

ANDRÉIA AMARIZ

**QUALIDADE, COMPOSTOS BIOATIVOS E
ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE FRUTOS DE
ACESSOS DE JERIMUM DE LEITE (*Cucurbita
moschata*) PERTENCENTES AO BANCO ATIVO
DE GERMOPLASMA DE CUCURBITÁCEAS DA
EMBRAPA SEMIÁRIDO**

MOSSORÓ-RN, 2011

ANDRÉIA AMARIZ

**QUALIDADE, COMPOSTOS BIOATIVOS E
ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE FRUTOS DE
ACESSOS DE JERIMUM DE LEITE (*Cucurbita
moschata*) PERTENCENTES AO BANCO ATIVO
DE GERMOPLASMA DE CUCURBITÁCEAS DA
EMBRAPA SEMIÁRIDO**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Fitotecnia da Universidade Federal
Rural do Semiárido, como
requisito para obtenção do título de
Mestre. Área de concentração:
Agricultura Tropical, com linha de
pesquisa em Bioquímica,
Fisiologia e Tecnologia Pós-
colheita.

MOSSORÓ-RN, 2011

ANDRÉIA AMARIZ

**QUALIDADE, COMPOSTOS BIOATIVOS E
ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE FRUTOS DE
ACESSOS DE JERIMUM DE LEITE (*Cucurbita
moschata*) PERTENCENTES AO BANCO ATIVO
DE GERMOPLASMA DE CUCURBITÁCEAS DA
EMBRAPA SEMIÁRIDO**

ORIENTADOR: PROF. DR. RICARDO ELESBÃO ALVES

CO-ORIENTADORA: DRA. MARIA AUXILIADORA COELHO DE LIMA

MOSSORÓ-RN, 2011

ANDRÉIA AMARIZ

**QUALIDADE, COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE
ANTIOXIDANTE DE FRUTOS DE ACESSOS DE JERIMUM DE LEITE
(*Cucurbita moschata*) PERTENCENTES AO BANCO ATIVO DE
GERMOPLASMA DE CUCURBITÁCEAS DA EMBRAPA SEMIÁRIDO**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal Rural do
Semiárido, como parte dos
requisitos para obtenção do título
de Mestre em Agronomia:
Fitotecnia, Área de concentração:
Agricultura Tropical, Linha de
pesquisa: Bioquímica, Fisiologia e
Tecnologia Pós-Colheita.

APROVADA EM: 21/02/11



Pesq. D.Sc. Ricardo Elesbão Alves – Embrapa Agroindústria Tropical/UFERSA
Orientador



Pesq. D.Sc. Maria Auxiliadora Coelho de Lima – Embrapa Semiárido
Co-orientadora



Prof. Dr. Leilson Costa Granjeiro – UFERSA/CAPEs



Pesq. Dra. Maria do Socorro Moura Rufino – UFC/DETAL/CAPEs

**Ficha catalográfica preparada pelo setor de classificação e catalogação da
Biblioteca “Orlando Teixeira” da UFERSA**

A485q Amariz, Andréia.

Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante de frutos de acessos de jerimum de leite (*Cucurbita moschata*) pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido. / Andréia Amariz. -- Mossoró, 2011.

133f. il.

Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

Orientador: Prof^o.Dr. Ricardo Elesbão Alves.

Co-orientadora: Dra. Maria Auxiliadora Coêlho de Lima.

1.Abóbora. 2.Diversidade Genética. 3.Ação antioxidante.
4.Descriptores. I.Título.

CDD: 635.62

Bibliotecária: Marilene S. de Araújo
CRB/ 5 1013

Aos meus familiares, em especial à minha mãe, meu pai (*in memorian*), avós, tios, primos, e aos tios Manoel Assis do Nascimento (*in memorian*) e Maria das Graças Amariz (*in memorian*), pelo apoio em todos os momentos.

Dedico.

À minha mãe Mariza Maria do Nascimento, ao meu pai José Coelho de Amariz (*in memorian*), e meu avô Aderval do Nascimento (*in memorian*), admiráveis por toda dedicação e amor a mim conferidos, e por me ensinarem a agir com cautela e a falar somente quando as palavras sejam tão suaves como o silêncio.

Ofereço.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela sua infinita bondade e misericórdia, e por fortalecer-me na árdua luta para atingir um dos meus objetivos: tornar-me mestra.

Aos meus pais, José Coelho de Amariz (*In Memoriam*) e Mariza Maria do Nascimento, pelo amor incondicional e irrestrito, e por terem me dado à vida, ensinando-me a vivê-la com dignidade e incentivando-me na busca deste tão sonhado objetivo. Amo vocês.

À minha família, por acreditar que eu conseguiria vencer mais uma etapa.

À Universidade Federal Rural do Semiárido, em especial aos componentes do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, por todos os conhecimentos compartilhados durante a realização do curso.

À CAPES, pela concessão de bolsa de estudos para realização do mestrado.

À Embrapa, pelo aporte financeiro ao projeto de pesquisa no qual este trabalho de dissertação de mestrado estava inserido, e por disponibilizar a estrutura necessária ao experimento.

Ao meu orientador, Prof. D. Sc. Ricardo Elesbão Alves, por todo incentivo e apoio durante o curso.

À minha co-orientadora, D. Sc. Maria Auxiliadora Coêlho de Lima, pelos ensinamentos, empenho na condução das análises, confiança, amizade, paciência e incentivo ao meu trabalho.

À M. Sc. Rita Mércia Estigarribia Borges, por sua colaboração durante todo o experimento, assim como as bolsistas Nadja Pollyana, Érica e Ozana.

A todos do Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita da Embrapa Semiárido, principalmente Ana Carolina, Edna, Ana Cristina, Joviniano, Ana Cláudia,

Edjanara, Sormani, Rosejane e Danielly, pelo apoio e convivência amigável durante a realização das análises.

Aos meus amigos, em especial a Suêda, Geisa, Thalita, Fabrício, Cláudia, Mônica, Laiane, Bernardo, Márcio, Dijalma, a todos que direta ou indiretamente, contribuíram no decorrer de minha vida acadêmica.

Finalmente, a todos que colaboraram e me incentivaram na conquista de mais uma vitória, ofereço a minha conquista como forma de agradecimento.

Obrigada!

RESUMO

AMARIZ, Andréia. **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante de frutos de acessos de jerimum de leite (*Cucurbita moschata*) pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido**. 2011. 133f. (Dissertação) Mestrado em Agronomia: Fitotecnia – Universidade Federal Rural do Semi-Árido/UFERSA, Mossoró-RN, 2011.

As cucurbitáceas estão entre as principais culturas presentes na agricultura familiar do Nordeste, com destaque para a abóbora, espécie indígena importante para a alimentação humana tanto pela versatilidade culinária quanto pela riqueza em minerais, vitaminas e, em algumas espécies, carotenóides. O germoplasma plantado atualmente na maioria das áreas do Nordeste é desprovido de características adequadas ao cultivo, assim como de tamanho, formato, firmeza da polpa e sabor adequados ao comércio. Da mesma forma, não são reconhecidos materiais com uniformidade de atributos e propriedades nutricionais, a exemplo da pró-vitamina A, que possibilitem melhoria continuada e segura da saúde e da qualidade de vida da população de menor renda. O objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade, os compostos bioativos e a atividade antioxidante de acessos de *Cucurbita moschata* pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido, que agreguem qualidade para mercado, assim como caracteres úteis para estudos em programas de melhoramento genético vegetal. Quinze acessos foram caracterizados: 510, 515, 525, 560, 561, 564, 574, 575, 579, 581, 583, 585, 587, 589 e 592, sendo provenientes dos estados do Piauí e do Maranhão. As características avaliadas foram: massa; comprimento; diâmetros maior, menor, da cavidade interna longitudinal e mediana; espessuras da casca e da polpa; firmeza da polpa; luminosidade, croma e ângulo de cor da polpa; teores de sólidos solúveis, açúcares solúveis totais e amido; acidez titulável; polifenóis extraíveis totais; teores de carotenóides totais e de β -caroteno; atividade equivalente de retinol; e as atividades antioxidantes pelos métodos β -caroteno/Ácido Linoléico e ABTS. O acesso 581 agregou um número maior de características pós-colheita desejáveis, sendo indicado para futuros trabalhos de melhoramento genético vegetal, voltados para a obtenção de frutos de qualidade superior de *Cucurbita moschata*. Os descritores firmeza e ângulo de cor da polpa, acidez titulável, açúcares solúveis totais, conteúdo de β -caroteno e atividade antioxidante total pelo método β -caroteno/Ácido Linoléico devem ser inseridos em futuros trabalhos de melhoramento genético vegetal para avaliar a diversidade genética da espécie.

Palavras-chave: abóbora; diversidade genética; ação antioxidante; descritores.

ABSTRACT

AMARIZ, Andréia. **Quality, bioactive compound, and antioxidant activity of access of fruits of pumpkin (*Cucurbita moschata*) from Active Germoplasm Bank of Cucurbits of Embrapa Tropical Semi-Arid**. 2011. 133f. (Dissertação) Master of Science in Agronomy: Crop Production – Universidade Federal Rural do Semiárido/UFERSA, Mossoró-RN, 2011.

The cucurbits are among the main crops present in the family agriculture in the Northeast, especially the pumpkin, indigenous species important for food both for culinary versatility and richness in minerals, vitamins and, in some species, carotenoids. The germplasm currently planted in most areas of the Northeast is devoid of features suitable for cultivation, as well as size, shape, firmness and flavor suitable to trade. Likewise, are not recognized materials with uniform attributes and nutritional properties, such as pro-vitamin A, which enable continuous improvement and secure the health and quality of life of low-income. The aim of this study was to evaluate the quality, the bioactive compounds and antioxidant activity of *Cucurbita moschata* accessions from the Cucurbits Active Germplasm Bank of Embrapa Tropical Semi-Arid that add quality to the market as well as characters useful for studies in plant breeding programs. Fifteen accessions were characterized: 510, 515, 525, 560, 561, 564, 574, 575, 579, 581, 583, 585, 587, 589 and 592, being from Piauí and Maranhão states. The evaluated characteristics were: weight, length, diameter, smaller, and the median longitudinal internal cavity, thickness of skin and pulp, firmness, lightness, chroma and angle of flesh color, soluble solids, total soluble sugars and starch, acidity, total extractable polyphenols, total carotenoids and β -carotene content, retinol activity equivalent, and the antioxidant activities by β -caroteno/Acid Linoleic and ABTS methods. Access 581 has added a greater number of postharvest desired characteristics and it is indicated for future work on plant breeding, aimed at obtaining higher quality fruit of *Cucurbita moschata*. Descriptors firmness and angle of flesh color, acidity, soluble sugars, β -carotene content and total antioxidant activity by the method β -caroteno/Acid Linoleic must be entered in future plant breeding work to assess the genetic diversity the species.

Keywords: pumpkin; genetic diversity; antioxidant action; descriptors.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Produção mundial de abóboras, abobrinhas e cabaça pelos principais países produtores	22
Tabela 2 -	Código e procedência dos quinze acessos avaliados, pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido	57
Tabela 3 -	Médias mensais de dados meteorológicos referentes à época do experimento no ano de 2009, de agosto a dezembro, realizado no Campo Experimental de Bebedouro (Petrolina-PE 09°09'S 40°22'W) da Embrapa Semiárido	58
Tabela 4 -	Diâmetro menor (DM) de frutos de acessos de <i>Cucurbita moschata</i> do Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido*	65
Tabela 5 -	Coeficientes de correlação para as variáveis físicas e físico-químicas, massa (M), comprimento (COMP.), diâmetro (DIÂM.), espessuras de casca (EC) e de polpa (EP), diâmetros das cavidades internas longitudinal (DCIL) e mediana (DCIM), firmeza de polpa (FP), luminosidade (L), cromaticidade (C) e ângulo de cor (H) da polpa, teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), açúcares solúveis totais (AST) e amido, de quinze acessos de <i>Cucurbita moschata</i> do BAG de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido	83
Tabela 6 -	Medidas de dissimilaridade (D^2) entre pares de acessos de <i>Cucurbita moschata</i> pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido	84
Tabela 7 -	Grupos com padrões de comportamento similares estabelecidos pelo método de otimização de Tocher, avaliados em quinze caracteres físicos e físico-químicos de quinze acessos do BAG de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido	89
Tabela 8 -	Contribuição relativa dos caracteres físicos e físico-químicos de qualidade de fruto, pelo critério de Singh (1981) baseado na distância de Mahalanobis, para diversidade de acessos de <i>Cucurbita moschata</i> do BAG de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido	91

Tabela 9 -	Coefficientes de correlação para os compostos bioativos, polifenóis extraíveis totais (PET), teor de carotenóides totais (CT), conteúdo de β -caroteno (β -C), atividade equivalente de retinol (RAE), atividade antioxidante total pelos métodos β -caroteno/Ácido Linoléico (AAT 1) e ABTS (AAT 2), de quinze acessos de <i>Cucurbita moschata</i> do Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido	120
Tabela 10 -	Medidas de dissimilaridade (D^2) entre pares de acessos de <i>Cucurbita moschata</i> pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido	121
Tabela 11 -	Grupos de similaridade genética estabelecidos pelo método de otimização de Tocher, avaliados para seis caracteres de qualidade nutricional de quinze acessos de <i>Cucurbita moschata</i> do BAG de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido	125
Tabela 12 -	Contribuição relativa dos caracteres para os compostos bioativos e atividade antioxidante de fruto, pelo critério de Singh (1981) baseado na distância de Mahalanobis, para diversidade de acessos de <i>Cucurbita moschata</i> do BAG de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido	126

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Estrutura química de alguns carotenóides existentes	34
Figura 2 -	Variação do ângulo de cor, representado em °Hue, numa escala entre 0-360°	59
Figura 3 -	Massa, em quilogramas, de frutos de acessos de <i>Cucurbita moschata</i> pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido	61
Figura 4 -	Comprimento, em milímetros, de frutos de acessos de <i>Cucurbita moschata</i> pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido	62
Figura 5 -	Acessos 585 (A) e 560 (B), de <i>Cucurbita moschata</i> , pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido, que se destacaram quanto à variável comprimento dos frutos. Fotos: Andréia Amariz	63
Figura 6 -	Diâmetro, em milímetros, de frutos de acessos de <i>Cucurbita moschata</i> pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido	64
Figura 7 -	Acessos 564 (A) e 592 (B), de <i>Cucurbita moschata</i> , pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido, que se destacaram quanto à variável diâmetro maior dos frutos. Fotos: Andréia Amariz	64
Figura 8 -	Relação comprimento/diâmetro, de frutos de acessos de <i>Cucurbita moschata</i> pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido	66
Figura 9 -	Espessura de casca, em milímetros, de frutos de acessos de <i>Cucurbita moschata</i> pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido	67

Figura 10 -	Espessura de polpa, em milímetros, de frutos de acessos de <i>Cucurbita moschata</i> pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido	67
Figura 11 -	Diâmetro da cavidade interna longitudinal, em milímetros, de frutos de acessos de <i>Cucurbita moschata</i> pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido	69
Figura 12 -	Diâmetro da cavidade interna mediana, em milímetros, de frutos de acessos de <i>Cucurbita moschata</i> pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido	70
Figura 13 -	Firmeza da polpa (N) de frutos de acessos de <i>Cucurbita moschata</i> pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido	71
Figura 14 -	Luminosidade da polpa de frutos de acessos de <i>Cucurbita moschata</i> pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido	72
Figura 15 -	Cromaticidade da polpa de frutos de acessos de <i>Cucurbita moschata</i> pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido	73
Figura 16 -	Ângulo de cor da polpa de frutos de acessos de <i>Cucurbita moschata</i> pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido	74
Figura 17 -	Acessos 581 (A) e 574 (B) de <i>Cucurbita moschata</i> pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido que se destacaram quanto à variável ângulo de cor da polpa dos frutos. Fotos: Andréia Amariz	75
Figura 18 -	Teor de sólidos solúveis (°Brix) de frutos de acessos de <i>Cucurbita moschata</i> pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido	76
Figura 19 -	Acidez titulável de frutos de acessos de <i>Cucurbita moschata</i> pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido	77

Figura 20 - Açúcares solúveis totais (AST) de frutos de acessos de <i>Cucurbita moschata</i> pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido	78
Figura 21 - Relação AST/SS de frutos de acessos de <i>Cucurbita moschata</i> pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido	79
Figura 22 - Teor de amido de frutos de acessos de <i>Cucurbita moschata</i> pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido	80
Figura 23 - Dendrograma de dissimilaridade genética (em porcentagem) entre 15 acessos de <i>Cucurbita moschata</i> pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido, obtido pelo método UPGMA, com base em 15 caracteres para frutos. Embrapa Semiárido, 2007	88
Figura 24 - Teor de polifenóis extraíveis totais (PET) de frutos de acessos de <i>Cucurbita moschata</i> pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido	109
Figura 25 - Teor de carotenóides totais de frutos de acessos de <i>Cucurbita moschata</i> pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido	111
Figura 26 - Teor de β -caroteno de frutos de acessos de <i>Cucurbita moschata</i> pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido	112
Figura 27 - Atividade equivalente de retinol (RAE) de frutos de acessos de <i>Cucurbita moschata</i> pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido	114
Figura 28 - Atividade antioxidante total (AAT) pelo sistema β -caroteno/Ácido linoléico de frutos de acessos de <i>Cucurbita moschata</i> pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido	116

- Figura 29 - Atividade antioxidante total (AAT) pelo método de captura do radical ABTS em frutos de acessos de *Cucurbita moschata* pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido 118
- Figura 30 - Dendrograma de dissimilaridade genética (em percentagem) entre 15 acessos de *Cucurbita moschata* pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido, obtido pelo método UPGMA, com base em seis caracteres químicos para qualidade de fruto. Embrapa Semiárido, 2007 124

SUMÁRIO

	PÁG.
CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO	17
1 INTRODUÇÃO GERAL	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA FAMÍLIA <i>Cucurbitaceae</i>	21
2.2 ORIGEM, CARACTERÍSTICAS DAS PLANTAS E COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DE ABÓBORAS	23
2.3 PRODUÇÃO DE ABÓBORAS NA REGIÃO NORDESTE	25
2.4 CONSERVAÇÃO DE GERMOPLASMA E DIVERSIDADE GENÉTICA	26
2.5 CARACTERIZAÇÃO DE ACESSOS DE <i>Cucurbita moschata</i>	28
2.6 ELEMENTOS DE QUALIDADE E IMPORTÂNCIA DOS RECURSOS GENÉTICOS E MELHORAMENTO VEGETAL	29
2.6.1 Indicadores de qualidade	30
2.7 PROPRIEDADES FUNCIONAIS DOS ALIMENTOS	32
2.7.1 Carotenóides totais	33
2.7.2 β-caroteno	36
2.7.3 Atividade antioxidante	37
2.8 TÉCNICAS DE ANÁLISES UNI E MULTIVARIADAS PARA AVALIAÇÃO DA DIVERSIDADE GENÉTICA EM GERMOPLASMA VEGETAL	40
REFERÊNCIAS	42
 CAPÍTULO II – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E FÍSICO-QUÍMICAS DE FRUTOS DE ACESSOS DE JERIMUM DE LEITE (<i>Cucurbita moschata</i>) PERTENCENTES AO BANCO ATIVO DE GERMOPLASMA DE CUCURBITÁCEAS DA EMBRAPA SEMIÁRIDO	

RESUMO	53
ABSTRACT	54
1 INTRODUÇÃO	55
2 MATERIAL E MÉTODOS	57
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
3.1 ANÁLISE UNIVARIADA	61
3.2 CORRELAÇÃO	82
3.3 ANÁLISE MULTIVARIADA	84
4 CONCLUSÕES	93
REFERÊNCIAS	95

**CAPÍTULO III – COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE
ANTIOXIDANTE TOTAL DE FRUTOS DE ACESSOS DE
Cucurbita moschata PERTENCENTES AO BANCO ATIVO DE
GERMOPLASMA DE CUCURBITÁCEAS DA EMBRAPA
SEMIÁRIDO**

RESUMO	100
ABSTRACT	101
1 INTRODUÇÃO	102
2 MATERIAL E MÉTODOS	104
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	109
3.1 ANÁLISE UNIVARIADA	109
3.2 CORRELAÇÃO	119
3.3 ANÁLISE MULTIVARIADA	120
4 CONCLUSÕES	128
CONSIDERAÇÕES FINAIS	129
REFERÊNCIAS	130

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO

1 INTRODUÇÃO GERAL

As cucurbitáceas estão entre as culturas de maior importância para a agricultura familiar do Nordeste. A família Cucurbitaceae compreende aproximadamente 126 gêneros e 1.280 espécies (MOURA et al., 2005), merecendo destaque a abóbora, *Cucurbita moschata*, espécie indígena presente na alimentação de vários países, e relatada como base alimentícia de antigas civilizações, como Asteca, Inca e Maia (RAMOS; QUEIRÓZ, 2005).

Segundo Ramos et al. (1999), a produção pernambucana desta olerácea é procedente de alguns municípios, como Custódia, Pesqueira, Petrolina, Ouricuri, Arcoverde, além de outros, havendo dois modelos de produção de abóbora, um com o plantio de algumas variedades como ‘Jacarezinho’ e híbridos ‘Tetsukabuto’, e outro com tipos locais denominados de abóbora ‘Maranhão’ ou abóbora ‘Comum’. Esses tipos locais apresentam ampla variabilidade genética, percebida pela imensa variação na coloração de casca e polpa dos frutos, tamanho, formato, espessura de polpa e diâmetro da cavidade interna.

A aquisição de frutos de abóbora para consumo relaciona-se de forma indispensável ao peso destes, fator que interfere significativamente na comercialização e é tido como característica essencial para a qualidade, além de estar condicionado à conveniência do mercado consumidor. Ramos et al. (2010) identificaram para esta variável valores entre 5 e 8 kg em abóbora local selecionada por agricultores das cidades de Paripiranga-BA e Simão Dias-SE, assim como massa de 2 a 3 kg para o tipo “Jacarezinho” consumidas no Nordeste, mostrando a inserção da abóbora em diferentes mercados. Há uma prevalência de consumo nessa região por abóboras com peso de até 3 kg. Além desta característica, existem outras de muita importância para o consumidor como cor, textura e sabor, que são consideradas no momento da escolha do produto.

O germoplasma plantado atualmente na maioria das áreas do Nordeste é desprovido de características adequadas ao cultivo, assim como de tamanho,

formato, firmeza da polpa e sabor adequados ao comércio. Da mesma forma, não são reconhecidos materiais com uniformidade de atributos e propriedades nutricionais, a exemplo da pró-vitamina A, que possibilitem melhoria continuada e segura da saúde e da qualidade de vida da população de menor renda.

Parte da diversidade genética de várias espécies encontra-se armazenada em bancos de germoplasma, a exemplo do Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido, que possui cerca de 1.527 acessos de espécies dos gêneros *Cucurbita*, *Cucumis* e *Citrullus*, que, em sua maioria, ainda não foi estudada, necessitando assim, de caracterização e avaliação aprofundadas que forneçam subsídios para os programas de melhoramento genético vegetal.

Uma das características de interesse para o melhoramento genético, do ponto de vista nutracêutico e que pode ser avaliada nos acessos do BAGC, é a identificação de materiais com elevados teores de β -caroteno em espécies do gênero *Cucurbita*, uma vez que este pigmento possui atividade pró-vitáminica A relacionada à prevenção de algumas doenças.

O β -caroteno é o precursor vegetal da vitamina A mais ativo, sendo convertido no organismo à medida que este necessite, além de estar associado à prevenção de doenças cardíacas e câncer (AMBRÓSIO et al., 2006a). O reconhecimento de acessos de abóbora (*Cucurbita moschata*) com altos teores de β -caroteno oferecerá novas ferramentas para o melhoramento visando frutos de qualidade superior.

A carência de vitamina A causa grande impacto na saúde pública mundial e constitui um problema endêmico em grandes regiões brasileiras. A hipovitaminose A foi detectada em vários Estados brasileiros como problema endêmico, dentre os quais estão Amazonas, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Bahia, Minas Gerais, São Paulo e Santa Catarina. É perceptível a deficiência dessa vitamina na região Nordeste, cuja população rural é desprovida de recursos para investir em suplementação medicamentosa e alterações na alimentação com um maior consumo de vegetais ricos em carotenóides pró-vitamínicos A (CAMPOS; ROSADO, 2005).

A deficiência dessa vitamina está associada a doenças na visão, como cegueira noturna e xeroftalmia, e outras desordens fisiológicas, a exemplo da baixa imunidade infantil, que predispõe as crianças ao risco de contrair sarampo, diarreia e infecções respiratórias (BEITUNE et al., 2003), além do envelhecimento precoce, que é também decorrente da ação dos radicais livres.

Dessa maneira, faz-se necessário investir no consumo de frutas e hortaliças que contenham níveis adequados destes compostos. Atenção especial deve ser dada às abóboras por serem alimentos conhecidos da população nordestina e devido à sua provável ação na prevenção de doenças, proporcionada pela pró-vitamina A.

A qualidade nutricional identificada nos acessos poderá representar um diferencial no preço do produto, com conseqüente aumento na lucratividade (BORGES et al., 2007), além da perspectiva de fixar famílias de produtores nas áreas rurais.

O objetivo deste trabalho foi identificar frutos de acessos de jerimum de leite (*Cucurbita moschata*) pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido que possuam elevados teores de β -caroteno assim como alta capacidade antioxidante.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA FAMÍLIA *Cucurbitaceae*

As cucurbitáceas estão entre as plantas cultivadas mais importantes, por oferecerem produtos comestíveis e fibras úteis para o homem (BISOGNIN, 2002). No Brasil, destacam-se como a segunda família de maior relevância para a economia, perdendo somente para as solanáceas, em especial o tomate (AGRIANUAL, 2009), e compreendem algumas espécies expressivas na produção brasileira, como *Cucurbita moschata*, *Cucumis melo* L. e *Citrullus lanatus*.

O gênero *Cucurbita* é composto de diversas espécies, porém somente algumas são domesticadas: *Cucurbita moschata*, *C. maxima*, *C. pepo*, *C. mixta*, *C. argyrosperma* e *C. ficifolia* (BISOSGIN, 2002). Sedyama et al. (2009) explicaram que estas espécies são consideradas, em conjunto com o milho, o feijão e a mandioca, a base da alimentação para a maioria da população. A versatilidade e o valor alimentício dos frutos de algumas espécies são características marcantes, além de sua expressão em cultivos comerciais e por exibirem vários tipos e formas.

Dentre os principais países produtores de abóboras em nível mundial, a China e a Índia se destacam (Tabela 1). Apesar de encontrar-se na 19ª posição (FAO, 2010), a produção japonesa baseia-se no híbrido Tetsukabuto, com grande aceitação por possuir algumas características, como polpa alaranjada e pouca água, além da elevada exportação de suas sementes, principalmente para o Brasil, com volume de cerca de 10 t.ano⁻¹ (SEDIYAMA et al., 2009).

No Brasil, os dados referentes à comercialização de abóboras são escassos, cuja informação disponível estende-se até o ano de 2006, com área colhida de 88.204 ha, 384.912 t produzidas e rentabilidade de R\$ 152.814,00 (IBGE, 2011). A comercialização dos frutos, que são provenientes de diversos Estados, é realizada em feiras livres, supermercados e Centrais de Abastecimento, as CEASAs.

O volume de abóbora comercializado na CEAGESP-SP – Central de Abastecimento do Estado de São Paulo – foi, em 2008, o equivalente a 90.606 t,

com média de R\$ 0,60/kg (AGRIANUAL, 2010). A maior parte da abóbora comercializada no mercado atacadista EBAL/CEASA, em 2006, aproximadamente 9.623,7 t, era advinda do próprio Estado com representatividade de 58,3%, produzida principalmente pelos municípios Paripiranga, Rio Real e Mucugê, e a oferta externa era proveniente do Maranhão com representatividade de 26,0% neste mercado (FARIAS et al., 2006). Em Pernambuco, a CEAGEPE – Companhia de Armazéns Gerais de Pernambuco – movimentou mensalmente cerca de 1.552 t de abóbora em 2005, dos quais 79% foram oriundos da Bahia, do Maranhão e do Rio Grande do Norte (CEAGEPE, 2005).

Tabela 1. Produção mundial de abóboras, abobrinhas e cabaça pelos principais países produtores

PAÍS	PRODUÇÃO (t)
China	6.309.623
Índia	3.500.000
Federação Russa	1.318.150
EUA	864.180
Egito	708.000
Ucrânia	524.700
México	516.721
República Islâmica do Iran	505.000
Cuba	450.000
Filipinas	365.698
Itália	338.211
Turquia	337.882
República da Coreia	330.040
Espanha	315.000
Argentina	300.000
Bangladesh	274.635
Paquistão	255.000
Indonésia	254.056
Japão	237.000
Tailândia	226.000

Fonte: Adaptado da FAO (2010).

2.2 ORIGEM, CARACTERÍSTICAS DAS PLANTAS E COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DE ABÓBORAS

As cucurbitáceas estão entre as maiores e mais diversas famílias de plantas, possuindo uma larga escala de características de frutos, sendo cultivadas mundialmente numa variedade de condições ambientais. Estão associadas às origens da agricultura e das civilizações humanas, estando entre as primeiras espécies de plantas domesticadas no Velho e Novo Mundo (BISOGNIN, 2002).

Homens pré-colombianos, à procura de sementes dos frutos de *Cucurbita*, encontraram mutantes de polpa não amarga, iniciando assim a seleção e a domesticação das espécies modernas (WHITAKER; BEMIS, 1976).

De acordo com Sasaki et al. (2006) e Ferriol et al. (2004), as abóboras (*Cucurbita moschata*) têm seu centro de origem na região central do México, estendendo-se até a Colômbia e a Venezuela. Tornaram-se cosmopolitas e passaram a ser a espécie de maior importância na América Tropical devido à área na qual se expandiu e à sua variabilidade.

As espécies dessa família, assim como outras não originárias do Brasil, foram beneficiadas pela introdução de germoplasma de outros países, o que possibilitou a obtenção de variedades mais adaptadas às nossas condições edafoclimáticas, mais produtivas e resistentes a pragas (GONZAGA et al., 1999; QUEIROZ et al., 1999). Sua distribuição é ampla pelo Brasil, mas, em alguns Estados, existem características peculiares. No Estado do Maranhão, por exemplo, fatos históricos, como a presença de índios e escravos africanos, além das condições ambientais, favoreceram uma ampla diversidade genética das cucurbitáceas (MOURA et al., 2005).

