com 10 mL de água destilada, centrifugados novamente, e os novos sobrenadantes foram combinados aos anteriores. O volume final foi completado com água destilada e homogeneizado.

Para a quantificação da glicose liberada, foram utilizados tubos de ensaio nos quais se adicionaram 20 µL de amostra e 2 mL do reagente enzimático do kit enzimático comercial. Foram preparados também um branco com água destilada (Ba), um branco com o sobrenadante do tubo controle (Bb) e um padrão (Bp), todos seguindo o mesmo volume. Os tubos foram homogeneizados em vórtex, incubados em banho-maria a 37 °C por 10 minutos e resfriados em água corrente.

A leitura da absorbância foi realizada em espectrofotômetro (UV-Vis Thermo Scientific, modelo Genesis 10S) a 505 nm, utilizando o branco com água como referência. A estabilidade da coloração foi mantida por até 60 minutos após a reação.

2.2.3 Análise de antioxidantes totais

A atividade antioxidante total foi determinada utilizando o método baseado na captura do radical livre $ABTS^{\cdot+}$, conforme descrito por Re *et al*. (1999), com adaptações. Após a coleta e higienização, as amostras de batata-doce foram processadas por meio de corte em cubos e trituração. Em seguida, foi pesada uma alíquota de 1 g da amostra para preparo dos extratos, com três repetições por genótipo.

O preparo dos extratos consistiu em duas etapas sucessivas. Primeiramente, 1 g da amostra foi transferido para um béquer de 50 mL, onde foram adicionados 15 mL de solução de metanol a 50%. A mistura foi homogeneizada e mantida em repouso à temperatura ambiente por 60 minutos. Em seguida, foi centrifugada a 11.000 rpm por 30 minutos. O sobrenadante foi filtrado e transferido para um balão volumétrico de 50 mL. Posteriormente, ao resíduo da primeira extração, foram adicionados 15 mL de

acetona a 70%, seguindo-se os mesmos procedimentos anteriores de homogeneização, repouso, centrifugação e filtração. O segundo sobrenadante foi reunido ao primeiro, completando-se o volume do balão com água destilada. Os extratos foram preparados em duplicata, armazenados sob congelamento, protegidos da luz e devidamente identificados.

As soluções utilizadas na análise incluíram: solução de metanol 50%, solução de acetona 70%, solução estoque de ABTS (7 mM), solução de persulfato de potássio (140 mM), e a solução do radical $ABTS^{\cdot+}$, preparada pela reação entre ABTS e persulfato de potássio, mantida em repouso por 16 horas no escuro, à temperatura ambiente, e utilizada no mesmo dia da análise, após diluição em etanol.

A curva-padrão foi construída com a substância antioxidante Trolox. Para isso, foi preparada uma solução padrão de Trolox (12,5 mg/25 mL), sendo utilizados 5 mg diluídos em etanol até o volume de 10 mL. Em ambiente escuro, foram pipetados 150 µL das soluções-padrão de Trolox (concentrações entre 25 e 300 µM) em tubos de ensaio, seguidos da adição de 3 mL da solução de $ABTS^{\cdot+}$. Após homogeneização em agitador de tubos, o tempo de reação foi fixado em 6 minutos para posterior leitura em espectrofotômetro a 734 nm.

Para análise dos extratos, foram preparadas três diluições conforme a Tabela 2, com diferentes proporções de extrato e água destilada (300:700 µL, 200:800 µL e 50:950 µL), correspondendo às concentrações de 600, 400 e 100 µM, respectivamente. Para cada diluição, foram utilizados 3 tubos de ensaio (triplicata), nos quais foram adicionados 3 mL da solução de $ABTS^{\cdot+}$. O tempo de reação de cada amostra foi rigorosamente controlado, com intervalo de dois minutos entre cada leitura em espectrofotômetro (UV-Vis Fento, modelo Cirrus 80), ajustado para uma absorbância de 734 nm.

Tabela 2. Preparo das diluições dos extratos para análise antioxidante.

Volume do extrato (µL)	**Volume de água (µL)**	**Concentração estimada (µM)**
300	700	600
200	800	400
50	950	100

A absorbância das amostras foi comparada com a curva-padrão de Trolox e os resultados expressos em μM de equivalentes de Trolox por grama de amostra.

2.2.4 Análise de umidade

A determinação do teor de umidade foi realizada por meio da técnica de secagem em estufa com ventilação de ar forçada, conforme o método descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2005), com adaptações. Após a coleta, higienização e processamento das amostras (corte em cubos e trituração), foram pesadas alíquotas de 5 g, em três repetições por genótipo.

Os equipamentos utilizados incluíram: balança analítica, banho-maria e estufa com circulação de ar forçada. Os materiais empregados foram cápsulas de porcelana (cadinho) ou pesa-filtro de 50 mL, dessecador, espátula, pinça metálica e sílica gel.

Inicialmente, os cadinhos vazios foram identificados e levados à estufa a 70 °C por 24 horas, para secagem prévia. Após esse período, foram transferidos com auxílio de pinça metálica para um dessecador, onde permaneceram por cerca de 30 minutos até atingirem temperatura ambiente. Em seguida, os cadinhos secos foram pesados em balança analítica, e as massas registradas para uso no cálculo final.

As amostras trituradas foram então distribuídas nos cadinhos previamente pesados. Cada cadinho contendo amostra foi novamente levado à estufa a 70 °C por um período inicial de 24 horas. Após esse tempo, os recipientes foram retirados com pinça metálica, transferidos imediatamente para o dessecador e mantidos até atingirem temperatura ambiente. Posteriormente, os cadinhos foram pesados novamente e os valores anotados.

Esse processo de secagem, resfriamento em dessecador e pesagem foi repetido por ciclos de duas horas até que se atingisse peso constante, definido como duas pesagens consecutivas com valores idênticos.

O teor de umidade foi calculado pela fórmula:

$$Umidade(\%) = 100 - \left(\frac{M_{cadinho\ com\ amostra\ seca} - M_{cadinho\ vazio} \times 100}{M_{amostra\ umida}}\right)$$

Onde:

$M_{cadinho\ com\ amostra\ seca}$= massa final após secagem

$M_{cadinho\ vazio}$:=massa inicial do cadinho

$M_{amostra\ umidade}$= massa da amostra antes da secagem

2.3 Aquisição de imagens e análise colorimétrica de raízes

Para a fenotipagem digital da cor da polpa, utilizou‑se um miniestúdio fotográfico tipo box (40 × 40 cm), cujo fundo foi revestido com material plástico azul, visando otimizar a segmentação dos pixels correspondentes à raiz. A iluminação consistiu em um anel de luzes LED fixado na parte superior do estúdio, garantindo luz difusa e uniforme sobre as amostras.

As imagens foram capturadas com um smartphone equipado com sistema Android 13.0 e câmera de 16 MP, acoplado à abertura superior do estúdio. Todo o procedimento ocorreu em ambiente de temperatura controlada (22 ± 2 °C), reduzindo a degradação térmica dos carotenoides.

As raízes, previamente lavadas em água corrente para remoção de solo, foram seccionadas na região central em rodelas de aproximadamente 2 cm de espessura. Para cada genótipo, três rodelas foram posicionadas no centro do campo de visão da câmera, e três imagens RGB sucessivas foram registradas. Os arquivos foram salvos no formato JPEG, com resolução de 3000 × 4000 pixels.

O pré‑processamento das imagens foi realizado no software ImageJ (versão 1.54), aplicando‑se filtros Gaussian Blur e median para remoção de ruído e delineamento do fundo. A análise colorimétrica empregou o Tomato Analyzer – Color Test versão 4.0 (DARRIGUES *et al*., 2008). Foi utilizada a calibração padrão do programa, fixando inclinação igual a 1,0 e intercepto igual a 0,0 para a regressão linear de ajuste.

Os componentes cromáticos L*, a* e b* foram extraídos no espaço de cor CIELAB (CIE, 1978). O parâmetro L* expressa luminosidade (0 = preto, 100 = branco); a* varia de −60 (verde) a +60 (vermelho) e b* de −60 (azul) a +60 (amarelo). Cada valor reporta a média de três medições por amostra. As coordenadas cilíndricas Chroma e Hue foram calculadas a partir de a* e b*. Hue é uma medida angular entre

0˚ e 360˚ que representa a cor base. Seu valor foi calculado com base nas seguintes equações:

$$Hue = \frac{180}{\pi} \times cos\left[a/\sqrt{(a*)^2 + (b*)^2}\right] para\ a* > 0$$

$$360 - \left\{\frac{180}{\pi} \times cos\left[a/\frac{a}{\sqrt{(a*)^2 + (b*)^2}}\right]\right\}\ para\ a* < 0$$

O valor de croma reflete a saturação relativa, representada pela média de a* e b*. O croma foi calculado usando a seguinte equação:

$$Chroma = \sqrt{(a*)^2 + (b*)^2}$$

2.4 Análise estatística

As variáveis físico-químicas foram submetidas à análise de variância (ANOVA), considerando o delineamento inteiramente casualizado. O agrupamento das médias dos genótipos foi realizado pelo critério de Scott-Knott, por meio da função SK() do pacote ScottKnott (Jelihovschi *et al*., 2014), utilizando o software R, versão 4.4.1 (R Core Team, 2025). As médias foram representadas graficamente por meio de diagramas de barras, elaborados com os pacotes ggplot2 (Wickham, 2016) e ggpubr (Kassambara, 2020), do mesmo ambiente estatístico.

Além disso, foi conduzida uma análise de componentes principais (PCA) com base nas médias dos genótipos para as variáveis físico-químicas. Inicialmente, os dados foram padronizados (média = 0 e desvio padrão = 1) para garantir a comparabilidade entre as variáveis. A estimativa dos componentes principais foi realizada por meio da função prcomp(), e os resultados foram visualizados com as funções fviz_pca_ind() e fviz_pca_var(), ambas pertencentes ao pacote factoextra (Kassambara & Mundt, 2020), também no software R.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Teor de carotenoides totais

Os teores de carotenoides totais (TCT) nos genótipos de batata-doce apresentaram ampla variação, com valores médios variando de 4,3 a 152,6 μg·g⁻¹ de polpa fresca (Figura 1). Os genótipos foram classificados em oito grupos estatísticos distintos pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$), evidenciando a diversidade entre os materiais analisados.

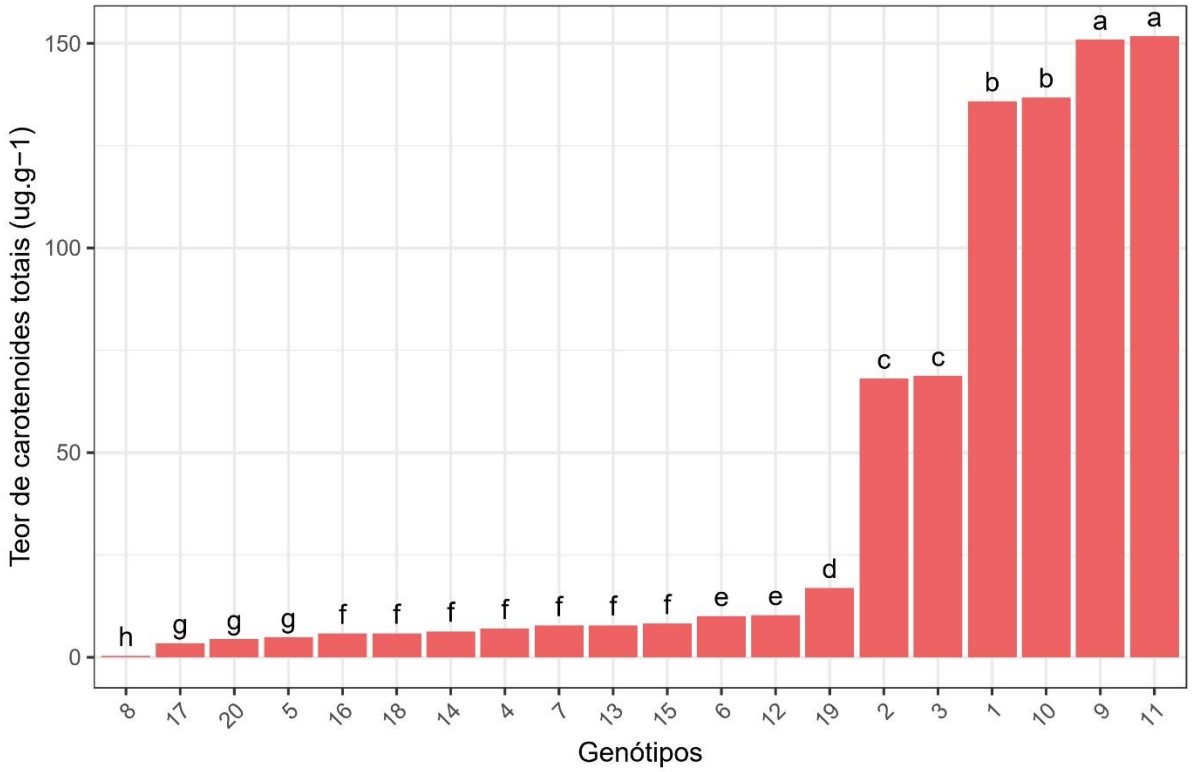


Figura 10. Agrupamento de genótipos de batata-doce quanto ao teor de carotenoides totais (TCT), em μg·g⁻¹ de polpa fresca, com base no teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Os genótipos foram coletados em 2024, em localidades dos Municípios de Cruz das Almas e Maragogipe, na região do Recôncavo Baiano. Letras distintas indicam grupos estatisticamente diferentes entre si.

Os maiores níveis de TCT foram observados nos genótipos 11 (Cenoura), 9 (Cenoura) e 10 (Cenoura), todos com polpa alaranjada e originários de Maragogipe-BA e Cruz das Almas-BA. Esses genótipos formaram o grupo “a”, com concentrações acima de 136 $\mu g \cdot g^{-1}$, sugerindo forte potencial para biofortificação com provitamina A. Os genótipos 3 (Abóbora) e 2 (Abóbora) compuseram o grupo “b”, com médias em torno de 130 $\mu g \cdot g^{-1}$, enquanto genótipos de polpa branca como 8 (Branca), 17 (Roxa) e 20 (Polpa Roxa) apresentaram os menores teores (< 10 $\mu g \cdot g^{-1}$), compondo os grupos “g” e “h”.

Essa diferença reforça a relação entre a coloração intensa da polpa alaranjada e o acúMulo de β-caroteno, corroborando com estudos que indicam alta concentração desse pigmento em cultivares alaranjadas (van Jaarsveld *et al*., 2006; De Moura *et al*., 2015). Além disso, intervenções com microrganismos na África mostraram que a batata-doce de polpa laranja pode melhorar significativamente o status de vitamina A em populações vulneráveis (Van J. *et al*., 2005; Hotz *et al*., 2012). A biodisponibilidade do β-caroteno é considerada moderada, mas a combinação com lipídios durante o preparo potencializa sua absorção (De Moura *et al*., 2015).

Genótipos com TCT superiores a 30 $\mu g \cdot g^{-1}$ são reconhecidos como adequados para programas de biofortificação (Kumar et al., 2022). Nesse contexto, os materiais identificados com teores acima de 150 $\mu g \cdot g^{-1}$ apresentam potencial para utilização em programas de biofortificação e para incentivar o consumo pela população, especialmente no desenvolvimento de estratégias voltadas à melhoria do valor nutricional da dieta.

Além do efeito pró-vitamina A, os carotenoides também possuem poder antioxidante e estão associados à prevenção de doenças crônicas como diabetes, aterosclerose e determinados tipos de câncer (Viana *et al*., 2022). Nesse sentido, utilizar a cor da polpa como critério seletivo pode ser uma estratégia eficaz no processo de melhoramento genético de cultivares com valores funcionais aprimorados (Dwivedi *et al*., 2023).

3.2. Amido Resistente

Os teores de amido resistente (AR) nos genótipos de batata-doce variaram de 3,8 a 8,8 g·100 g^{-1} de polpa fresca, evidenciando ampla diversidade entre os materiais avaliados (Figura 2). Pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$), os genótipos foram agrupados em 15 classes estatísticas, o que demonstra alto grau de discriminação entre os acessos.

Os maiores teores foram observados nos genótipos 13 (Ourin) e 6 (Balain), ambos pertencentes ao grupo “a”, com valores superiores a 8 g·100 g^{-1}, seguidos pelo genótipo 4 (Balain), que compôs o grupo “b”. Esses materiais, de polpa branca, indicam alto potencial funcional, já que o amido resistente é reconhecido por seus benefícios à saúde intestinal, controle glicêmico e metabolismo lipídico (Nugent, 2005; Zhao *et al*., 2020).

Genótipos como 19 (Saia de Pano) e 14 (Ourin), agrupados na classe “c”, também apresentaram teores superiores a 7 g·100 g^{-1}, reforçando a tendência de maior acúmulo de AR em raízes de coloração de polpa branca-creme. Por outro lado, os menores teores foram verificados nos genótipos 3 (Abóbora), 10 (Cenoura) e 11 (Cenoura), todos com polpa alaranjada, que compuseram os grupos “n” e “o”.

Estes resultados apontam para uma associação entre a coloração da polpa e o acúmulo de amido resistente. Especificamente, os genótipos de coloração branca ou creme demonstram ser os mais promissores para aplicações funcionais, considerando o parâmetro físico-químico analisado. Esta variação observada no teor de AR é corroborada por estudos anteriores, os quais já indicaram diferenças significativas entre genótipos de batata-doce, associando-as à composição de amido e características fisiológicas da raiz (Zhang *et al*., 2021; Almeida *et a*l., 2022).

A variabilidade observada evidencia o potencial de uso desses materiais em programas de melhoramento genético com foco em alimentos de baixo índice glicêmico ou com maior funcionalidade nutricional. (Almeida *et al*., 2022)

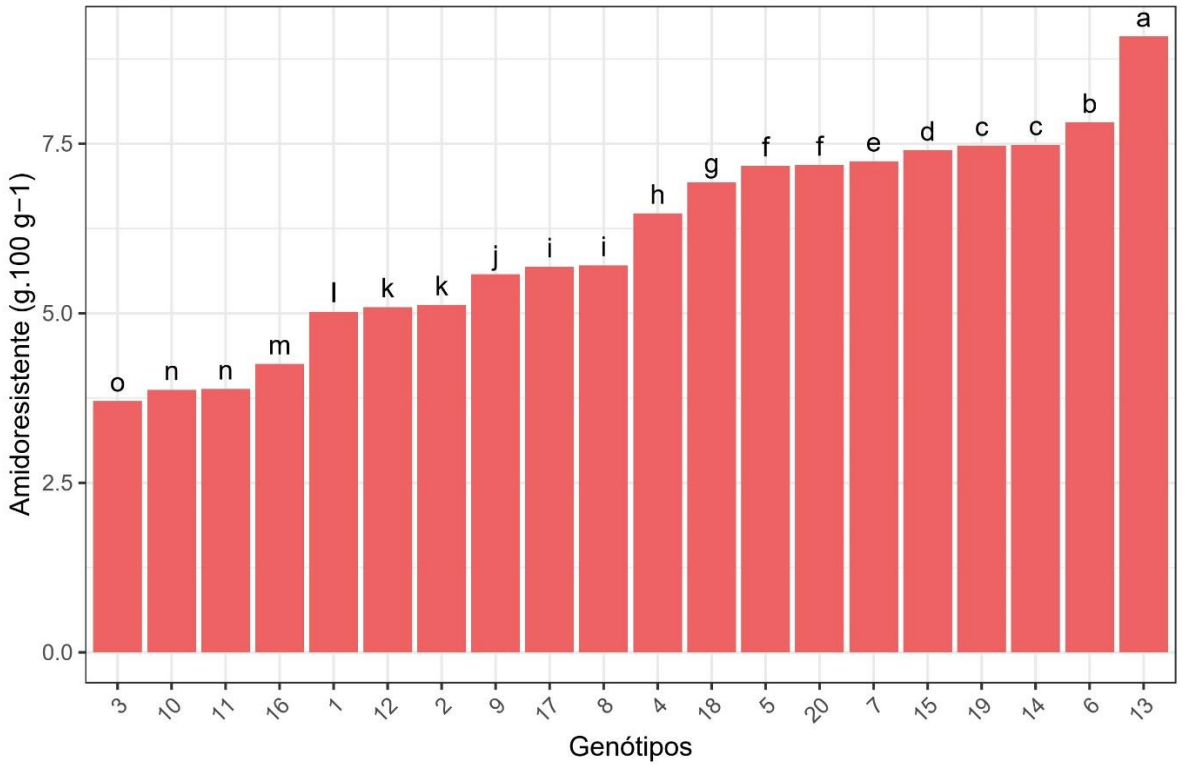


Figura 11. Agrupamento de genótipos de batata-doce quanto ao amido resistente, em g·100 g^{-1} de polpa fresca, com base no teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Os genótipos foram coletados em 2024, em localidades dos Municípios de Cruz das Almas e Maragogipe, na região do Recôncavo Baiano. Letras distintas indicam grupos estatisticamente diferentes entre si

3.3. Resultado da análise de Antioxidantes Totais – ABTS

A capacidade antioxidante dos genótipos de batata-doce, avaliada pelo método ABTS, apresentou ampla variabilidade, com valores que variaram entre 0,9 e 14,34 µM Trolox·g^{-1} de polpa fresca (Figura 3). O teste de Scott-Knott ($p < 0,05$) separou os genótipos em dois grupos estatísticos, evidenciando a presença de genótipos com destaque significativo quanto à atividade antioxidante.

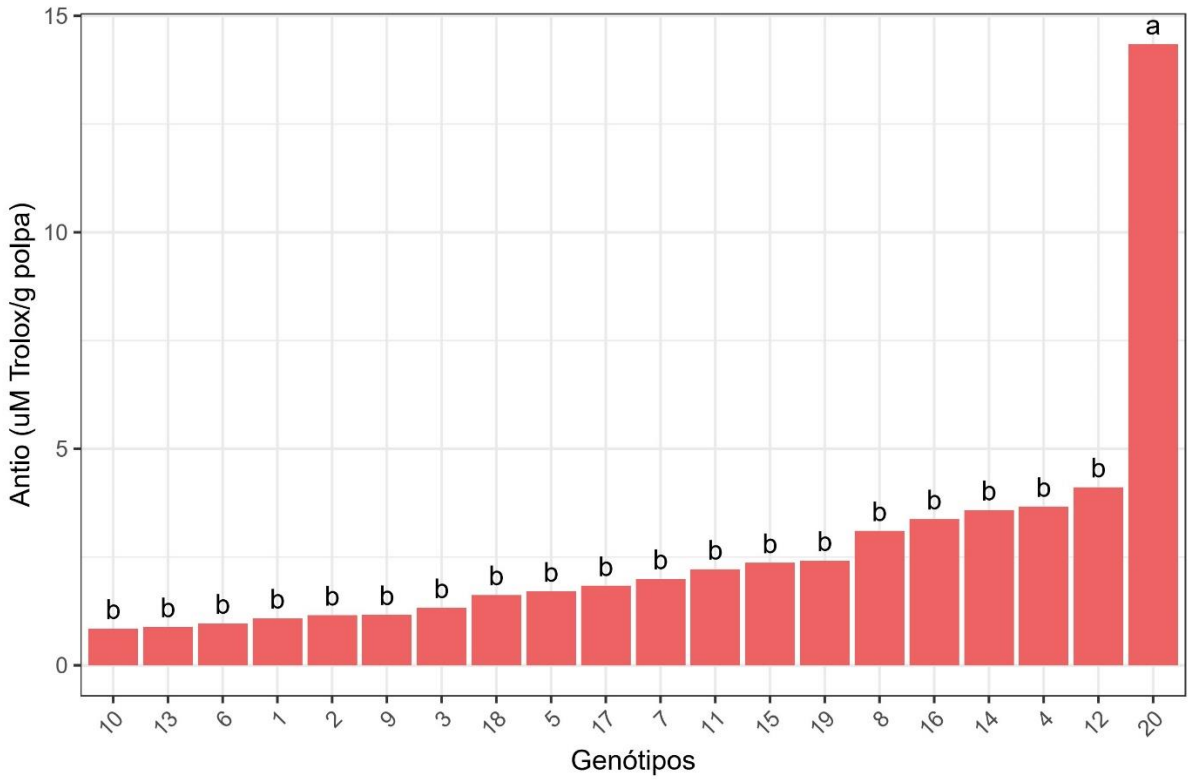


Figura 12. Agrupamento de genótipos de batata-doce quanto ao teor de antioxidantes totais (ABTS), em μM Trolox.g^{-1} de polpa fresca, com base no teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Os genótipos foram coletados em 2024, em localidades dos Municípios de Cruz das Almas e Maragogipe, na região do Recôncavo Baiano. Letras distintas indicam grupos estatisticamente diferentes entre si.

O genótipo 20 (polpa Roxa) destacou-se isoladamente na análise estatística, sendo classificado no grupo 'a'. Este genótipo apresentou o maior valor de capacidade antioxidante (14,34 μM Trolox·g^{-1}), um incremento expressivo em comparação aos demais genótipos, que foram agrupados no grupo 'b'. Tal resultado reforça o potencial nutracêutico do material, uma vez que a polpa roxa é uma característica frequentemente associada ao alto teor de antocianinas e compostos fenólicos (Truong *et al*., 2007; Tanaka *et al*., 2017).

A predominância de genótipos com polpa alaranjada ou creme entre os de menor capacidade antioxidante reforça a associação entre a intensidade da coloração da polpa e a atividade antioxidante (Teow *et al*., 2007). Compostos fenólicos, especialmente flavonoides e antocianinas, são apontados como os principais

responsáveis por essa atividade, sendo sua presença mais expressiva em raízes de coloração roxa (De Los Ángeles *et al*., 2024).

Esses achados são relevantes, sobretudo considerando o crescente interesse por alimentos funcionais com potencial antioxidante e benefícios à saúde, como prevenção do estresse oxidativo e de doenças crônicas não transmissíveis (Alves, 2023; Frestasya; Pangsibidang., 2024).). O genótipo 20, por sua vez, se destaca como candidato promissor para uso in natura ou em formulações de alimentos funcionais.

3.4. Teor de umidade

O teor de umidade nos genótipos de batata-doce variou significativamente, com valores entre 8,3% e 14,8% (Figura 4). O teste de Scott-Knott ($p < 0,05$) agrupou os genótipos em 15 grupos estatísticos distintos, evidenciando ampla variabilidade entre os materiais avaliados quanto a essa característica.

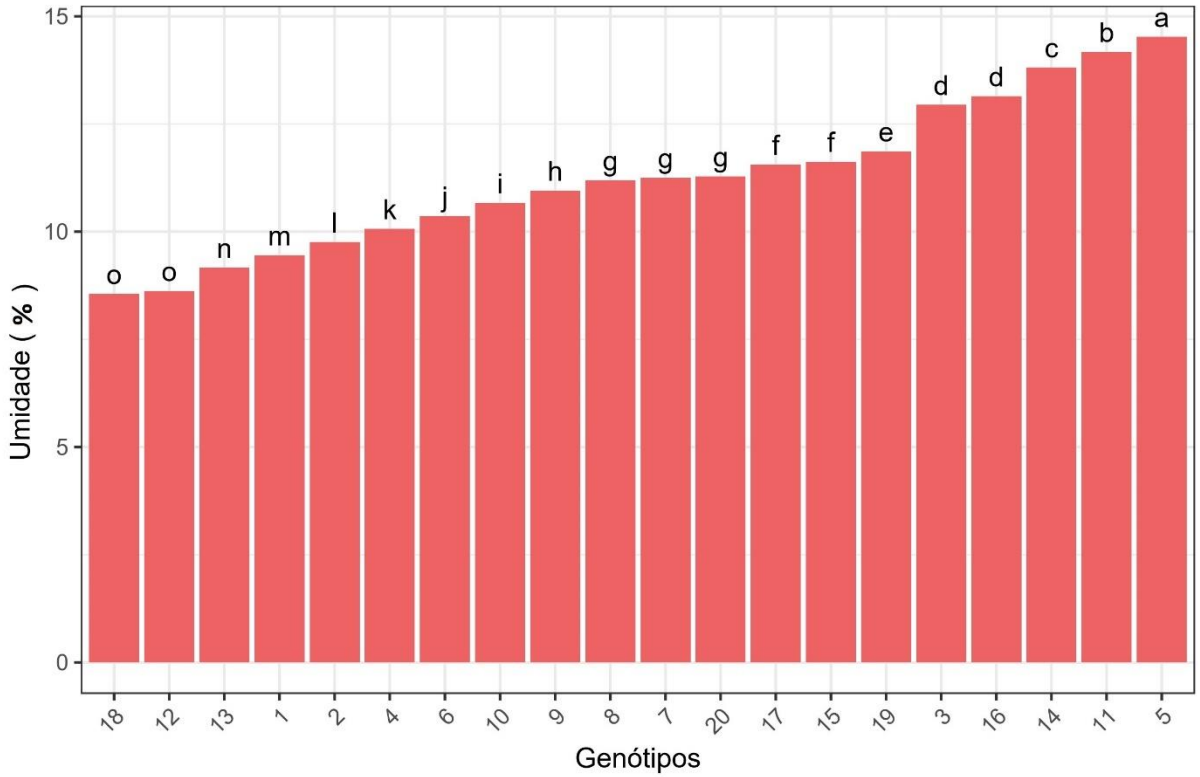


Figura 13. Agrupamento de genótipos de batata-doce quanto ao teor de umidade, em %, com base no teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Os genótipos foram coletados em 2024, em

localidades dos Municípios de Cruz das Almas e Maragogipe, na região do Recôncavo Baiano. Letras distintas indicam grupos estatisticamente diferentes entre si.