Ramos et al. (2010), Moura (2005) e Ramos et al. (1999) relataram que as plantas produtoras de abóboras e jerimuns são anuais, monóicas, alógamas, herbáceas de caule moderadamente duro, emitindo hastes rastejantes que crescem acompanhando o desenvolvimento da parte aérea. As abóboras possuem pedúnculo duro com a inserção do fruto formando uma base achatada e larga, e o caule e as folhas possuem pêlos. Já as morangas (*Cucurbita maxima*) possuem pedúnculo

cilíndrico, de consistência corticosa e sem dilatação na região de inserção do fruto, e o caule é moderadamente piloso.

Moura (2005) diferencia as folhas de *Cucurbita moschata* e de *C. maxima* por serem as desta última mais escuras e com manchas branco-prateadas distribuídas no limbo. As flores de ambas as espécies possuem coloração amarelo-clara a amarelo-alaranjada, com as masculinas surgindo primeiro e em maior número que as femininas, e com polinização essencialmente cruzada do tipo entomófila. O fruto é uma baga indeiscente que varia quanto a forma, tamanho, coloração e uso. Algumas partes, além dos frutos, servem de alimentos para a população, como folhas, brotos, flores e sementes.

Os componentes dessa família são muito similares no seu desenvolvimento e hábito rasteiro, porém são extremamente diversos para as características dos frutos. Estes podem ser consumidos imaturos ou maduros, e cozidos, assados, cristalizados, frescos em saladas ou em sobremesas (BISOGNIN, 2002), ou na forma de nhoques, pães, sopas, suflês, bolos, purês, dentre outras (SILVA et al., 2006).

Às sementes são atribuídas algumas características, como vermífugas, diuréticas, usadas para tratar infecções do trato urinário e desordens da próstata, além de constituírem-se fonte energética de fibras e gordura insaturada (SEDIYAMA et al., 2009).

A composição nutricional média das cultivares ou híbridos comerciais de abóbora em 100 g de polpa fresca é a seguinte: 1,3% de fibras; 40 calorias; 280 µg de vitamina A (retinol); 55 µg de tiamina; 100 µg de riboflavina; 0,7 mg de niacina; 9,5 mg de ácido ascórbico; 0,1 mg de cobre; 9 mg de enxofre; 10 mg de magnésio; 191,1 mg de potássio; 32,1 mg de sódio; 12 mg de cálcio; 0,7 mg de ferro; 27 mg de fósforo (LUENGO et al., 2000); além de bioflavonóides e esteróides pró-vitamina D (AGOSTINI-COSTA et al., 2007). Leterme et al. (2006) relataram que frutos tropicais de *Cucurbita maxima* cultivados nos Andes são fontes de minerais com valores semelhantes aos relacionados acima para *Cucurbita moschata*, possuindo ainda, micronutrientes como manganês, zinco, selênio, cobalto, níquel e cromo.

2.3 PRODUÇÃO DE ABÓBORAS NA REGIÃO NORDESTE

A região Nordeste possui características climáticas, sócio-econômicas e geográficas que possibilitam o desenvolvimento da agricultura em pequenas unidades de produção, à base do manejo de culturas que suprem a alimentação familiar bem como fornecem produtos para serem comercializados em feiras-livres e outros estabelecimentos (BORGES et al., 2007). Há o predomínio, nessa região, pelo cultivo amplo, disperso e expressivo, de variedades locais, comuns ou crioulas, cujas sementes são mantidas pelos próprios agricultores, e, em seguida, pelas cultivares do tipo “Jacarezinho” (RAMOS et al., 2010).

A abóbora ou jerimum é bastante conhecida e consumida no Nordeste, ocupando o quinto lugar em volume de comercialização no Estado de Pernambuco (AMBROSIO et al., 2006a). Possui grande potencial de crescimento da área cultivada, havendo atualmente interesse, inclusive, em se explorar o mercado externo, por meio do cultivo em unidades produtivas de médio e grande porte (BORGES et al., 2007). Entretanto, a cultura ainda é explorada em áreas que variam entre 4 a 7 ha (RAMOS et al., 1999). Nestas áreas, que caracterizam um modelo de agricultura familiar, a seleção de sementes é feita nos plantios anteriores, quando o agricultor escolhe os indivíduos que apresentaram as melhores características de produção e sensoriais e, logo após, as sementes dos frutos selecionados são mescladas, não existindo um padrão para a escolha destas, o que resulta em grande diversidade genética desse material (BORGES et al., 2007).

O consumo da abóbora é tradicional no Brasil, sendo realizado pela população em maior ou menor intensidade e independente da sua renda mensal (RAMOS et al., 2010). As abóboras têm importante papel social e econômico, constituindo-se em alimentos básicos na população de menor renda das regiões Norte, Nordeste e Centro-Sul, onde o consumo é mais elevado. Especificamente na região Nordeste, os habitantes dos Estados do Piauí, Bahia, Pernambuco, Paraíba, e Maranhão, foram, respectivamente, os maiores consumidores *per capita* desta hortaliça (IBGE, 2008).

2.4 CONSERVAÇÃO DE GERMOPLASMA E DIVERSIDADE GENÉTICA

Os recursos genéticos, por definição própria da Convenção da Diversidade Biológica (CDB), constituem-se no material genético de valor real ou potencial, abrangendo todo material de origem vegetal, animal, microbiana ou outra que contenha unidades funcionais de hereditariedade. São, ainda, fontes de diversidade genética, com potencial extraordinário, sobretudo, nos campos da alimentação e farmacêutico, relacionando-se juntamente, em muitas ocasiões, ao conhecimento tradicional das comunidades indígenas e locais. Sobremaneira, constituem um patrimônio natural/intelectual de difícil valoração e de dimensões sociais, econômicas, culturais e ecológicas capazes de desempenhar um papel transcendental no desenvolvimento da humanidade e na estabilidade ambiental planetária (BERTOLDI, 2005).

A biodiversidade representa um bem para a humanidade, exemplificada pelo grande avanço da economia mundial decorrente dos recursos fitogenéticos no desenvolvimento de novas cultivares, mais produtivas, melhor adaptadas a condições edafoclimáticas específicas, e resistentes a doenças e pragas, entre outros atributos importantes dos pontos de vista econômico, ecológico e social (VILELA-MORALES; VALOIS, 2000).

Em um futuro muito próximo, não há dúvida que, se ainda não constituem, os recursos genéticos serão o elemento natural mais cobiçado pela indústria, especialmente em suas vertentes farmacêutica e alimentícia, e pelo comércio, na mesma magnitude que foram a borracha, a madeira, o carvão, o ouro, a prata, o açúcar, o café, etc., em suas respectivas épocas. A herança genética, ingrediente comum a todas as espécies e que assegura a continuidade da vida, e a biodiversidade, terão uma função exponencial nas relações internacionais do presente século (BERTOLDI, 2005).

O uso racional e justo dos recursos genéticos é fundamental para utilizar adequadamente a diversidade genética existente, transformando-os em ferramentas úteis para o desenvolvimento sustentável mundial, sendo necessário, para tal, conservar os materiais de interesse atual ou potencial, evitando a erosão genética, e

para que sirvam de fonte de variabilidade, principalmente para os programas de melhoramento.

Considerando que qualquer variedade moderna é oriunda de uma variedade local, a perda desta última poderá provocar o desaparecimento de combinações únicas de genes de valor particular ou de utilidade imediata (MACHADO, 2007). De acordo com Nass et al. (2007), em diversas regiões do mundo, os agricultores têm buscado resgatar e utilizar as raças locais e variedades tradicionais no intuito de evitar a vulnerabilidade genética, por estes materiais serem fontes importantes de genes e/ou complexos gênicos com elevado poder adaptativo para condições específicas do ambiente onde são cultivados.

Tal diversidade genética não é verificada apenas em plantios nas propriedades familiares dos diferentes Estados do Nordeste brasileiro. Materiais selvagens com notáveis diferenças morfológicas também são encontrados, podendo representar fontes importantes de caracteres agronômicos, nutricionais, entre outros (BORGES et al., 2007), que podem ser explorados em mercados específicos ou, provavelmente incorporados através do melhoramento genético a materiais elite.

A continuidade das formas de uso tradicional da terra, assim como a geração de novas opções de sistemas de produção agropecuária requerem recursos genéticos apropriados às necessidades regionais. Para que estes se tornem uma realidade concreta, faz-se necessária a sua disponibilização para a pesquisa, justificando assim o estabelecimento de Bancos de Germoplasma (GOEDERT, 2007).

Visando ampliar o uso do germoplasma de *Cucurbita* spp. conservado no Brasil, Silva et al. (2006) sugeriram intensificar a sua caracterização, pressupondo que o estabelecimento de programas de pré-melhoramento também consiste em importante estratégia relacionada à identificação de genes de interesse para o melhoramento genético como, por exemplo, resistência a doenças e pragas e altos teores de β -caroteno. Dessa maneira, os recursos genéticos vegetais conservados nos bancos de germoplasma são de extrema importância para melhorar os materiais já domesticados ou promover a inserção de materiais de qualidade superior (RUBENSTEIN et al., 2006).

Existem aproximadamente 4.294 acessos nos Bancos Ativos de Germoplasma (BAG) de sementes de *Cucurbita spp.*, conservados a longo prazo no Brasil (SILVA et al., 2007). Parte da diversidade genética da família Cucurbitaceae disponível e preservada na Região Nordeste encontra-se na Embrapa Semiárido, localizada em Petrolina-PE, mais precisamente em um Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas – BAGC, que dispõe de 1.527 acessos conservados (RAMOS; QUEIROZ, 1999), dos quais 849 são do gênero *Cucurbita*, o que demonstra a extensa variabilidade genética existente na região e que pode ser usada em programas de pré-melhoramento e de melhoramento genético (BORGES et al., 2007).

Ramos e Queiroz (1999) relataram que a informação disponível nessa coleção é a base para os programas de melhoramento, uma vez que fornece informações sobre a variabilidade intra e interpopulacional, estrutura genética da população, duplicações e estabelecimento das coleções nucleares.

A caracterização e a avaliação mais adequadas são aquelas que relatam as características de interesse dos melhoristas, sejam elas qualitativas ou quantitativas. Assim, um banco desempenha suas funções quando descreve e avalia eficientemente os acessos, necessitando de experimentos específicos e de equipes multidisciplinares, que contenham melhoristas, fitopatologistas, entomologistas, entre outros especialistas (RAMOS et al., 2007).

Considerando-se a importância econômica de *Cucurbita moschata* na alimentação da população brasileira e, mais especificamente, do povo nordestino, é imprescindível desenvolver ações e programas que caracterizem e avaliem apropriadamente os acessos, identificando características de interesse que possam servir como fonte de genes úteis para o melhoramento genético vegetal.

2.5 CARACTERIZAÇÃO DE ACESSOS DE *Cucurbita moschata*

Os principais fatores responsáveis pelo uso reduzido dos recursos genéticos de plantas são: falta de documentação e descrição adequada das coleções, escassez

das informações requeridas pelos melhoristas, recursos humanos insuficientes e, especialmente, a falta de avaliações das coleções (NASS; PATERNIANI, 2000).

A manutenção de grande variabilidade genética entre e dentro das espécies cultivadas, está associada a uma diversidade de usos que requer diferentes formatos, tamanhos e uma constante relação entre comprimento e diâmetro de fruto (BISOGNIN, 2002). Dispondo da riqueza de material genético preservada no BAGC da Embrapa Semiárido, Ramos et al. (1999) trabalharam com 40 acessos, caracterizando-os sob aspectos agronômicos e morfológicos. Porém, essa quantidade não atende às necessidades de identificação de características de interesse comercial, não somente em relação a caracteres produtivos, mas também aos elementos de qualidade do fruto, especialmente a caracterização dos metabólitos secundários que possuam valor nutricional, requerendo ações mais amplas que objetivem agregação de valor, manutenção de mercados já disponíveis e exploração de novos (BORGES et al., 2007).

Pesquisadores da Embrapa Semiárido, objetivando verificar a diversidade genética presente no BAGC, desde 2007, multiplicam, caracterizam e avaliam acessos de *Cucurbita maxima* e *C. moschata* quanto aos aspectos morfoagronômicos como, por exemplo, resistência à mosca-branca, menores espaçamentos para cultivo devido ao tamanho acentuado das plantas do gênero, principalmente de abóboras, assim como frutos com atributos de qualidade superior e adequados ao mercado. Estes buscam, principalmente, a identificação de materiais com elevados teores de β -caroteno para que sejam inseridos em programas de melhoramento genético vegetal, devido à demanda atual por alimentos que possuam propriedades funcionais (BORGES et al., 2007; BELÉM et al., 2008; COELHO et al., 2009; PASSOS et al., 2009).

2.6 ELEMENTOS DE QUALIDADE E IMPORTÂNCIA DOS RECURSOS GENÉTICOS E MELHORAMENTO VEGETAL

A composição genética, a ontogenia e a influência do ambiente são responsáveis pela variação na constituição química dos metabolitos secundários das plantas, sendo que a caracterização destes compostos, com reconhecida atividade biológica e/ou tecnológica, é fundamental para a avaliação do potencial de acessos, objetivando a exploração de produtos finais com maior valor agregado (VIEIRA; AGOSTINI-COSTA, 2007).

Uma das formas de identificação de materiais potencialmente importantes, tanto a nível fenotípico quanto genotípico, seria a utilização dos recursos genéticos existentes em bancos de germoplasma e coleções para a determinação da variabilidade existente e como esta poderá ser utilizada em um programa de melhoramento vegetal.

Devido à importância da abóbora como espécie de grande consumo na alimentação do nordestino, e visando o resgate da variabilidade existente na espécie, ações de pesquisa foram realizadas visando a caracterização morfológica, assim como estudos de divergência e nutricionais de acessos pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido, para a identificação de materiais potencialmente interessantes para o programa de melhoramento da espécie (AMARIZ et al, 2009; ANDRADE et al, 2009; LOURA et al., 2009; LUBARINO et al., 2008).

A necessidade de novas cultivares para o futuro estará voltada especialmente para a qualidade nutricional, uma vez que se torna mais freqüente a demanda por alimentos nutracêuticos (QUEIRÓZ; LOPES, 2007). Desta forma, ações futuras em melhoramento de abóbora deverão estar voltadas especialmente para a caracterização de componentes que possam diferenciar um produto e agregar-lhe valor, além de incentivar a população ao consumo de alimentos frescos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

2.6.1 Indicadores de qualidade

Entre os principais indicadores de qualidade e que também são utilizados como indicadores do ponto de colheita e do potencial de conservação pós-colheita

de grande parte dos frutos e hortaliças, estão o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Porém, com a evolução do conceito de qualidade e a conscientização da população pelo consumo de alimentos de maior valor nutricional, outros componentes têm sido considerados na avaliação química de frutos e hortaliças, como teores de vitamina C, carotenóides, compostos fenólicos, fibras, sais minerais, etc.

É importante destacar que qualquer característica nutricional, incorporada ou incrementada a um produto para consumo *in natura*, deve estar atrelada a outras que favoreçam a conservação pós-colheita, sendo que, dentre elas, a textura é determinante por definir a suscetibilidade a danos mecânicos durante as operações de colheita e pós-colheita e a infecções por microorganismos (BORGES et al., 2007; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O melhoramento genético atual, além de buscar materiais com características morfoagronômicas satisfatórias, possui uma nova vertente, que é a obtenção de produtos com propriedades funcionais, tendo em vista a melhoria da saúde humana assim como a prevenção de doenças.

A incorporação da avaliação de atributos de qualidade nas ações de melhoramento genético, em especial às espécies que reconhecida ou potencialmente possuam algum componente de valor nutricional que lhe confira a característica de alimento funcional, pode ser utilizada como estratégia para proporcionar alimentos de qualidade principalmente à população de menor renda, que é carente de maior assistência às suas necessidades básicas de saúde por questões políticas, geográficas e até culturais (BORGES et al., 2007).

Neste sentido, faz-se necessário usar o melhoramento genético como ferramenta para a obtenção de produtos de qualidade superior, em especial das abóboras, por serem alimentos potencialmente com maior valor nutricional e ao qual se pode inferir atividade antioxidante em virtude da presença dos pigmentos carotenóides. Além disso, trata-se de um produto de valor mais acessível a camadas da população de menor renda.

O acesso a alimentos saudáveis por segmentos da população reverte-se em melhoria da qualidade de vida e, possivelmente, maior longevidade, em razão da

prevenção sobre determinados grupos de doenças. Desta forma, o estímulo ao consumo de abóbora, aliado à recomendação de materiais com melhores características produtivas, comerciais e nutricionais, pode valorizar a exploração da cultura e reduzir carências nutricionais e doenças associadas na população consumidora (AMBRÓSIO et al., 2006b; BORGES et al., 2007).

2.7 PROPRIEDADES FUNCIONAIS DE ALIMENTOS

A divulgação das propriedades químicas de frutos e hortaliças tem estimulado o seu consumo visando à prevenção de algumas doenças, uma vez que a população mundial começou a perceber os benefícios adicionais à saúde por possuírem compostos ou elementos biologicamente ativos (SENTANIN; RODRIGUEZ-AMAYA, 2007). Carvalho et al. (2006) explicaram que produtos com tais características são conhecidos como alimentos funcionais, podendo ser naturais, modificados pela adição ou remoção de um componente, ou, ainda, apresentar alguma alteração da natureza ou da biodisponibilidade de um ou mais componentes.

As hortaliças são alimentos que possuem pouca gordura, calorias, proteína, mas são ricas em carboidratos, fibras e compostos funcionais, fornecendo níveis significativos de micronutrientes à dieta. Vários problemas de saúde estão associados à atuação de formas tóxicas de oxigênio, os oxidantes, que causam processos de oxidação e podem obstruir artérias, transformar células saudáveis em cancerígenas, afetar o sistema nervoso e causar o envelhecimento precoce. O organismo possui sistemas de defesa específicos, e também conta com a ação dos antioxidantes, substâncias que neutralizam os radicais livres ou oxidantes (CARVALHO et al., 2006).

Esses compostos são denominados quimiopreventivos por promoverem efeitos benéficos específicos, principalmente no combate a estresses oxidativos, e são representados essencialmente pelos polifenóis, ácido ascórbico e os carotenóides. Nos alimentos, são encontrados 40 tipos de carotenóides, porém,

destes apenas 14 são biodisponíveis uma vez que os demais são seletivamente absorvidos pelo trato gastrointestinal (GOMES, 2007). As vitaminas mais investigadas como agentes quimiopreventivos são A, principalmente, e C e E (CARVALHO et al., 2006).

Dentre os compostos quimiopreventivos citados, as abóboras são detentoras de conteúdos variados de carotenóides, que agem combatendo os estresses oxidativos. Especificamente, o β -caroteno é o carotenóide mais citado na literatura para tal finalidade (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008), por ser o precursor da vitamina A mais ativo em alimentos de origem vegetal, e atuar significativamente como antioxidante.

2.7.1 Carotenóides Totais

Os carotenóides, pigmentos de cor amarelo-alaranjado a vermelho, conhecidos por seus benefícios à dieta humana, são os principais precursores da vitamina A (antioxidante) encontrados em várias frutas e hortaliças, uma vez que está pré-formada somente em alimentos de origem animal (TAYLOR; RAMSAY, 2005). São tetraterpenóides que se classificam em carotenos e xantofilas, diferindo entre si por serem hidroxilados e oxigenados (MELÉNDEZ-MARTÍNEZ et al., 2007; GOMES, 2007), respectivamente, e segundo Barbosa-Filho et al. (2008), os carotenóides podem estar conjugados a açúcares e outras moléculas.

A presença das insaturações nos carotenóides torna-os sensíveis à luz, temperatura, acidez, além de isomerização e oxidação durante o processamento e armazenamento dos alimentos (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008).

Encontram-se amplamente distribuídos no reino vegetal, sendo sintetizados apenas neste reino e em alguns protistas a partir da condensação de duas moléculas de geranyl geranyl pirofosfato, que formam uma estrutura acíclica chamada fitoflueno, composta por 40 carbonos, que pode ser modificada e dar origem aos diferentes tipos de carotenóides existentes. Acumulam-se em cromoplastos presentes em flores, frutos, raízes e sementes, compondo o maior grupo de corantes distribuídos na natureza, com cerca de 600 compostos. Podem apresentar variações

em sua composição, levando em consideração uma mesma espécie, e ser influenciados por fatores como cultivar ou origem do material, maturidade, clima (temperatura e luminosidade), práticas agrícolas e tratamentos pós-colheita (VIEIRA; AGOSTINI-COSTA, 2007).

Os principais carotenóides encontrados em *Cucurbita moschata* são, respectivamente, β -, α - e γ -carotenos (Figura 1), com variações *cis*- e *trans*-, diferindo dentro da mesma espécie (GONZÁLEZ et al., 2001; MELÉNDEZ-MARTÍNEZ et al., 2007).

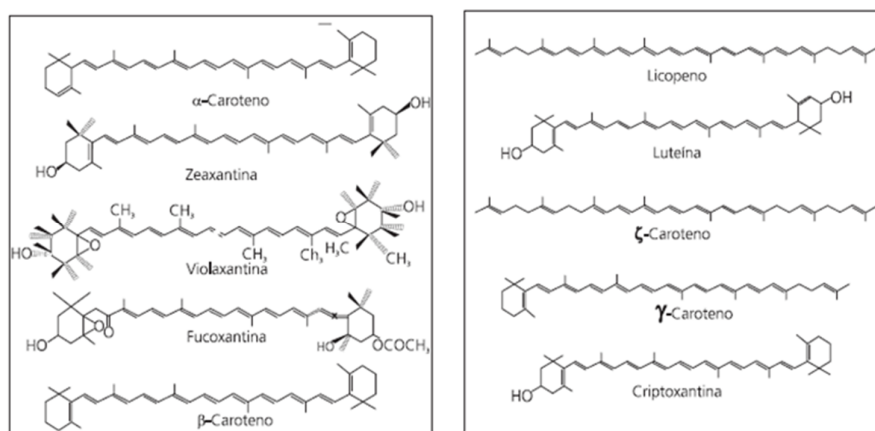


Figura 1. Estrutura química de alguns carotenóides existentes. Fonte: Ambrósio et al. (2006b).

Estes pigmentos podem ser encontrados de forma majoritária em algumas cultivares, e minoritariamente em outras, a exemplo da variedade Baianinha, que possui, dentro dessa espécie, os frutos detentores dos maiores conteúdos de β -caroteno, sendo este o carotenóide predominante com cerca de $23,5 \text{ mg.}100 \text{ g}^{-1}$ (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008).

Entre os diversos carotenóides existentes na natureza, alguns possuem atuação como pró-vitamina A, o que lhes conferem alta importância para a alimentação humana. Essa vitamina é essencial para o crescimento, desenvolvimento, manutenção de tecidos epiteliais, reprodução, sistema imunológico e, ainda, na regeneração de fotorreceptores para o funcionamento

adequado do ciclo visual (AMBRÓSIO et al. 2006b). Os carotenóides pró-vitamínicos A, cerca de 50-60 compostos de todos os carotenóides existentes, ao serem ingeridos são convertidos em retinol, onde 40% é prontamente utilizado pelo organismo e o restante é armazenado no fígado (MOURÃO et al., 2005).

A proteção dos carotenóides contra o câncer e outras doenças crônicas pode estar atrelada às suas propriedades antioxidantes, além de outros fatores, como inibir a proliferação celular, melhorar a diferenciação das células, estimular a comunicação intercelular, e filtrar a luz azul, entre outros (MELÉNDEZ-MARTÍNEZ et al., 2007).

A condição econômica da maioria da população brasileira, que não dispõe de recursos para custear gastos com alimentos que forneçam diretamente a vitamina A, tem gerado problemas de saúde como a hipovitaminose A, que foi detectada em vários Estados brasileiros como Amazonas, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Bahia, Minas Gerais, São Paulo e Santa Catarina, e em alguns destes tornou-se um problema de saúde pública (CAMPOS; ROSADO, 2005). Esse quadro destaca a importância de uma educação alimentar para a população que leve em consideração, além de outros fatores, o valor de mercado dos produtos agrícolas.

Existem diversos alimentos que são fontes de carotenóides, como abóbora, cenoura, manga, batata doce, couve. Em se tratando de mecanismos eficazes no combate à hipovitaminose A, assim como no estímulo do cultivo da abóbora, o seu aproveitamento industrial como flocos desidratados e uso em produtos derivados poderão beneficiar tanto produtores rurais quanto a agroindústria. Apesar de existir grande disponibilidade de carotenóides em frutas e verduras no Brasil, há, ainda, um elevado número de crianças com hipovitaminose A. A escassez de vitamina A provoca xerofthalmia, cegueira e morte em milhares de crianças no mundo (AMBRÓSIO et al., 2006b).

O excesso desta vitamina também é nocivo à saúde, causando, por exemplo, malformações congênitas, se ingeridos alimentos no período gestacional, e doenças ósseas em portadores de deficiência renal crônica (CARVALHO et al., 2006).

2.7.2 β -caroteno

O β -caroteno é o carotenóide pró-vitamina A mais ativo e de cor laranja termolábil. Está associado à proteção contra doenças cardíacas e câncer, devido à sua capacidade como agente quelante do oxigênio singlete molecular (UENOJO et al., 2007) e de seqüestro dos radicais peróxidos. Esse carotenóide é produzido na rota do metabolismo secundário das plantas, sendo formado por processos de ciclização da molécula de fitoflueno (TAIZ; ZEIGER, 2004).

A sua conversão, assim como os demais carotenóides, dá-se à medida que o organismo necessita (CARVALHO et al., 2006), sendo a cenoura e a abóbora as hortaliças reconhecidas como maiores fontes de α e β -caroteno (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008; BARBOSA-FILHO et al., 2008). Lago et al. (2007) observaram diferenças nos valores de β -caroteno em abóboras originárias do Brasil e da Áustria, que oscilaram de 0,1 a 235 $\mu\text{g.g}^{-1}$, ratificando a eficácia deste último como precursor da vitamina A. Dentre os isômeros *cis*- e *trans*- do β -caroteno, o primeiro possui menor potencial como pró-vitamina A (MELÉNDEZ-MARTÍNEZ et al., 2007), porém o último compõem cerca de 80% desse carotenóide em abóbora (WATANABE et al., 1999).

O retinol, ou vitamina A, é um álcool cíclico insaturado, que possui vinte átomos de carbono, com uma cadeia lateral insaturada e um anel de β -ionona. Os carotenóides que contêm no mínimo um anel de β -ionona podem se converter em retinol nos animais. Dessa maneira, ressalta-se a importância do β -caroteno, por possuir dois destes anéis, o que aumenta sua atividade como pró-vitamina A (MELÉNDEZ-MARTÍNEZ et al., 2007). O buriti é reconhecidamente uma das maiores fontes de carotenóides existentes no Brasil, com valores citados por Rodriguez-Amaya et al. (2008) de até 360,0 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de β -caroteno.

Esse pigmento está associado à prevenção de várias doenças. O desenvolvimento da aterosclerose é influenciado pela oxidação da lipoproteína LDL-colesterol, e o β -caroteno atua inibindo esse processo (AMBRÓSIO et al., 2006b).

Nesse aspecto, observa-se que as cucurbitáceas possuem diversificados teores de carotenóides em seus frutos, em especial o gênero *Cucurbita*, decorrente da ampla variabilidade genética, requerendo estudos que caracterizem alimentos detentores desses pigmentos. Estudos relatam que frutos desse gênero, mais especificamente de *Cucurbita moschata*, possuem elevados teores de carotenóides, a exemplo dos trabalhos realizados por González et al. (2001) e Rodriguez-Amaya et al. (2008), que observaram valores diferenciados, e destacaram essa espécie como fonte principalmente de β -caroteno.

2.7.3 Atividade Antioxidante

Antioxidante é a substância presente nos alimentos que diminui significativamente os efeitos adversos de espécies reativas do oxigênio e nitrogênio em condições fisiológicas normais em seres humanos. O estresse oxidativo caracteriza-se por intensa sobrecarga de radicais livres, que pode ser altamente lesivo às estruturas celulares e ao material genético, como conseqüências tumorogênicas, sendo este último usado como indicador do efeito dos carotenóides sobre o desenvolvimento de câncer (GOMES, 2007).

O Brasil é um país tropical que se destaca pela ampla variedade de alimentos com elevados teores e diversidades de antioxidantes, a exemplo dos carotenóides, que têm suas concentrações mais elevadas nos alimentos geralmente produzidos em locais de clima quente (AGOSTINI-COSTA et al., 2007).

Os antioxidantes parecem atuar como substâncias quimiopreventivas quando consumidos em conjunto e em doses mais fisiológicas, sugerindo-se o uso do termo ‘moderadores fisiológicos’, pois esses agentes podem influenciar outros processos no organismo além do balanço oxidativo, a exemplo da possível ação intrínseca dos carotenóides nas comunicações intercelulares via junções comunicantes. Os compostos mais encontrados nos alimentos e que possuem elevada capacidade antioxidante são os fenólicos, a exemplo do resveratrol; os carotenóides como β -caroteno e licopeno; o ácido ascórbico e a vitamina E com o

tocoferol, que podem agir isoladamente ou em sinergismo no combate aos radicais livres (SILVA; NAVES, 2001).

A diversidade de compostos existentes em frutas e hortaliças consumidas pela população proporciona diferenciados graus de inibição da oxidação gerada através desses radicais. Ao avaliarem a capacidade antioxidante de frutas comercializadas em Recife-PE pelos métodos de captura do radical DPPH e da inibição da oxidação pelo sistema β -caroteno/Ácido Linoléico, Melo et al. (2008) utilizaram alíquota de 20 a 300 g de polpa da porção comestível desintegrada, em extratos aquoso e acetônico, dependendo do teor de fenólicos totais, e encontraram potente atividade antioxidante, acima de 70% nos dois métodos, em frutas como acerola, caju, mamão 'Formosa', mamão 'Havai', goiaba, laranja pêra e pinha, e destacaram-nas como fontes naturais desses compostos e de relevância para a dieta humana.