O teor de umidade é um parâmetro crucial das raízes tuberosas da batata-doce, apresentando variação significativa entre genótipos (Xu et al., 2023). A umidade é inversamente associada ao teor de matéria seca que, por sua vez, é a característica determinante do rendimento industrial das raízes. Este parâmetro é fundamental por estar diretamente relacionado à eficiência de processamento e à produção dos diversos produtos derivados da batata-doce (Ros; Irata, 2010).

Os genótipos 5 (Balain), 11 (Cenoura) e 14 (Ourin) apresentaram os maiores teores de umidade, pertencentes ao grupo “a”, enquanto os genótipos 18 (Roxa), 12 (Creme) e 13 (Ourin) se destacaram pelos menores teores, agrupados em “o”. Essa variação pode estar associada a diferenças genéticas intrínsecas dos materiais, mas também a fatores ambientais, como condições edafoclimáticas das áreas de cultivo e níveis de maturação das raízes no momento da colheita (OKE & WORKNEH, 2013).

O teor de umidade influencia diretamente o processamento, armazenamento e vida útil dos produtos derivados da batata-doce. Genótipos com menor teor de umidade tendem a ser mais adequados para a produção de farinhas, féculas ou chips, devido à maior concentração de matéria seca e menor suscetibilidade à deterioração microbiológica (Padmaja, 2009; Truong *et al*., 2018). Por outro lado, teores mais elevados de umidade são interessantes para o consumo in natura ou em preparações culinárias, em que a textura úmida é desejável.

A variabilidade genotípica observada neste estudo reforça o potencial de seleção de genótipos com características específicas, de acordo com a finalidade tecnológica ou industrial. Em particular, genótipos com baixos teores de umidade, como o 18 (polpa Roxa), indicam um elevado teor de matéria seca, o que está diretamente associado a um maior rendimento no processamento industrial (Ros; Irata, 2010). Além disso, o menor teor de umidade confere vantagens logísticas e econômicas no transporte e armazenamento, o que é crucial, especialmente em regiões com infraestrutura limitada.

3.5 Características colorimétricas da polpa

As variáveis colorimétricas da polpa (L*, a*, b*, Hue e Chroma) apresentaram ampla variabilidade entre os genótipos de batata-doce avaliados (Figura 5), com diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$) conforme o teste de Scott-Knott.

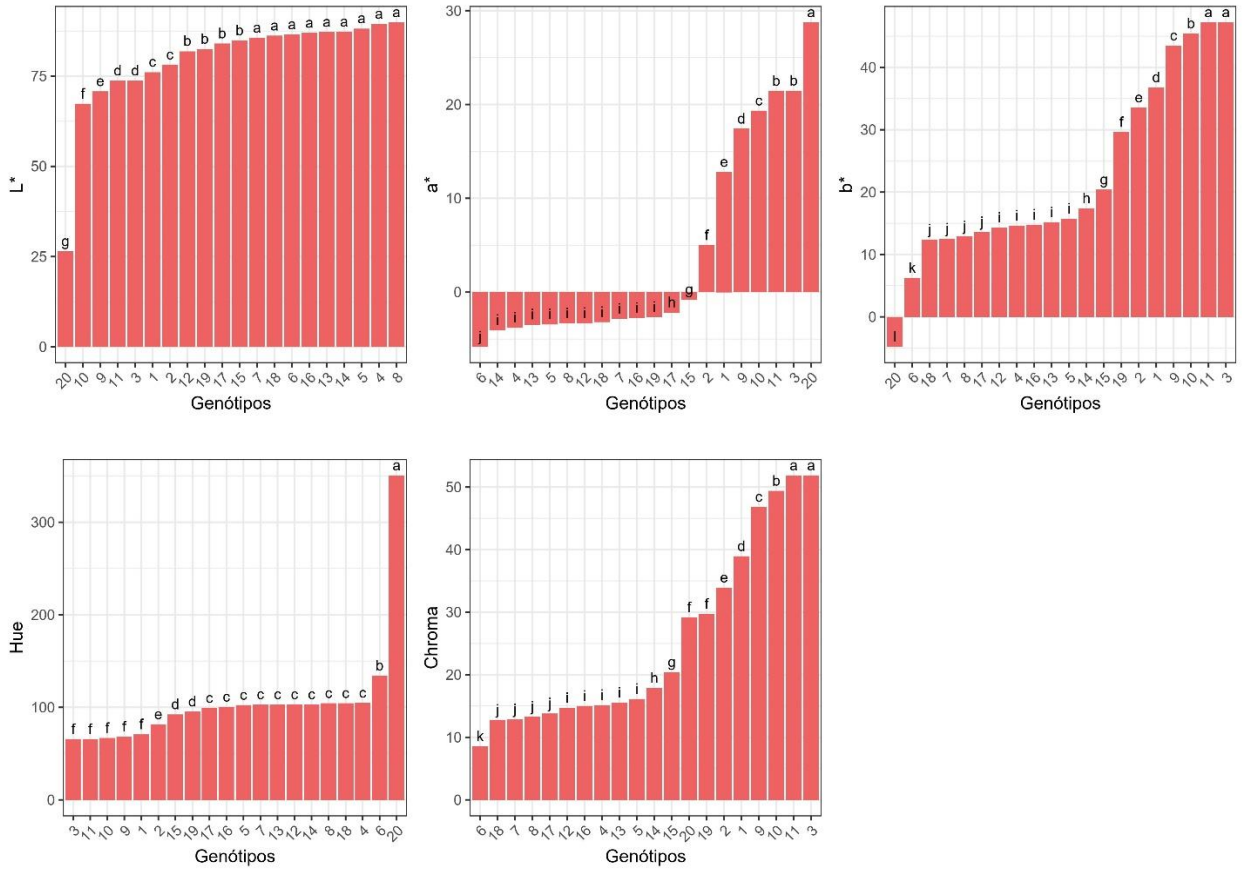


Figura 14. Agrupamento de genótipos de batata-doce quanto às componentes colorimétricas L*, a*, b*, Hue e Chroma da polpa, com base no teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). As análises foram realizadas com imagens digitais obtidas de raízes coletadas em 2024, em localidades dos Municípios de Cruz das Almas e Maragogipe, no Recôncavo Baiano. Letras distintas sobre as barras indicam grupos estatisticamente diferentes.

O parâmetro L*, que indica a luminosidade (0 = preto e 100 = branco), variou de 25,3 (genótipo 20) a 94,3 (genótipo 8), indicando a presença de polpas com coloração extremamente escura (roxa) a Muito clara (branca), respectivamente. Genótipos com altos valores de L* foram agrupados na letra “a”, enquanto os de menor luminosidade compuseram o grupo “g”. A variação em L* pode estar relacionada à

presença de pigmentos como antocianinas, carotenoides e fenóis oxidados (Teow *et al*., 2007), que afetam diretamente a intensidade da cor observada.

Para o parâmetro a*, que representa a tendência da cor para o vermelho (valores positivos) ou verde (valores negativos), os genótipos apresentaram valores de -9,8 a 27,2, revelando a presença de tons que variam de verde-pálido a vermelho intenso. O genótipo 20 destacou-se com o maior valor (grupo “a”), indicando forte pigmentação avermelhada, associada à alta concentração de antocianinas.

No componente b*, que varia de amarelo (positivo) a azul (negativo), os valores variaram de -1,3 (genótipo 20) a 47,9 (genótipo 3). Os genótipos com valores mais elevados foram agrupados nas letras “a” e “b”, caracterizando polpas com coloração amarela e laranja intensa, possivelmente relacionadas à presença de carotenoides, especialmente β-caroteno, como reportado por Grace *et al*. (2015).

Os parâmetros Hue e Chroma, derivados dos anteriores, também apresentaram ampla variação. O Hue indica o matiz da cor (ângulo em graus), e o Chroma representa a saturação ou intensidade da cor. O genótipo 20 apresentou o menor Hue e menor Chroma, compatível com uma polpa de coloração púrpura escura, enquanto o genótipo 3 (polpa laranja) apresentou o maior Chroma, indicando cor vibrante e saturada. Esse tipo de análise é particularmente útil para fins de seleção visual rápida e para a caracterização de cultivares destinadas à indústria alimentícia e ao mercado consumidor.

Esses resultados confirmam o potencial da batata-doce como fonte de compostos bioativos e pigmentos naturais, sendo possível direcionar o uso de diferentes genótipos para fins distintos, por exemplo, polpas alaranjadas para alimentos funcionais ricos em pró-vitamina A, e polpas roxas como fontes de antocianinas com propriedades antioxidantes.

3.6 Análise Multivariada das características físico-químicas e colorimétricas da polpa dos genótipos de batata-doce

A análise de componentes principais (PCA) foi utilizada para investigar a variabilidade entre 20 genótipos de batata-doce com base em variáveis físico-químicas (teor de carotenoides totais, amido resistente, antioxidantes totais, umidade)

e parâmetros colorimétricos (L*, a*, b*, Hue e Chroma) da polpa. As duas primeiras componentes principais explicaram conjuntamente 71,1% da variância total dos dados, sendo a Dim1 responsável por 46,8% e a Dim2 por 24,3% (Figura 6). Esse resultado indica que a maioria das diferenças entre os genótipos pôde ser resumida eficientemente nas duas primeiras dimensões do gráfico.

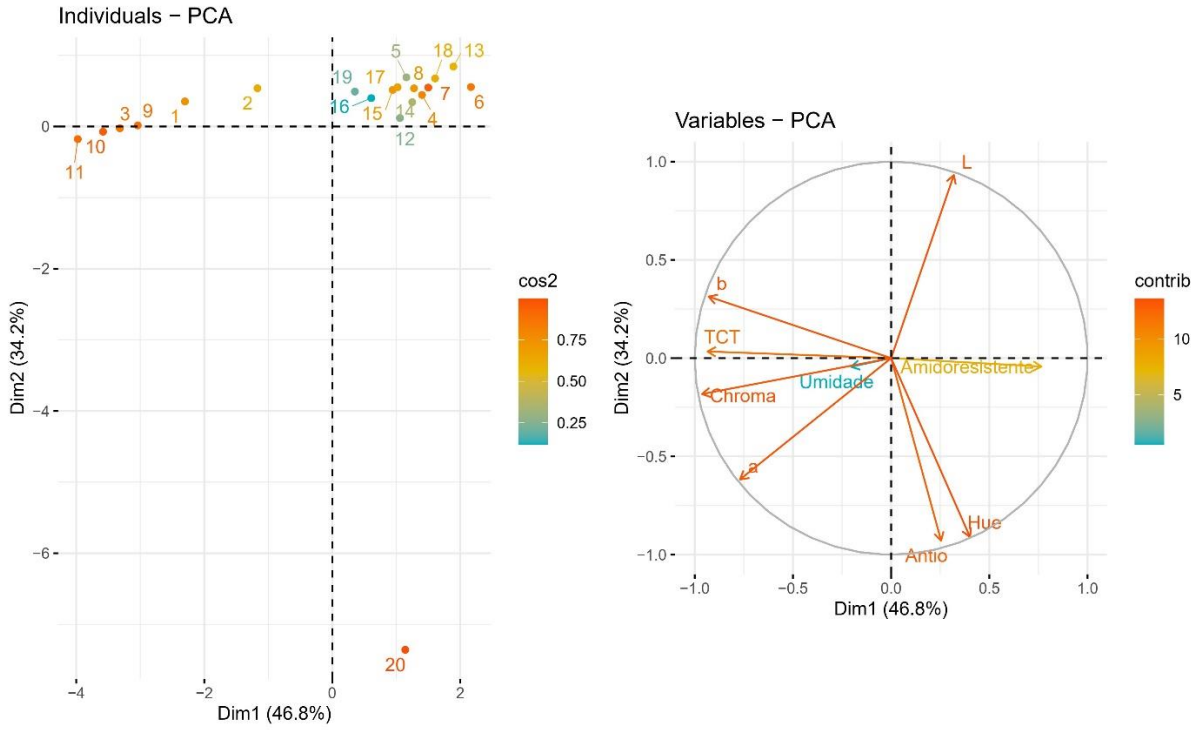


Figura 15. Análise de componentes principais (PCA) baseada nas médias dos genótipos de batata-doce cultivados em 2024, nos Municípios de Cruz das Almas e Maragogipe, região do Recôncavo Baiano. À esquerda, dispersão dos genótipos no plano formado pelas duas primeiras componentes principais (Dim1 e Dim2), com destaque para a qualidade da representação (cos²). À direita, correlação das variáveis com os eixos principais, indicando a contribuição de cada variável para a formação dos componentes. As variáveis utilizadas foram: teor de carotenoides totais (TCT), amido resistente, antioxidantes totais (Antio), teor de umidade e os parâmetros colorimétricos L*, a*, b*, Hue e Chroma.

A Dim1 foi fortemente correlacionada com as variáveis a*, b*, Chroma, teor de carotenoides totais (TCT) e antioxidantes totais (contribuições positivas), enquanto a umidade apresentou correlação negativa. Assim, genótipos com maiores escores na Dim1 apresentaram polpas mais intensamente coloridas, predominantemente alaranjadas e maior conteúdo de carotenoides e antioxidantes. Esses genótipos correspondem às colorações popularmente conhecidas como “cenoura” e “abóbora”.

Por outro lado, genótipos com escores negativos nessa dimensão apresentaram maior umidade e polpas de coloração branca ou creme geralmente associadas a menor valor nutricional.

A Dim2 foi mais influenciada pelas variáveis L* (luminosidade) e Hue, separando genótipos com polpas mais claras e de tonalidade menos saturada daqueles com tonalidades mais escuras e pigmentadas. O genótipo 20, com coloração roxa, foi representado na parte inferior do gráfico e associado a baixos valores de Hue e padrões colorimétricos distintos, indicando a presença predominante de antocianinas em vez de carotenoides.

A distribuição dos genótipos no plano da PCA evidencia agrupamentos coerentes com a coloração observada das polpas. Genótipos como 1 (Abóbora), 9, 10 e 11 (Cenoura), situados no quadrante superior direito, destacaram-se por sua coloração alaranjada intensa, associada a altos teores de carotenoides e antioxidantes. Esses materiais são promissores para consumo in natura e para fins de processamento, apresentando valor nutricional agregado. Em contrapartida, genótipos localizados mais à esquerda, como os genótipos 6, 7 (Balain), e 8, (Branca) mostraram polpas de tonalidades creme, com menor intensidade colorimétrica e menores teores de compostos bioativos.

Esses resultados demonstram que a PCA foi eficaz para discriminar os genótipos de batata-doce com base na coloração da polpa e em características nutricionais associadas. Dessa forma, foi possível identificar materiais com potencial para programas de melhoramento genético voltados à biofortificação, diversificação de cultivares e valorização de atributos visuais e nutricionais.

4. Considerações

A caracterização dos genótipos de batata-doce avaliados neste estudo assume especial relevância para a região do Recôncavo Baiano, onde a cultura possui forte inserção social, econômica e cultural, especialmente entre agricultores familiares. A identificação de materiais com elevados teores de carotenoides e antioxidantes totais reforça o potencial desses genótipos não apenas para programas de melhoramento genético com foco em biofortificação, mas também para a valorização de variedades locais e tradicionais. Nesse sentido, o aproveitamento desses recursos genéticos

pode contribuir para o fortalecimento da agricultura regional, o desenvolvimento de alimentos mais nutritivos e a promoção da segurança alimentar e nutricional no território.

5. CONCLUSÕES

O presente estudo permitiu caracterizar físico-quimicamente 20 genótipos de batata-doce cultivados nos Municípios de Cruz das Almas e Maragogipe, no Recôncavo Baiano, revelando ampla variabilidade para os atributos analisados. Essa diversidade foi evidenciada, especialmente, nos teores de carotenoides totais (TCT) e antioxidantes totais (ABTS), parâmetros de grande relevância nutricional.

Genótipos com polpa alaranjada, como os identificados como 11 (Cenoura), 9 (Cenoura) e 10 (Cenoura), apresentaram os maiores teores de carotenoides, superando 136 $\mu g \cdot g^{-1}$ de polpa fresca, o que indica seu potencial para uso em programas de biofortificação com provitamina A. Além disso, genótipos com elevados teores de compostos antioxidantes como o 20 (polpa roxa) com 14,34 μM Trolox$\cdot g^{-1}$ também foram identificados.

As análises colorimétricas e físico-químicas, incluindo umidade e amido resistente, corroboram com a classificação visual e reforçam a associação entre a coloração da polpa e a qualidade nutricional, evidenciando a importância do uso de ferramentas objetivas na seleção de materiais superiores.

Os resultados obtidos podem ser usados para subsidiar estratégias de melhoramento genético voltadas à promoção da segurança alimentar e nutricional, além de abrirem possibilidades para o aproveitamento industrial de genótipos com características funcionais.

REFERÊNCIAS

ALAM, M. K. *A comprehensive review of sweet potato (Ipomoea batatas [L.] Lam): Revisiting the associated health benefits.* ***Trends in Food Science & Technology***, v. 115, p. 512–529, 2021.

ALAM, M. K.; RANA, Z. H.; ISLAM, S. N. *Comparison of the proximate composition, total carotenoids and total polyphenol content of nine orange-fleshed sweet potato varieties grown in Bangladesh.* ***Foods***, v. 5, n. 3, p. 64, 2016.

AUSTIN, D. F. *The taxonomy, evolution and genetic diversity of sweet potatoes and related wild species. In: INTERNATIONAL POTATO CENTER. Exploration, maintenance and utilization of sweet potato genetic resources. Lima: International Potato Center*, 1988. p. 27–60.

BHATT, T.; PATEL, K.. *Carotenoids: potent to prevent diseases review.* ***Natural Products and Bioprospecting****,* v. 10, n. 3, p. 109–117, 2020. https://doi.org/10.1007/s13659-020-00242-1.

BOVELL-BENJAMIN, A. C. *Sweet potato: a review of its past, present, and future role in human nutrition.* ***Advances in food and nutrition research***, v. 52, p. 1–59, 2007.

DARRIGUES, A. *et al*. *Tomato analyzer-color test: a new tool for efficient digital phenotyping.* ***Journal of the American Society for Horticultural Science***. 2008; 133(4): 579–586

DE MOURA, F. F.; Miloff, A.; Boy, E. *Retention of provitamin A carotenoids in staple crops targeted for biofortification in Africa.* ***Critical Reviews in Food Science and Nutrition***, v. 55, n. 9, p. 1246–1269, 2015.

DONADO-PESTANA, C. M. *et al*. *Stability of carotenoids, total phenolics and in vitro antioxidant capacity in the thermal processing of orange-fleshed sweet potato (Ipomoea batatas Lam.) cultivars grown in Brazil.* ***Plant foods for human nutrition***, v. 67, n. 3, p. 262–270, 2012.

DUAN, Y. *et al. Changes in the intestine microbial, digestion and immunity of Litopenaeus vannamei in response to dietary resistant starch.* ***Scientific Reports***, v.

9, n. 1, p. 6464, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1038/s41598-019-42939-8. Acesso em: 17 de Mar de 2025.

DWIVEDI, S. L. *et al. Biofortification to avoid malnutrition in humans in a changing climate. Frontiers in Plant Science*, p. 1-24, 2023. Disponível em: DOI10.3389/fpls.2023.1119148. Acesso em: 15 de Mar de 2025.

EDO, G. I. *et al. Unveiling the Nigerian sweet potato: its nutritional and pharmacological properties.* ***Food and Humanity***, v. 5, p. 100711, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foohum.2025.100711. Acesso em: 25 jul. 2025.

ELVANA, A. *et al. Effect of purple sweet potato (Ipomoea Batatas L.) extract on Glutathione Peroxidase (GPx) activities in hepatic house mice (Mus musculus) after maximum physical exercise.* ***Indonesian Journal of Medicine****,* v. 1, n. 2, p. 116–120, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.26911/theijmed.2016.01.02.05. Acesso em: 25 de Mar de 2025.

EMBRAPA. (Ed.). Sistema de produção de batata-doce. Versão eletrônica. Brasília, DF: EMBRAPA, 2023. (Série Sistemas de Produção). Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/cultivar/batata-doce. Acesso em: 31 de Out de 2023.

EVANGELISTA. R. L. C. de A. Caracterização morfológica de 21 genótipos de batata-doce. **Revista AGROFIB**, São Paulo, v. II, p. 55-66, Dezembro 2022.

FOLQUER, F. *La batata (camote): estudio de la planta y su producción comercial. San José: IICA*, 1978. 144 p.

FRESTASYA, L. PANGSIBIDANG R. *Purple sweet potato antioxidants for oxidative stress caused by intense physical exercise.* ***Pharmacy Education****,* v.24. n. 6, p. 128 – 133, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.46542/pe.2024.246.128133. Acesso em: 11 de Fev de 2025.

GIBSON, G. R. *et al. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics.* ***Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology***, v. 14, p. 491–502, 2017.

HE, J.; GIUSTI, M. M. *Anthocyanins: natural colorants with health-promoting properties.* ***Annual Review of Food Science and Technology***, Palo Alto, v. 1, p. 163–187, 2010. Disponível em: DOI: 10.1146/annurev.food.080708.100754. Acesso em 20 de Fev de 2025.

HERAWATI, E. R. N.*et al. Protective effects of anthocyanin extract from purple sweet potato (Ipomoea batatas L.) on blood MDA levels, liver and renal activity, and blood pressure of hyperglycemic rats.* ***Preventive Nutrition and Food Science***, v. 25, n. 4, p. 375–379, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.3746/pnf.2020.25.4.375. Acesso em: 13 de Mar de 2025.

HOOVER, R. *Composition, molecular structure, and physicochemical properties of tuber and root starches: a review.* ***Carbohydrate polymers****,* v. 45, n. 3, p. 253–267, 2001.

HOTZ, C.; LOECHL, C.; DE BRAUW, A. *et al*. *Introduction of β‐carotene‐rich orange sweet potato in rural Uganda increased vitamin A intakes.* ***British Journal of Nutrition****,* v. 108, p. 163–176, 2012.

HUETT, D. O. *Evaluation of yield, variability and quality of sweetpotato cultivars in sub-tropical Australia.* ***Experimental Agriculture,*** *Cambridge*, v. 12, p. 9–16, 1976.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2005. 1018 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Unidades Federativas e Municípios do Brasil. Disponível em: Acesso em: 05 fev. 2023

ISLAM, S. N. *et al*. *Carotenoids and β-carotene in orange fleshed sweet potato: A possible solution to vitamin A deficiency.* ***Food Chemistry***, v. 199, p. 628-631, 2016.

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. B. R. e; MONTENEGRO, J. O.; FORMIGA, R. A.; BURGOS, N.; MELO FILHO, H. F. R. de. Levantamento exploratório - reconhecimento de solos da margem direita do Rio São Francisco estado da Bahia. Recife: EMBRAPA-SNLCS: SUDENE-DRN, 1979. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim técnico, 52; SUDENE-DRN. Série Recursos de solos, 10).

JELIHOVSCHI, Ê. G.; FARIA, J. C.; ALLAMAN, I. B. *ScottKnott: a package for performing the Scott-Knott clustering algorithm in R.* ***Trends in Applied and Computational Mathematics***, São Carlos, v. 15, n. 1, p. 3–17, 2014. Disponível em: https://tema.sbmac.org.br/tema/article/view/646/643. Acesso em: 20 jul. 2025.

JESUS, M. N. Vitamina C e a relação com a imunidade e como agente preventivo da COVID- 19 (Sars -Cov2). ***Research, Society and Development,*** v. 10, n. 5, p. 1-8, 2021. Disponível em: DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i5.14511. Acesso em: 17 de Mar de 2025.

KANO, M. *et al*. *Antioxidative activity of anthocyanins from purple sweet potato, Ipomoera batatas cultivar AyaMurasaki.* ***Bioscience, biotechnology, and biochemistry****,* v. 69, n. 5, p. 979-988, 2005.

KASSAMBARA, A. ***ggpubr: 'ggplot2' Based Publication Ready Plots****. Versão 0.4.0. 2020. Disponível em: https://CRAN.R-project.org/package=ggpubr*. Acesso em: 20 jul. 2025.

KHADIM, R. M.; AL‐FARTUSIE, F. S. *Antioxidant vitamins and their effect on immune system.* ***Journal of Physics: Conference Series*****,** v. 1853, p. 012065, 2021. DOI: 10.1088/1742‐6596/1853/1/012065.

KIDMOSE, U. *et al*. *Effect of home preparation practices on the content of provitamin A carotenoids in coloured sweet potato varieties (Ipomoea batatas Lam.) from Kenya.* ***Innovative Food Science and Emerging Technologies****, v.8*, ed. 3, p. 399–406, 2007.

KUMAR, S. *et al*. Biofortification of staple crops: present status and future strategies. In: Biofortification of Staple Crops. Singapore: Springer Singapore, p. 1-30. 2022. Disponível em: DOI: 10.1007/978-981-16-3280-8_1. Acesso em: 27 de Fev de 2025.

KUSANO, S.; ABE, H. *Antidiabetic activity of white skinned sweet potato (Ipomoea batatas L.) in obese Zucker fatty rats.* ***Biological and pharmaceutical bulletin***, v. 23, n. 1, p. 23-26, 2000.

LAREO, C. M.D. FERRARI. ***Sweet Potato as a Bioenergy Crop for Fuel Ethanol Production: Perspectives and Challenges.*** *In: Bioethanol Production from Food*

Crops: Sustainable Sources, Interventions and Challenges, Academic Press, p. 115-147, 2019.

LEITE, C. E. C. **Caracterização e triagem de genótipos experimentais e cultivares brasileiros de batata-doce (*Ipomoea batatas (L.) Lam*) e desenvolvimento preliminar de formulação de bebida tipo smoothie**. 2022. 233 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Programa de Pós Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2022.

LI, A.*et al*. *Research advances of purple sweet potato anthocyanins: Extraction, identification, stability, bioactivity, application, and biotransformation.* ***Molecules***, v. 24, n. 21, p. 3816, 2019.

LILA, M. A. *Anthocyanins and human health: an in vitro investigative approach.* ***BioMed Research International***, v. 2004, n. 5, p. 306-313, 2004.

LIMA, M. A. A. *et al*. (2023) Batata-doce. **Revista Ciência Elementar**, v. 11(02):018. p. 1-5, junho de 2023.

LM, Y. R.; KIM, ; LEE, J. *Phenolic composition and antioxidant activity of purple sweet potato (Ipomoea batatas (L.) Lam.): Varietal comparisons and physical distribution.* ***Antioxidants***, v. 10, n. 3, p. 462, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.3390/antiox10030462. Acesso em: 14 de Mar de 2025.

MARAGOGIPE (BA). Plano Municipal de Educação (PME) 2015 – 2025. Diário Oficial do Município, ano 4, n. 3701, 15 dez. 2021. Disponível em: <https://sai.io.org.br/Handler.ashx?f=download_inativos&query=3701&c=497>. Acesso em: 29 set. 2025.

MEIRA R. C. F. *et al*. Contribuição dos diferentes alimentos segundo a classificação Nova para a ingestão de fibras alimentares em adolescentes. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 8, p. 3147-3160, Agosto 2021. DOI: https://10.1590/1413-81232021268.09592020. Acesso em: 07-03-25. 2024.

NABI, F. *et al*. *Health benefits of carotenoids and potential application in poultry industry: A review.* ***Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition***, v. 104, n. 6, p. 1809–1818, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1111/jpn.13375. Acesso em: 15 de Mar de 2025.

NEUNFELD, T. H., *et al* (2022). *Physical-chemical characteristics and bioactive compounds of sweet potato accesses in the central-south region of Paraná.* ***Brazilian Journal of Food Technology***, 25, e2020268. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1981-6723.26820. Acesso em: 05 de Abr de 2025.

NÓBREGA, D. S. **Desempenho agronômico, parâmetros genéticos e reação de clones de batata-doce aos insetos de solo e aos nematoides das galhas (Meloidogyne spp.).** 2015, 129 f. Dissertação de Mestrado em Agronomia - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

NOLÊTO, D. C. de S. Caracterização físico-química de batata-doce (Ipomoea batatas L.) comum e biofortificada. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 13, n. 1, p. 59-68, 2015

NOREEN, S. *et al*. *Extend the emphasis to encompass sweet potatoes health advantages, industrial applications, and nutritional qualities.* ***CyTA-Journal of Food***, v. 22, n. 1, p. 2390994, 2024.

NURDJANAH, S. *Chemical Components, Antioxidant Activity, and Glycemic Response Values of Purple Sweet Potato Products.* ***International Journal of Food Science***. 11 pages, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1155/2022/7708172. Acesso em: 03 de Mar de 2025.

Organization for Economic Cooperation and Development. Safety Assessment of Foods and Feeds Derived from Transgenic Crops, v. 2. (OECD Publishing) Noel Food and Feed Safety, Paris, FR, 2015

PEDROSO, MTM *et al.* Caracterização dos polos de produção e de produtores de batata-doce no Brasil. (Pedroso & Ferreira, 2023)

PHILPOTT, M. *et al*. *In situ and in vitro antioxidant activity of sweetpotato anthocyanins.* ***Journal of Agricultural and Food Chemistry,*** v. 52, n. 6, p. 1511–1513, 2004.