O β -caroteno, principal carotenóide relacionado à atividade antioxidante, foi objeto de alguns estudos que indicaram sua ação pró-oxidante quando presente em tecidos submetidos à elevada pressão de oxigênio; porém, outros trabalhos comprovaram que há somente um decréscimo na sua atividade antioxidante devido especialmente ao processo de auto-oxidação (GOMES, 2007). O mecanismo da ação antioxidante do β -caroteno está relacionado ao seu caráter hidrofóbico e com sua capacidade de retirar o oxigênio singlete e desativar radicais livres (MELÉNDEZ-MARTÍNEZ et al., 2007).

Nesse sentido, é interessante avaliar a capacidade antioxidante de materiais ainda não comercializados, a exemplo dos acessos componentes dos Bancos Ativos de Germoplasma, visando à obtenção de produtos que sejam fontes naturais desses compostos e que também possuam características superiores de qualidade agregadas.

Os métodos para avaliar os antioxidantes presentes nos alimentos usualmente utilizados são, principalmente, o DPPH, ABTS, β -caroteno/Ácido Linoléico, FRAP e ORAC (RUFINO et al., 2007).

Entre os métodos indiretos que medem a habilidade de aprisionar radicais livres, o ABTS tem sido utilizado amplamente para verificar a atividade anti-

radical livre de compostos puros e de extratos complexos. Ao utilizar o método DPPH, Barreto (2008) aborda a necessidade de verificar a região do visível na qual o radical apresenta maior absorção, pois absorbância máxima situa-se a 515 nm, para evitar interferência de leitura na presença de carotenóides, região próxima à de maior absorção dos carotenóides, entre 450-470 nm.

Para a detecção de atividade antioxidante em abóboras, optou-se pelos métodos β -caroteno/Ácido Linoléico, por este verificar a inibição de radicais livres gerados durante a peroxidação do ácido linoléico, e o ABTS, devido à sua natureza hidrofílica e lipofílica, assim como maior comprimento de onda - 734 nm, evitando interferência na região do visível.

O método β -caroteno/Ácido Linoléico é usado para verificar o percentual de inibição da oxidação em frutas e hortaliças, com base em compostos bioativos de natureza lipofílica. Melo et al. (2003) verificaram percentual de inibição da oxidação de até 69,83% em diferentes extratos de coentro. Nesse sistema modelo, Melo et al. (2006) observaram para os extratos metanólicos de espinafre e couve-folha, a mais elevada atividade antioxidante (superior a 70%), enquanto que a cenoura apresentou valores abaixo de 60%, resultando em baixa capacidade de inibição da oxidação, apesar desta hortaliça ser considerada uma das maiores fontes de β -caroteno.

Avaliando a atividade antioxidante de vegetais da culinária tailandesa, Wangcharoen e Morasuk (2007) observaram, através da captura do radical ABTS, valores médios de 0,63 mg VCE.100g⁻¹ (equivalente de vitamina C) para abóbora. Chun et al. (2005), ao quantificar o consumo diário de fenólicos totais e a capacidade antioxidante total de frutas e hortaliças da dieta americana, encontraram valores superiores utilizando o mesmo método, que variaram de 17,39 a 20,81 mg VCE.100g⁻¹ em frutos de abóbora.

A identificação de materiais que possuam, reconhecidamente, elevada ação antioxidante, é de grande relevância para combater problemas endêmicos de saúde pública, a exemplo a hipovitaminose A que ocorre no Nordeste brasileiro, tendo em vista a associação do seu consumo à prevenção de algumas doenças. O conhecimento de alimentos que tenham, comprovadamente, propriedades

nutracêuticas, poderá estimular ainda mais o consumo de frutas e hortaliças, a exemplo da abóbora, contribuindo, assim, para a minimização dos problemas de saúde pública.

2.8 TÉCNICAS DE ANÁLISES UNI E MULTIVARIADAS PARA AVALIAÇÃO DA DIVERSIDADE GENÉTICA EM GERMOPLASMA VEGETAL

A análise univariada observa a variação existente entre os acessos mediante a estatística paramétrica ou testes não-paramétricos, a depender da natureza dos dados e da não concordância destes com as pressuposições básicas. Posteriormente à análise de variância, e avaliando o grau de significância dos tratamentos, procede-se à comparação das médias de cada variável utilizando testes, que variam de acordo com os tratamentos (BANZATTO; KRONKA, 2006).

Para o caso de análise em germoplasma vegetal avaliado sob condições da estatística paramétrica, e após a observação de significância estatística, é mais apropriado o uso do teste de Skott-Knott, uma vez que este possui elevado poder, contempla um número elevado de tratamentos (acessos), e os distribui de forma que não pertençam simultaneamente a dois ou mais grupos.

Não obstante, as correlações entre características também assumem importância relevante, sobretudo quando se deseja obter ganhos indiretos ou mesmo simultâneos em diferentes características, contribuindo para a economia de tempo e mão-de-obra, aumentando a eficiência da seleção de um caráter quando se detém este conhecimento, especialmente quando o caráter principal for de difícil seleção ou possuir baixa herdabilidade (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

A variabilidade genética mantida em bancos de germoplasma é a base para obtenção de novas cultivares que permitirão o atendimento às novas demandas, e seu uso em programas de melhoramento relaciona-se à disponibilidade de informações sobre os acessos neles mantidos, geradas a partir de estudos voltados

para a caracterização e avaliação aprofundadas, bem como das divergências genotípica e fenotípica, para ampliar o conhecimento dos acessos preservados.

Técnicas de análises multivariadas têm sido empregadas para a quantificação da divergência genotípica e fenotípica em várias espécies de hortaliças, permitindo conhecer o grau de seleção da variabilidade genética das populações vegetais, e também subsidiar a seleção de genitores geneticamente mais divergentes, que poderão ser utilizados em inter cruzamentos para se obter efeito heterótico na geração híbrida e aumentar a probabilidade de recuperação de segregantes superiores em gerações avançadas (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

Os aspectos relacionados aos caracteres também devem ser observados de forma sistemática nos acessos, por meio de descritores, que são utilizados para descrever, através de observações ou mensurações, um acesso (BENTO et al., 2007; TORRES FILHO, 2008).

Para o estudo de diversidade genética entre um conjunto de acessos, é necessário obter informações através de muitos caracteres, considerando a estabilidade, a facilidade de medição, o custo, além de mão-de-obra elevada. Com o objetivo de reduzir estes fatores que podem atrasar ou onerar ainda mais os trabalhos voltados para a caracterização e avaliação de acessos, é que são feitas análises para identificar os caracteres passíveis de descarte, sejam estes invariantes ou redundantes (CRUZ, 2008).

A avaliação da eficiência tem sido realizada com base na comparação do poder discriminatório do conjunto de caracteres originais com o dos descritores selecionados, e em alguns trabalhos sugere-se que essa avaliação seja feita pela comparação dos agrupamentos formados antes e depois do descarte (TORRES FILHO, 2008; CRUZ, 2008).

De modo geral, a seleção direta tem sido o procedimento mais adotado no descarte de caracteres em bancos e/ou coleções de germoplasma, especialmente quando se tomam dados de caracteres morfológicos e agrônômicos, simultaneamente, em um grande número de acessos.

É interessante possuir uma visão global de todas, ou quase todas, as técnicas multivariadas, escolhendo as mais adequadas para explicar a variabilidade

dos acessos avaliados. Entre as mais utilizadas estão as análises de agrupamentos, componentes principais, medidas de dissimilaridade, dentre outras.

Na análise de agrupamento por métodos hierárquicos, os genótipos são agrupados por um processo que se repete em vários níveis, até que seja estabelecido um dendrograma ou árvore de agrupamento (BENTO et al., 2007). UPGMA é um método não-ponderado de agrupamento aos pares, utilizando médias aritméticas das medidas de dissimilaridade, que evita caracterizar a dissimilaridade por valores extremos (máximo ou mínimo) entre os genótipos considerados (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

Considerando os dados avaliados em experimentos com repetições, assim como a matriz simétrica de variâncias e covariâncias residuais, procedeu-se à escolha da distância generalizada de Mahalanobis (D^2), com o intuito de estabelecer as distâncias existentes entre os pares de acessos (CRUZ, 2008), por ser adequada principalmente aos dados dos descritores a serem avaliados neste trabalho. Ainda de acordo com este autor, a partir da distância de Mahalanobis é possível diferenciar os acessos mais e menos dissimilares, assim como realizar análises de agrupamento, como os métodos de otimização de Tocher e o hierárquico aglomerativo UPGMA, objetivando ampliar os métodos para avaliar corretamente a diversidade genética entre os acessos.

Nunes et al. (2011) ressaltam que a formação de grupos de linhagens através dos métodos de agrupamento de Tocher e UPGMA auxilia no planejamento das combinações híbridas a serem obtidas, cujo objetivo principal é indicar cruzamentos que envolvam linhagens alocadas em grupos distintos pelas informações de diversidade genética, e que seja possível gerar híbridos promissores por meio de linhagens divergentes.

REFERÊNCIAS

AGOSTINI-COSTA, T. da S.; SILVA, D. B. da; VIEIRA, R. F. Recursos genéticos vegetais: fontes de alimentação e saúde. **In: Recursos Genéticos Vegetais**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. p. 761-806.

AGRIANUAL 2010. Hortifrutícolas: olerícolas, preço. **In: AGRIANUAL 2010**. São Paulo: AgraFNP, 2010. P. 353-354.

AGRIANUAL 2009. Para onde vai o mercado de sementes de hortaliças. **In: AGRIANUAL 2009**. São Paulo: AgraFNP, 2009. p. 329-330.

AMARIZ, A.; LIMA, M. A. C. de; BORGES, R. M. E.; BELÉM, S. F.; PASSOS, M. C. L. M. S.; TRINDADE, D. C. G. da; RIBEIRO, T. P. Caracterização da qualidade comercial e teor de carotenóides em acessos de abóbora. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. S541-S547, ago. 2009. 1 CD-ROM. Suplemento. Edição dos Trabalhos do 49º Congresso Brasileiro de Olericultura, Águas de Lindóia, 2009.

AMBRÓSIO, C. L. B.; CAMPOS, F. de A. C. e S.; FARO, Z. P. de. Aceitabilidade de flocos desidratados de abóbora. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 39-45, 2006a.

AMBRÓSIO, C. L. B.; CAMPOS, F. de A. C. e S.; FARO, Z. P. de. Carotenóides como alternativa contra a hipovitaminose A. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 233-243, 2006b.

ANDRADE, D. C. L.; LOURA, E. S. A.; GONÇALVES, N. P. da S.; SILVA, L. S. de J.; LIMA, M. A. C. de; BORGES, R. M. E. Descrição qualitativa de acessos de *Cucurbita* spp. do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semi-Árido. **In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMI-ÁRIDO**, 4., 2009, Petrolina. Anais... Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2009. p. 68-73.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. do N. **Experimentação agrícola**. 4ª ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237p.

BARBOSA-FILHO, J. M.; ALENCAR, A. A.; NUNES, X. P.; TOMAZ, A. C. de A.; SENA-FILHO, J. G.; ATHAYDE-FILHO, P. F.; SILVA, M. S.; SOUZA, M. F. V. de; CUNHA, E. V. L. da. Sources of alpha-, beta-, gamma-, delta- and epsilon-carotenes: A twentieth century review. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, vol. 18, n. 1, p. 135-154, 2008.

BARRETO, G. P. de M. **Carotenóides e compostos bioativos: relação com propriedades anti-radical livre e corante em frutas tropicais**. Campinas, 188 p., Tese, Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia de Alimentos. 2008.

BEITUNE, P. E.; DUARTE, G.; QUINTANA, S. M.; FIGUEIRÓ-FILHO, E.; VANNUCCHI, H. Hipovitaminose A: cofator clínico deletério para o homem. **Revista de Medicina**, Ribeirão Preto, v. 36, n. 1, p. 5-15, 2003.

BELÉM, S. F.; LIMA, M. A. C. de; BORGES, R. M. E.; COSTA, A. C. S.; SANTOS, A. C. N.; ANTÃO, T. dos. Caracterização da qualidade pós-colheita de frutos de acessos de *Cucurbita* spp. **In: Anais da III Jornada Científica da Embrapa Semiárido**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2008.

BENTO, C. dos S.; SUDRE, C. P.; RODRIGUES, R.; RIVA, E. M.; PEREIRA, M. G. Descritores qualitativos e multicategóricos na estimativa da variabilidade fenotípica entre acessos de pimentas. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 2, p. 149-156, 2007.

BERTOLDI, M. R. Regulação internacional do acesso aos recursos genéticos que integram a biodiversidade. **Revista de Direito Ambiental**, São Paulo, v.39, n.10, p. 127-146, 2005.

BISOGNIN, D. A. Origin and evolution of cultivated cucurbits. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.5, p.715-723, 2002.

BORGES, R. M. E.; LIMA, M. A. C. de; RESENDE, G. M.; DIAS, R. de C. de S. **Caracterização e avaliação morfo-agronômica em abóboras visando à identificação de genótipos com alto teor de carotenóides totais e resistentes à mosca branca para cultivo no semi-árido brasileiro**. Embrapa Semiárido. Projeto de pesquisa. 25 p. 2007.

CAMPOS, F. M.; ROSADO, G. P. Novos fatores de conversão de carotenóides provitamínicos A. **Ciência & Tecnologia em Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 3, p. 571-578, 2005.

CARVALHO, P. G. B. de; MACHADO, C. M. M.; MORETTI, C. L.; FONSECA, M. E. de N. Hortaliças como alimentos funcionais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 4, p. 397-404, 2006.

CEAGEPE. **Principais produtores x principais fornecedores**. Disponível em: <http://www.ceagepe.com.br>. Acesso em 21 de maio de 2005.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2ª ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

CHUN, O. K.; KIM, D-O; SMITH, N.; SCHROEDER, D.; HAN, J. T.; LEE, C. Y. Daily consumption of phenolics and total antioxidant capacity from fruit and vegetables in the American diet. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 85, p. 1715-1724, 2005.

COELHO, E. R.; LIMA, M. A. C. de; BORGES, R. M. E.; PASSOS, M. C. L. M. S.; SILVA, R. P. da; ARAÚJO, A. A.; TRINDADE, D. C. G. da; ARAÚJO, M. L. de A. Caracterização de atributos físicos relacionados à qualidade de frutos de acessos de abóbora. In: **Anais da IV Jornada Científica da Embrapa Semiárido**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009.

CRUZ, C. D. **Programa GENES: diversidade genética**. Viçosa: UFV, 2008. 278p.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, v. 2, 2003. 585p.

FAO. **Principais países produtores e respectivas produtividades de abóboras e morangas**. Disponível em: <http://www.fao.org/>. Acessado em janeiro de 2010.

FARIAS, A. J.; ALMEIDA, J. S.; MENDONÇA, O. O. **Análise da comercialização: Hortifrutigranjeiros** 2006. Disponível em: http://www.ceasa.ba.gov.br/arq/ceasa_AnaliseComercial_2006.pdf. Acesso em janeiro de 2010.

FERRIOL, M.; PICÓ, B.; CÓRDOVA, P. F. de; NUEZ, F. Molecular diversity of a germplasm collection of Squash (*Cucurbita moschata*) determined by SRAP and AFLP markers. **Crop Science**, Madison, v. 44, p. 653-664, 2004.

FONSECA, M. A.; WETZEL, M. M. V. da S.; CANDEIRA, A. C. **El estado del arte de los recursos genéticos en las Américas: conservación, caracterización y utilización**. Embrapa: Brasília, 2006.

GOEDERT, C. de O. Histórico e avanços em recursos genéticos no Brasil. **In: Recursos Genéticos Vegetais**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. p. 23-60.

GOMES, F. da S. Carotenóides: uma possível prevenção contra o desenvolvimento de câncer. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 20, n. 5, p. 537-548, 2007.

GONZAGA, V.; FONSECA, J. N. L.; BUSTAMANTE, P. G.; TENENTE, R. C. V. Intercâmbio de germoplasma de cucurbitáceas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, p. 06-09, 1999. Suplemento.

GONZALEZ, E.; MONTENEGRO, M. A.; NAZARENO, M. A. **Carotenoid composition and vitamin A value of an Argentinian squash (*Cucurbita moschata*)**. *ALAN*. [online]. v. 51, n. 4, p. 395-399, 2001. ISSN 0004-0622. Disponível em: <http://www.scielo.org/ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222001000400012&lng=es&nrm=iso>. Acesso em 27 de junho de 2011.

IBGE. **Pesquisa de orçamentos familiares - 2008**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=2393&z=p&o=16&i=P>. Acessado em janeiro de 2011.

IBGE. **Sistema IBGE de recuperação automática - 2011**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=822&z=t&o=19>. Acessado em janeiro de 2011.

LAGO, E. S. **Avaliação das condições cromatográficas de análise e efeito da aplicação de coberturas comestíveis nos carotenóides de abóboras**

desidratadas. São José do Rio Preto, 73 p., Dissertação, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP). 2007.

LETERME, P.; BULDGEN, A.; ESTRADA, F.; LONDOÑO, A. M. Mineral content of tropical fruits and unconventional foods of the Andes and the rain forest of Colombia. **Food Chemistry**, vol. 95, p. 644–652, 2006.

LOURA, E. S. A.; ANDRADE, D. C. L.; GONÇALVES, N. P. da S.; SILVA, L. S. de J.; RESENDE, G. M. D. de; BORGES, R. M. E. Variabilidade de caracteres de frutos de acessos de abóbora do Banco Ativo de Germoplasma de cucurbitáceas da Embrapa Semi-Árido. **In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMI-ÁRIDO**, 4., 2009, Petrolina. Anais... Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2009. p. 74-79.

LUBARINO, P. C. da C.; BORGES, R. M. E.; RESENDE, G. M. de; OLIVEIRA, R. C. da S.; GONÇALVES, N. P. da S. Determinação do potencial germinativo e caracterização de acessos de Cucurbita moschata e C. Maxima no Vale do São Francisco. **In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA**, 3., 2008, Fortaleza. CEFET-CE: SETEC: MEC: REDENET, 2008. Disponível em: http://www.cpatas.embrapa.br/public_eletronica/downloads/OPB1932.pdf.

LUENGO, R. de F. A.; PARMAGNANI, R. M.; PARENTE, M. R.; LIMA, M. F. B. F. **Tabela de composição nutricional das hortaliças.** Brasília: Embrapa Hortaliças, 2000. 4p.

MACHADO, A. T. Manejo dos recursos genéticos vegetais em comunidades agrícolas: enfoque sobre segurança alimentar e agrobiodiversidade. **In: Recursos Genéticos Vegetais.** Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. p. 23-60.

MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A. J.; VICARIO, I. M.; HEREDIA, F. J. Pigmentos carotenoides: consideraciones estructurales y fisicoquímicas. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v.57, n.2, 2007.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G. LEAL, F. L. L.; CAETANO, A. C. da S.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, vol. 26, n. 3, p. 639-644, 2006.

MELO, E. DE A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G. de; NASCIMENTO, R. J. do. Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, vol. 44, n. 2, p. 193-201, 2008.

MELO, E. A.; MANCINI FILHO, J.; GUERRA, N. B.; MACIEL, G. R. Atividade antioxidante de extratos de coentro (*Coriandrum sativum* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, vol. 23, supl., p. 195-199, 2003.

MOURA, M. da C.C.L.; QUEIRÓZ, M. A. de; GUTMAN, S. M.; SILVA, S. L.; MACHADO, K. K. G.; CONCEIÇÃO FILHO, J. F. da. Variedades tradicionais e variabilidade genética de hortaliças – riquezas maranhenses. In: **Recursos Genéticos de Hortaliças: riquezas naturais**. São Luís: IICA, 2005. 190 p.

MOURÃO, D. M.; SALES, N. S. de; COELHO, S. B.; PINHEIRO-SANTANA, H. N. Biodisponibilidade de vitaminas lipossolúveis. **Revista de Nutrição**, Campinas, v 18, n. 4, p. 529-539, 2005.

NASS, L. L.; NISHIKAWA, M. A. N.; FÁVERO, A. P.; LOPES, M. A. Pré-melhoramento de germoplasma vegetal. In: **Recursos Genéticos Vegetais**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. p. 683-716.

NASS, L. L.; PATERNIANI, E. Pre-breeding: a link between genetic resources and maize breeding. **Scientia Agrícola**, vol. 57, n. 3, p. 581-587, 2000.
NUNES, G. H. de S.; MELO, D. R. M. de; DANTAS, D. J.; ARAGÃO, F. A. de S.; NUNES, E. W. L. P. Divergência genética entre linhagens de melão do grupo *Inodorus*. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 448-456, 2011.

PASSOS, M. C. L. M. S.; LIMA, M. A. C. de; COELHO, E. R.; TRINDADE, D. C. G. da; SÁ, S. K. da S. L. de. Qualidade pós-colheita e compostos de valor nutricional de frutos de acessos de *Cucurbita* spp. In: **Anais da IV Jornada Científica da Embrapa Semiárido**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009.

QUEIRÓZ, M. A. de; LOPES, M. A. Importância dos recursos genéticos vegetais para o agronegócio. In: **Recursos Genéticos Vegetais**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. p. 61-119.

QUEIRÓZ, M. A. de; RAMOS, S. R. R.; MOURA, M. da C. C. L.; COSTA, M. S. V.; SILVA, M. A. S. da. Situação atual e prioridades do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de cucurbitáceas do Nordeste brasileiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17 p. 25-29, 1999. Suplemento.

RAMOS, S.R.R.; QUEIRÓZ, M.A. de. Caracterização morfológica: experiência do BAG de cucurbitáceas da Embrapa Semi-Árido, com acessos de abóbora e moranga. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, p. 09-12, 1999. Suplemento.

RAMOS, S.R.R.; QUEIROZ, M.A. de. Recursos genéticos de abóbora no Nordeste brasileiro. In: **Recursos genéticos de hortaliças: riquezas naturais**. São Luís: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, 2005. p. 79-98.

RAMOS, S. R. R.; LIMA, N. R. S.; ANJOS, J. L. dos; CARVALHO, H. W. L.; OLIVEIRA, I. R. de; SOBRAL, L. F.; CURADO, F. F. **Aspectos técnicos do cultivo da abóbora na região Nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010.

RAMOS, S. R. R.; QUEIRÓZ, M. A. de; CASALI, V. W. B.; CRUZ, C. D. Recursos genéticos de *Cucurbita moschata*: caracterização morfológica de populações locais coletadas no Nordeste brasileiro. In: **Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro**. v. 1, 1999.

RAMOS, S. R. R.; QUEIROZ, M. A. de; PEREIRA, T. N. S. Recursos genéticos vegetais: manejo e uso. **Revista Magistra**, Cruz das Almas, v. 29, n. 4, p. 265-273, 2007.

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

RUBENSTEIN, K. D.; SMALE, M.; WIDRLECHNER, M. P. Demand for genetic resources and the U. S. National Plant Germplasm System. **Crop Science**, Madison, v. 46, p. 1021-1031, 2006.

RUFINO, M. do S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S. de; MORAIS, S. M. de; SAMPAIO, C. de G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas**

pela captura do radical livre ABTS. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007.

SASAKI, F. F.; AGUILA, J. S. del; GALLO, C. R.; ORTEGA, E. M. M.; JACOMINO, A. P.; KLUGE, R. A. Alterações fisiológicas, qualitativas e microbiológicas durante o armazenamento de abóbora minimamente processada em diferentes tipos de corte. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 170-174, 2006.

SEDIYAMA, M. A. N.; VIDIGAL, S. M.; SANTOS, M. R. dos; MASCARENHAS, M. H. T. **Cultura da moranga híbrida ou abóbora Tetsukabuto.** Belo Horizonte: EPAMIG, 2009.

SENTANIN, M. A.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Teores de carotenóides em mamão e pêssego determinados por cromatografia líquida de alta eficiência. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27, n.1, p.13-19, 2007.

SILVA, C. R. de M.; NAVES, M. M. V. Suplementação de vitaminas na prevenção de câncer. **Revista de Nutrição**, Campinas, v 14, n. 2, p. 135-143, 2001.

SILVA, D. B.; WETZEL, M. V.; FERREIRA, M. A. J. F.; CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. de; LOPES, J. F.; COSTA, I. S.; BUSTAMANTE, P. G. **Acervo de recursos genéticos de hortaliças conservados a longo prazo no Brasil.** Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006.

SILVA, D. B.; WETZEL, M. M. V. da S.; SALOMÃO, A. N.; FAIAD, M. G. R. Conservação de germoplasma semente em longo prazo. **In: Recursos Genéticos Vegetais.** Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. p. 441-471.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. P.313-314.

TAYLOR, M.; RAMSAY, G. Carotenoid biosynthesis in plant storage organs: recent advances and prospects for improving plant food quality. **Physiologia Plantarum**, v. 124, p. 143–151, 2005.

TORRES FILHO, J. **Caracterização morfo-agronômica, seleção de descritores e associação entre divergência genética e a heterose no meloeiro**. Mossoró, 150f, Tese, Universidade Federal Rural do Semiárido. 2008.

UENOJO, M.; MARÓSTICA JÚNIOR, M. R.; PASTORE, G. M. Carotenóides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 616-622, 2007.

VIEIRA, R. F.; AGOSTINI-COSTA, T. da S. Caracterização química de metabólitos secundários em germoplasma vegetal. **In: Recursos Genéticos Vegetais**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. p. 343-376.

VILELA-MORALES, E. A.; VALOIS, A. C. C. Recursos genéticos vegetais autóctones e seus usos no desenvolvimento sustentável. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 11-42, 2000.

WANGCHAROEN, W.; MORASUK, W. Antioxidant capacity and phenolic content of some Thai culinary plants. **Maejo International Journal of Science and Technology**, vol. 01, n. 2, p. 100-106, 2007.

WATANABE, K.; KON, M.; TAKAHASHI, B.; HIROTA, S. Cis-trans isomers of β -caroteno in fresh vegetables and fruits. **Food Science Technology**, vol. 5, n. 3, p. 308-310, 1999.

WHITAKER, T.W.; DAVIS, G.N. **Cucurbits**: botany, cultivation and utilization. London: Leonard Hill Books, 1962.

CAPÍTULO II

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E FÍSICO-QUÍMICAS DE FRUTOS DE ACESSOS DE JERIMUM DE LEITE (*Cucurbita moschata*) PERTENCENTES AO BANCO ATIVO DE GERMOPLASMA DE CUCURBITÁCEAS DA EMBRAPA SEMIÁRIDO

RESUMO

Frutos de *Cucurbita moschata* são bastante comercializados e consumidos no Brasil, sendo que o mercado atual demanda novas cultivares, adaptadas às condições edafoclimáticas de cada região, e com características adequadas ao comércio, justificando, assim, estudos direcionados à identificação de materiais de maior qualidade comparados aos usualmente comercializados. Por constituir-se em alimento básico da população nordestina, é necessário que estejam disponíveis no mercado materiais de qualidade superior, que podem estar armazenados na forma de acessos nos Bancos Ativos de Germoplasma de Cucurbitáceas, a exemplo da Embrapa Semiárido, que possui cerca de 849 acessos somente do gênero *Cucurbita*, ainda não estudados e que requerem melhor caracterização. O objetivo desse trabalho foi avaliar características físicas e físico-químicas de frutos de acessos de *Cucurbita moschata* pertencentes ao BAGC da Embrapa Semiárido, que possuam qualidade para mercado, assim como caracteres úteis para estudos em programas de melhoramento genético vegetal. Foram caracterizados os acessos: 510, 515, 525, 560, 561, 564, 574, 575, 579, 581, 583, 585, 587, 589 e 592, com procedências dos estados do Piauí e do Maranhão. As características avaliadas foram: massa; comprimento; diâmetros maior, menor, da cavidade interna longitudinal e mediana; espessuras da casca e da polpa; firmeza da polpa; luminosidade, croma e ângulo de cor da polpa; teores de sólidos solúveis, açúcares solúveis totais e amido; e acidez titulável. Os dados foram submetidos às análises uni e multivariadas. As médias da maioria das variáveis foram significativas pelo teste de Skott-Knott ($p < 0,05$), exceto para as espessuras da casca e da polpa. Os frutos do acesso 581 caracterizaram-se por menores massa, comprimento, diâmetros maior, menor e das cavidades internas longitudinal e mediana, ângulo de cor da polpa, além de acidez titulável e do teor de amido, e apresentaram, ainda, elevados cromaticidade, firmeza e teor de sólidos solúveis. A distância generalizada de Mahalanobis e o método de Tocher agruparam os acessos 587 e 515 como os mais similares. Os métodos de agrupamento de Tocher e UPGMA foram parcialmente concordantes na separação dos acessos, permitindo agrupar igualmente pelos dois métodos os acessos 592, 561 e 575. Os descritores acidez titulável, açúcares solúveis totais, firmeza e ângulo de cor da polpa, devem ser inseridos em futuros trabalhos voltados para caracterização da qualidade dos frutos da espécie.

Palavras-chave: abóbora; dimensões; qualidade pós-colheita; recursos genéticos.

ABSTRACT

Fruits of *Cucurbita moschata* are fairly traded and consumed in Brazil, and the current market demands new cultivars adapted to environmental conditions of each region, and with appropriate characteristics to trade, justifying studies aimed at identifying materials of higher quality compared usually marketed. Because it is made into a staple of the Northeastern population, it must be available in the market top quality materials, which can be stored in the form of hits in the Active Germplasm Bank of Cucurbitaceae, such as the Embrapa Tropical Semi-Arid, which has about 849 accesses only the genus *Cucurbita*, has not studied and require further characterization. The aim of this study was to evaluate the physical and physical-chemical fruit of *Cucurbita moschata* accessions belonging to BAGC Embrapa Semiárido, possessing quality for the market as well as characters useful for studies in plant breeding programs. The characterized accessions: 510, 515, 525, 560, 561, 564, 574, 575, 579, 581, 583, 585, 587, 589 and 592, with origins in Piauí and Maranhão the States. The characteristics evaluated were: weight, length, diameter, smaller, and the median longitudinal internal cavity, thickness of skin and pulp, firmness, lightness, chroma and angle of flesh color, soluble solids, total soluble sugars and starch, and acidity. The data were submitted to univariate and multivariate analysis. Means of most variables were significant by Skott-Knott test ($p < 0.05$) except for the thickness of the skin and pulp. The fruits of access 581 were characterized by lower weight, length and diameters larger and smaller internal cavities and longitudinal median angle of flesh color, and acidity and starch content, and showed also high chromaticity firmness and soluble solids. The Mahalanobis distance and the Tocher method grouped the 587 and 515 access to the most similar. The clustering methods of Tocher and UPGMA partially agree on the separation of access, allowing the group also two methods to access 592, 561 and 575. Descriptors acidity, total soluble sugars, firmness, color and angle of the pulp, should be included in future studies aimed to characterize the quality of the fruit of the species.