PREVEDELLO, M. T.; COMACHIO, G. Antioxidantes e sua relação com os radicais livres, e Doenças Crônicas Não Transmissíveis: uma revisão de literatura. ***Brazilian Journal of Development*****, Curitiba**, v.7, n.6, p. 55244-55285 jun. 2021. Disponível em: DOI: https//10.34117/bjdv7n6-096. Acesso em: 15-07-25.

QIN, Y. *Nutrition-related health outcomes of sweet potato (Ipomoea batatas) consumption: A systematic review.* ***Food Bioscience***, v.50, p. 1-18, November 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.102208. Acesso em: 22 de Mar de 2025.

R CORE TEAM. R: *A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing*, Vienna, Áustria. 2025. Disponível em: <http://www.R-project.org/>.

RAFIQUE, H. S. *et al*. *Impact of different proportions of sweet potato (Ipomoea batatas L.) flour on physical, chemical and sensory parameters of straight grade flour-based cake rusk.* ***Food and Humans***, v. 1, p. 1282–1296, 2023.

RE, R. *et al*. *Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay.* ***Free Radical Biology and Medicine***, [S.l.], v. 26, n. 9-10, p. 1231–1237, 1999. Disponível em: DOI: 10.1016/S0891-5849(98)00315-3. Acesso em: 15 de Fev de 2025.

RODRIGUES, P. Genética Brasileira: Programa de Melhoramento Genético da Batata-doce Busca Aumento de Produtividade e Maior Qualidade das Raízes. Hortaliças em Revista, EMBRAPA Hortaliças, 20(V), p. 6-9, 2016.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. *HarvestPlus handbook for carotenoid analysis*. Washington: IFPRI, 2004. 58p

SILVA, R. G. V. **Caracterização físico-química de farinha de batata-doce para produtos de panificação.** 2010, 71 f, Dissertação de Mestrado em Engenharia de Alimentos - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos, Engenharia de Alimentos, UESB, Itapetinga, 2010.

SILVA, J da; GUEDES, I.M.R. Solos. In: EMBRAPA HORTALIÇAS. Sistema de produção de batata-doce. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2021. (Sistemas de Produção, 9). p. 7-9. Disponível em: https://www.embrapa.br/documents/1355126/8971369/Sistema+de+Produ%C3%A7%C3%A3o+de+Batata-Doce.pdf/4632fe60-0c35-71af-79cc-7c15a01680c9. Acesso em: 29 set. 2025.

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

SOUSA, R.D.D., *et al*. Caracterização de clones de batata-doce mantidos no banco de germoplasma da EMBRAPA Hortaliças. In: Características do Solo e sua Relação com Plantas *2*, (Editora Atena), p. 204-215, 2019.

STANKIEWICZ, B. *et al*. *Effects of antioxidant supplementation on oxidative stress balance in young footballers – a randomized double-blind trial.* ***Journal of the International Society of Sports Nutrition***, v. 18, n. 1, p. 44, 2021. https://doi.org/10.1186/s12970-021-00447-z.

SYTAŘOVÁ, I. *et al. Impact of phenolic compounds and vitamins C and E on antioxidant activity of sea buckthorn (Hippophaë rhamnoides L.) berries and leaves of diverse ripening times.* ***Food chemistry***, v. 310, p. 125784, 2020.

T. MU, H. *et al*. *Sweet potato processing technology.* ***Academic Press***, p. 429, 2017.

TAHERKHANI, S. *et al*. An overview of physical exercise and antioxidant supplementation influences on skeletal muscle oxidative stress. ***Antioxidants***, v. 10, n. 10, p. 1528, 2021.Disponível em: https://doi.org/10.3390/antiox10101528. Acesso em: 17 de Mar de 2025.

TRANCOSO-REYES, N. *et al*. *Effect of pre-treatment on physicochemical and structural properties, and the bioaccessibility of β-carotene in sweet potato flour.* ***Food Chemistry***, v. 200, p. 199–205, 2016.

VAN JAARSVELD, P. J. *et al*. *Retention of β‐carotene in boiled, mashed orange‐fleshed sweet potato.* ***Journal of Food Composition and Analysis***, v. 19, p. 321–329, 2006.

VAN JAARSVELD, P. J. *et al*. *β-Carotene–rich orange-fleshed sweet potato improves the vitamin A status of primary school children assessed with the modified-relative-dose-response test1–3.* ***The American journal of clinical nutrition***, v. 81, n. 5, p. 1080-1087, 2005.

VIANA, B. T. O., ADORNO, D. A., SANTOS, J. S. Os benefícios do caratenoides para a saúde. ***Research, Society and Development***, v. 11, n. 16, p. 1-8, 2022. DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i16.38250

VIMALA, B.; NAMBISAN, B.; HARIPRAKASH, B. *Retention of carotenoids in orange-fleshed sweet potato during processing.* ***Journal of Food Science and Technology***, v. 48, n. 4, p. 520–524, 2011.

VITAL, A. N.S., MESSIAS, C. M. B. de O. Composição e aspectos nutricionais da batata-doce (Ipomoea batatas (L.) Lam): revisão de literatura. **Revista Brasileira Multidisciplinar – REBRAM**, v. 26, n.3, p. 155-163, jul 2023. DOI:https://1025061/2527-2675/ReBraM/2023v26i3.1490. Acesso em: 12 de Mar de 25**.**

WANG, L. *et al*. *Characterization and hepatoprotective activity of anthocyanins from purple sweet potato (Ipomoea batatas L. cultivar Eshu No. 8).* ***Journal of Food and Drug Analysis***, v. 25, n. 3, p. 607–618, 2017.

WANG, Zhihao *et al*. *Resistant starch from purple sweet potatoes alleviates dextran sulfate sodium-induced colitis through modulating the homeostasis of the gut microbiota.* ***Foods***, v. 13, n. 7, p. 1028, 2024.

WICKHAM, Hadley. *ggplot2: Elegant graphics for data analysis. New York: Springer-Verlag,* 2016. Disponível em: https://ggplot2.tidyverse.org. Acesso em: 20 de Jul de 2025.

XU, XIMING et al. *Comprehensive evaluation of raw eating quality in 81 sweet potato (Ipomoea batatas (L.) Lam) varieties.* ***Foods*****,** v. 12, n. 2, p. 261, 2023. https://doi.org/10.3390/foods12020261.

CAPÍTULO II

POTENCIAL FUNCIONAL DA BATATA-DOCE: CONTRIBUIÇÕES PARA O SISTEMA IMUNE E DESEMPENHO FÍSICO

RESUMO: A batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) tem ganhado destaque como alimento funcional devido à sua composição rica em compostos bioativos, como carotenoides, fibras e amido resistente. Este trabalho teve como objetivo avaliar as propriedades nutricionais e funcionais de diferentes genótipos de batata-doce, com ênfase em seu potencial para a modulação do sistema iMune e suporte ao desempenho físico, além de apresentar uma revisão aplicada da literatura científica atual. Foram realizadas análises físico-químicas do teor de carotenoides totais, amido resistente e antioxidantes totais em raízes de 20 genótipos cultivados nos Municípios de Cruz das Almas e Maragogipe, no Recôncavo Baiano. Os genótipos apresentaram variação na coloração da polpa roxa, alaranjada, branca, creme e amarelada. As médias das variáveis foram agrupadas pelo teste de Scott‑Knott. Os teores de carotenoides variaram de 0,30 a 160,79 $\mu g \cdot g^{-1}$ de polpa fresca, com destaque para os genótipos 10, 9, 11 e 17 (polpa alaranjada), que superaram 100 $\mu g \cdot g^{-1}$, sendo excelentes fontes de provitamina A. Os antioxidantes totais variaram entre 0,84 e 14,34 µmol Trolox$\cdot g^{-1}$, com o genótipo 20 agrupado isoladamente no grupo “a”, indicando alto teor de antocianinas. Outros genótipos (12, 4 e 14) apresentaram níveis de 4,11; 3,66 e 3,58 µmol Trolox$\cdot g^{-1}$, sugerindo potencial aplicação em protocolos de recuperação pós-exercício e suporte iMune. O teor de amido resistente variou entre 3,70% e 9,08%, com 15 grupos estatísticos distintos; os genótipos 13, 6 e 14 (polpa branca) apresentaram teores superiores a 7,4%, sendo promissores para o controle glicêmico em atletas e indivíduos com necessidades metabólicas específicas. Os resultados foram discutidos à luz de evidências recentes sobre os efeitos positivos do consumo da batata-doce na saúde intestinal, metabolismo lipídico, estresse oxidativo e resposta inflamatória. As análises reforçam a relevância da batata-doce como alimento estratégico para a segurança alimentar, destacando seu valor nutricional, fácil cultivo e versatilidade culinária. Conclui-se que a seleção e valorização de genótipos com características funcionais específicas pode contribuir para o fortalecimento da agricultura familiar e para a promoção da saúde pública e da nutrição esportiva.

Palavras-chave: Amido resistente; Carotenoides; Antioxidantes;
Nutrição esportiva; Saúde intestinal.

FUNCTIONAL POTENTIAL OF SWEET POTATO: CONTRIBUTIONS TO THE IMMUNE SYSTEM AND PHYSICAL PERFORMANCE

ABSTRACT: Sweet potato (Ipomoea batatas L.) has emerged as a functional food due to its rich composition of bioactive compounds such as carotenoids, dietary fiber, and resistant starch. This study aimed to evaluate the nutritional and functional properties of different sweet potato genotypes, focusing on their potential to modulate imMune function and support physical performance, alongside an applied review of the current scientific literature. Physicochemical analyses of total carotenoids, resistant starch, and total antioxidant content were performed on root samples from 20 genotypes cultivated in Cruz das Almas and Maragogipe, Bahia State, Brazil. The genotypes showed variability in flesh color — including purple, orange, white, cream, and yellowish hues. Data means were grouped using the Scott-Knott clustering test. Carotenoid content ranged from 0.30 to 160.79 $\mu g \cdot g^{-1}$ of fresh pulp, with genotypes 10, 9, 11, and 17 (orange flesh) exceeding 100 $\mu g \cdot g^{-1}$, highlighting their potential as excellent sources of provitamin A. Antioxidant levels ranged from 0.84 to 14.34 µmol Trolox$\cdot g^{-1}$, with genotype 20 grouped separately in the “a” category, suggesting a high anthocyanin content. Other genotypes (12, 4, and 14) presented values of 4.11, 3.66, and 3.58 µmol Trolox$\cdot g^{-1}$, indicating potential use in post-exercise recovery and imMune support protocols. Resistant starch content ranged from 3.70% to 9.08%, resulting in 15 distinct statistical groups. Genotypes 13, 6, and 14 (white flesh) showed levels above 7.4%, indicating promise for glycemic control in athletes and individuals with specific metabolic needs. The results were discussed in light of recent evidence on the positive effects of sweet potato consumption on gut health, lipid metabolism, oxidative stress, and inflammatory response. This research reinforces the importance of sweet potato as a strategic food for food security, due to its nutritional value, ease of cultivation, and culinary versatility. It is concluded that selecting and enhancing genotypes with specific functional traits may contribute to strengthening family farming, public health, and sports nutrition.

Keywords: Resistant starch; Carotenoids; Antioxidants; Sports nutrition; Gut health

1. INTRODUÇÃO

A crescente busca por alimentos com propriedades funcionais e efeitos benéficos à saúde tem impulsionado pesquisas que integram características nutricionais e bioativas das espécies cultivadas, com destaque para raízes e tubérculos. A batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) representa um exemplo promissor nesse contexto, sendo amplamente cultivada no Brasil e reconhecida por sua adaptabilidade, acessibilidade e valor nutricional (Qin *et al*., 2022).

Rica em carboidratos complexos, fibras, carotenoides, antioxidantes e amido resistente, a batata-doce tem sido associada a benefícios diversos, como a melhora da saúde intestinal, redução do estresse oxidativo e modulação de parâmetros metabólicos e imunológicos (Duan *et al*., 2019; Bhatt; Patel, 2020). Além disso, estudos recentes demonstram seu potencial para a nutrição esportiva, por fornecer energia de forma equilibrada, favorecer o desempenho físico e contribuir para o controle da inflamação e do dano oxidativo induzido por exercícios intensos (Taherkhani *et al*., 2021; Stankiewicz *et al*., 2021).

As antocianinas apresentam propriedades medicinais amplamente estudadas, com evidências obtidas em experimentos *in vivo* e *in vitro*. Segundo Lila (2004), esses compostos bioativos oferecem proteção contra a clivagem do DNA e a peroxidação lipídica, processos que, quando exacerbados, podem levar à morte celular e ao desenvolvimento de doenças como o câncer. A peroxidação lipídica, por exemplo, resulta na degradação de lipídios das membranas celulares por espécies reativas de oxigênio (EROs), contribuindo para danos celulares e inflamações crônicas. Além disso, as antocianinas atuam na estabilização das membranas celulares, na redução da permeabilidade e fragilidade capilar, e apresentam efeito anti-inflamatório significativo. De acordo com He e Giusti (2010), essas substâncias também são capazes de inibir a proliferação de células cancerígenas e a formação de tumores, por meio de múltiplos mecanismos, incluindo a inibição de enzimas como a ciclooxigenase (COX) e sua potente atividade antioxidante.

Além de sua composição nutricional, a batata-doce roxa destaca-se pelo elevado teor de antocianinas, pigmentos naturais com potente atividade antioxidante capazes de combater o estresse oxidativo induzido pelo exercício físico intenso. Estudos demonstram que essas substâncias reduzem os níveis de malondialdeído

(MDA), aumentam a atividade de enzimas antioxidantes como a glutationa peroxidase (GPx), superóxido dismutase (SOD) e catalase (CAT), e promovem a neutralização de radicais livres por meio dos mecanismos de transferência de hidrogênio (HAT) e elétrons (SET), contribuindo para a atenuação da fadiga Muscular e proteção celular (Im *et al*., 2021; Elvana *et al*., 2016; Herawati *et al*., 2020; Li *et al*., 2019). Diante do crescente interesse por estratégias nutricionais que aliem saúde intestinal, desempenho físico e recuperação muscular, torna-se relevante investigar os efeitos funcionais da batata-doce roxa como alimento promotor de saúde e potencial aliado na nutrição esportiva.

Os tubérculos da batata-doce são naturalmente ricos em carotenoides, responsáveis pelas suas tonalidades amarela e alaranjada. A deficiência de vitamina A, particularmente em crianças pequenas e gestantes, está frequentemente associada à baixa ingestão de vitamina A e de β-caroteno. Nesse contexto, os carotenoides pró-vitamina A presentes em alimentos vegetais representam a principal fonte dessa vitamina, podendo contribuir com até 82% da ingestão total. Por outro lado, o consumo de fontes animais, como carne e peixe, tende a ser limitado em muitas populações devido ao seu custo elevado e menor acessibilidade (Van Jaarsveld *et al*., 2005; Islam *et al*., 2016). Assim, a batata-doce de polpa alaranjada, por seu alto teor de β-caroteno, surge como uma alternativa viável e promissora para o enfrentamento da deficiência de vitamina A.

Além de seu papel como precursor da vitamina A, o β-caroteno confere à batata-doce uma expressiva atividade antioxidante, com efeitos benéficos na proteção contra danos celulares, no retardo do envelhecimento e na modulação da resposta imunológica. Esses carotenoides atuam na neutralização de espécies reativas de oxigênio (EROs), protegendo os tecidos do estresse oxidativo, especialmente em situações de esforço físico intenso ou processos inflamatórios crônicos (Nabi *et al*., 2020; Khadim; Al-Fartusie, 2021).

Por sua vez, o amido resistente presente em determinadas variedades atua como prebiótico, promovendo a fermentação colônica e a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), que influenciam a homeostase intestinal e a imunorregulação (Trachsel *et al*., 2019). A ingestão de alimentos ricos em amido resistente e fibras fermentáveis tem sido associada à modulação positiva da microbiota intestinal, favorecendo a multiplicação de microrganismos benéficos e a síntese de AGCC com

efeitos anti-inflamatórios e imunomoduladores (Gibson *et al*., 2017; Muchiri; McCartney, 2017; Shen *et al*., 2018; Mohanty *et al*., 2018).

Além desses efeitos, o amido resistente contribui para a redução da velocidade de digestão e absorção da glicose, resultando em menor resposta insulínica e redução do índice glicêmico das refeições. Embora a batata-doce seja rica em carboidratos representando até 90% da matéria seca, com predominância de amilopectina e amilose, estudos indicam que seu consumo pode favorecer o controle glicêmico. A composição do amido, bem como a presença de açúcares como sacarose (em raízes cruas) e maltose (em raízes cozidas), influencia sua resposta metabólica (Kusano; Abe, 2010). Experimentos com variedades de batata-doce de casca branca demonstraram propriedades antidiabéticas significativas, sugerindo um potencial promissor na prevenção e controle do diabetes tipo 2, especialmente quando associadas a dietas equilibradas e com menor carga glicêmica.

Diante desse cenário, torna-se essencial explorar o potencial funcional da batata-doce por meio da avaliação experimental de diferentes genótipos, associada a uma revisão crítica da literatura que aprofunde o entendimento de seus efeitos sobre a saúde, o desempenho físico e a defesa antioxidante. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as propriedades nutricionais e funcionais de genótipos de batata-doce cultivados nos municípios de Cruz das Almas e Maragogipe no Recôncavo Baiano, com ênfase em seu potencial para a modulação do sistema imune e suporte ao desempenho físico, além de apresentar uma revisão aplicada da literatura científica atual.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.2. Análises físico-químicas

Foram utilizados 20 genótipos de batata-doce para a avaliação físico-química das raízes. As amostras foram coletadas em propriedades rurais localizadas nos povoados de Tuá, Batatã e Cadete (município de Cruz das Almas), e Bento Sardinha, Serraria e Maia (município de Maragogipe), ambos na região do Recôncavo Baiano. Para cada genótipo, foram selecionadas de três a cinco raízes, provenientes de ramagens distintas, de plantas com três a quatro meses de idade.

Tabela 1. Relação de genótipos de batata-doce coletados em localidades de Cruz das Almas e Maragogipe no Recôncavo baiano no ano agrícola de 2024

Amostra	Genótipo	Município	Localidade	Plantio	Coleta
Abóbora	1	Cruz das Almas	Tuá	junho	setembro
Abóbora	2	Maragogipe	Serraria	junho	setembro
Abóbora	3	Maragogipe	Bento Sardinha	fevereiro	maio
Balain	4	Cruz das Almas	Batatã	junho	setembro
Balain	5	Maragogipe	Bento Sardinha	fevereiro	maio
Balain	6	Cruz das Almas	Cadete	junho	abril
Branca	7	Maragogipe	Maia	abril	julho
Branca	8	Cruz das Almas	Boca da Mata	abril	agosto
Cenoura	9	Cruz das Almas	Batatã	junho	setembro
Cenoura	10	Maragogipe	Serraria	junho	setembro
Cenoura	11	Maragogipe	Bento Sardinha	fevereiro	maio
Creme	12	Cruz das Almas	Boca da Mata	abril	agosto
Ourin	13	Cruz das Almas	Tuá	junho	setembro
Ourin	14	Maragogipe	Bento Sardinha	fevereiro	maio
Queijo	15	Maragogipe	Bento Sardinha	fevereiro	maio
Roxa	16	Maragogipe	Bento Sardinha	fevereiro	maio
Roxa	17	Maragogipe	Maia	abril	julho
Roxa	18	Cruz das Almas	Boca da Mata	abril	agosto
Saia de Pano	19	Maragogipe	Bento Sardinha	fevereiro	maio
Polpa Roxa	20	Cruz das Almas	Boca da Mata	abril	agosto

A análises químicas mencionadas foram realizadas após a coleta, higienização e acondicionamento em sacos identificados após serem cortadas manualmente em cubos, e congelamento para preservação.

2.2 Avaliação físico-química

As análises físico-químicas foram realizadas no laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da EMBRAPA Mandioca e Fruticultura (LCTA) localizado em Cruz das Almas-BA, onde as amostras foram analisadas quanto à composição centesimal de: carboidratos, fibras, carotenoides e antioxidantes totais; e, nos laboratórios de Físico-química e de Analítica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano (IFBAIANO) – Campus Senhor do Bonfim, onde foi realizada a análise dos extratos de antioxidantes totais.

2.2.1 Análise de carotenoides totais

Amostras de raízes contendo entre 10 g e 25 g das raízes trituradas (dependendo da intensidade da cor da polpa) foram utilizadas, além de uma amostra reserva de 60 g. As amostras foram colocadas em potes de vidro com tampa e cobertas com papel alumínio para evitar o contato com a luz o máximo possível, a fim de prevenir a degradação dos carotenoides. As amostras foram então congeladas para posterior análise.

Para quantificar o teor de carotenoides, foi adotado o procedimento descrito pelo Manual Harvest Plus para Análise de Carotenoides (Rodriguez-Amaya e Kimura (2004). Os pigmentos das raízes trituradas foram extraídos pela trituração das amostras em um homogeneizador Ultra Turrax por três minutos, a fim de quebrar as células vegetais e, em seguida, permitir a extração dos carotenoides com aproximadamente 50 mL de acetona. A mistura de amostra e acetona foi filtrada em funil de Buchner com o auxílio de bomba de vácuo, e o resíduo retido no funil foi lavado com acetona até que não apresentasse mais coloração. O extrato contendo apenas o pigmento e acetona foi retido no balão de sucção e, em seguida, transferido para um funil de separação contendo éter de petróleo (cuja quantidade variou dependendo da cor da amostra); aproximadamente 250 mL de solução salina foram adicionados lentamente para induzir a separação das fases. A fase aquosa foi descartada e o procedimento de lavagem com solução salina foi repetido cinco vezes até que restassem apenas éter de petróleo e pigmento.

Este novo extrato foi filtrado através de um funil com lã de vidro e sulfato de sódio anidro para um balão volumétrico âmbar, onde seu volume foi completado com éter de petróleo. Uma alíquota de cada amostra foi retirada para determinação em um espectrofotômetro (UV-Vis Thermo Scientific, modelo Genesis 10S), ajustado para uma absorbância de 450 nm.

O teor de carotenoides totais (TCT) foi calculado utilizando a seguinte fórmula:

$$TCC\mu g.g^{-1} = \frac{A \times V(mL) + 10^4}{A_{1cm}^{1\%} \times P(g)}$$

Em que: A é a absorbância, $V(mL)$ é o volume total do extrato em mililitros, P(g) é o peso da amostra em gramas e $A_{1cm}^{1\%}$ é igual ao coeficiente de extinção do β-caroteno no éter de petróleo (2592).

2.2.2 Análise de amido resistente

A determinação de amido resistente (AR) foi realizada conforme protocolo enzimático adaptado para amostras de batata-doce, sem utilização de etanol. Inicialmente, os tubos de reação foram numerados de 1 a 3 e identificados com o nome das respectivas amostras. Em seguida, pesou-se 1 g de cada amostra triturada em tubos distintos. Amostras que apresentaram partículas grandes foram peneiradas em peneira ABNT 60 (60 mesh, 250 µm).

A cada tubo foram adicionados 10 mL da solução KCl-HCl 0,2 M (pH 1,5) e 0,1 mL de solução de pepsina, com o objetivo de remover proteínas residuais. Os tubos foram incubados em shaker incubadora a 40 °C por 1 hora, sob agitação de 350 rpm. Após esse período, as amostras foram resfriadas à temperatura ambiente.

Em seguida, adicionaram-se 9 mL de tampão trismaleato 0,1 M (pH 6,9) e 1 mL da solução de α-amilase (40 mg mL^{-1} em tampão trismaleato pH 6,9), sendo os tubos incubados novamente a 37 °C por 16 horas, sob agitação de 350 rpm, para hidrólise do amido digerível.

Após a digestão, as amostras foram centrifugadas a 3.100 g por 15 minutos a 25 °C. O sobrenadante foi descartado imediatamente para evitar a perda do resíduo contendo o AR. O resíduo foi lavado com 10 mL de água destilada, centrifugado novamente nas mesmas condições, e o sobrenadante descartado.

Para a solubilização do AR, adicionaram-se 3 mL de água destilada aos tubos e a um tubo branco (controle negativo), seguidos de homogeneização em agitador tipo vórtex. Em seguida, adicionaram-se 3 mL de KOH 2 M e os tubos foram colocados em placa agitadora por 30 minutos à temperatura ambiente, sob agitação de 350 rpm.

Posteriormente, adicionaram-se aos tubos 5,5 mL de uma solução de HCl 1 M + 148 mL de solução HCl 1:1, 3 mL de tampão acetato de sódio 0,4 M (pH 4,75) e 80 µL de amiloglucosidase. Antes da adição da enzima, o pH do tubo branco foi verificado, garantindo-se que estivesse entre 4,0 e 5,0.

A hidrólise do AR foi conduzida a 60 °C por 45 minutos em incubadora shaker a 350 rpm. Ao final, as amostras foram centrifugadas a 3.100 g por 15 minutos a 25 °C, e o sobrenadante foi transferido para balões volumétricos de 50 mL. Os resíduos foram lavados com 10 mL de água destilada, centrifugados novamente, e os novos sobrenadantes foram combinados aos anteriores. O volume final foi completado com água destilada e homogeneizado.

Para a quantificação da glicose liberada, foram utilizados tubos de ensaio nos quais se adicionaram 20 µL de amostra e 2 mL do reagente enzimático do kit enzimático comercial. Foram preparados também um branco com água destilada (Ba), um branco com o sobrenadante do tubo controle (Bb) e um padrão (Bp), todos seguindo o mesmo volume. Os tubos foram homogeneizados em vórtex, incubados em banho-maria a 37 °C por 10 minutos e resfriados em água corrente.

A leitura da absorbância foi realizada em espectrofotômetro (UV-Vis Thermo Scientific, modelo Genesis 10S) a 505 nm, utilizando o branco com água como referência. A estabilidade da coloração foi mantida por até 60 minutos após a reação.

2.2.3 Análise de antioxidantes totais

A atividade antioxidante total foi determinada utilizando o método baseado na captura do radical livre $ABTS^{\cdot+}$, conforme descrito por Re *et al*. (1999), com adaptações. Após a coleta e higienização, as amostras de batata-doce foram processadas por meio de corte em cubos e trituração. Em seguida, foi pesada uma alíquota de 1 g da amostra para preparo dos extratos, com três repetições por genótipo.

O preparo dos extratos consistiu em duas etapas sucessivas. Primeiramente, 1 g da amostra foi transferido para um béquer de 50 mL, onde foram adicionados 15 mL de solução de metanol a 50%. A mistura foi homogeneizada e mantida em repouso à temperatura ambiente por 60 minutos. Em seguida, foi centrifugada a 11.000 rpm por 30 minutos. O sobrenadante foi filtrado e transferido para um balão volumétrico de 50 mL. Posteriormente, ao resíduo da primeira extração, foram adicionados 15 mL de

acetona a 70%, seguindo-se os mesmos procedimentos anteriores de homogeneização, repouso, centrifugação e filtração. O segundo sobrenadante foi reunido ao primeiro, completando-se o volume do balão com água destilada. Os extratos foram preparados em duplicata, armazenados sob congelamento, protegidos da luz e devidamente identificados.

As soluções utilizadas na análise incluíram: solução de metanol 50%, solução de acetona 70%, solução estoque de ABTS (7 mM), solução de persulfato de potássio (140 mM), e a solução do radical $ABTS^{\cdot+}$, preparada pela reação entre ABTS e persulfato de potássio, mantida em repouso por 16 horas no escuro, à temperatura ambiente, e utilizada no mesmo dia da análise, após diluição em etanol.

A curva-padrão foi construída com a substância antioxidante Trolox. Para isso, foi preparada uma solução padrão de Trolox (12,5 mg/25 mL), sendo utilizados 5 mg diluídos em etanol até o volume de 10 mL. Em ambiente escuro, foram pipetados 150 µL das soluções-padrão de Trolox (concentrações entre 25 e 300 µM) em tubos de ensaio, seguidos da adição de 3 mL da solução de $ABTS^{\cdot+}$. Após homogeneização em agitador de tubos, o tempo de reação foi fixado em 6 minutos para posterior leitura em espectrofotômetro a 734 nm.

Para análise dos extratos, foram preparadas três diluições conforme a Tabela 2, com diferentes proporções de extrato e água destilada (300:700 µL, 200:800 µL e 50:950 µL), correspondendo às concentrações de 600, 400 e 100 µM, respectivamente. Para cada diluição, foram utilizados 3 tubos de ensaio (triplicata), nos quais foram adicionados 3 mL da solução de $ABTS^{\cdot+}$. O tempo de reação de cada amostra foi rigorosamente controlado, com intervalo de dois minutos entre cada leitura em espectrofotômetro (UV-Vis Fento, modelo Cirrus 80), ajustado para uma absorbância de 734 nm.

Tabela 2. Preparo das diluições dos extratos para análise antioxidante.

Volume do extrato (µL)	**Volume de água (µL)**	**Concentração estimada (µM)**
300	700	600
200	800	400
50	950	100

A absorbância das amostras foi comparada com a curva-padrão de Trolox e os resultados expressos em µM de equivalentes de Trolox por grama de amostra.