Keywords: pumpkin, dimensions, quality postharvest, genetic resources.

1 INTRODUÇÃO

A abóbora, originária da região central do México, é uma olerácea de grande valor econômico, sendo consumida de formas variadas, desde o fruto cozido, imaturo, maturo ou maduro, ou ainda, processado, na forma de purês, sopas, sorvetes, doces, dentre outros (BISOGNIN, 2002; SILVA et al., 2006). Possui características morfoagronômicas diversificadas, que variam de acordo com o mercado ao qual se destinam, seja para consumo *in natura* ou para a agroindústria.

É uma hortaliça bastante comercializada e consumida no Brasil, cuja aquisição alimentar por domicílio no ano de 2008, para as regiões Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste, basearam-se por volta de 1,2 kg de consumo *per capita*, e na região Norte, apesar do consumo não ser expressivo, cerca de 0,9 kg, quando comparado ao das demais regiões, o Estado do Tocantins é o maior consumidor brasileiro, com cerca de 3,5 kg (IBGE, 2008).

Assim como ocorre em outras cucurbitáceas, as dimensões dos frutos como peso, tamanho, formato, e as colorações da casca e especialmente da polpa, são fatores imprescindíveis durante a comercialização por relacionarem-se aos padrões exigidos pelos consumidores. Grande diversidade genética dessa família para tais características pode ser encontrada nos Bancos Ativos de Germoplasma (BAG), que armazenam materiais ainda não estudados e que possivelmente são diferenciados dos produtos usualmente comercializados, com caracteres relevantes como resistência a doenças, maior produtividade e frutos de qualidade superior.

Por constituir-se em alimento básico da população nordestina, é nessa região que se localiza o BAG de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido – BAGC – que possui cerca de 849 acessos somente do gênero *Cucurbita*, demonstrando a variabilidade existente das espécies dessa família e que ainda necessita de estudos voltados para a caracterização morfoagronômica e da qualidade dos produtos (BORGES et al., 2007).

Para avaliação sensorial, o sabor e o aroma são sempre citados por aferirem a qualidade dos frutos, que geralmente possuem baixa acidez e elevados teores de

sólidos solúveis, assim como cor e textura, sendo esta última indicativa do período de vida pós-colheita do produto (CHITARRA; CHITARRA, 2005), ressaltando a sua importância para as abóboras, que podem ser armazenadas por vários meses sob temperatura ambiente para os frutos íntegros e sem danos. A cor é um atributo decisivo no momento da compra (ZAPATA et al., 2007), especialmente para as abóboras, cuja preferência é por frutos com polpa de cor laranja intensa.

O mercado atual demanda novas cultivares, adaptadas às condições edafoclimáticas de cada região, e com características adequadas ao comércio, justificando, assim, estudos direcionados à identificação de materiais de maior qualidade comparados aos usualmente comercializados.

O objetivo desse trabalho foi avaliar características físicas e físico-químicas de frutos de acessos de *Cucurbita moschata* pertencentes ao BAGC da Embrapa Semiárido, que possuam qualidade para mercado, e outros caracteres úteis para estudos em programas de melhoramento genético vegetal.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Entre os acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido, quinze foram selecionados com base nas informações dos dados de passaporte, da quantidade de sementes disponíveis e da variabilidade para características da semente, priorizando-se os que possuíam diferentes cores de casca dos frutos, formato, tamanho das sementes e principalmente coloração da polpa, variando de laranja intenso a médio. Os acessos selecionados, com suas respectivas procedências, estão indicados na Tabela 2.

Tabela 2. Código e procedência dos quinze acessos avaliados, pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido

CÓDIGO DO ACESSO	PROCEDÊNCIA
510	Alto Verde/São Pedro do Piauí-PI
515	Barra do Corda-MA
525	
560	
561	Urbano Santos-MA
564	
574	
575	
579	
581	
583	
585	
587	
589	
592	

Os acessos foram plantados em agosto de 2009, na Estação Experimental de Bebedouro, pertencente à Embrapa Semiárido, e a colheita ocorreu em dezembro do corrente ano, cujos dados meteorológicos para a época são apresentados na Tabela 3 (EMBRAPA SEMIÁRIDO, 2011).

Tabela 3. Médias mensais de dados meteorológicos referentes à época do experimento no ano de 2009, de agosto a dezembro, realizado no Campo Experimental de Bebedouro (Petrópolis-PE 09°09'S 40°22'W) da Embrapa Semiárido

DADOS METEOROLÓGICOS	2009				
	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Precipitação pluviométrica (mm)	1,0	0,0	105,7	0,0	49,0
Radiação solar global (ly/dia)	527,1	393,7	364,9	390,9	347,8
Insolação (horas)	6,7	8,4	7,1	9,7	5,4
Temperatura média (°C)	25,2	27,1	27,0	27,4	27,4
Temperatura mínima (°C)	19,9	20,9	22,3	22,0	23,0
Temperatura máxima (°C)	31,8	34,4	33,7	34,8	33,7
Umidade relativa (%)	59,0	49,0	64,0	55,0	60,0
Evaporação (mm)	7,9	9,3	8,2	9,0	7,3
Velocidade do vento (km/dia)	222,2	206,1	162,4	163,5	149,8

Os frutos, após a colheita, foram transportados para o laboratório de Fisiologia Pós-colheita da mesma instituição, onde foram limpos e avaliados.

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso com três repetições, compostas por cinco plantas. De cada bloco foram colhidos oito frutos que foram considerados individualmente para as avaliações físicas e físico-químicas. A avaliação dos atributos de qualidade incluiu as seguintes variáveis:

- Peso do fruto (kg): obtido em balança semi-analítica;
- Comprimento e diâmetros maior, menor e da cavidade interna do fruto (mm): medidos em paquímetro digital;
- Espessuras da casca e da polpa (mm): determinados por meio de paquímetro digital;

- Firmeza da polpa (N): determinada em penetrômetro manual com ponteira de 8 mm de diâmetro;
- Cor da polpa: através de reflectômetro portátil, observando-se os atributos luminosidade (L), cromaticidade (C) e ângulo de cor em °Hue (Figura 2);

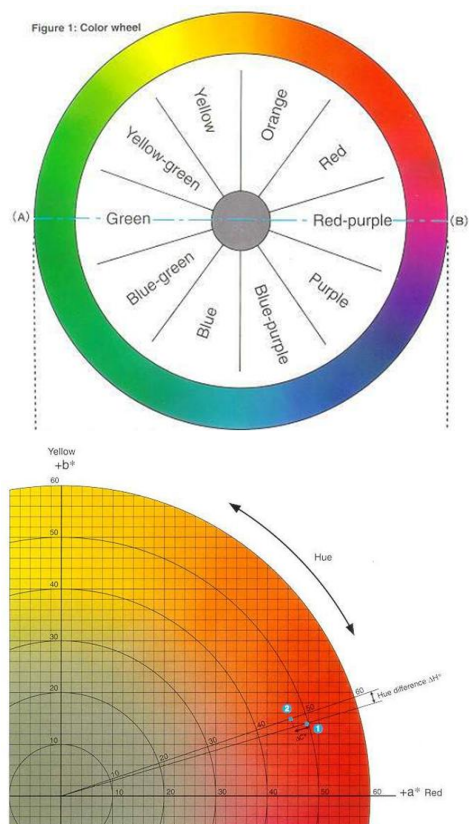


Figura 2. Variação do ângulo de cor, representado em °Hue, numa escala entre 0-360°.

- Teor de sólidos solúveis (°Brix): medido em refratômetro digital com compensação automática de temperatura (AOAC, 1992);
- Acidez titulável (g de ácido cítrico.100 mL⁻¹): por meio de titulação com NaOH 0,1N usando fenolftaleína como indicador (IAL, 1985);

- Teor de açúcares solúveis totais ($\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$): extração em álcool etílico 80% na primeira diluição para que o amido não interferisse nos resultados, e uma segunda diluição, apenas com água destilada, com quantificação utilizando o reativo antrona para a hidrólise ácida das hexoses (YEMN; WILLIS, 1954);
- Teor de amido ($\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$): extrato obtido a partir de 5 g de polpa, através da hidrólise ácida com 5 mL de HCL puro, e a quantificação foi feita utilizando até 1,5 mL de amostra e 1,0 mL do reagente DNS (3-5-dinitro-salicílico). Após a saída das amostras do banho-maria fervente e posterior resfriamento, acrescentou-se água destilada até uma diluição total de 10 mL entre amostra-reagente-água (MILLER, 1959).

Para a estatística univariada, os dados foram submetidos à análise de variância e, para os casos em que foi observada significância estatística, as médias de cada variável foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade. Foi realizada correlação simples entre as variáveis analisadas.

Para a obtenção das estimativas multivariadas, utilizou-se a análise da divergência genética por distância generalizada de Mahalanobis (D^2), método de otimização de Tocher, agrupamento hierárquico por UPGMA, calculadas a partir dos dados obtidos, padronizados com base nos descritores selecionados para acessos instalados com repetição (CRUZ; REGAZZI, 2001). Os dados obtidos foram analisados utilizando-se os recursos computacionais do programa Genes, versão 2011 (GENES, 2011). Também avaliou-se a importância dos caracteres para a diversidade genética descrita por Singh (1981).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ANÁLISE UNIVARIADA

A análise de variância mostrou diferenças significativas entre os acessos para a maioria das variáveis, exceto para as espessuras da casca e da polpa.

A massa dos frutos apresentou valores de 1 kg a pouco mais de 3 kg, representando uma variação de 213% quando foram comparados os valores médios dos acessos 581 e 587 (Figura 3). Levando-se em consideração o consumo nacional de abóbora, a preferência é por frutos com peso de 1 a 2 kg por facilitar o transporte, tendência que está atrelada ao consumo do híbrido ‘Tetsukabuto’, e entre os acessos desta pesquisa, apenas 46% enquadram-se nesta faixa.

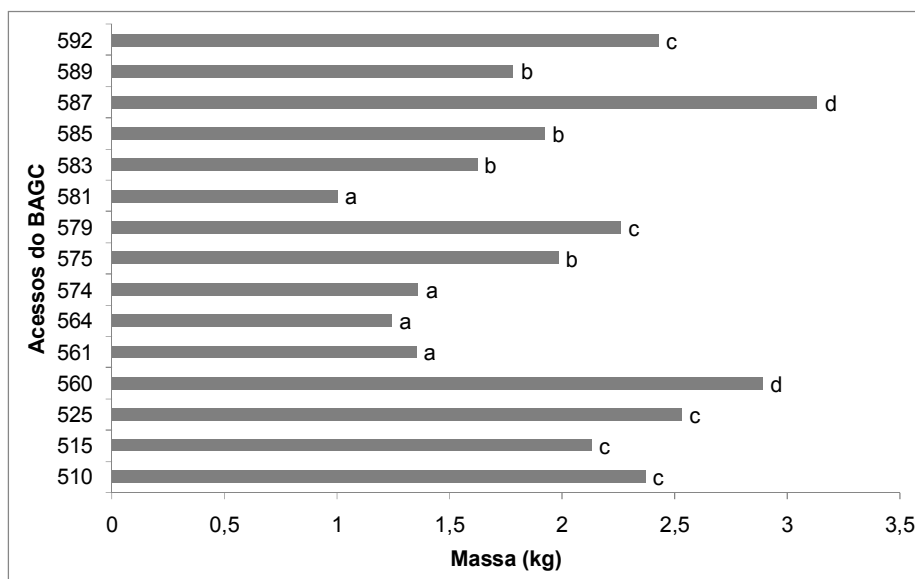


Figura 3. Massa, em quilogramas, de frutos de acessos de *Cucurbita moschata* pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido.

Ao comparar os resultados para o consumidor nordestino, cujo fruto pode variar até cerca de 3 kg, todos os acessos trabalhados podem ser inseridos neste mercado (RAMOS et al., 1999), que é alvo dessa pesquisa.

Coelho et al. (2009), ao avaliarem seis acessos de *Cucurbita moschata* e três de *C. maxima* do BAG de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido, não observaram significância estatística para a massa dos frutos, mesmo os valores tendo oscilado entre 1,63 e 3,69 kg, médias essas semelhantes às deste trabalho. Cardoso (2004) verificou redução no peso médio de frutos de abóbora decorrente da depressão por endogamia, com valores de 1,34 e 0,89 kg nas populações S0 e S4, sendo esta uma variável importante para estudos no melhoramento genético vegetal.

Para a variável comprimento dos frutos, quatro grupos distintos de acessos foram formados, com valores mínimos de 148,13 mm, 212,20 mm, 255,33 mm e 286,07 mm (Figuras 4 e 5).

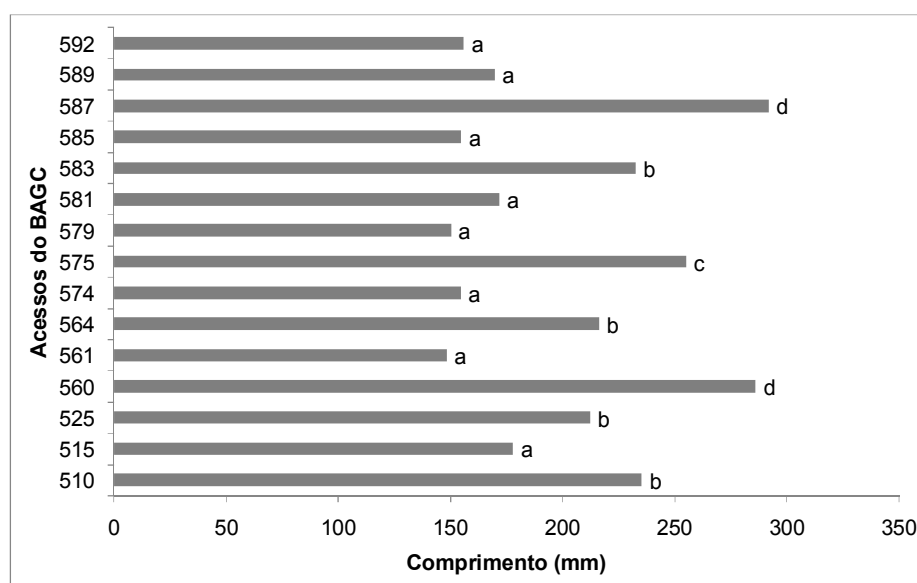


Figura 4. Comprimento, em milímetros, de frutos de acessos de *Cucurbita moschata* pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido.

No grupo com menor comprimento, destacaram-se os acessos 561, 579, 574, 592, 589, 581, 515 e 585 (Figura 5A), e no de maiores médias estavam 587 e 560 (Figura 5B). Bezerra Neto et al. (2006) explicaram que a preferência do

mercado interno é por frutos com menores dimensões para consumo *in natura*.



Figura 5. Acessos 585 (A) e 560 (B), de *Cucurbita moschata*, pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido, que se destacaram quanto à variável comprimento dos frutos. Fotos: Andréia Amariz.

Cardoso (2004), ao avaliar o comprimento dos frutos de abóboras da cultivar Piramoita avaliados após sucessivas autofecundações, identificou redução nos valores para esta variável até a quinta geração autofecundada, confirmando a depressão por endogamia existente em espécies alógamas.

Ao caracterizarem 16 acessos de *Cucurbita moschata* e *C. maxima* do BAGC da Embrapa Semiárido, Belém et al. (2008) obtiveram valores próximos aos obtidos neste trabalho. Coelho et al. (2009) já observaram valores mais baixos para 9 acessos da mesma espécie avaliada, estando entre 137,51 e 223,36 mm.

Os acessos 564, 575, 581 e 583 apresentaram os menores valores de diâmetro maior dos frutos, não diferindo entre si estatisticamente (Figuras 6 e 7A). Para esta variável ocorreu a formação de quatro grupos, com os valores mais elevados representados pelos acessos 525, 579 e 592 (Figura 7B).

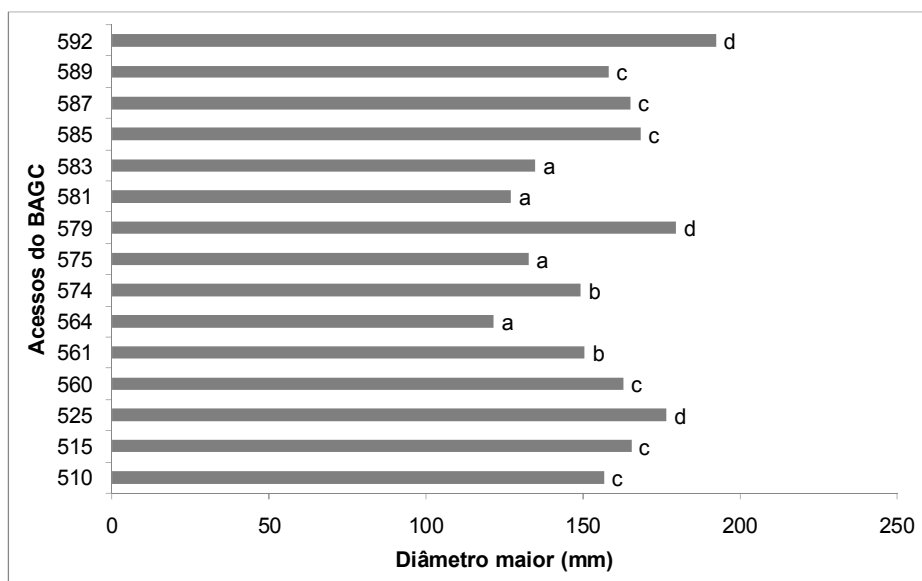


Figura 6. Diâmetro, em milímetros, de frutos de acessos de *Cucurbita moschata* pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido.

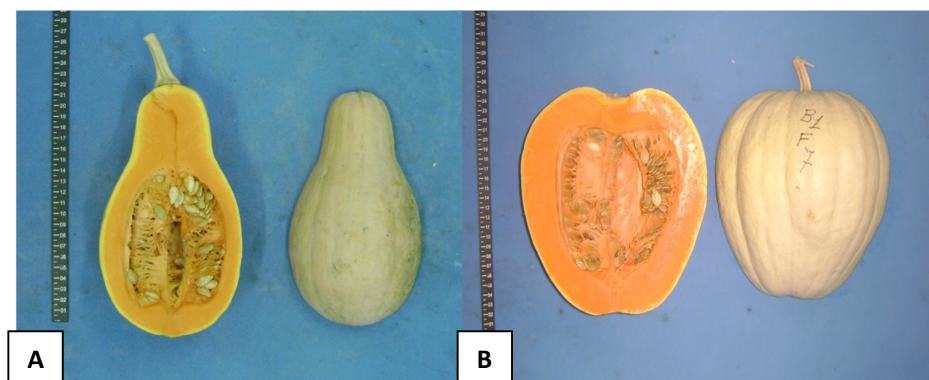


Figura 7. Acessos 564 (A) e 592 (B), de *Cucurbita moschata*, pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido, que se destacaram quanto à variável diâmetro maior dos frutos. Fotos: Andréia Amariz.

O diâmetro maior dos frutos variou de 140,94 a 238,67 mm nos acessos do BAGC de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido estudados por Coelho et al. (2009), assim como nos frutos de abóbora avaliados por Belém et al. (2008). Ambos os autores observaram médias superiores às obtidas nesse trabalho,

chegando a valores de 258,00 mm.

O diâmetro menor dos frutos foi identificado apenas em alguns acessos, cujos valores foram submetidos ao teste de Skott-Knott ($p < 0,05$), considerando as médias dos três blocos (Tabela 4).

Tabela 4. Diâmetro menor (DM) de frutos de acessos de *Cucurbita moschata* do Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido*

ACESSO	DIÂMETRO MENOR
510	86,65B
525	90,77B
564	65,72A
575	87,47B
581	50,92A
583	61,67A
589	59,63A

* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Os acessos listados formaram dois grupos distintos, mas ambos indicaram um formato piriforme, justificando a obtenção desta variável apenas em alguns materiais.

Segundo Silva (2010), a forma e o tamanho dos frutos têm muita influência para o sucesso no lançamento de uma nova cultivar e na preferência dos consumidores. A associação do comprimento ao diâmetro influencia a comercialização, uma vez que a aceitação está associada a frutos com menores dimensões para consumo *in natura*. Entre estas variáveis, quando a relação comprimento/diâmetro apresentar valores menores que a unidade, há a indicação de formato globoso ou elipsóide – grupo I; igual à unidade é esférico – grupo II – e quando possui valor superior a 1, apresenta a forma oblonga – grupo III (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Neste trabalho os acessos avaliados, 579, 585 e 592 pertencem ao grupo I, e os demais ao grupo II, não existindo frutos com formato oblongo (Figura 8). Segundo os descritores apontados por Esquinas-Alcazar e Gulick (1983) para a caracterização dos recursos genéticos de cucurbitáceas, foram encontradas variações para os acessos deste trabalho dentro do grupo I, com frutos exibindo formatos achatados, cordiformes e piriformes.

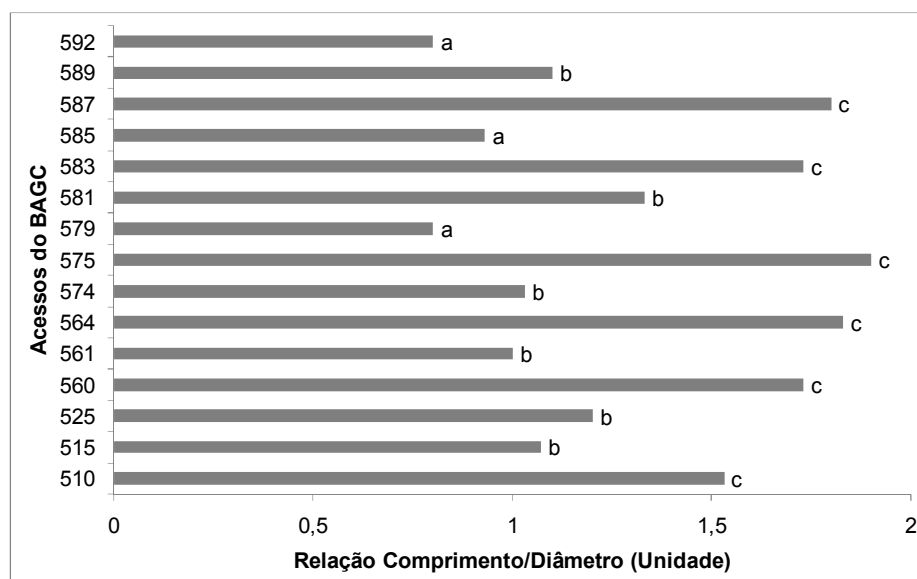


Figura 8. Relação comprimento/diâmetro, de frutos de acessos de *Cucurbita moschata* pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido.

As espessuras de casca e de polpa não apresentaram diferenças estatísticas significativas, observando-se média geral de 4,30 e 22,04 mm, respectivamente (Figuras 9 e 10), sendo o mesmo verificado nos trabalhos de Belém et al. (2008).

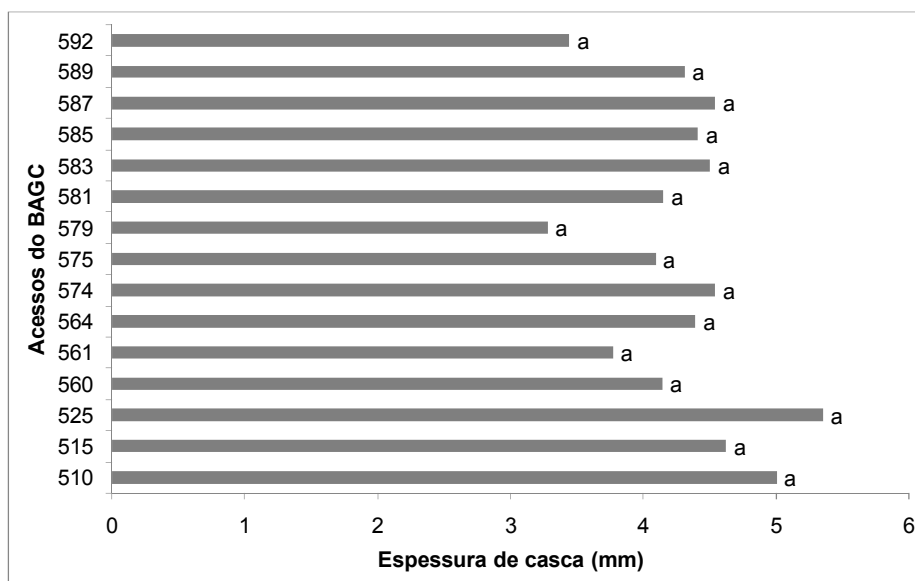


Figura 9. Espessura de casca, em milímetros, de frutos de acessos de *Cucurbita moschata* pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido.

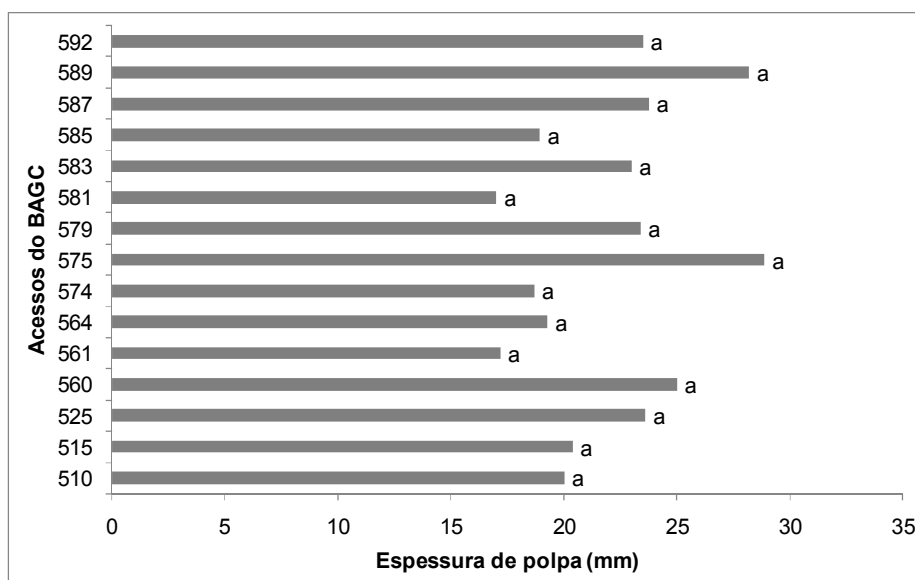


Figura 10. Espessura de polpa, em milímetros, de frutos de acessos de *Cucurbita moschata* pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido.

Entretanto, dentre os nove acessos de abóbora e jerimum caracterizados por Coelho et al. (2009), houve significância estatística para a espessura da casca, com valores médios oscilando entre 4,08 e 8,33 mm, que pode ser explicada pela divergência genética dos materiais do BAGC.

Silva (2010) explica a importância desta variável para os trabalhos de melhoramento em abóboras, pois frutos que apresentem polpa mais espessa conferem um maior rendimento desta, fato importante para a comercialização e industrialização dos frutos, além de um melhor aproveitamento ao serem descascados e transportados. A autora observou, ainda, valores para espessura de polpa que variaram de 1,62 a 6,93 cm em materiais de abóbora fonte para o desenvolvimento de uma nova cultivar.

Sasaki et al. (2006) relataram que o tamanho relativamente grande dos frutos assim como a elevada espessura de casca limitam o consumo de abóboras. A casca mais espessa dos frutos pode estar relacionada à maior quantidade de polissacarídeos pécticos presentes na parede celular, a exemplo da pectina, que confere maior rigidez e possibilita uma vida pós-colheita prolongada a certos produtos. Os autores destacam que, apesar de essa característica proporcionar maior vida útil, frutos com maiores espessuras de casca podem ser prejudicados no momento da comercialização, por dificultarem o manuseio no descascamento.

Outro fator a ser considerado é que abóboras com casca menos espessa e com maior espessura de polpa são mais interessantes para indústria, por possuírem maior rendimento de polpa para produtos processados. Entretanto, os valores deste trabalho foram semelhantes ao observados por Ramos et al. (1999), indicando que tais valores não influenciam a comercialização de abóboras.

O acesso 587 se diferenciou pelo maior diâmetro da cavidade interna longitudinal - DCIL, cujo valor médio foi 215,16 mm (Figura 11), além de possuir o maior comprimento. Os acessos 581, 561, 574, 579, 585, 592, 589, 515, tiveram resultados semelhantes para DCIL e comprimento, cujos frutos apresentaram as menores médias nas duas variáveis.

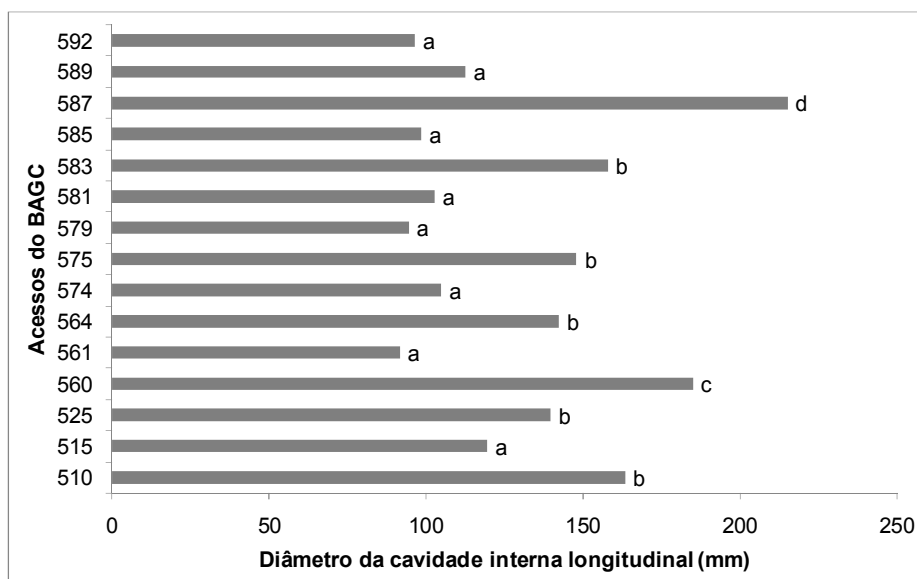


Figura 11. Diâmetro da cavidade interna longitudinal, em milímetros, de frutos de acessos de *Cucurbita moschata* pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido.