As variáveis físico-químicas foram submetidas à análise de variância (ANOVA), considerando o delineamento inteiramente casualizado. O agrupamento das médias dos genótipos foi realizado pelo critério de Scott-Knott, por meio da função SK() do pacote ScottKnott (Jelihovschi *et al*., 2014), utilizando o software R, versão 4.4.1 (R Core Team, 2025). As médias foram representadas graficamente por meio de diagramas de barras, elaborados com os pacotes ggplot2 (Wickham, 2016) e ggpubr (Kassambara, 2020), do mesmo ambiente estatístico.

2.3 Descrição da revisão de literatura

Foi conduzida uma revisão de literatura, com ênfase na relação entre os compostos bioativos presentes na batata-doce especialmente carotenoides, antioxidantes e amido resistente e seus efeitos sobre o sistema imunológico e o desempenho físico. A busca bibliográfica foi realizada nas bases Scopus, PubMed, SciELO e Google Scholar, utilizando os descritores: batata-doce, carotenoides, antioxidantes, amido resistente, imunidade, exercício físico e alimentos funcionas. Foram incluídos artigos publicados entre 2020 e 2025.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Teor de carotenoides totais

Os teores de carotenoides totais nos 20 genótipos de batata-doce avaliados apresentaram ampla variação, com valores médios oscilando entre 0,31 µg/g (genótipo Polpa Roxa, nº 20) e 151,69 µg/g (genótipo Cenoura, nº 11), conforme agrupamento de Scott-Knott (Figura 1).

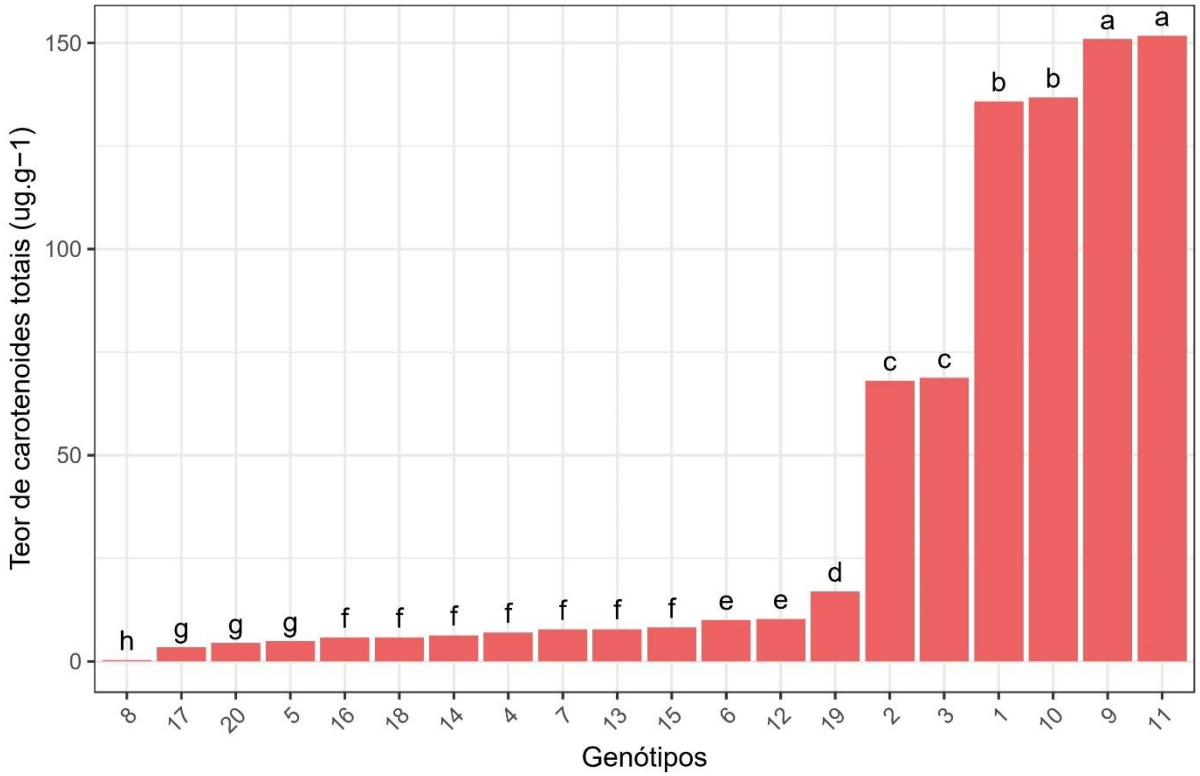


Figura 1. Agrupamento de genótipos de batata-doce quanto ao teor de carotenoides totais (TCT), em μg·g⁻¹ de polpa fresca, com base no teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Os genótipos foram coletados em 2024, em localidades dos Municípios de Cruz das Almas e Maragogipe, na região do Recôncavo Baiano. Letras distintas indicam grupos estatisticamente diferentes entre si.

Os genótipos com maior acúmulo de carotenoides totais (grupo a) foram os de polpa alaranjada: Cenoura (nº 11), Cenoura (9) e Cenoura (nº 10). Estes resultados corroboram a associação entre a coloração alaranjada da polpa e o elevado conteúdo de carotenoides, especialmente β-caroteno, um precursor da vitamina A (Haskell *et al*., 2005; Tanumihardjo *et al*., 2017).

Os genótipos Abóbora (nº 1 e 2), também com polpa alaranjada, foram agrupados no segundo grupo mais elevado (grupo b), com valores próximos a 135 μg/g, indicando um bom potencial funcional. Por outro lado, genótipos com polpa branca ou creme, como Queijo (nº 15), Ourin (nº 13), Branca (nº 8) e Balain (nº 4–6), apresentaram baixos teores de carotenoides, agrupados nas classes inferiores (f a h).

O genótipo Polpa Roxa (nº 20), de polpa roxa intensa, apresentou o menor teor de carotenoides totais (0,31 µg/g), o que era esperado, visto que a cor roxa está mais relacionada à presença de antocianinas do que de carotenoides.

De maneira geral, os genótipos Cenoura e Abóbora se destacaram como os mais promissores em termos de acúmulo de carotenoides totais, sendo indicados para utilização em programas de melhoramento genético com foco na biofortificação e no desenvolvimento de alimentos funcionais voltados à prevenção da hipovitaminose A.

3.2. Teor de antioxidantes

Os resultados obtidos para o teor de antioxidantes totais revelaram diferença significativa entre os genótipos, com destaque para o genótipo Polpa Roxa (nº 20), que apresentou o maior valor médio (14,34 µM Trolox·g^{-1}), formando grupo distinto (a) segundo o teste de Scott-Knott (Figura 2). Este resultado está de acordo com a coloração roxa intensa da polpa desse genótipo, típica de materiais com alto acúmulo de antocianinas, compostos fenólicos com reconhecida atividade antioxidante (Teow *et al*., 2007; Truong *et al*., 2018).

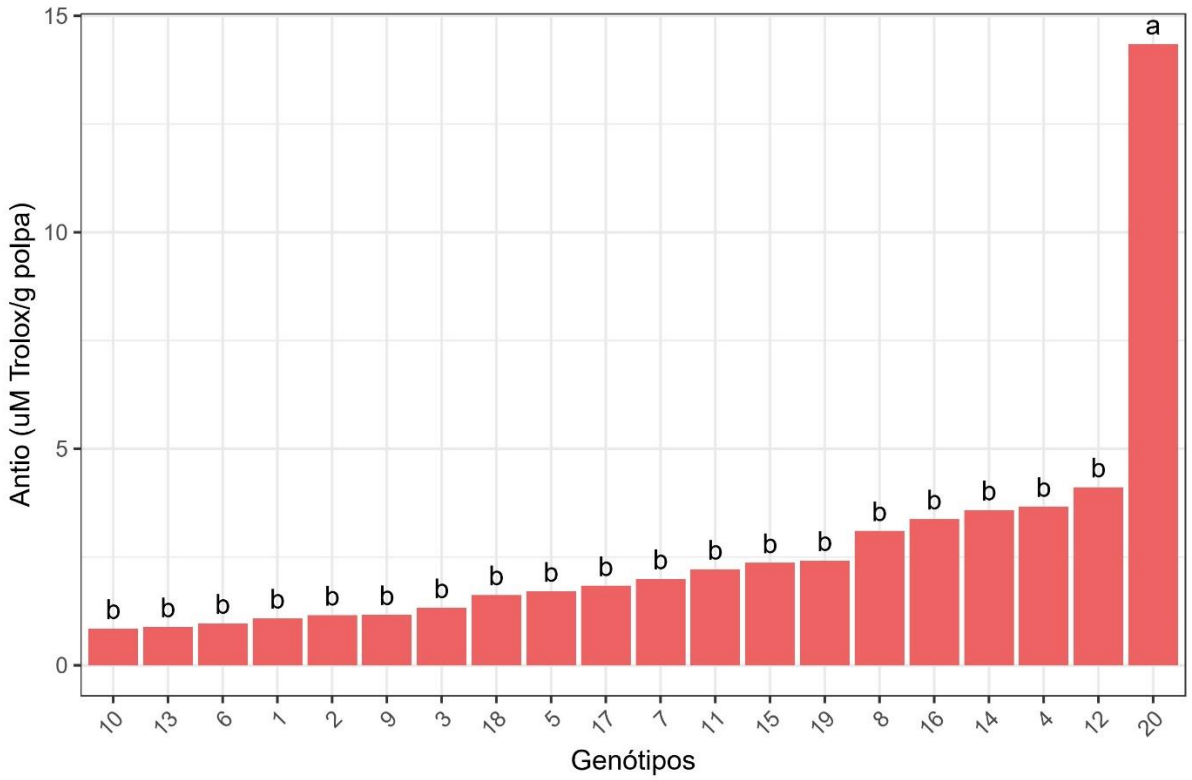


Figura 2. Agrupamento de genótipos de batata-doce quanto ao teor de Antioxidantes totais (Antio), em μM Trolox·g⁻¹ de polpa fresca, com base no teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Os genótipos foram coletados em 2024, em localidades dos Municípios de Cruz das Almas e Maragogipe, na região do Recôncavo Baiano. Letras distintas indicam grupos estatisticamente diferentes entre si.

Os demais genótipos foram agrupados no grupo “b”, com valores significativamente inferiores, variando de 0,84 a 4,11 μM Trolox·g⁻¹, indicando um contraste marcante com o genótipo Polpa Roxa. Dentro desse grupo, destaca-se o genótipo Creme (nº 12), com 4,11 μM Trolox·g⁻¹, seguido de alguns genótipos de polpa branca e creme, como Balain (nº 4), Ourin (nº 14), Roxa (nº 16) e Branca (nº 8), com teores entre 3,10 e 3,66 μM Trolox·g⁻¹.

Os genótipos de polpa alaranjada Abóbora (nº 1–3) e Cenoura (nº 9–11) apresentaram baixos teores de antioxidantes totais, com valores inferiores a 2,21 μM Trolox·g⁻¹, reforçando a ideia de que a coloração alaranjada está mais associada à presença de carotenoides, e não necessariamente a compostos fenólicos com ação antioxidante direta.

Assim, o genótipo Polpa Roxa evidencia-se como material funcional promissor, especialmente para estratégias de biofortificação voltadas ao aumento da capacidade antioxidante, com potencial uso em dietas que visam à prevenção do estresse oxidativo e doenças crônicas associadas.

3.3. Teor de amido resistente

Houve diferença significativa entre os genótipos quanto ao teor de amido resistente, com a formação de 18 grupos distintos segundo o teste de Scott-Knott (Figura 3). O genótipo Ourin (nº 13) apresentou o maior valor médio (9,08%), sendo o único alocado no grupo a, demonstrando elevado potencial para aplicações nutricionais voltadas ao controle glicêmico e à saúde intestinal.

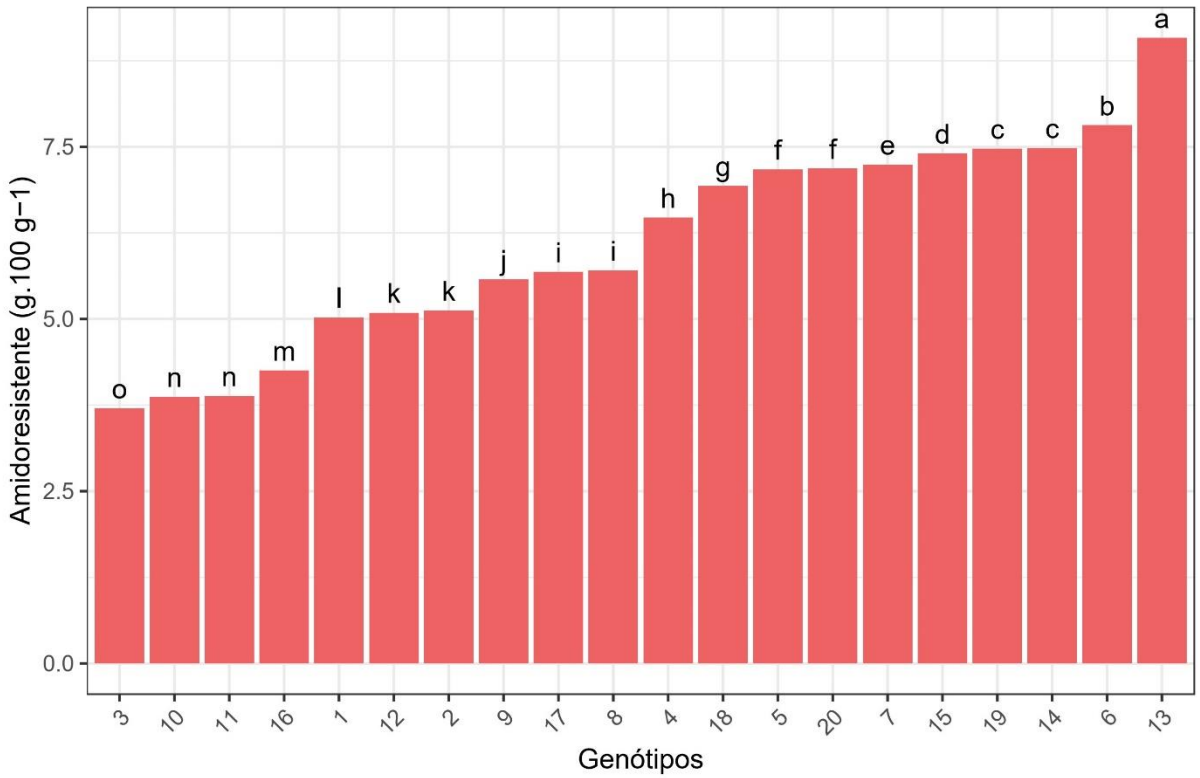


Figura 3. Agrupamento de genótipos de batata-doce quanto ao teor de Amido resistente (AR), em g·100 g^{-1} de polpa fresca, com base no teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Os genótipos foram coletados em 2024, em localidades dos Municípios de Cruz das Almas e Maragogipe, na

região do Recôncavo Baiano. Letras distintas indicam grupos estatisticamente diferentes entre si.

Na sequência, destacam-se os genótipos Balain (nº 6) com 7,81% (grupo b), Ourin (nº 14) e Saia de Pano (nº 19) com valores próximos (7,48% e 7,47%, respectivamente – grupo c). Esses genótipos, com teores superiores a 7%, podem ser considerados materiais interessantes para fins funcionais, especialmente no desenvolvimento de produtos de baixo índice glicêmico.

Os genótipos Queijo (nº 15) e Branca (nº 7) também apresentaram teores relevantes (7,40% e 7,24%), porém classificados em grupos distintos (d e e), evidenciando a variação intrínseca entre os acessos.

O genótipo Polpa Roxa (nº 20), apesar de ter se destacado quanto aos antioxidantes, apresentou teor intermediário de amido resistente (7,18%), ocupando o grupo f. Já os genótipos com menores teores foram Cenoura (nº 9), Cenoura (nº 10) e Cenoura (nº 11), com valores abaixo de 4%, compondo os grupos n e o. Tais genótipos, com alta coloração laranja e maior teor de carotenoides, demonstraram uma tendência inversa em relação ao acúmulo de amido resistente.

A ampla variação observada sugere potencial para seleção de genótipos com diferentes perfis funcionais, sendo possível selecionar materiais com alto teor de amido resistente visando produtos com propriedades prebióticas e menor impacto glicêmico.

3.4. COMPOSTOS BIOATIVOS DA BATATA-DOCE: IMPLICAÇÕES PARA A MODULAÇÃO IMUNE, DESEMPENHO FÍSICO E A NUTRIÇÃO ESPORTIVA

A batata-doce destaca-se como um alimento funcional promissor, especialmente no contexto da promoção da saúde e fortalecimento do sistema imunológico. No presente estudo, foi demonstrada ampla variabilidade físico-química entre genótipos regionais cultivados no Recôncavo Baiano, destacando os teores de carotenoides, antioxidantes e amido resistente, componentes intimamente ligados à modulação da imunidade, ao combate ao estresse oxidativo e à melhora do

metabolismo energético. Este capítulo discute, como esses compostos podem contribuir para a saúde, com ênfase em contextos de prática de exercícios físicos.

Os carotenoides são pigmentos naturais que conferem colorações à polpa da batata-doce (amarela, alaranjada, roxa) e apresentam função antioxidante, além de atuarem como precursores da vitamina A fundamental para a função imunológica, a integridade das Mucosas e a visão (Almeida *et al*., 2022). Estudos apontam que carotenoides exercem ação anti-inflamatória, imunomoduladora e preventiva de doenças crônicas (Bhatt; Patel, 2020; Nabi *et al*., 2020), com apoio in vitro e in vivo em fenômenos de estresse oxidativo e regulação imunológica (Khadim; Al‑Fartusie, 2021).

Neste estudo, os teores de carotenoides variaram de 0,30 a 160,79 $\mu g \cdot g^{-1}$ de polpa fresca, com cinco grupos distintos pelo teste de Scott‑Knott. Destaques para os genótipos nº 10 (Cenoura), nº 9 (Cenoura), nº 11 (Cenoura) e nº 17 (Roxa), de polpa alaranjada que superaram 100 $\mu g \cdot g^{-1}$ sendo excelentes fontes de provitamina A. Essa concentração reforça o potencial desses genótipos para prevenir hipovitaminose A em populações vulneráveis, que frequentemente apresentam imunossupressão e maior risco de infecções. Em contextos esportivos, a ingestão desses carotenoides pode apoiar a integridade imunológica, reduzir infecções respiratórias e favorecer a recuperação muscular (Kumar; Kawade, 2023).

Durante o exercício intenso, a produção de espécies reativas de oxigênio (ERO) aumenta, promovendo estresse oxidativo, inflamação e danos celulares. Neste cenário, alimentos ricos em antioxidantes naturais são recomendados para modular a resposta oxidativa. Entre eles, as antocianinas e flavonoides da batata-doce roxa destacam-se (Nurdjanah *et al*., 2022; Frestasya; Pangsibidang, 2024). A pesquisa revelou variação de 0,84 a 14,34 µmol Trolox$\cdot g^{-1}$ em antioxidantes totais; o genótipo nº 20 foi amplamente superior agrupado isoladamente no grupo “a”, sugerindo alta concentração de antocianinas. Os genótipos nº 12 (Creme), nº 4 (Balain), nº 14 (Ourin) apresentaram níveis de 4,11, 3,66 e 3,58 µmol Trolox$\cdot g^{-1}$, com potencial uso em protocolos de recuperação pós-exercício e suporte imune.

O amido resistente, uma fração não digerível do amido fermentada no cólon, promove melhora da sensibilidade à insulina, saciedade, redução inflamatória e modulação da microbiota, influenciando diretamente o eixo intestino-imunidade (Chen

et al., 2019; Escobar‑Puentes *et al*., 2022). Os teores de amido variaram entre 3,70 % e 9,08 %, resultando em quinze grupos estatísticos, com os genótipos nº 13 (Ourin), nº 6 (Balain) e nº 14 (Ourin) de polpa branca apresentando >7,4 %, sendo promissores para controle glicêmico em atletas e populações com necessidades metabólicas específicas. Como apontado por Trachsel *et al*. (2019), a fermentação do amido resistente por bactérias colônicas promove ácidos graxos de cadeia curta, crucial para integridade da barreira intestinal e regulação imune.

A integração dos atributos funcionais (carotenoides, antioxidantes e amido resistente) permitiu identificar diferentes perfis entre os genótipos. O genótipo nº 20 (Polpa roxa) apresentou alto teor de antioxidantes e bom rendimento em amido resistente, sendo considerado um genótipo promissor. Os genótipos nº 10 (Cenoura) e nº 11 (Cenoura) apresentaram altos teores de carotenoides e valores moderados de antioxidantes e amido resistente. Já os genótipos nº 13 (Ourin) e nº 6 (Balain) se destacaram por altos teores de amido resistente, enquanto os genótipos nº 4 (Balain), nº 14 (Ourin) e nº 12 (Creme) apresentaram teores intermediários de antioxidantes e amido resistente. Esses perfis permitem direcionar usos diferentes dos genótipos conforme demandas nutricionais e fisiológicas do público, fortalecendo a alimentação funcional personalizada (Cartabiano‑Leite; Porcu; De Casas, 2020).

Em síntese, os resultados reforçam o papel da batata-doce regional como alimento funcional de alto valor, com aplicabilidade na nutrição esportiva, prevenção nutrigenômica e segurança alimentar. A seleção de genótipos específicos pode contribuir para integrar melhoramento genético, políticas de saúde pública e práticas alimentares orientadas à saúde.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. E. F. de *et al*. Caracterização físico-química de batata-doce (Ipomoea batatas L.) com potencial para alimentação funcional. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 24, n. 3, p. 201–211, 2022. DOI: 10.15871/1517-8595/rbpa.

BHATT, T.; PATEL*, K.. Carotenoids: potent to prevent diseases review.* ***Natural Products and Bioprospecting***, v. 10, p. 109–117, 2020. DOI: 10.1007/s13659‑020‑00244‑2.

CARTABIANO-LEITE, T. S.; PORCU, O. M.; DE CASAS, M. I. Propriedades funcionais da batata-doce: revisão integrativa. **Revista Saúde (Santa Maria)**, v. 46, n. 1, p. 1–15, 2020. DOI: 10.5902/2236583460412.

DUAN, Y. *et al*. *Nutritional and functional properties of sweet potato leaves: A review.* ***Food Reviews International***, v. 35, n. 5, p. 412–426, 2019. https://doi.org/10.1080/87559129.2018.1559647

ELVANA, A., *et al*. (2016). *Effect of purple sweet potato (Ipomoea Batatas L.) extract on Glutathione Peroxidase (GPx) activities in hepatic house mice (Mus Musculus) after maxiMum physical exercise.* ***Indonesian Journal of Medicine***,01(02), 116–120. Federativas e Municípios do Brasil. Disponível em: Acesso em: 05 fev. *2024.* https://doi.org/10.26911/theijmed.2016.01.02.05

ESCOBAR-PUENTES, A. A. et al. Sweet potato (Ipomoea batatas L.) phenotypes: from agroindustry to health effects. ***Foods***, p. 1–8, abr. 2022. Disponível em: https://doi.org/10.3390/foods11071058. Acesso em: 25 jul. 2025.

FRESTASYA, L. PANGSIBIDANG R. *Purple sweet potato antioxidantsfor oxidative stress caused by intense physical exercise.* ***Pharmacy Education***, v.24. n. 6, p., p. 128 – 133, 2024. https://doi.org/10.46542/pe.2024.246.128133

GIBSON, G. R. *et al*. *Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics.* ***Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology***, v. 14, p. 491–502, 2017.

HE, J.; GIUSTI, M. M. *Anthocyanins: natural colorants with health-promoting properties.* ***Annual Review of Food Science and Technology***, Palo Alto, v. 1, p. 163–187, 2010. DOI: 10.1146/annurev.food.080708.100754.

HERAWATI, E. R. N., *et al*. (2020). *Protective effects of anthocyanin extract from purple sweet potato (Ipomoea batatas L.) on blood MDA levels, liver and renal activity, and blood pressure of hyperglycemic rats.* ***Preventive Nutrition and Food Science***, 25(4), 375–379. https://doi.org/10.3746/pnf.2020.25.4.375

ISLAM, S. N. *et al*. *Carotenoids and β-carotene in orange fleshed sweet potato: A possible solution to vitamin A deficiency.* ***Food Chemistry***, v. 199, p. 628-631, 2016.

JELIHOVSCHI, E.G.; FARIA, J.C; ALLAMAN, I.B. *ScottKnott: a package for performing the Scott-Knott clustering algorithm in R.* ***Trends in Applied and Computational Mathematics***, São Carlos, v. 15, n. 1, p. 3–17, 2014. Disponível em: https://tema.sbmac.org.br/tema/article/view/646/643. Acesso em: 20 jul. 2025.

KASSAMBARA, A. *ggpubr: 'ggplot2' Based Publication Ready Plots*. Versão 0.4.0. 2020. Disponível em: https://CRAN.R-project.org/package=ggpubr. Acesso em: 20 jul. 2025.

KHADIM, R. M.; AL‐FARTUSIE, F. S. *Antioxidant vitamins and their effect on immune system.* ***Journal of Physics: Conference Series***, v. 1853, p. 012065, 2021. DOI: 10.1088/1742‐6596/1853/1/012065.

KUMAR, R.; KAWADE, R. *Bioactive compounds of sweet potato and their role in enhancing imunity and exercise performance: A review.* ***Current Research in Food Science****,* v. 6, p. 100416, 2023. https://doi.org/10.1016/j.crfs.2023.100416.

KUSANO, S.; ABE, H. *Antidiabetic activity of white skinned sweet potato (Ipomoea batatas L.) in obese Zucker fatty rats.* ***Biological and pharmaceutical bulletin***, v. 23, n. 1, p. 23-26, 2000.

LI, S., FASIPE, B., LAHER, I. *Potential harms of supplementation with high doses of antioxidants in athletes.* ***Journal of Exercise Science & Fitness***. V.20, p. 269-275, 2022. https://doi.org/10.1016/j.jesf.2022.06.001

LILA, M. A. *Anthocyanins and human health: an in vitro investigative approach.* ***BioMed Research International***, v. 2004, n. 5, p. 306-313, 2004.

LM, Y. R.; KIM, I.; LEE, J.. *Phenolic composition and antioxidant activity of purple sweet potato (Ipomoea batatas (L.) Lam.): Varietal comparisons and physical*

distribution. ***Antioxidants,*** v. 10, n. 3, p. 462, 2021. https://doi.org/10.3390/antiox10030462

NABI, F. *et al*. *Health benefits of carotenoids and potential application in poultry industry: A review.* ***Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition***, v. 104, n. 6, p. 1809–1818, 2020. https://doi.org/10.1111/jpn.13375

NURDJANAH, S. *et al*. Antioxidant activity and phytochemical profile of purple sweet potato cultivars. ***Food Research***, v. 6, n. 3, p. 99–107, 2022. DOI: 10.26656/fr.2017.6(3).139.

QIN, Y.; *et al*. *Sweet potato as a functional food: An overview of current evidence and future prospects.* ***Food Reviews International***, v. 38, n. 1, p. 68–92, 2022. https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1737704

R CORE TEAM. R**:** *A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing*, Vienna, Áustria. 2025. Disponível em: <http://www.R-project.org/>.

RE, R. *et al*. *Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay.* ***Free Radical Biology and Medicine***, [S.l.], v. 26, n. 9-10, p. 1231–1237, 1999. DOI: 10.1016/S0891-5849(98)00315-3.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. *HarvestPlus handbook for carotenoid analysis*. Washington: IFPRI, 2004. 58p

STANKIEWICZ, B. *et al*. *Effects of antioxidant supplementation on oxidative stress balance in young footballers- a randomized double-blind trial.* ***Journal of the International Society of Sports Nutrition****.* p. 1-11, jun 2021. Doi: 10.1186/s12970-021-00447-z.

TAHERKHANI, S.; RAEISI, S.; MALEKI, A.; HAKIMIAN, P.; HEIDARI-BAGHBADERANI, M. *The effect of antioxidant supplementation on oxidative stress and Muscle damage after exercise: A meta-analysis.* ***Journal of Sports Sciences***, v. 39, n. 6, p. 695–705, 2021. https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1835220

TEOW, C. C., *et al*. *Antioxidant activities, phenolic and beta-carotene contents of sweet potato genotypes with varying flesh colours.* ***Food Chemistry***, 103(3), 829–838, 2007. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.09.033

TRACHSEL, J. *et al*. *Dietary resistant potato starch alters intestinal microbial communities.* ***Frontiers in Immunology***, v. 10, p. 1381, 2019. https://doi.org/10.3389/fimMu.2019.01381

TRUONG, V. D., *et al*(2018). *Processing and nutritional quality of sweetpotato products. In Sweet Potato: Chemistry, Processing and Nutrition* (pp. 241–267). CRC Press

VAN JAARSVELD, P. J. *et al*. *β-Carotene–rich orange-fleshed sweet potato improves the vitamin A status of primary school children assessed with the modified-relative-dose-response test1–3.* ***The American journal of clinical nutrition***, v. 81, n. 5, p. 1080-1087, 2005.

WICKHAM, H. ggplot2: *Elegant graphics for data analysis. New York: Springer-Verlag*, 2016. Disponível em: https://ggplot2.tidyverse.org. Acesso em: 20 jul. 2025.