Do ponto de vista comercial, frutos com maiores DCIL, possivelmente, são menos suscetíveis a danos mecânicos ocasionados pela dificuldade no transporte, que aceleram indiretamente a senescência dos produtos. O processamento rápido dos frutos com maiores diâmetros das cavidades internas longitudinal de mediana, visando à produção de doces, sopas, purês, dentre outros, pode ser uma alternativa para o produtor, pois reduzirá a perda de qualidade decorrente dos danos produzidos durante o transporte, e direcionará esses frutos para um mercado específico.

Para o diâmetro da cavidade interna mediana - DCIM, observou-se a formação de dois grupos, sendo o primeiro formado pelos acessos 564, 575, 581 e 583, com os menores valores (Figura 12). Estes acessos também apresentaram diâmetro maior equivalentes entre si, com médias inferiores aos demais.

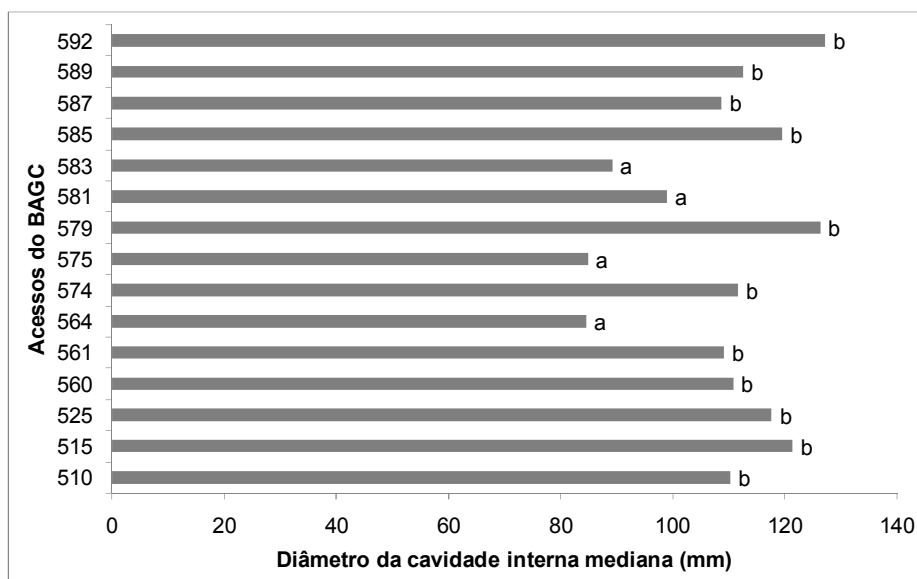


Figura 12. Diâmetro da cavidade interna mediana, em milímetros, de frutos de acessos de *Cucurbita moschata* pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido.

Belém et al. (2008) verificaram para o DCIM média geral de 183,66 mm em frutos de abóbora do BAGC da Embrapa Semiárido. Ramos et al. (1999) observaram valores médios entre 90,56 e 182,26 mm para DCIM, aproximados ou ainda superiores aos deste trabalho, em acessos de *Cucurbita moschata* coletados no Nordeste brasileiro, e constataram que essa variável é também função do formato do fruto.

Assim como em outras cucurbitáceas, a exemplo do melão, frutos com menores DCIM sofrem menos injúrias no manuseio, devido à boa aderência das sementes à placenta influenciar o tempo de conservação do produto. De acordo com Ramos et al. (1999), a obtenção de cultivares de cavidade pequena é um dos objetivos de melhoramento em *Cucurbita* voltado para consumo do fruto. Silva (2010), ao selecionar e estudar o comportamento fenotípico e genotípico de materiais fonte para formação de uma nova cultivar de abóbora (*Cucurbita moschata* Dusch.), explica que altura e largura da cavidade são razão do formato dos frutos, uma vez que os materiais estudados apresentaram formato achatado e menor cavidade em comparação aos frutos mais alongados.

A avaliação da cavidade interna é importante quando o objetivo do melhoramento é a produção de sementes ou para consumo *in natura* ou processamento. Frutos que apresentem maior cavidade interna dispõem de maior espaço para produção de sementes; já materiais com menor cavidade interna possuem maior rendimento em polpa (SILVA, 2010).

A firmeza da polpa variou de 87,66 N a 117,96 N, formando dois grupos distintos de acessos (Figura 13). Os acessos com polpa mais firme foram 510, 560, 574, 575, 579, 581 e 587.

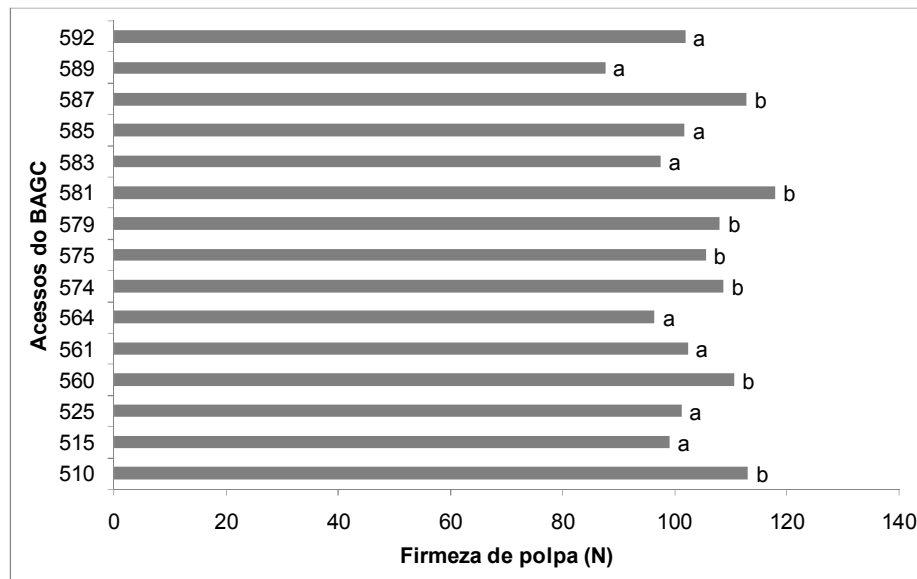


Figura 13. Firmeza da polpa (N) de frutos de acessos de *Cucurbita moschata* pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido.

Ramos Neto (2008), ao caracterizar acessos de *Cucurbita moschata* Dusch. do BAG de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido, obteve valores de firmeza da polpa inferiores aos observados nesse estudo. A textura é uma das características mais importantes do ponto de vista comercial uma vez que pode ser usada como indicativo do potencial de armazenamento e transporte dos frutos, estando

relacionada às quantidades elevadas de substâncias pécicas e amido (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Passos et al. (2009) identificaram médias de firmeza da polpa variando de 60,83 a 122,68 N, em 12 acessos de *Cucurbita* spp. do BAGC da Embrapa Semiárido, próximos aos observados nesta pesquisa.

A luminosidade da polpa (L), ou brilho, é um atributo relacionado à coloração dos produtos que tem forte influência na aceitação por parte do consumidor. Sua aferição é feita utilizando um colorímetro, assim como para os demais atributos de cor, que compara os dados observados com um padrão, e fornece variações de 0 a 100 quanto ao brilho. As médias observadas para os acessos situaram-se na faixa entre 40-50, destacando-se 587, 592, 579, 525, 574, 585 e 581, com os menores valores, respectivamente (Figura 14).

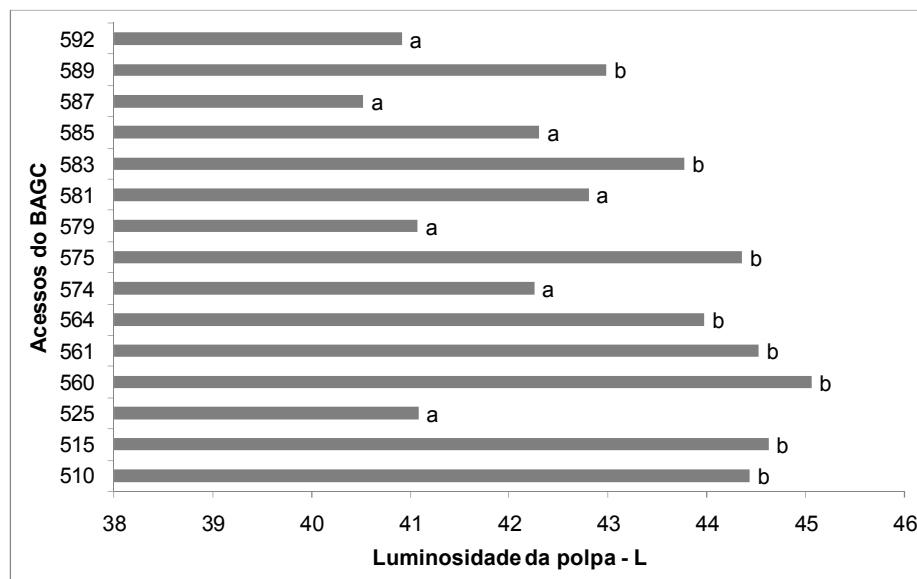


Figura 14. Luminosidade da polpa de frutos de acessos de *Cucurbita moschata* pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido.

Coelho et al. (2009) obtiveram resultados próximos aos desse trabalho. Contudo, Belém et al. (2008) observaram valores médios de luminosidade da polpa na faixa de 50-59 em abóboras do BAGC da Embrapa Semiárido.

Gajewski et al. (2008), avaliaram a qualidade sensorial de sete cultivares de *Cucurbita* spp., observando para a ‘Zemcumina’ (*Cucurbita moschata*) luminosidade da polpa de 65,7, média acima dos valores verificados nesse trabalho.

A cromaticidade da polpa, variável ligada à pureza da cor e que utiliza escala de 0 (cores opacas) a 60 (cores puras), formou dois grupos com os valores mais elevados representados pelos acessos 574, 525, 592, 581, 579 e 589, com média geral de 34.41, representando maior intensidade de cor (Figura 15).

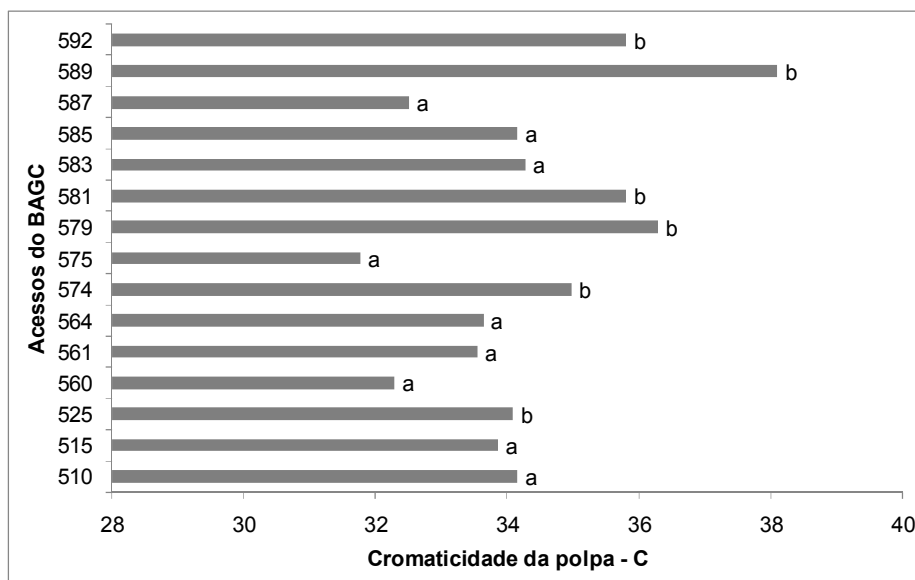


Figura 15. Cromaticidade da polpa de frutos de acessos de *Cucurbita moschata* pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido.

A variação encontrada para o croma da polpa por Belém et al. (2008) e Coelho et al. (2009), para acessos de *Cucurbita* spp. do BAG de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido, foi desde valores entre 25,48 a 36,38, para os primeiros autores, e de 18,93 até 42,62, para os últimos.

O ângulo de cor da polpa, expresso como °Hue, explica a cor propriamente dita, que varia numa faixa entre 0 a 360°, estando a cor laranja localizada na faixa entre 55-90°, tendo-se redução da cor laranja à medida que aumenta o ângulo de cor. As médias variaram entre 59,7 e 70,98, cujos acessos que se destacaram com menor ângulo de cor foram 579, 525, 581, 587 e 585, possuindo, assim, cor laranja mais intenso (Figura 16).

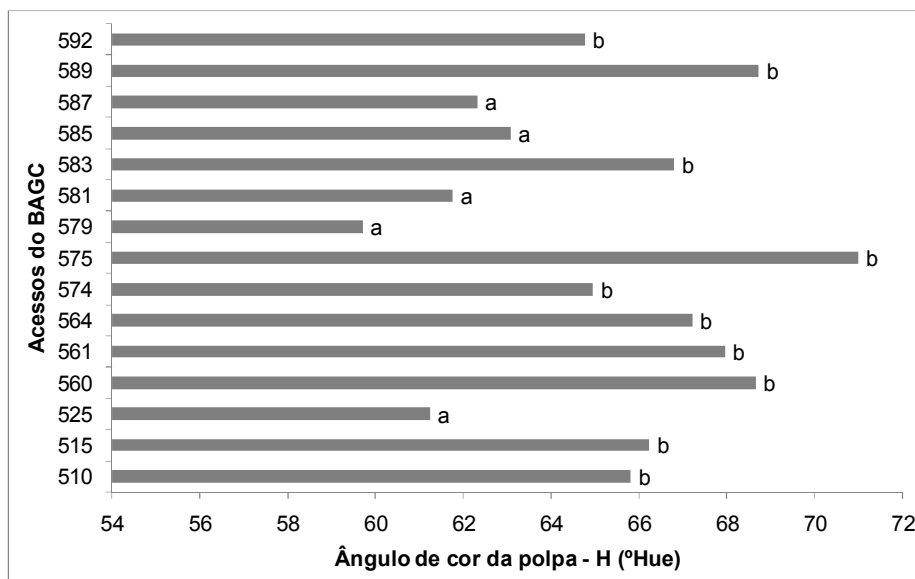


Figura 16. Ângulo de cor da polpa de frutos de acessos de *Cucurbita moschata* pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido.

Os acessos 581 e 574 se destacaram por pertencerem, respectivamente, aos grupos de menores e maiores médias quanto ao ângulo de cor da polpa (Figuras 17A e 17B).

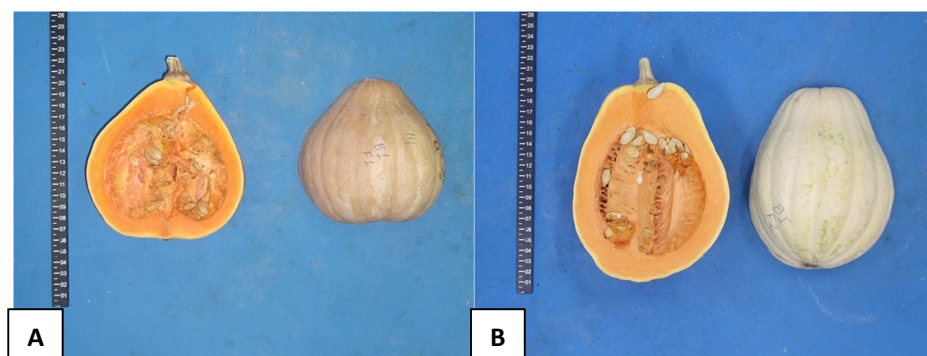


Figura 17. Acessos 581 (A) e 574 (B) de *Cucurbita moschata* pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido que se destacaram quanto à variável ângulo de cor da polpa dos frutos. Fotos: Andréia Amariz.

O conteúdo de sólidos solúveis, composto basicamente por carboidratos e ácidos dissolvidos, é um componente de qualidade relacionado à doçura, e bastante utilizado para indicar o ponto de colheita de diversos frutos e hortaliças.

Visando a obtenção de produtos processados, é interessante que o conteúdo de sólidos solúveis seja mais elevado, uma vez que há, naturalmente, extravasamento do suco celular propiciado pelo corte, resultando em perda do sabor doce do produto (SASAKI et al., 2006).

Para os acessos desta pesquisa, o teor de sólidos solúveis oscilou entre 8,7 e 11,4 °Brix, com as maiores médias ocorrendo nos acessos 515, 589, 581 e 525 (Figura 18).

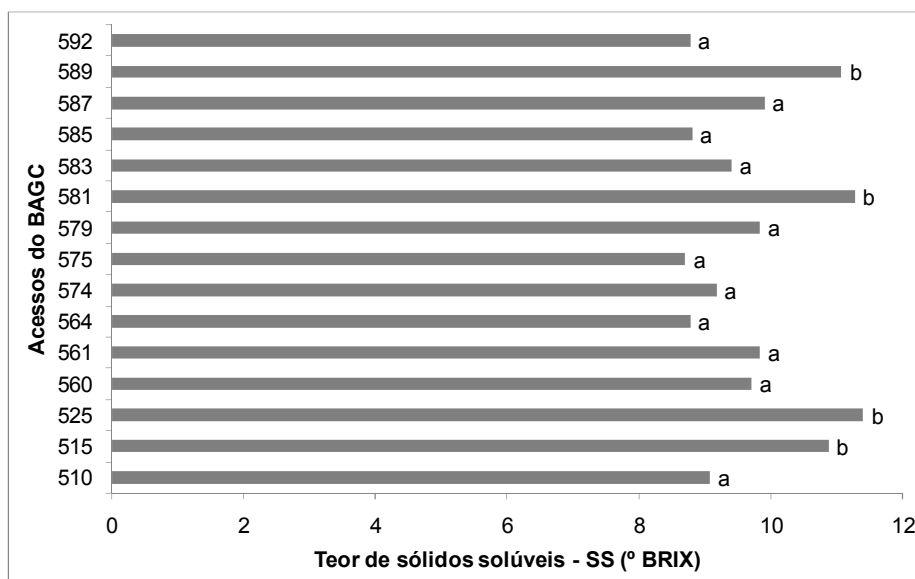


Figura 18. Teor de sólidos solúveis (°Brix) de frutos de acessos de *Cucurbita moschata* pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido.

Belém et al. (2008) observaram teor de sólidos solúveis variando entre 7,3 e 10,9 °Brix, semelhantes ao obtidos para os acessos deste trabalho, já Passos et al. (2009) verificaram valores inferiores, chegando até a 4,2 °Brix, assim como Gajewski et al. (2008), que verificaram valores de 3,0 a 8,7 °Brix em cultivares de abóbora.

As alterações qualitativas avaliadas por Sasaki et al. (2006), em abóbora minimamente processada através de diferentes tipos de corte, possibilitaram observar redução no teor de SS durante o armazenamento refrigerado por 12 dias, com variação de até 2,45 °Brix, sendo o teor inicial no fruto inteiro de até 6,0 °Brix.

A acidez titulável possibilitou a formação de dois grupos, com apenas o acesso 592 destacando-se pela maior média (Figura 19).

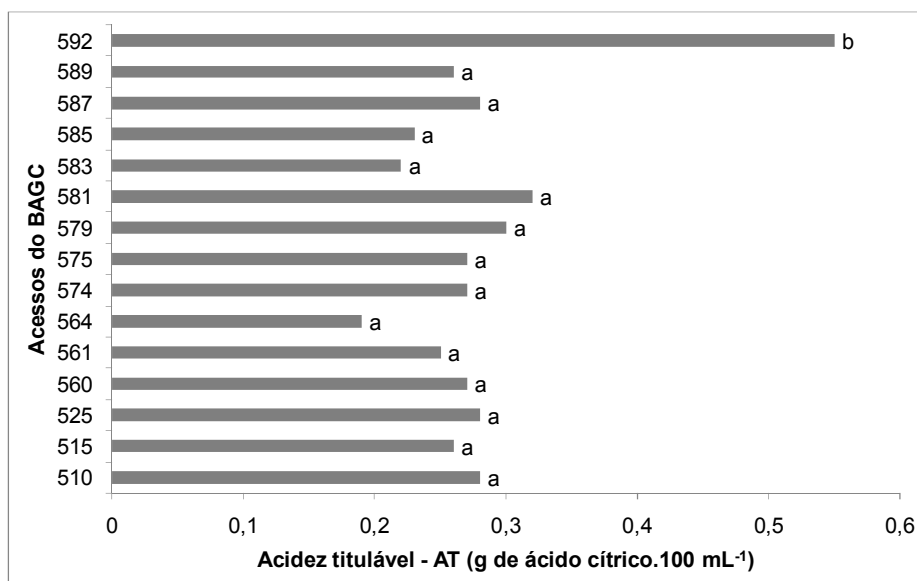


Figura 19. Acidez titulável de frutos de acessos de *Cucurbita moschata* pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido.

Apesar de ter apresentado valor de 0,55 g.100 mL⁻¹ de ácido cítrico em relação ao menor valor de 0,19 g.100g⁻¹, não há diferença que possa ser percebida pelo consumidor, e portanto não se espera uma interferência determinante no sabor durante a comercialização dos frutos. Passos et al. (2009) identificaram médias entre 0,10 e 0,30 g.100g⁻¹ de acidez titulável, não sendo observada variação de grande magnitude para esta variável.

O processamento dos alimentos ocasiona alterações em alguns produtos, que podem ou não, ser significativas. Para o caso das abóboras, Sasaki et al. (2006) não identificaram redução da acidez titulável em frutos minimamente processados em cubos e meia-rodela. Conclui-se que esta variável não sofre alterações de maior significância que possam prejudicar o sabor desses frutos, estejam eles na forma *in natura* ou processados.

A frutose e a glicose são os principais açúcares solúveis totais presentes nos tecidos vegetais, e estes últimos chegam a compor até cerca de 90% do teor de sólidos solúveis (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O acesso 525 apresentou o maior teor de açúcares solúveis totais, 9,51 g.100g⁻¹, sendo 581, 579, 515, 587, 560 e 525 os que tiveram valores intermediários e os demais apresentando os menores valores (Figura 20).

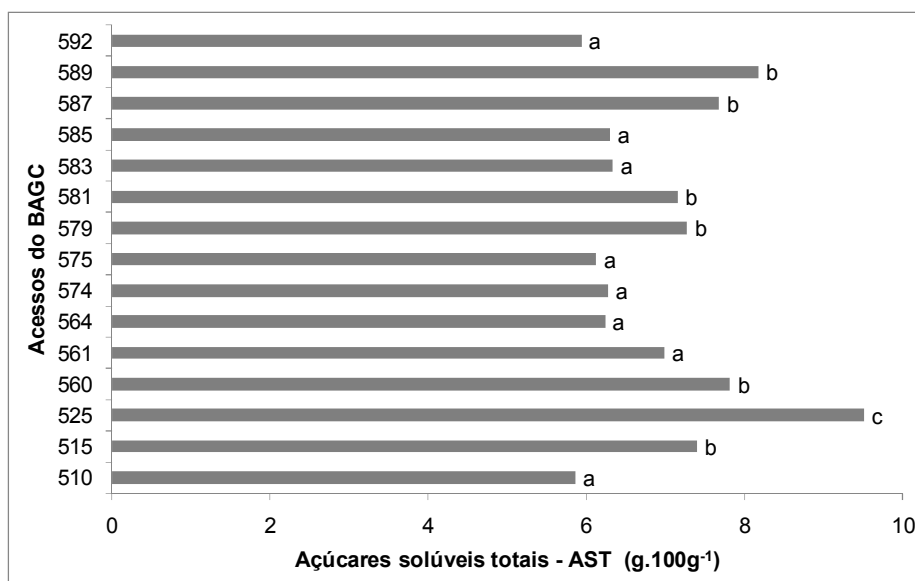


Figura 20. Açúcares solúveis totais (AST) de frutos de acessos de *Cucurbita moschata* pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido.

Ao avaliarem o teor de AST em frutos de *Cucurbita maxima*, Kami et al. (2011) observaram incremento nos valores no decorrer do armazenamento por três meses e até completar o período de seis meses, manteve-se estável a 10°C, indicando esta como temperatura ideal para armazenamento prolongado de frutos dessa espécie, sem redução do teor de AST e não comprometendo a qualidade.

Os acessos 560, 561, 564, 579, 585, 587 e 592, mesmo apresentando baixo teor de SS, tiveram maior relação AST/SS (Figura 21).

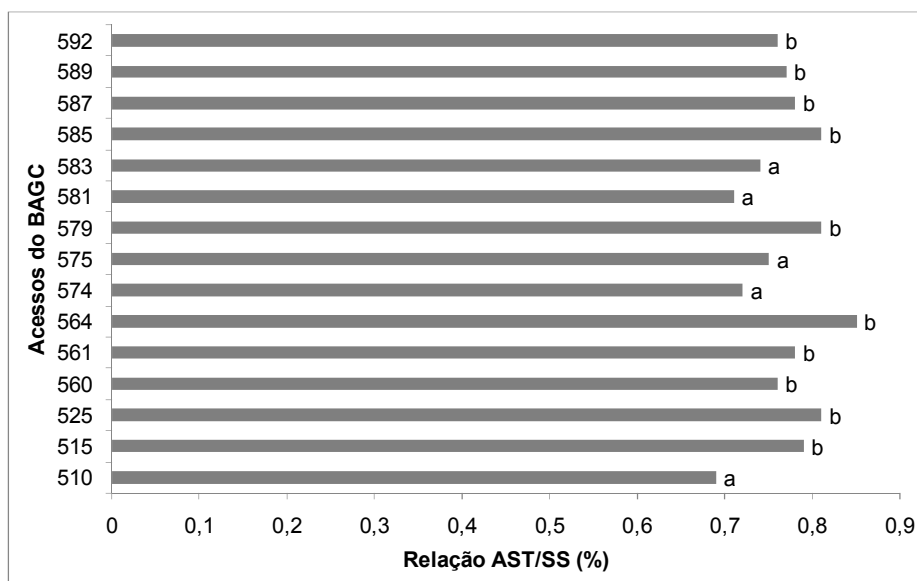


Figura 21. Relação AST/SS de frutos de acessos de *Cucurbita moschata* pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido.

Já o acesso 581 obteve baixa relação AST/SS quando comparado aos conteúdos de SS e AST separadamente. O acesso 525, mesmo tendo formado um terceiro grupo com o valor mais elevado de AST, proporcionou uma relação AST/SS semelhante aos demais acessos pertencentes aos grupos de maiores médias. Os valores médios desta variável situaram-se por volta de 0,69 a 0,85 e esta diferença pode estar associada à própria característica do material avaliado, uma vez que a acidez titulável, apesar da diferença estatística, não proporcionou mudanças significativas que possam explicar tal variação.

O amido, polissacarídeo insolúvel, é responsável por fornecer textura e proteger os alimentos durante o processamento devido às características de seus grânulos. Durante o amadurecimento dos produtos hortícolas, este componente sofre hidrólise originando açúcares redutores que aumentam o teor de sólidos solúveis e são, ainda, consumidos no processo respiratório (CHITARRA; CHITARRA, 2005). O teor de amido pode estar associado ao conteúdo de sólidos solúveis, de forma inversamente proporcional, levando em consideração o

amadurecimento de alguns produtos, sendo que alterações na sua composição repercutem na qualidade comestível (IACUZZO; COSTA, 2009).

Para esta variável, houve a formação de dois grupos, pertencendo ao primeiro grupo os acessos 510, 581, 525 e 589, que tiveram os menores valores, respectivamente (Figura 22).

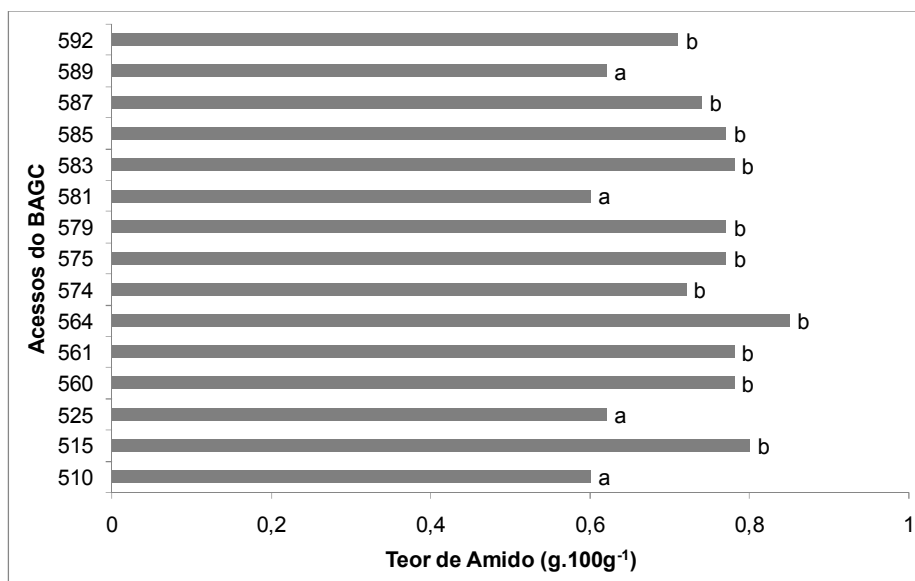


Figura 22. Teor de amido de frutos de acessos de *Cucurbita moschata* pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido.

Desses acessos, 510 e 581 apresentaram elevada firmeza, indicando a reduzida contribuição do amido para tal característica e que, provavelmente, uma quantidade significativa de substâncias pécticas presentes na parede celular conferiu maior firmeza a tais frutos. Os acessos 589 e 525 tiveram maior teor de sólidos solúveis, além do baixo teor de amido, possivelmente ocasionados por avanço no estágio de maturação no momento da colheita.

Os acessos que formaram o grupo de maiores médias foram 592, 564, 585, 583, 561, 515, 560, 575, 587, 579 e 574, sendo que os últimos cinco acessos destacaram-se pela elevada firmeza, o que ratifica a participação do amido nesta

característica. Além de maiores firmeza e teor de amido, os acessos 560, 579 e 587, possuem baixos conteúdos de sólidos solúveis, o que pode proporcionar ao produto uma maior conservação pós-colheita.

Durigan e Mattiuz (2007) estudaram o teor de amido em abobrinhas verdes, cultivar Caipira, armazenadas em temperatura ambiente e submetidas a danos mecânico, cujos valores não ultrapassaram $0,29 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$, apesar de ter sido colhida imatura como exigência do mercado consumidor.

Em frutos do híbrido interespecífico Tetsukabuto, Iacuzzo e Costa (2009) avaliaram o teor de amido por três anos consecutivos, durante o período de 2005 a 2007, sendo encontrados valores equivalentes a 1,30, 1,08 e $1,50 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$, maiores quando comparados a todos os acessos estudados.

Kami et al. (2011) quantificaram as mudanças no conteúdo de amido durante o armazenamento de *Cucurbita maxima* por seis meses sob temperaturas de 5, 10 e 15°C , com redução no conteúdo em todo o período, e especialmente a 15°C , condição na qual os frutos apresentaram os menores valores, próximos a $1 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$, mostrando claramente as diferenças existentes entre as espécies e seus respectivos estádios de maturação na composição do amido no fruto.

3.2 CORRELAÇÃO

As correlações são utilizadas para auxiliar estudos que visam reduzir o número de descritores a serem utilizados em análises, principalmente nos estudos de divergência genética, em que os descritores redundantes são considerados dispensáveis, permitindo conduzir o melhoramento genético de modo mais eficiente, considerando vários descritores concomitantemente (MOURA, 2003).

A correlação entre as variáveis físicas e físico-químicas mostrou-se forte e positiva entre: massa e diâmetro; comprimento e DCIL; diâmetro e DCIL; e SS e AST, com coeficientes acima de 0,7. Os dados de correlação são apresentados na Tabela 5.

Em se tratando de melhoramento genético de abóboras voltado para produção de sementes, uma correlação positiva entre massa e diâmetro é importante, por repercutir em ganhos indiretos de seleção devido à associação forte dessas duas características. Moura (2003) encontrou correlação semelhante entre estas variáveis, ao avaliar caracteres morfoagronômicos de acessos de abóbora, que é favorável e indica a possibilidade de obter ganhos por meio da seleção indireta de um caráter associado, proporcionando progressos mais rápidos do que a seleção direta.

A correlação forte e positiva entre os teores de sólidos solúveis e açúcares solúveis totais já era esperada, devido a esta última característica compor grande parte dos SS, cerca de 90% do conteúdo total.

Tabela 5 – Coeficientes de correlação para as variáveis físicas e físico-químicas, massa (M), comprimento (COMP.), diâmetro (DIÂM.), espessuras de casca (EC) e de polpa (EP), diâmetros das cavidades internas longitudinal (DCIL) e mediana (DCIM), firmeza de polpa (FP), luminosidade (L), cromaticidade (C) e ângulo de cor (H) da polpa, teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), açúcares solúveis totais (AST) e amido, de quinze acessos de *Cucurbita moschata* do BAG de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido.

	M	COMP.	DIÂM.	EC	EP	DCIL	DCIM	FP	L	C	H	SS	AT	AST	AMIDO
M	-	0.5167**	0.7009**	0.1656	0.3663*	0.5612**	0.5073**	0.1339	-0.3248*	-0.2014	-0.1390	0.0846	0.2352	0.3275*	-0.0566
COMP.	-	-	-0.1781	0.1979	0.2934*	0.9430**	-0.3889**	0.2473	0.1068	-0.5136**	0.1678	-0.0549	-0.2181	0.1448	0.0584
DIÂM.	-	-	-	-0.0001	0.2337	-0.1196	0.9118**	-0.0321	-0.4677**	0.1748	-0.3147*	0.1645	0.5095**	0.2746	-0.1505
EC	-	-	-	-	0.0469	0.2303	0.0406	-0.1291	0.0911	0.0448	-0.0681	0.2669	-0.2498	0.2633	-0.1355
EP	-	-	-	-	-	0.2366	0.0931	-0.1754	-0.0839	-0.0154	0.0130	0.1404	0.0892	0.2071	-0.1676
DCIL	-	-	-	-	-	-	-0.2864	0.2717	0.0553	-0.4381**	0.1125	-0.0069	-0.2139	0.1635	0.0612
DCIM	-	-	-	-	-	-	-	0.0025	-0.3611*	0.3160*	-0.3204*	0.2679	0.4491**	0.2462	-0.1443
FP	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.1993	-0.1026	-0.3722*	0.1325	0.1866	-0.0264	-0.1908
L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.2249	0.6640**	-0.1614	-0.3655*	-0.3024*	0.3256*
C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.2540	0.4104**	0.2226	0.2326	-0.2577
H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.3570*	-0.2337	-0.3142*	0.4005**
SS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0965	0.7651**	-0.4210**
AT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.1061	-0.2821
AST	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.2835
AMIDO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

** e *, significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste t.

3.3 ANÁLISE MULTIVARIADA

Os resultados obtidos por meio da distância generalizada de Mahalanobis (D^2) identificaram os acessos 587 e 515 com maior similaridade entre pares e os acessos 579 e 515 com maior dissimilaridade (Tabela 6).

Tabela 6. Medidas de dissimilaridade (D^2) entre pares de acessos de *Cucurbita moschata* pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido

PARES DE ACESSO	D^2
BAGC 579 – BAGC 560	53.107861
BAGC 579 – BAGC 510	39.13569
BAGC 579 – BAGC 525	239.26368
BAGC 579 – BAGC 587	188.6509
**BAGC 579 – BAGC 515	244.077314
BAGC 579 – BAGC 589	134.729366
BAGC 579 – BAGC 574	144.952078
BAGC 579 – BAGC 592	143.708957
BAGC 579 – BAGC 585	98.595801
BAGC 579 – BAGC 581	85.032206
BAGC 579 – BAGC 575	121.954244
BAGC 579 – BAGC 583	190.267456
BAGC 579 – BAGC 564	217.016783
BAGC 579 – BAGC 561	132.126356
BAGC 560 – BAGC 510	19.319215
BAGC 560 – BAGC 525	199.611241
BAGC 560 – BAGC 587	138.308004
BAGC 560 – BAGC 515	186.701265
BAGC 560 – BAGC 589	146.951665
BAGC 560 – BAGC 574	132.209707
BAGC 560 – BAGC 592	137.308171
BAGC 560 – BAGC 585	89.466334
BAGC 560 – BAGC 581	62.231524
BAGC 560 – BAGC 575	107.431031
BAGC 560 – BAGC 583	179.815809
BAGC 560 – BAGC 564	189.801756
BAGC 560 – BAGC 561	116.709907
BAGC 510 – BAGC 525	205.223269
BAGC 510 – BAGC 587	155.602675
BAGC 510 – BAGC 515	197.698147
	Continua...

PARES DE ACESSO	D²
BAGC 510 – BAGC 589	115.775631
BAGC 510 – BAGC 574	121.638077
BAGC 510 – BAGC 592	119.800057
BAGC 510 – BAGC 585	90.598916
BAGC 510 – BAGC 581	68.6444432
BAGC 510 – BAGC 575	92.803221
BAGC 510 – BAGC 583	197.746055
BAGC 510 – BAGC 564	218.564975
BAGC 510 – BAGC 561	141.971312
BAGC 525 – BAGC 587	38.975762
BAGC 525 – BAGC 515	45.499278
BAGC 525 – BAGC 589	116.871114
BAGC 525 – BAGC 574	78.908077
BAGC 525 – BAGC 592	82.001806
BAGC 525 – BAGC 585	111.685062
BAGC 525 – BAGC 581	89.664985
BAGC 525 – BAGC 575	125.73455
BAGC 525 – BAGC 583	96.621384
BAGC 525 – BAGC 564	82.055428
BAGC 525 – BAGC 561	89.897724
*BAGC 587 – BAGC 515	17.520247
BAGC 587 – BAGC 589	101.255422
BAGC 587 – BAGC 574	64.279864
BAGC 587 – BAGC 592	70.512446
BAGC 587 – BAGC 585	82.667144
BAGC 587 – BAGC 581	58.685844
BAGC 587 – BAGC 575	90.665476
BAGC 587 – BAGC 583	69.560197
BAGC 587 – BAGC 564	56.39498
BAGC 587 – BAGC 561	60.309921
BAGC 515 – BAGC 589	98.762726
BAGC 515 – BAGC 574	69.084643
BAGC 515 – BAGC 592	66.766553
BAGC 515 – BAGC 585	121.435764
BAGC 515 – BAGC 581	111.395005
BAGC 515 – BAGC 575	140.074496
BAGC 515 – BAGC 583	91.978929
BAGC 515 – BAGC 564	56.092275
BAGC 515 – BAGC 561	83.63708
BAGC 589 – BAGC 574	19.406478
BAGC 589 – BAGC 592	38.732621
BAGC 589 – BAGC 585	114.539519
BAGC 589 – BAGC 581	109.059241
BAGC 589 – BAGC 575	134.502128
Continua...	

PARES DE ACESSO	D²
BAGC 589 – BAGC 583	84.428884
BAGC 589 – BAGC 564	97.641926
BAGC 589 – BAGC 561	80.637826
BAGC 574 – BAGC 592	48.285442
BAGC 574 – BAGC 585	82.028429
BAGC 574 – BAGC 581	82.949276
BAGC 574 – BAGC 575	104.46103
BAGC 574 – BAGC 583	68.539157
BAGC 574 – BAGC 564	74.524351
BAGC 574 – BAGC 561	58.424843
BAGC 592 – BAGC 585	92.164976
BAGC 592 – BAGC 581	90.00843
BAGC 592 – BAGC 575	99.553379
BAGC 592 – BAGC 583	84.822236
BAGC 592 – BAGC 564	61.303852
BAGC 592 – BAGC 561	52.822714
BAGC 585 – BAGC 581	25.938861
BAGC 585 – BAGC 575	28.833828
BAGC 585 – BAGC 583	91.923357
BAGC 585 – BAGC 564	105.387088
BAGC 585 – BAGC 561	50.805636
BAGC 581 – BAGC 575	46.159838
BAGC 581 – BAGC 583	83.70983
BAGC 581 – BAGC 564	105.786711
BAGC 581 – BAGC 561	54.048958
BAGC 575 – BAGC 583	120.525936
BAGC 575 – BAGC 564	145.467513
BAGC 575 – BAGC 561	93.314474
BAGC 583 – BAGC 564	25.483114
BAGC 583 – BAGC 561	36.979349
BAGC 564 – BAGC 561	33.537133

*Acessos com maior similaridade

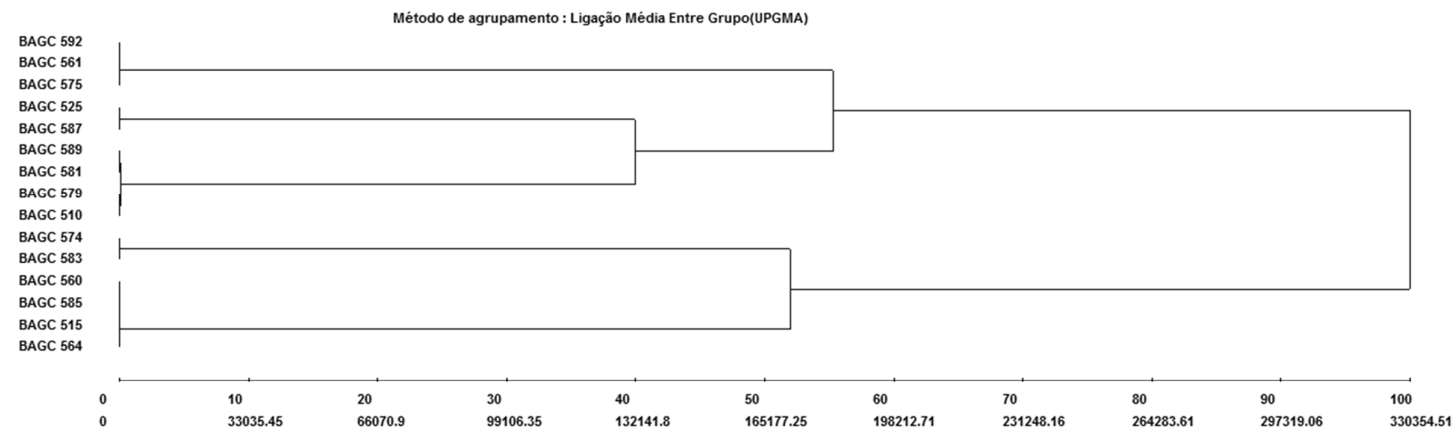
**Acessos com maior dissimilaridade

A associação entre local de coleta e variabilidade genética foi relatada por Moura (2003) e tal variabilidade pode ou não acontecer em função de fatores como fluxo gênico, deriva genética, forma de reprodução, entre outros (HAMRICK, 1982). Na formação dos pares no presente trabalho, observou-se que os níveis de similaridade foram influenciados pelo local de coleta dos acessos com o maior e o menor nível de similaridade, sendo influenciados por acessos de diferentes localidades do Estado do Maranhão: Urbano Santos e Barra do Corda.

Após gerar a matriz de dissimilaridade de Mahalanobis (D^2), procedeu-se à obtenção do método hierárquico de agrupamento, através do dendrograma UPGMA, que agrupa numa árvore, horizontal ou vertical, os acessos mais similares, até formar um grande grupo.

Na análise por UPGMA, observou-se a formação de dois grandes grupos divergentes e seis subgrupos assim compostos: grupo I) formado pelos acessos 592, 561 e 575; II) contempla os acessos 525 e 587; III) acessos 589 e 581; IV) composto pelos acessos 579 e 510; V) acessos 574 e 583 e VI) que revelou-se o maior subgrupo, composto pelos acessos 560, 585, 515 e 564 (Figura 23). Observou-se não haver relação entre local de coleta e a formação dos grupos, uma vez que os grupos II, IV e VI foram compostos por acessos de diferentes procedências.

Figura 23. Dendrograma de dissimilaridade genética (em percentagem) entre 15 acessos de *Cucurbita moschata* pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido, obtido pelo método UPGMA, com base em 15 caracteres para frutos. Embrapa Semiárido, 2007.



As técnicas usadas para a análise de agrupamento objetivam dividir um grupo original de observações em vários grupos homogêneos, sendo o mais utilizado para estudos de divergência os hierárquicos e os de otimização, a exemplo do apresentado por Tocher, utilizado extensivamente em análises de divergência genética de várias espécies de plantas (Moura, 2003).

A análise de agrupamento de Tocher permitiu a formação de sete grupos homogêneos: no primeiro grupo estão os acessos 579 e 525; no segundo, encontram-se 560 e 510; 585 e 515 pertencem ao terceiro grupo; o quarto grupo contempla os acessos 589 e 574; o quinto é formado pelos acessos 581, 583 e 585; os acessos 592, 561 e 575 estão no sexto grupo; e o acesso 564 encontra-se no último grupo (Tabela 7).

Tabela 7. Grupos com padrões de comportamento similares estabelecidos pelo método de otimização de Tocher, avaliados em quinze caracteres físicos e físico-químicos de quinze acessos do BAG de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido

GRUPO	ACESSOS
I	579, 525
II	560, 510
III	587, 515
IV	589, 574
V	581, 583, 585
VI	592, 561, 575
VII	564

Utilizando-se o método de Tocher, com base nas variáveis quantitativas, Bento et al. (2007) analisaram a diversidade genética de descritores qualitativos e multicategóricos de 29 acessos de pimentas, e observaram a formação de dois grupos distintos.

Moura (2003), ao trabalhar com caracterização de acessos de *Cucurbita moschata*, observou a formação de apenas quatro grupos. Para os acessos desse trabalho foram formados sete grupos, o que demonstra a extensa variabilidade,

característica que facilitará futuras pesquisas no melhoramento genético de cucurbitáceas.

Uma comparação entre os grupos formados pelos métodos de Tocher e UPGMA permitiu inferir que os resultados obtidos por esses dois métodos foram parcialmente concordantes, havendo coincidência de agrupamentos. Os demais grupos formados pelo método de Tocher foram distribuídos de forma que não houve concentração de um grupo deste dentro dos agrupamentos formados por UPGMA.

A diversidade genética, em alguns casos, está relacionada à origem geográfica do material estudado. Porém, especificamente nessa pesquisa, não é possível afirmar essa relação, mesmo o acesso 510 procedendo de uma região ecogeográfica diferente dos demais e localizando-se em um grupo isoladamente, segundo o agrupamento de Tocher, para efeito de comparação, essa relação não é válida, devido à quantidade insuficiente de acessos procedentes do Estado do Piauí que pudessem ser comparados aos do Maranhão.

Outra alternativa para avaliar a diversidade genética é a análise da importância dos caracteres, que foi realizada para as características físicas e físico-químicas, utilizando o critério de Singh (1981). Os descritores diâmetro da cavidade interna longitudinal, diâmetro, acidez titulável, açúcares solúveis totais, comprimento, massa, firmeza e ângulo de cor da polpa, foram os descritores que mais contribuíram para a divergência genética dos acessos estudados, explicando 81,75% da variabilidade dos acessos (Tabela 8).

Tabela 8. Contribuição relativa dos caracteres físicos e físico-químicos de qualidade de fruto, pelo critério de Singh (1981) baseado na distância de Mahalanobis, para diversidade de acessos de *Cucurbita moschata* do BAG de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido

VARIÁVEL	S.j	Valor em %
Massa	597.099497	5.915
Comprimento	1023.757799	10.1417
Diâmetro	1573.287591	15.5855
Espessura de Casca	38.076314	0.3772
Espessura de Polpa	84.121414	0.8333
Diâmetro da Cavidade Interna Longitudinal	1685.819425	16.7002
Diâmetro da Cavidade Interna Mediana	401.192403	3.9743
Cor de polpa – L	393.57517	3.8989
Cor de polpa – C	340.210159	3.3702
Cor de polpa – H	442.738827	4.3859
Firmeza de polpa	513.931893	5.0912
Teor de Sólidos Solúveis (SS)	198.846506	1.9698
Acidez Titulável (AT)	1317.949711	13.056
Teor de Açúcares Solúveis Totais (AST)	1101.180658	10.9086
Teor de Amido	382.797452	3.7921

Moura (2003), ao avaliar a importância de caracteres pelo critério de Singh (1981) para a diversidade genética de acessos de abóbora, observou valores inferiores aos deste trabalho, com 37,68% para massa do fruto, 3,64% e 2,76% para comprimento e diâmetro respectivamente, e o teor de sólidos solúveis contribuiu com 0,44% da variabilidade, onde esses resultados reforçam a informação de que os descritores morfológicos são influenciados pelo ambiente.

Ao estudarem a divergência genética entre acessos de tomateiro cereja através de descritores quantitativos, Rocha et al. (2009) observaram contribuição de 19,35 e 14,02% para os diâmetros longitudinal e equatorial do fruto, o que ressalta a relevância desses descritores para o estudo da variabilidade em hortaliças.

Dias (1994) relatou que critérios racionais e eficientes postulados para a identificação de tipos parentais que objetivem a síntese de híbridos em programas

de melhoramento é fundamental para a obtenção de avanços em curto prazo, quando se utiliza, para identificação de altos graus de divergência, métodos como a análise por componentes principais ou importância relativa dos caracteres, resultando em economia de recursos financeiros, tempo e mão-de-obra.

Dessa maneira, sugere-se a inserção dos descritores firmeza e ângulo de cor da polpa, acidez titulável e açúcares solúveis totais, por serem sensíveis na avaliação da diversidade genética voltada para a qualidade de frutos dos acessos do BAGC da Embrapa Semiárido.

4 CONCLUSÕES

- Por meio da análise univariada, foi constatada diferença significativa entre as médias dos acessos para todos os descritores analisados, exceto para as espessuras de casca e de polpa, comprovando a existência de variabilidade genética entre os mesmos.
- Os frutos do acesso 581 caracterizaram-se por menores massa, comprimento, diâmetros maior, menor e das cavidades internas longitudinal e mediana, ângulo de cor da polpa, além de acidez titulável e do teor de amido. Apresentaram, ainda, elevados cromaticidade, firmeza e teor de sólidos solúveis.
- A distância generalizada de Mahalanobis e o método de Tocher agruparam os acessos 587 e 515 como os mais similares.
- Os métodos de agrupamento de Tocher e UPGMA foram parcialmente concordantes na separação dos acessos, permitindo agrupar igualmente pelos dois métodos os acessos 592, 561 e 575.
- Na formação dos pares de acessos através da distância de Mahalanobis, o local de coleta dos acessos influenciou os níveis de similaridade dos materiais.
- Nas análises de agrupamento, não houve relação entre local de coleta e a formação dos grupos, uma vez que os grupos II, IV e VI foram compostos por acessos de diferentes procedências.

- Todos os descritores avaliados contribuíram para a determinação da divergência genética entre os acessos, em maior ou menor proporção. Os descritores acidez titulável, açúcares solúveis totais, firmeza e ângulo de cor da polpa, contribuíram significativamente para explicar a diversidade genética dos acessos, e, portanto, devem ser inseridos em futuros trabalhos voltados para caracterização da qualidade dos frutos da espécie.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of the Agricultural Chemists**. 11a. ed. Washington: AOAC, 1992, 1115p.

BELÉM, S. F.; LIMA, M. A. C. de; BORGES, R. M. E.; COSTA, A. C. S.; SANTOS, A. C. N.; ANTÃO, T. dos. Caracterização da qualidade pós-colheita de frutos de acessos de *Cucurbita* spp. **In: Anais da III Jornada Científica da Embrapa Semiárido**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2008.

BENTO, C. dos S.; SUDRE, C. P.; RODRIGUES, R.; RIVA, E. M.; PEREIRA, M. G. Descritores qualitativos e multicategóricos na estimativa da variabilidade fenotípica entre acessos de pimentas. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 2, p. 149-156, 2007.

BEZERRA NETO, F. V.; LEAL, N. R.; COSTA, F. R.; GONÇALVES, G. M.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; VASCONCELLOS, H. O.; MELLO, M. M. Análise biométrica de linhagens de abóbora. **Horticultura Brasileira**. v. 24, p. 378-380, 2006.

BISOGNIN, D. A. Origin and evolution of cultivated cucurbits. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.5, p.715-723, 2002.

BORGES, R. M. E.; LIMA, M. A. C. de; RESENDE, G. M.; DIAS, R. de C. de S. **Caracterização e avaliação morfo-agronômica em abóboras visando à identificação de genótipos com alto teor de carotenóides totais e resistentes à mosca branca para cultivo no semi-árido brasileiro**. Embrapa Semiárido. Projeto de pesquisa. 25 p. 2007.

CARDOSO, A. I. I. Depression by inbreeding after four successive self-pollination squash generations. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.61, n.2, p.224-227, 2004.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2ª ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

COELHO, E. R.; LIMA, M. A. C. de; BORGES, R. M. E.; PASSOS, M. C. L. M. S.; SILVA, R. P. da; ARAÚJO, A. A.; TRINDADE, D. C. G. da; ARAÚJO, M. L. de A. Caracterização de atributos físicos relacionados à qualidade de frutos de acessos de abóbora. **In: Anais da IV Jornada Científica da Embrapa Semiárido**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009.

CRUZ, C. D. **Programa GENES**: diversidade genética. Viçosa: UFV, 2008. 278p.

DIAS, L. S. A. **Divergência genética e fenotípica multivariada na predição de híbridos e preservação de germoplasmas de cacau** (*Theobroma cacao* L.). 1994. 94 f. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Piracicaba.

DURIGAN, M. F. B.; MATTIUZ, B. H. Efeito de injúrias mecânicas na qualidade de abobrinhas armazenadas em condição ambiente. **Horticultura Brasileira**, vol. 25, n. 2, p. 291-295, 2007.

ESQUINAS-ALCAZAR, J. T.; GULICK, P. J.. **Genetic resources of cucurbitaceae**. Roma: International Board for Plant Genetic Resources, 1983. 101 p.

GAJEWSKI, M.; RADZANOWSKA, J.; DANILCENKO, H.; JARIENE, E.; CERNIAUSKIENE, J. Quality of pumpkin cultivars in relation to sensory characteristics. **Notulae Botanicae Horti. Agrobotanici**, Cluj-Napoca, vol. 36, n. 1, p. 73-79, 2008.

HAMRICK J.L. Plant population genetics and evolution. **American Journal of Botany**, vol. 69, p. 1685-1693, 1982.

IACUZZO, F.; COSTA, L. D. Yield performance, quality characteristics and fruit storability of winter squash cultivars in sub-humid areas. **Scientia Horticulturae**, vol. 120, p. 330-335, 2009.

IBGE. **Pesquisa de orçamentos familiares - 2008**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=2393&z=p&o=16&i=P>. Acessado em janeiro de 2011.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo: IAL, 1985. v.1, 371p.

KAMI, D.; MURO, T.; SUGIYAMA, K. Changes in starch and soluble sugar concentrations in winter squash mesocarp during storage at different temperatures. **Scientia Horticulturae**, vol. 127, p. 444-446, 2011.

MILLER, G.L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. **Analytical Chemistry**, Washington, v.31, n.3, p.426-428, 1959.

MOURA, M. da C. C. L. **Identificação de fontes de resistência ao potyvírus ZYMV e diversidade genética e ecográfica em acessos de abóbora**. Viçosa, 98 p., Tese, Universidade Federal de Viçosa (UFV). 2003.

PASSOS, M. C. L. M. S.; LIMA, M. A. C. de; COELHO, E. R.; TRINDADE, D. C. G. da; SÁ, S. K. da S. L. de. Qualidade pós-colheita e compostos de valor nutricional de frutos de acessos de *Cucurbita* spp. In: **Anais da IV Jornada Científica da Embrapa Semiárido**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009.

PROGRAMA GENES - Aplicativo computacional em genética e estatística. www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm. Acessado em fevereiro de 2011.

RAMOS NETO, D. C. **Diversidade genética em acessos de abóboras do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido**. Salvador, 65p. Monografia, Universidade Federal da Bahia (UFBA). 2008.

RAMOS, S. R. R.; QUEIRÓZ, M. A. de; CASALI, V. W. B.; CRUZ, C. D. Recursos genéticos de *Cucurbita moschata*: caracterização morfológica de populações locais coletadas no Nordeste brasileiro. In: QUEIROZ MA de; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. (Org.). **Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro**. vol. 1. 1999.

ROCHA, M. C.; GONÇALVES, L. S. A.; CORRÊA, F. M.; RODRIGUES, R.; SILVA, S. L.; ABOUD, A. D. de S. CARMO, M. G. F. do. Descritores quantitativos na determinação da divergência genética entre acessos de tomateiro do grupo cereja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 9, n. 3, p. 664-1670, 2009.

SASAKI, F. F.; DEL AGUILA, J. S.; GALLO, C. R.; ORTEGA, E. M. M.; JACOMINO, A. P.; KLUGE, R. A. Alterações fisiológicas, qualitativas e microbiológicas durante o armazenamento de abóbora minimamente processada em diferentes tipos de corte. **Horticultura Brasileira**. v. 24, p. 170-174, 2006.

SILVA, T. B. **Seleção, comportamento fenotípico e genotípico e desenvolvimento de uma nova cultivar de abóbora (*Cucurbita moschata* Dusch)**. São Cristóvão, 34f, Dissertação, Universidade Federal de Sergipe. 2010.

SILVA, D. B.; WETZEL, M. V.; FERREIRA, M. A. J. F.; CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. de; LOPES, J. F.; COSTA, I. S.; BUSTAMANTE, P. G. **Acervo de recursos genéticos de hortaliças conservados a longo prazo no Brasil**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006.

YEMN, E.W.; WILLIS, A.J. The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. **The Biochemical Journal**, Cambridge, v.57, n.2, p. 504-514, 1954.

ZAPATA, L. M.; GERARD, L.; DAVIES, C.; SCHVAB, M del C. Estudio de los componentes antioxidantes y actividad antioxidante em tomates. **Ciencia, Docencia y Tecnología**, vol. 18, n. 35, p. 175-193, 2007.

CAPÍTULO III

COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE TOTAL DE FRUTOS DE ACESSOS DE *Cucurbita moschata* PERTENCENTES AO BANCO ATIVO DE GERMOPLASMA DE CUCURBITÁCEAS DA EMBRAPA SEMIÁRIDO

RESUMO

Recentemente, a população mundial começou a perceber os benefícios à saúde proporcionados pelo consumo de alimentos constituídos de compostos biologicamente ativos. A diversidade de formato, tamanho e cor é citada por muitos autores quando se avalia o germoplasma dos Bancos Ativos de Germoplasma de Cucurbitáceas, entretanto, informações sobre a qualidade nutricional desses materiais são escassas. O objetivo deste trabalho foi avaliar os compostos bioativos e a atividade antioxidante de frutos de acessos de *Cucurbita moschata* pertencentes ao BAG de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido. Procedeu-se à multiplicação e caracterização de quinze acessos, identificados nos dados de passaporte com os seguintes códigos: 510, 515, 525, 560, 561, 564, 574, 575, 579, 581, 583, 585, 587, 589 e 592. O primeiro acesso era procedente de Alto Verde/São Pedro do Piauí-PI, os dois seguintes de Barra do Corda-MA e os demais de Urbano Santos-MA. Os acessos foram plantados em seis de agosto de 2009 na área do Campo Experimental de Bebedouro/Embrapa Semiárido, em Petrolina-PE, e a colheita foi realizada aos 120 após o transplante. Os frutos colhidos foram transportados para o Laboratório de Fisiologia Pós-colheita da mesma instituição, onde foram limpos e avaliados em relação aos teores de polifenóis extraíveis totais, carotenóides totais e β -caroteno, sendo avaliada também a atividade equivalente de retinol e a capacidade antioxidante determinada pelos métodos β -caroteno/Ácido Linoléico e ABTS. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com 15 tratamentos e três repetições, constituídas por oito frutos. Os dados foram submetidos à análise de variância e, para os casos em que foi observada significância estatística, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Procedeu-se à análise multivariada para avaliar a diversidade genética dos acessos, através da distância generalizada de Mahalanobis, os agrupamentos UPGMA e Tocher, e a importância dos caracteres (Singh). A análise univariada mostrou significância estatística para todas as variáveis. Os acessos 589, 574, 581 e 515 apresentaram elevados conteúdos de carotenóides e polifenóis extraíveis totais. O acesso 581, conforme análises uni e multivariadas, distinguiu-se para as características de qualidade dos frutos, possuindo maior teor de polifenóis e carotenóides totais, assim como elevada capacidade antioxidante pelos métodos β -caroteno/Ácido Linoléico e ABTS. A distância de Mahalanobis agrupou os acessos 560 e 587 como similares, e os mais dissimilares foram 589 e 592. O método hierárquico UPGMA e o agrupamento de Tocher foram parcialmente concordantes. Todos os descritores foram sensíveis na detecção da variabilidade existente nos acessos de jerimum de leite, e o conteúdo de β -caroteno e a atividade antioxidante pelo sistema β -caroteno/Ácido Linoléico devem ser inseridos em futuros trabalhos que caracterizem germoplasma de *Cucurbita moschata*.

Palavras-chave: abóbora, carotenóides, β -caroteno, atividade antioxidante, descritores nutricionais.

ABSTRACT

Recently, the world population began to realize the health benefits provided by food intake consisting of biologically active compounds. The diversity of shape, size and color is mentioned by many authors when evaluating the germplasm of the Active Germplasm Bank of Cucurbits, however, information on the nutritional quality of these materials are scarce. The objective of this study was to assess the bioactive compounds and antioxidant activity of fruits of *Cucurbita moschata* accessions belonging to the Cucurbitaceae BAG Embrapa Semiárido. Proceeded to the multiplication and characterization of fifteen hits identified in the passport data with the following codes: 510, 515, 525, 560, 561, 564, 574, 575, 579, 581, 583, 585, 587, 589 and 592. The first access was coming from Alto Verde / São Pedro do Piauí-PI, the following two of Barra do Corda-MA and the rest of Urbano Santos, MA. The accessions were planted on August 6, 2009 in the area of Campo Experimental of Bebedouro / Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, and harvesting was performed at 120 after transplanting. The harvested fruits were transported to the Laboratory of Postharvest Physiology of the same institution where they were cleaned and evaluated in relation to levels of total extractable polyphenols, carotenoids and β -carotene and is also assessed and retinol activity equivalent antioxidant capacity determined by methods β -caroteno/Ácido Linoleic and ABTS. The experimental design was randomized blocks with 15 treatments and three replicates, consisting of eight fruits. Data were subjected to analysis of variance and, in cases where statistical significance was found, means were compared by Scott-Knott test ($p < 0.05$). Proceeded to multivariate analysis to assess the genetic diversity of access, through the Mahalanobis distance, UPGMA clusters and Tocher, and the importance of the characters (Singh). Univariate analysis showed statistical significance for all variables. Accesses 589, 574, 581 and 515 had high contents of extractable total carotenoids and polyphenols. Access 581, as univariate and multivariate analysis, distinguished for the quality of the fruit, with a higher content of polyphenols and carotenoids, as well as high antioxidant capacity by β -caroteno/Ácido Linoleic and ABTS methods. The Mahalanobis distance grouped the 560 and 587 hits as similar, and the most dissimilar were 589 and 592. The method and UPGMA hierarchical clustering Tocher partially agree. All descriptors were sensitive in the detection of variability in accessions of pumpkins milk, and β -carotene content and antioxidant activity by the system β -caroteno/Ácido Linoleic be integrated into future studies that characterize germplasm of *Cucurbita moschata*.

Keywords: pumpkin, carotenoids, β -carotene, antioxidant, nutritional descriptors.

1 INTRODUÇÃO

Recentemente, a população mundial tem atentado para o fato de que os alimentos, além de nutrirem, proporcionam outros benefícios à saúde, por serem constituídos de compostos biologicamente ativos. Os compostos bioativos mais conhecidos e que se destacam são os carotenóides, polifenóis e as vitaminas C e E.

A intensa busca por tais alimentos deve-se ao descobrimento dos radicais livres, ou espécies reativas do oxigênio e nitrogênio, geradas naturalmente no nosso organismo pela oxidação que ocorre na via aeróbica ou por alguma disfunção biológica. O excesso desses radicais causa prejuízos ao organismo, como peroxidação lipídica da membrana, e danos a proteínas, complexos enzimáticos, carboidratos e, principalmente, ao DNA, que culmina com o processo degenerativo da célula (BARREIROS; DAVID, 2006).

É importante estimular o consumo de uma dieta rica em frutas e hortaliças que contenham quantidades recomendadas de antioxidantes, e que contribuam significativamente para a defesa do organismo ao inibir danos oxidativos em macromoléculas (SILVA; NAVES, 2001).

A atividade pró-vitâmica A de alguns carotenóides é associada especialmente à sua ação antioxidante, devido à capacidade de sequestrar o oxigênio singleto e de reagir com radicais livres, atuando, ainda, na modulação do metabolismo carcinogênico, no aumento da resposta imune e da diferenciação na célula, na inibição da proliferação celular, no estímulo da comunicação intercelular e na filtração de luz azul (SENTANIN; RODRIGUEZ-AMAYA, 2007).

Entre os carotenóides, o β -caroteno é reportado como o de maior ação pró-vitâmica A, devido à sua estrutura, que possui ligações duplas além de dois anéis de β -ionona, requisito essencial para que o pigmento desempenhe tal atividade (MELÉNDEZ-MARTÍNEZ et al., 2007).

A detecção de compostos bioativos em alimentos tornou-se uma vertente do melhoramento genético. Diversos produtos hortícolas são estudados no tocante às suas características de qualidade, importante atributo para a aceitação de uma variedade tanto pelo consumidor quanto pelo produtor. Visando alcançar esses

mercados, é interesse estudar os materiais armazenados nos Bancos Ativos de Germoplasma - BAG, que abrigam uma diversidade de características que devem ser conhecidas para uso em programas de melhoramento genético vegetal, em se tratando da obtenção de materiais com qualidade superior.

A diversidade de formato, tamanho e cor, é citada por muitos autores quando se avalia espécies do gênero *Cucurbita*. Entretanto, ao buscar informações sobre a qualidade nutricional desses materiais presentes nos BAGs, os dados são escassos.

Caracterização e avaliação de acessos são etapas importantes para gerar informações que maximizem o uso das coleções de germoplasma pelos melhoristas. Tendo em vista que a qualidade nutricional é atualmente uma das demandas de grande relevância no mercado, a avaliação adequada dos compostos bioativos dos materiais presentes nos BAGs, a exemplo do Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido, proporcionará dados importantes e que podem ser usados em programas de melhoramento genético vegetal de cucurbitáceas, em especial para *Cucurbita moschata*, voltados para a obtenção de novas variedades comerciais com tais características.

O objetivo deste trabalho foi avaliar acessos de *Cucurbita moschata* do BAG de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido quanto aos teores de compostos bioativos, especialmente β -caroteno, além de elevada ação antioxidante.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os acessos selecionados do Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido, com base nas informações dos dados de passaporte para variabilidade, especialmente observando-se a cor da polpa variando de laranja intenso a médio, foram aqueles identificados pelos seguintes códigos: 510, 515, 525, 560, 561, 564, 574, 575, 579, 581, 583, 585, 587, 589 e 592, cujas procedências foram indicadas no Capítulo II.

O cultivo das sementes foi realizado em casa de vegetação, até o preparo da área, e em bandejas de poliestireno com 128 células utilizando como substrato a vermiculita. O transplântio foi feito quinze dias após a semeadura no Campo Experimental de Bebedouro, pertencente à Embrapa Semiárido, realizando-se a análise de solo antes de proceder aos tratos culturais e recomendações de cultivo para a abóboreira, na região.

Os acessos foram plantados em agosto de 2009 e os frutos, colhidos no mês de dezembro. Posteriormente, foram transportados para o Laboratório de Fisiologia Pós-colheita da Embrapa Semiárido, onde foram limpos e avaliados.

O delineamento experimental adotado foi o mesmo descrito no segundo capítulo. Os oito frutos que consistiam a parcela foram utilizados individualmente para análises dos teores de carotenóides totais e β -caroteno, e formaram amostra única, homogeneizados conjuntamente por bloco, para determinação de polifenóis extraíveis totais e atividade antioxidante total.

A avaliação dos compostos bioativos e da atividade antioxidante dos frutos adotou os seguintes métodos:

- **POLIFENÓIS EXTRAÍVEIS TOTAIS (PET):** pesou-se 7 g de cada amostra fresca em tubos falcon e colocou-se 40 mL da solução de metanol 50%, deixando em repouso por 1 hora. Logo após, a amostra foi centrifugada a 11000 rpm, a temperatura ambiente, por 15 minutos, sendo o sobrenadante transferido para balão volumétrico de 100 mL. Ao resíduo foram adicionados 40 mL da solução de acetona 70%, que ficou em

repouso por mais 1 hora, centrifugando novamente e transferindo o novo sobrenadante ao primeiro balão, completando o volume com água destilada. Para quantificação, foi retirada alíquota de 0,8 mL e adicionados água destilada, o reativo Folin Ciocalteu e solução de carbonato de sódio a 20%, utilizando a curva padrão de ácido gálico, com leitura em espectrofotômetro. Os resultados foram expressos em mg.100 g^{-1} (LARRAURI et al., 1997);

- TEOR DE CAROTENÓIDES TOTAIS: para a extração, pesou-se 5 g da amostra, adicionando 10 mL de hexano e 30 mL de álcool isopropílico, colocando em shaker sob agitação por 1 minuto. A amostra foi transferida para funil de separação com aproximadamente 80 mL de água destilada, permanecendo em repouso por 30 minutos, em três intervalos. Após as lavagens, a amostra foi transferida para béquer contendo sulfato de sódio anidro, para retirar qualquer resíduo de água, e logo após transferiu-se para balão de 50 mL que já continha 5 mL de acetona, completando-se o volume com hexano. Depois, procedeu-se à filtração com papel de filtro quantitativo e a leitura foi realizada em espectrofotômetro a 450 nm, utilizando como branco uma solução acetona:hexano na proporção 1:9. Todo o procedimento foi realizado no escuro, para evitar perda do pigmento. O resultado foi expresso em mg.100 g^{-1} (HIGBY, 1962);
- TEOR DE β -CAROTENO: foi usado 10 g de polpa fresca e adicionados a essa amostra 30 mL de hexano, 20 mL de acetona gelada e aproximadamente 50 mg de carbonato de magnésio, levando ao homogeneizador de tecidos por 2 minutos. Logo após, procedeu-se à filtração à vácuo e o filtrado foi transferido para funil de separação, acrescentando ao volume 50 mL de água destilada, para lavagem da amostra, por 30 minutos. Manteve-se o repouso por 3 vezes consecutivas, sendo a água descartada no final e os carotenóides retidos foram transferidos para balão de 25 mL, que já continha 2,5 mL de acetona e foi

completado com hexano. Desse balão, foi retirada a alíquota de 1 mL, que foi colocada em coluna de sephadex em balão de 10 mL, completando-se o volume com a solução acetona:hexano na proporção 1:9. A leitura foi feita em espectrofotômetro a 452 nm, utilizando para calibração do equipamento a solução como branco. Toda extração e quantificação foram realizadas no escuro. Os resultados foram expressos em $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ (AOAC, 1992);

- **ATIVIDADE EQUIVALENTE DE VITAMINA A:** os valores obtidos na análise de β -caroteno foram utilizados para calcular a atividade equivalente de retinol (RAE), tendo como parâmetro $1 \text{ RAE} = 12 \mu\text{g}$ de β -caroteno, sendo calculados para cada acesso e expressos em $\mu\text{g RAE} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008);
- **ATIVIDADE ANTIOXIDANTE TOTAL PELO SISTEMA β -CAROTENO/ÁCIDO LINOLÉICO:** a extração do material foi realizada com o mesmo procedimento e quantidades de reagentes adotadas para a análise de polifenóis extraíveis totais, alterando-se somente o peso, que foi de 1 g de polpa. Para a quantificação (no escuro), realizaram-se três diluições diferentes das amostras com água destilada, pipetando uma alíquota de 0,4 mL de cada uma das três diluições em tubos de ensaio. A solução sistema de β -caroteno foi preparada e dela foram adicionados 5 mL a cada tubo que já continha a amostra, sendo levadas ao banho-maria a 40°C por 2 horas e procedendo-se às leituras das absorbâncias (ABS) das amostras em espectrofotômetro a 470 nm, nos intervalos de 2, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 e 120 minutos. Utilizou-se para o cálculo do % de Proteção as seguintes fórmulas:

Equação 1

$$\text{Redução da ABS} = \text{ABS}_{\text{inicial}} - \text{ABS}_{\text{final}}$$

onde a $\text{ABS}_{\text{inicial}}$ foi obtida aos 2 minutos e a $\text{ABS}_{\text{final}}$ aos 120 minutos.

Equação 2

$$\text{Oxidação (\%)} = [(\text{Redução da ABS}_{\text{amostra}}) \times 100] \times (\text{Redução da ABS}_{\text{sistema}})^{-1}$$

ABS_{sistema} é a absorbância da solução sistema lida no mesmo intervalo das demais.

Equação 3

$$\text{Proteção (\%)} = 100 - (\% \text{ Oxidação})$$

O resultado foi expresso em percentual de proteção e os valores foram comparados ao antioxidante sintético Trolox (RUFINO et al., 2006);

- **ATIVIDADE ANTIOXIDANTE TOTAL PELO MÉTODO DE CAPTURA DO RADICAL ABTS:** o extrato obtido para esta análise utilizou 5 g de polpa e foi adotado o mesmo método para extração realizado nos polifenóis extraíveis totais. Para quantificação da atividade antioxidante, procedeu-se ao preparo do radical ABTS, pela reação de 5 mL da solução estoque de ABTS 7 mM com 0,88 µL de persulfato de potássio 140 mM, sendo armazenada em pote de vidro envolto por papel alumínio por 16 horas. Posteriormente, obteve-se a curva padrão de Trolox 2 mM, para obter a absorbância equivalente a 1.000 µM de Trolox, que será utilizada para o cálculo do equivalente por grama de polpa. Foram feitas três diluições e, em ambiente escuro, determinou-se a absorbância das amostras, a 734 nm em espectrofotômetro, após 6 minutos de pipetados e homogeneizados 30 µL da amostra com 3 mL do radical ABTS. Foi determinada a equação da reta para cada amostra, substituindo-se, nessa equação, a absorbância equivalente a 1000 µM de Trolox, que corresponde à diluição da amostra em mg.L⁻¹. Dividiu-se o valor obtido por 1000 para se obter o valor em g. Logo após, utilizou-se o valor encontrado para obter a divisão de 1000 µM pelo valor encontrado, multiplicou-se por 1 g para encontrar o valor final, expresso em µM Trolox.g polpa⁻¹ (RUFINO et al., 2007).

Para a obtenção das estimativas multivariadas, utilizou-se a análise da divergência genética por distância generalizada de Mahalanobis (D^2), método de otimização de Tocher, agrupamento hierárquico por UPGMA, calculadas a partir dos dados obtidos, padronizados com base nos descritores selecionados para acessos em ensaio com repetições (CRUZ; REGAZZI, 2001). Os dados obtidos foram analisados utilizando-se os recursos computacionais do programa Genes, versão 2011 (GENES, 2011). Também avaliou-se a importância dos caracteres para a diversidade genética descrita por Singh (1981).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ANÁLISE UNIVARIADA

Os acessos 574, 561, 560, 589, 581, 525, 587, 515, 575 e 583 apresentaram as maiores médias para os polifenóis extraíveis totais, com média geral de 43,37 mg GAE.100g⁻¹ (Figura 24).

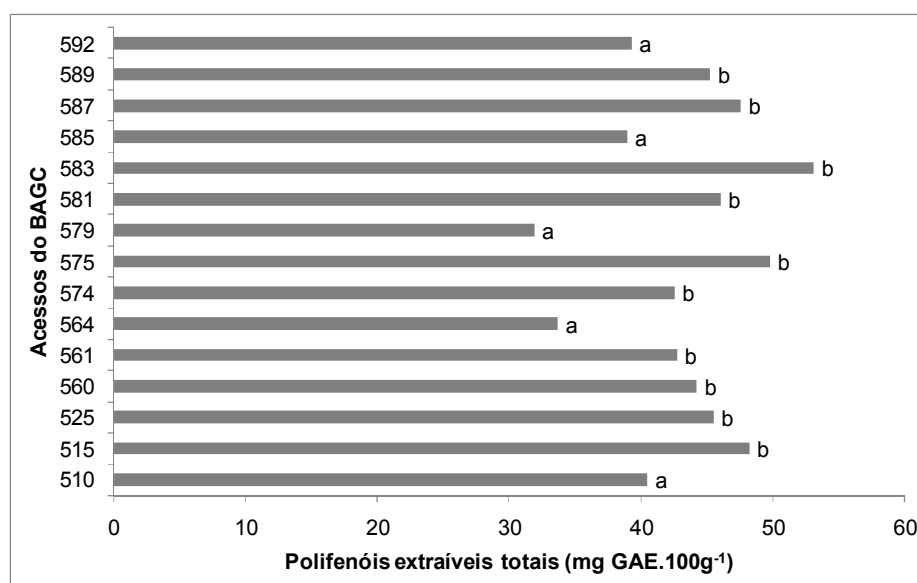


Figura 24. Teor de polifenóis extraíveis totais (PET) de frutos de acessos de *Cucurbita moschata* pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BACG) da Embrapa Semiárido.

Os compostos fenólicos agem como antioxidantes em virtude de seus radicais intermediários estáveis, que impedem a oxidação de vários ingredientes do alimento, particularmente de lipídios, além de terem habilidade para doar hidrogênio ou elétrons (SILVA et al., 2010). Ainda segundo esta autora, a ação benéfica desses compostos na saúde humana relaciona-se com sua atividade antiinflamatória, que impede a aglomeração das plaquetas sanguíneas e a ação de radicais livres no organismo.

Wangcharoen e Morasuk (2007) verificaram valores para o conteúdo de polifenóis totais de 24 mg GAE. 100 g⁻¹ de polpa fresca em abóbora utilizada na culinária tailandesa, inferiores aos obtidos nesse trabalho.

Em purê de abóbora sem aditivos, foram observados valores de 23,64 mg GAE.100g⁻¹ de polifenóis totais por Nawirska-Olszańska et al. (2011). Abóboras consumidas na dieta americana possuem, conforme Chun et al. (2005), polifenóis totais entre 12,10 e 15,93 mg EAG.100g⁻¹ de polpa.

Isabelle et al. (2010), ao avaliarem o conteúdo de polifenóis totais de vegetais em Singapura, obtiveram valores de 30 mg GAE. 100 g⁻¹ de polpa fresca de abóbora. Todos os valores obtidos por esses autores são inferiores aos observados neste trabalho.

Outras hortaliças cultivadas em métodos convencionais, a exemplo de rúcula, alface e almeirão, possuem teores de fenólicos totais de 90,78, 91,22 e 81,04 mg de GAE.100g⁻¹, respectivamente (ARBOS et al., 2010), com valores acima dos encontrados neste trabalho comparando estas hortaliças aos acessos de abóbora, mostrando a variabilidade do conteúdo de polifenóis totais entre as espécies de hortaliças.

Barreiros e David (2006) relataram que, na maioria dos tecidos biológicos, os carotenóides formam um grupo incomum de agentes redutores, pois, sob os baixos níveis de oxigênio presentes nas células, adquirem grande importância como antioxidantes, sendo eficazes na captura do oxigênio singlete, tendo velocidade de reação de sua atividade superior à dos tocoferóis em tais condições.

Segundo Rodriguez-Amaya et al. (2008), um alimento para ser considerado fonte de carotenóides totais, é necessário que possua no mínimo 20 µg.g⁻¹ ou 2 mg.100g⁻¹. Os conteúdos de carotenóides totais observados neste trabalho variaram de 3,13 a 6,92 mg.100 g⁻¹ (Figura 25).

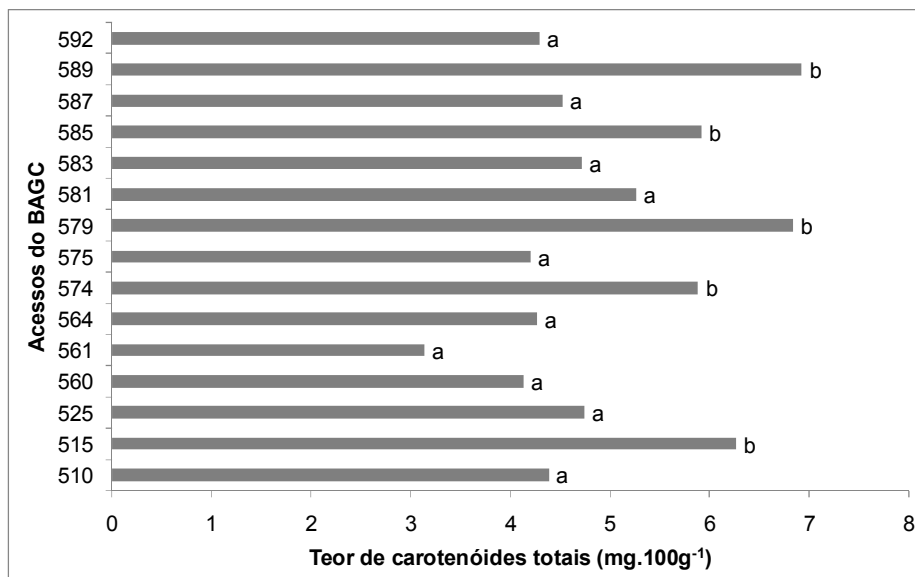


Figura 25. Teor de carotenóides totais de frutos de acessos de *Cucurbita moschata* pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido.

Os acessos que possuem maiores teores são 574, 585, 515, 579 e 589, com valores acima de 5,88 mg.100g⁻¹. Os demais materiais, mesmo pertencendo ao grupo de menores médias, não apresentaram valores inferiores a 3 mg.100g⁻¹, incluindo todos os acessos no segmento de alimentos como boas fontes de carotenóides totais. Os valores encontrados neste trabalho são tidos como esperados, com dados médios semelhantes aos reportados na literatura, à exceção da cultivar Baianinha, que possui o maior teor de carotenóides totais entre as abóboras produzidas no Brasil, com valor de cerca de 23,5 mg.100 g⁻¹ (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008).

Os acessos que apresentam maior teor de β -caroteno, são 515, 589, 574 e 579, com valores de 3,58, 4,1, 4,32 e 4,56 mg.100g⁻¹, nessa ordem (Figura 26).

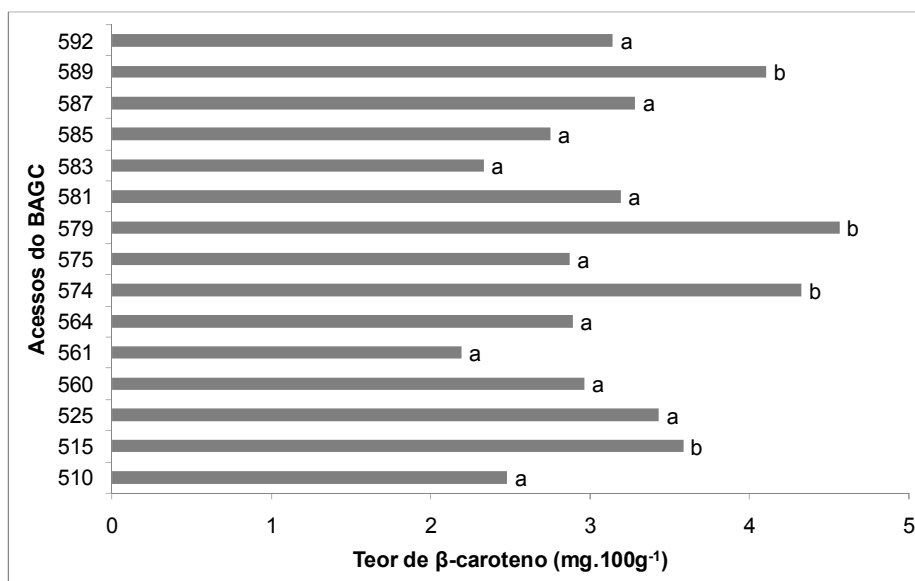


Figura 26. Teor de β -caroteno de frutos de acessos de *Cucurbita moschata* pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido.

O conteúdo de β -caroteno do acesso 583 correspondeu a menos de 50% dos carotenóides totais. Os valores encontrados para o acesso 585, também abaixo de 50% para o teor de β -caroteno, contradizem as médias apresentadas por esse acesso para os carotenóides totais, uma vez que esse material encontra-se no grupo com os maiores valores. Esse fato pode estar associado, possivelmente, a uma concentração maior de outros carotenóides pró-vitamínicos, a exemplo do α - e γ -caroteno, ou ainda, pela degradação do pigmento decorrente da ruptura da membrana celular durante o processamento para a homogeneização da amostra (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008).

As cenouras são consideradas, tradicionalmente, fontes de α - e β -caroteno. Depois delas, segundo Rodriguez-Amaya et al. (2007), as abóboras (*Cucurbita moschata*) constituem-se em ricas fontes desses pigmentos.

Dependendo do fruto, o β -caroteno pode ser o carotenóide majoritário, minoritário ou de proporção intermediária. Em três variedades de mamão, Golden, Formosa e Sunrise, o β -caroteno é um carotenóide minoritário, com valores por

volta de 0,4 a 0,8 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, correspondendo a 4% do total (SENTANIN; RODRIGUEZ-AMAYA, 2007).

Em abóboras, o β -caroteno encontra-se em concentrações mais elevadas, chegando a 23,5 $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ em frutos da variedade Baianinha, e chegam a compor cerca de até 80% dos carotenóides totais em alguns materiais (RODRIGUEZ-AMAYA, et al., 2008). A cultivar ornamental Brasileirinha, produzida para consumo verde, possui, quando em estágio imaturo, frutos com teor de β -caroteno em torno de 0,6 $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$, e quando maduro, os valores chegam a 16 $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ (BOITEUX et al., 2007). Essas variações ocorrem porque as quantidades de carotenóides existentes são dependentes da espécie e até mesmo da variedade em estudo, como observado para *Cucurbita moschata*, além de outros fatores, como as condições de cultivo, armazenamento e processamento.

Gajewski et al. (2008) encontraram valores de 6,59 $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de β -caroteno para a abóbora da cultivar Kroshka, correspondendo a 87% do teor de carotenóides totais. Gouado et al. (2007), ao verificarem o teor de carotenóides presentes em frutos de abóbora e inhame consumidos na República de Camarões, observaram valores de β -caroteno em abóbora de 0,099 a 0,1 $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, inferiores aos identificados em outros trabalhos com a espécie. Valores similares aos obtidos pelo autor acima foram apresentados por Aizawa e Inakuma (2007), com média de 0,01 $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de polpa fresca para frutos de *Cucurbita moschata* consumidos comumente no Japão.

A autenticidade, ou ainda a quantidade real de pigmentos presentes em alguns produtos derivados de abóbora, foram avaliados por Kurz et al. (2008) para verificar os teores de β -caroteno, cujos valores encontrados variaram entre 0,4 a 7,0 $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, estando as médias desse trabalho inclusas nessa faixa. Materiais que possuam teores mais elevados de carotenóides são interessantes para o processamento, uma vez que, naturalmente, pode haver degradação do pigmento decorrente do extravasamento celular, resultando em perda da coloração que é indesejável do ponto de vista comercial, e consequente redução da sua atividade como pró-vitamina A.

A atividade equivalente de retinol (RAE), em correspondência ao teor de β -caroteno, foi maior nos acessos 515, 589, 574 e 579 (Figura 27).

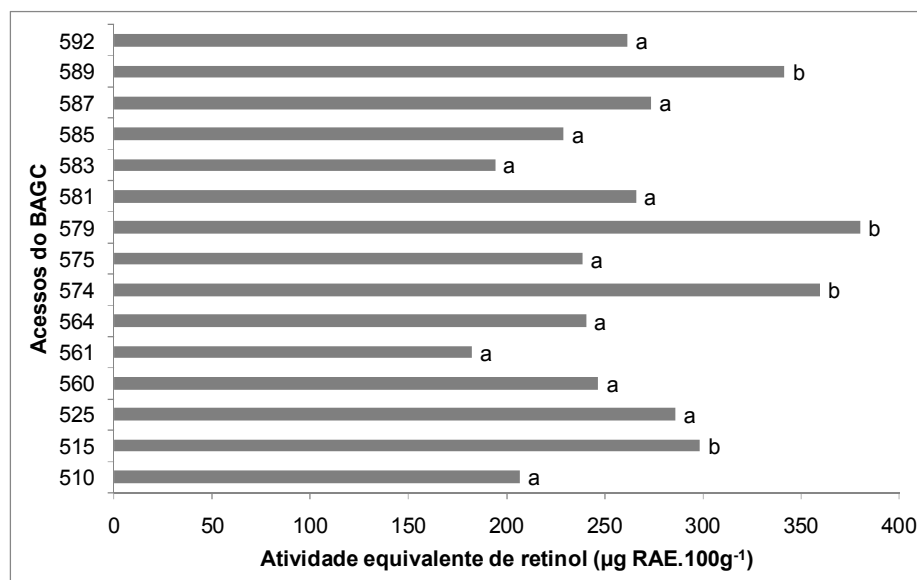


Figura 27. Atividade equivalente de retinol (RAE) de frutos de acessos de *Cucurbita moschata* pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido.

A ingestão diária recomendada, de acordo com Rodriguez-Amaya et al. (2008), é de aproximadamente 4 mg de β -caroteno, que equivale a cerca de 330 $\mu\text{g RAE} \cdot 100\text{g}^{-1}$, valores atendidos pelos acessos 574, 579 e 589. Em todos os acessos avaliados, a atividade equivalente de retinol não ultrapassou 400 $\mu\text{g RAE} \cdot 100\text{g}^{-1}$, sendo indicados para ingestão principalmente por crianças, cuja dose diária situa-se entre 200-400 $\mu\text{g RAE} \cdot 100\text{g}^{-1}$, objetivando combater a hipovitaminose A, especialmente em regiões cuja carência é bastante evidenciada.

Campos e Rosado (2005), ao estudarem os novos fatores de conversão para carotenóides pró-vitâmicos A, observaram diversificada quantidade de vitamina A presente em alguns frutos e hortaliças e detectaram, para a abóbora, quantidade máxima de 268,0 $\mu\text{gRAE} \cdot 100\text{g}^{-1}$, valores inferiores aos

obtidos neste trabalho cujos fatores também foram adotados para quantificação mais precisa dessa vitamina.

Ao avaliarem os teores de α - e β -caroteno em hortaliças comercializadas no mercado informal de Viçosa, Campos et al. (2006) identificaram para moranga valores de 180,30 a 205,98 $\mu\text{gRAE.100g}^{-1}$ de vitamina A. Entretanto, os valores apresentados nesse trabalho são superiores, representando um aumento de 100% quando comparou-se os valores de 180,30 $\mu\text{g RAE.100g}^{-1}$ ao acesso 579, cuja atividade foi de 380,41 $\mu\text{g RAE.100g}^{-1}$.

O consumo regional de abóbora é elevado, principalmente na região Nordeste, o que torna essa hortaliça uma importante fonte de vitamina A para a população, desde que sejam consumidos materiais que contenham teores reconhecidamente maiores que 200 $\mu\text{g RAE.100g}^{-1}$.

Para a atividade antioxidante total, determinada através do sistema β -caroteno/Ácido Linoléico, os acessos 510, 515, 525, 560, 564, 574, 583, 587 e 592 mostraram capacidade moderada, situada na faixa de 60-70% de proteção (Figura 28). Os demais acessos possuem alta atividade antioxidante, acima de 70% de proteção (MELO et al., 2008).

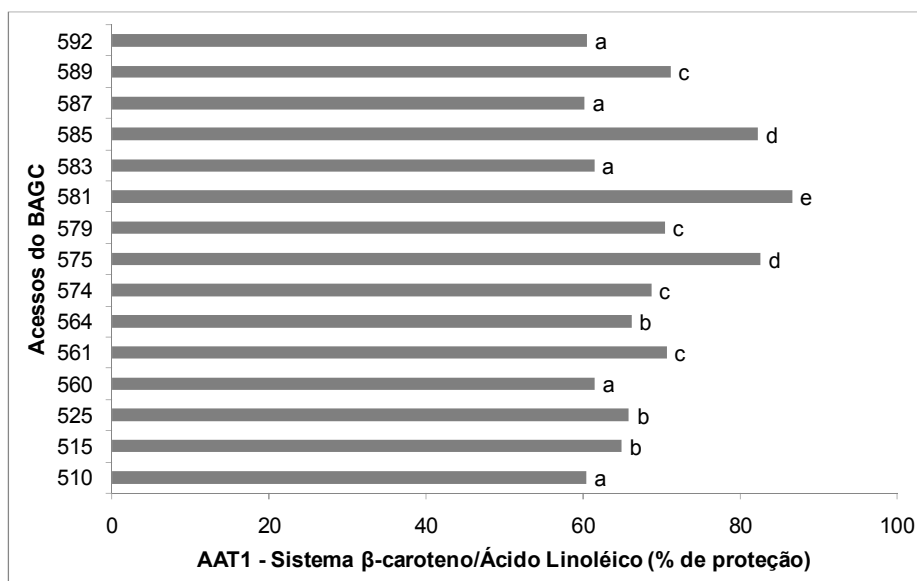


Figura 28. Atividade antioxidante total (AAT) pelo sistema β-caroteno/Ácido linolólico de frutos de acessos de *Cucurbita moschata* pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido.

Os acessos 515 e 574, mesmo apresentando valores elevados de carotenóides totais, β-caroteno e RAE, possuem AAT moderada, que pode estar relacionada a: isomerização do *trans*-β-caroteno a *cis*-β-caroteno (menos ativo); sobreposição de outros carotenóides pró-vitamínicos A menos ativos; oxidação enzimática decorrente do processamento, que rompe as estruturas celulares protetoras desses pigmentos e libera enzimas oxidativas; barreira que pode atuar limitando sua biodisponibilidade; além da exposição natural ao oxigênio. Todos são fatores que interferem nas concentrações desses compostos (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008).

Outros acessos com elevados valores de AAT, foram 589, 585 e 579, com 71,19, 82,29 e 70,5 % de inibição da oxidação, com atividade relacionada ao maior conteúdo de carotenóides presentes nesses materiais.

A maior ação antioxidante foi observada nos acessos 561, 575 e 581, com valores médios de 70,74, 82,61 e 86,65 % de inibição da oxidação. Porém, os mesmos acessos pertencem ao grupo de menores médias dos carotenóides totais e

do β -caroteno. Há relatos na literatura da ação conjunta desse carotenóide com outros bioativos, como as vitaminas E e C e os polifenóis (STAHL; SIES, 2003), o que pode explicar a elevada atividade antioxidante de alguns materiais que apresentaram menores teores desse pigmento.

Silva et al. (2010) relataram que os compostos fenólicos atuam como antioxidantes por sua habilidade em doar hidrogênio ou elétrons, possuindo ainda, outra peculiaridade, que é a inibição da oxidação de vários ingredientes dos alimentos, particularmente de lipídeos, em virtude de seus radicais intermediários estáveis. Dessa maneira, a capacidade antioxidante desses acessos pode estar associada a outros carotenóides pró-vitamínicos A assim como ao sinergismo entre o β -caroteno e o polifenóis, compostos que podem otimizar a ação deste pigmento, e cujos valores de PET foram elevados.

Melo et al. (2008), ao investigarem a capacidade de inibição da oxidação de frutas comercializadas em Recife-PE, usando o sistema β -caroteno/Ácido Linoléico, adotaram como critério para a ação, os percentuais de proteção em que valores acima de 70% indicam produtos com elevada atividade, entre 60-70% possuem ação moderada, e valores inferiores a 60% os consideraram de baixa capacidade.

Ao avaliarem a ação antioxidante de hortaliças usualmente consumidas em Recife, os mesmos autores propuseram outra classificação para a atividade antioxidante do sistema, adotando faixa moderada mais ampla, com os valores situados entre 50-70%, sendo abaixo de 50% a fraca capacidade dos materiais (MELO et al., 2006). Para a presente pesquisa foi adotada a faixa proposta por Melo et al. (2008), cuja faixa moderada é menor, sendo um critério mais seletivo para a ação antioxidante dos acessos de abóbora caracterizados.

Melo et al. (2003), ao avaliarem o percentual de inibição da oxidação em diferenciados extratos de coentro, obtiveram valores de até 69,83% pelo método β -caroteno/Ácido Linoléico.

Ao estudarem a capacidade antioxidante em cenoura pelo mesmo método, Melo et al. (2006) observaram para os extratos metanólicos inferior ação antioxidante, com valores abaixo de 60%.

A ação antioxidante observada na avaliação realizada por meio do método ABTS proporcionou a formação de três grupos específicos, em que o acesso 581 apresentou o valor mais elevado de AAT ($84,93 \mu\text{M Trolox.g polpa}^{-1}$), assim como no método de inibição do sistema β -caroteno/Ácido Linoléico, tendo sua eficácia comprovada como material de maior atividade antioxidante pelos dois métodos (Figura 29).

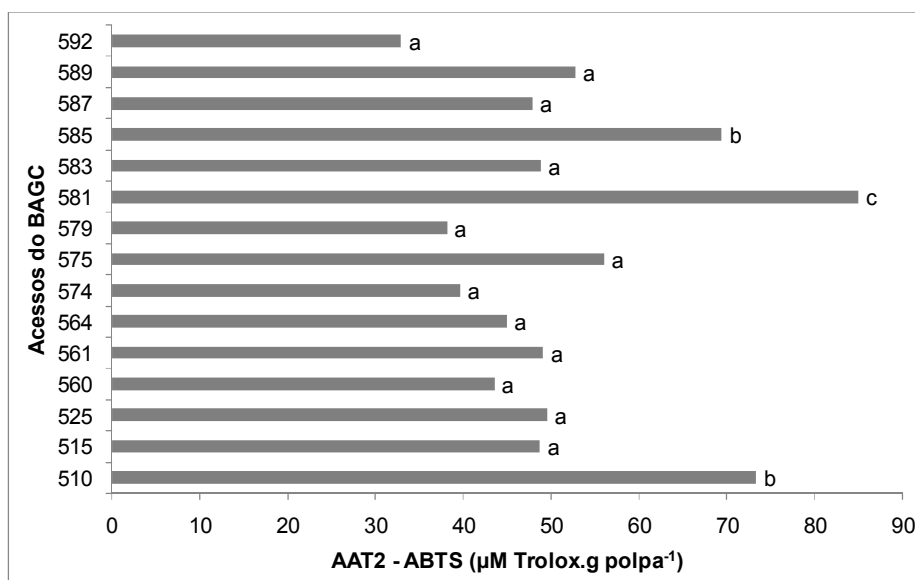


Figura 29. Atividade antioxidante total (AAT) pelo método de captura do radical ABTS em frutos de acessos de *Cucurbita moschata* pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido.

Wangcharoen e Morasuk (2007) avaliaram a capacidade antioxidante de alguns vegetais usados na culinária tailandesa, e verificaram em *Cucurbita moschata* valores de ação antioxidante pelo método ABTS inferiores aos dessa pesquisa, de aproximadamente $0,63 \text{ mg VCE.100g}^{-1}$ (equivalente de vitamina C)

neste método para abóbora. Chun et al. (2005), ao quantificar a capacidade antioxidante total de frutas e hortaliças da dieta americana, encontraram valores entre 17,39 a 20,81 mg VCE.100g⁻¹ para abóboras utilizando o ABTS. As médias observadas neste trabalho foram superiores às verificadas pelos autores.

É importante ressaltar que os métodos para avaliação da atividade antioxidante não são padronizados para todas as hortaliças, uma vez que são selecionados devido ao conhecimento prévio dos compostos presentes no material em estudo. Levando em consideração que, em abóboras os compostos bioativos predominantes são os carotenóides, e que estes, por sua vez, possuem natureza lipofílica, o método mais adequado para detecção da capacidade antioxidante é o sistema β -caroteno/Ácido linoléico, pois apesar de o método de captura do radical ABTS ser largamente utilizado em hortaliças, este é bastante abrangente devido à sua natureza lipofílica e hidrofílica.

3.2 CORRELAÇÃO

Coefficientes de correlação positivos acima de 0,7 foram obtidos para teor de carotenóides totais e conteúdo de β -caroteno, e para estes dois compostos em relação à atividade equivalente de retinol – RAE (Tabela 9).

Tabela 9 – Coeficientes de correlação para os compostos bioativos, polifenóis extraíveis totais (PET), teor de carotenóides totais (CT), conteúdo de β -caroteno (β -C), atividade equivalente de retinol (RAE), atividade antioxidante total pelos métodos β -caroteno/Ácido Linoléico (AAT 1) e ABTS (AAT 2), de quinze acessos de *Cucurbita moschata* do Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido.

	PET	CT	β -C	RAE	AAT1	ATT2
PET	-	-0.260	-0.1179	-0.1181	0.0250	0.1957
CT	-	-	0.7873**	0.7872**	0.1842	0.0138
β-C	-	-	-	1.000**	0.0218	-0.1965
ERA	-	-	-	-	0.0226	-0.1956
AAT 1	-	-	-	-	-	0.4948**
AAT 2	-	-	-	-	-	-

** e *, significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste t.

Estas correlações eram esperadas devido à interdependência das variáveis analisadas, não sendo observada correlação entre os compostos bioativos e a atividade antioxidante pelos dois métodos.

Gajewski et al. (2008), ao correlacionarem parâmetros de qualidade avaliados em cultivares de abóbora provenientes da Polônia, Lituânia e Rússia, observaram correlação positiva e elevada para os atributos de cor e os teores de β -caroteno e carotenóides totais, assim como para atividade antioxidante pelo método DPPH.

Correlação positiva de 0,973** foi encontrada entre polifenóis totais e atividade antioxidante pelo método ABTS em abóbora utilizada na culinária tailandesa (WANGCHAROEN; MORASUK, 2007), e neste trabalho, a mesma correlação, apesar de positiva, não foi significativa.

3.3 ANÁLISE MULTIVARIADA

Os resultados obtidos por meio da distância generalizada de Mahalanobis identificaram os acessos 560 e 587 com maior similaridade entre pares e os acessos 589 e 592 com maior dissimilaridade (Tabela 10). Não houve associação entre local de coleta e variabilidade genética.

Tabela 10. Medidas de dissimilaridade (D^2) entre pares de acessos de *Cucurbita moschata* pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BAGC) da Embrapa Semiárido

PARES DE ACESSO	D^2
BAGC 579 – BAGC 560	39.718622
BAGC 579 – BAGC 510	62.854992
BAGC 579 – BAGC 525	24.587042
BAGC 579 – BAGC 587	48.254201
BAGC 579 – BAGC 515	23.512654
BAGC 579 – BAGC 589	1728.484994
BAGC 579 – BAGC 574	14.383659
BAGC 579 – BAGC 592	43.443572
BAGC 579 – BAGC 585	85.290456
BAGC 579 – BAGC 581	109.730834
BAGC 579 – BAGC 575	48.571356
BAGC 579 – BAGC 583	53.31539
BAGC 579 – BAGC 564	16.909742
BAGC 579 – BAGC 561	24.87535
BAGC 560 – BAGC 510	33.191155
BAGC 560 – BAGC 525	6.24687
*BAGC 560 – BAGC 587	1.783277
BAGC 560 – BAGC 515	16.356784
BAGC 560 – BAGC 589	1834.508672
BAGC 560 – BAGC 574	19.250903
BAGC 560 – BAGC 592	4.458267
BAGC 560 – BAGC 585	171.897051
BAGC 560 – BAGC 581	198.241244
BAGC 560 – BAGC 575	100.39415
BAGC 560 – BAGC 583	10.530551
BAGC 560 – BAGC 564	14.211898
BAGC 560 – BAGC 561	23.745778
BAGC 510 – BAGC 525	33.836934
BAGC 510 – BAGC 587	34.402872
	Continua...

PARES DE ACESSO	D²
BAGC 510 – BAGC 515	29.568148
BAGC 510 – BAGC 589	1671.202633
BAGC 510 – BAGC 574	67.748043
BAGC 510 – BAGC 592	53.614656
BAGC 510 – BAGC 585	119.201695
BAGC 510 – BAGC 581	147.665924
BAGC 510 – BAGC 575	106.810034
BAGC 510 – BAGC 583	27.726217
BAGC 510 – BAGC 564	27.437516
BAGC 510 – BAGC 561	34.412016
BAGC 525 – BAGC 587	7.364287
BAGC 525 – BAGC 515	7.329925
BAGC 525 – BAGC 589	1741.575439
BAGC 525 – BAGC 574	10.833486
BAGC 525 – BAGC 592	16.620835
BAGC 525 – BAGC 585	128.603445
BAGC 525 – BAGC 581	144.254004
BAGC 525 – BAGC 575	62.561801
BAGC 525 – BAGC 583	13.681852
BAGC 525 – BAGC 564	13.354984
BAGC 525 – BAGC 561	13.350049
BAGC 587 – BAGC 515	16.663417
BAGC 587 – BAGC 589	1802.4885
BAGC 587 – BAGC 574	24.261537
BAGC 587 – BAGC 592	8.825104
BAGC 587 – BAGC 585	187.049955
BAGC 587 – BAGC 581	210.319124
BAGC 587 – BAGC 575	111.640703
BAGC 587 – BAGC 583	11.237969
BAGC 587 – BAGC 564	23.382101
BAGC 587 – BAGC 561	32.615829
BAGC 515 – BAGC 589	1644.265249
BAGC 515 – BAGC 574	21.57311
BAGC 515 – BAGC 592	30.349511
BAGC 515 – BAGC 585	107.592645
BAGC 515 – BAGC 581	133.821795
BAGC 515 – BAGC 575	64.602607
BAGC 515 – BAGC 583	10.933611
BAGC 515 – BAGC 564	19.69905
BAGC 515 – BAGC 561	20.287794
BAGC 589 – BAGC 574	1907.246225
**BAGC 589 – BAGC 592	1959.618047
BAGC 589 – BAGC 585	1552.132812
BAGC 589 – BAGC 581	1575.327127
	Continua...

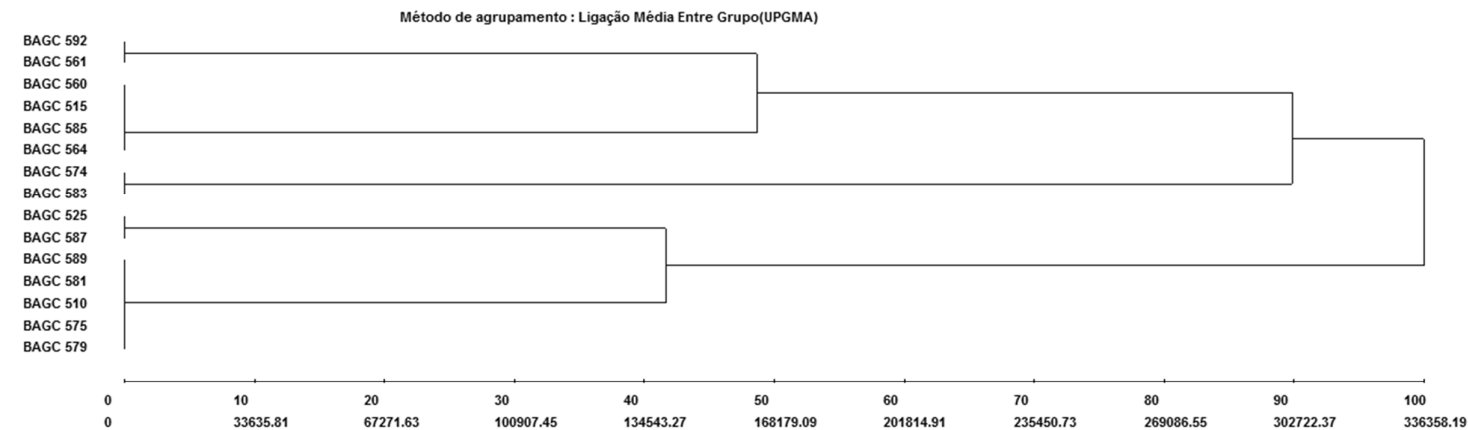
PARES DE ACESSO	D²
BAGC 589 – BAGC 575	1667.672436
BAGC 589 – BAGC 583	1794.97227
BAGC 589 – BAGC 564	1815.488589
BAGC 589 – BAGC 561	1720.534231
BAGC 574 – BAGC 592	19.490118
BAGC 574 – BAGC 585	136.447577
BAGC 574 – BAGC 581	151.831872
BAGC 574 – BAGC 575	62.185867
BAGC 574 – BAGC 583	35.059475
BAGC 574 – BAGC 564	18.443198
BAGC 574 – BAGC 561	25.199455
BAGC 592 – BAGC 585	202.663805
BAGC 592 – BAGC 581	235.314392
BAGC 592 – BAGC 575	122.49504
BAGC 592 – BAGC 583	22.116339
BAGC 592 – BAGC 564	18.618795
BAGC 592 – BAGC 561	36.728162
BAGC 585 – BAGC 581	12.643972
BAGC 585 – BAGC 575	35.910509
BAGC 585 – BAGC 583	150.217178
BAGC 585 – BAGC 564	105.712253
BAGC 585 – BAGC 561	78.960282
BAGC 581 – BAGC 575	31.379914
BAGC 581 – BAGC 583	182.078004
BAGC 581 – BAGC 564	134.355399
BAGC 581 – BAGC 561	95.951654
BAGC 575 – BAGC 583	96.03043
BAGC 575 – BAGC 564	64.875516
BAGC 575 – BAGC 561	33.444647
BAGC 583 – BAGC 564	25.465514
BAGC 583 – BAGC 561	27.460861
BAGC 564 – BAGC 561	9.078532

*Acessos com maior similaridade

**Acessos com maior dissimilaridade

Na análise por UPGMA, observou-se a formação de dois grandes grupos divergentes e cinco subgrupos assim compostos: grupo I) formado pelos acessos 592, 561; II) contempla os acessos 560, 515, 585, 564; III) acessos 574 e 583; IV) composto pelos acessos 525 e 587; e V) maior subgrupo, composto pelos acessos 589, 581, 510, 575, 579 (Figura 24). Observou-se não haver relação entre local de coleta e a formação dos grupos.

Figura 30. Dendrograma de dissimilaridade genética (em percentagem) entre 15 acessos de *Cucurbita moschata* pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido, obtido pelo método UPGMA, com base em seis caracteres químicos para qualidade de fruto. Embrapa Semiárido, 2007.



As técnicas usadas para a análise de agrupamento objetivam dividir um grupo original de observações em vários grupos homogêneos, sendo o mais utilizado para estudos de divergência os hierárquicos e os de otimização, a exemplo do apresentado por Tocher, utilizado extensivamente em análises de divergência genética de várias espécies de plantas (Moura, 2003).

Ao utilizar o método de agrupamento de Tocher, que agrupa os acessos com características mais semelhantes e funciona como alternativa para facilitar o trabalho dos melhoristas, foi possível observar a formação de sete grupos com os seguintes acessos: no primeiro e maior grupo, houve a aglomeração dos acessos 581, 561 e 589; no grupo II estão os acessos 515, 592 e 587; o III possui os acessos 574 e 583; no IV, estão alocados o 585 e 575; o V contempla os acessos 579 e 560; o VI corresponde aos acessos 510 e 525; e no VII está o acesso 564 (Tabela 11).

Tabela 11. Grupos de similaridade genética estabelecidos pelo método de otimização de Tocher, avaliados para seis caracteres de qualidade nutricional de quinze acessos de *Cucurbita moschata* do BAG de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido

GRUPO	ACESSOS
I	581, 561, 589
II	515, 592, 587
III	574, 583
IV	585, 575
V	579, 560
VI	510, 525
VII	564

Ao comparar os métodos de agrupamento de Tocher e UPGMA, nessa ordem, observou-se coincidência de agrupamentos. Os demais grupos de Tocher foram distribuídos de forma que não houve concentração de um grupo deste dentro do grupo UPGMA.

Observou-se concordância parcial entre os métodos de agrupamento do vizinho mais próximo e o de Tocher, já que ambos separaram os acessos 574 e 583

pelos dois métodos, porém os demais acessos foram distribuídos no método UPGMA de forma diferenciada do agrupamento de Tocher.

A avaliação da importância dos caracteres foi realizada para as características dos compostos bioativos e da atividade antioxidante, utilizando o critério de Singh (1981), que indicou os descritores que mais contribuíram para a para a divergência genética dos acessos estudados (Tabela 12).

Tabela 12. Contribuição relativa dos caracteres para os compostos bioativos e atividade antioxidante de fruto, pelo critério de Singh (1981) baseado na distância de Mahalanobis, para diversidade de acessos de *Cucurbita moschata* do BAG de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido

VARIÁVEL	S.j	Valor em %
Teor de polifenóis extraíveis totais	335.636918	1.7139
Teor de carotenóides totais	599.832074	3.0631
Conteúdo de β -caroteno	6746.591378	34.4518
Atividade equivalente de retinol	7437.943084	37.9822
Antioxidante β -caroteno/Ácido Linoléico	3486.022703	17.8015
Antioxidante ABTS	976.675001	4.9874

Os descritores de maior contribuição para a divergência em relação aos caracteres avaliados foram conteúdo de β -caroteno, a atividade equivalente de retinol e o método antioxidante β -caroteno/Ácido Linoléico, que contribuíram com 88% para a variação disponível. Posteriormente, com o objetivo de descartar os descritores de menor contribuição e maximizar os trabalhos de avaliação de germoplasma, procedeu-se à repetição desta análise com a retirada de uma variável por vez para verificar se houve mudança no agrupamento dos acessos. Após as análises, observou-se que não é possível descartar os descritores, uma vez que a retirada de qualquer destes provocará um reagrupamento dos acessos.

Em variedades locais de *Capsicum baccatum*, Neitzke et al. (2008), avaliaram pelo método de SINGH (1981), a importância relativa de 15 características quantitativas, e determinaram que sete destas características

contribuíram com 98,31% para a divergência genética, enquanto oito contribuíram com apenas 1,69%.

Dessa maneira, sugere-se a inserção dos descritores conteúdos de β -caroteno e carotenóides totais, e atividade antioxidante pelos métodos β -caroteno/Ácido Linoléico, como descritores sensíveis para avaliar a diversidade genética apresentada pelos acessos do BAGC da Embrapa Semiárido.

4 CONCLUSÕES

- Os acessos 589, 574, 581 e 515 apresentaram elevados conteúdos de carotenóides e polifenóis extraíveis totais.
- O acesso 581, conforme análises uni e multivariadas, distinguiu-se para as características de qualidade dos frutos, possuindo maior teor de polifenóis e carotenóides totais, assim como elevada capacidade antioxidante pelos métodos β -caroteno/Ácido Linoléico e ABTS.
- A distância de Mahalanobis agrupou os acessos 560 e 587 como similares, e os mais dissimilares foram 589 e 592.
- O método hierárquico UPGMA e o agrupamento de Tocher foram parcialmente concordantes, agrupando quatro dos quinze acessos igualmente.
- Nas análises multivariadas, não foi observada relação entre local de coleta e variabilidade nos acessos avaliados.
- Todos os descritores foram sensíveis na detecção da variabilidade existente nos acessos de jerimum de leite, sendo que o conteúdo de β -caroteno e a atividade antioxidante pelo sistema β -caroteno/Ácido Linoléico devem ser inseridos em futuros trabalhos que caracterizem germoplasma de *Cucurbita moschata*.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao avaliar conjuntamente as características físicas, físico químicas, compostos bioativos e atividade antioxidante, é possível concluir que:

- O acesso 587 apresentou-se como mais similar através da distância de Mahalanobis.
- O agrupamento de Tocher reuniu os acessos 587 e 515 devido à maior similaridade entre eles.
- O método UPGMA agrupou igualmente os acessos: 589 e 581; 574 e 583; 579 e 510; 525 e 587; 560, 585, 515 e 564, sendo um método eficiente de agrupamento.
- O acesso 581 agregou um número maior de características pós-colheita desejáveis, sendo indicado para futuros trabalhos de melhoramento genético vegetal, voltados para a obtenção de frutos de qualidade superior de *Cucurbita moschata*.
- Os descritores firmeza e ângulo de cor da polpa, acidez titulável, açúcares solúveis totais, conteúdo de β -caroteno e atividade antioxidante total pelo método β -caroteno/Ácido Linoléico, devem ser inseridos em futuros trabalhos de melhoramento genético vegetal para avaliar a diversidade genética da espécie.

REFERÊNCIAS

AIZAWA, K.; INAKUMA, T. Quantitation of carotenoids in commonly consumed vegetables in Japan. **Food Science Technology**, vol. 13, n. 3, 247-252, 2007.

ARBOS, K. A.; FREITAS, R. J. S. de; STERTZ, S. C.; DORNAS, M. F. Atividade antioxidante e teor de fenólicos totais em hortaliças orgânicas e convencionais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 501-506, 2010.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of the Agricultural Chemists**. 11ª ed. Washington: AOAC, 1992, 1115p.

BARREIROS, A. L. B. S.; DAVID, J. M. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química Nova**, vol. 29, n. 1, p. 113-123, 2006.

BOITEUX, L. S.; NASCIMENTO, W. M.; FONSECA, M. E. N.; LANA, M. M.; REIS, A.; MENDONÇA, J. L.; LOPES, J. F.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. 'Brasileirinha': cultivar de abóbora (*Cucurbita moschata*) de frutos bicolores com valor ornamental e aptidão para consumo verde. **Horticultura Brasileira**, vol. 25, n. 1, p. 103-106, 2007.

CAMPOS, F. M.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M.; SOUZA P. M. de; STRINGHETA, P. C.; CHAVES, J. B. P. Pró-vitaminas A em hortaliças comercializadas no mercado formal e informal de Viçosa (MG), em três estações do ano. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, vol. 26, n. 1, p. 33-40, 2006.

CAMPOS, F. M.; ROSADO, G. P. Novos fatores de conversão de carotenóides provitamínicos A. **Ciência & Tecnologia em Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 3, p. 571-578, 2005.

CHUN, O. K.; KIM, D-O; SMITH, N.; SCHROEDER, D.; HAN, J. T.; LEE, C. Y. Daily consumption of phenolics and total antioxidant capacity from fruit and vegetables in the American diet. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 85, p. 1715-1724, 2005.

GAJEWSKI, M.; RADZANOWSKA, J.; DANILCENKO, H.; JARIENE, E.; CERNIAUSKIENE, J. Quality of pumpkin cultivars in relation to sensory characteristics. **Notulae Botanicae Horti. Agrobotanici**, Cluj-Napoca, vol. 36, n. 1, p. 73-79, 2008.

GOUADO, I.; EJOH, R. A.; ISSA, T. S.; SCHWEIGERT, F. J.; TCHOUANGUEP, M. F. Carotenoids content of some locally consumed fruits and yams in Cameroon. **Pakistan Journal of Nutrition**, vol. 6, n. 5, p. 497-501, 2007.

HIGBY, W. K. A simplified method for determination of some the carotenoids distribution in natural and carotene-fortified orange juice. **Journal of Food Science**, Chicago, v.27, p.42-49, 1962.

ISABELLE, M.; LEE, B. L.; LIM, M. T.; KOH, W-P; HUANG, D.; ONG, C.N. Antioxidant activity and profiles of common vegetables in Singapore. **Food Chemistry**, v. 120, p. 993-1003, 2010.

KURZ, C.; CARLE, R.; SCHIEBER, A. HPLC-DAD-MS characterisation of carotenoids from apricots and pumpkins for the evaluation of fruit product authenticity. **Food Chemistry**, vol. 110, p. 522–530, 2008.

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.45, p. 1390-1393.1997.

MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A. J.; VICARIO, I. M.; HEREDIA, F. J. Pigmentos carotenoides: consideraciones estructurales y fisicoquímicas. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v.57, n.2, 2007.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G. LEAL, F. L. L.; CAETANO, A. C. da S.; NASCIMENTO, R. J. **Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, vol. 26, n. 3, p. 639-644, 2006.

MELO, E. DE A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G. de; NASCIMENTO, R. J. do. Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, vol. 44, n. 2, p. 193-201, 2008.

MELO, E. A.; MANCINI FILHO, J.; GUERRA, N. B.; MACIEL, G. R. Atividade antioxidante de extratos de coentro (*Coriandrum sativum* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, vol. 23, supl., p. 195-199, 2003.

MOURA, M. da C. C. L. **Identificação de fontes de resistência ao potyvírus ZYMV e diversidade genética e ecográfica em acessos de abóbora**. Viçosa, 98 p., Tese, Universidade Federal de Viçosa (UFV). 2003.

NARWIRSKA-OLSZANSKA, A.; BIESIADA, A.; SÓKOL-LETOWSKA, A.; KUCHARSKA, A. Z. Contento f bioactive compounds and antioxidant capacity of pumpkin puree enriched with Japanese quince, cornelian cherry, strawberry and apples. **Acta Scientiarum Polonorum – Technologia Alimentaria**, v. 10, n. 1, p. 51-60, 2011.

NEITZKE, R. S.; BARBIERI, R. L.; HEIDEN, G.; CASTRO, C. M. Divergência genética entre variedades locais de *Capsicum baccatum* utilizando caracteres multicategóricos. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 20, n.3, p. 249-255, 2008.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; AMAYA-FARFAN, J.; KIMURA, M. Carotenoid Composition of Brazilian Fruits and Vegetables. **Acta Horticulture**, vol. 744, p. 409-416, 2007.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; GODOY, H. T.; AMAYA-FARFAN, J. Updated Brazilian database on food carotenoids: Factors affecting Carotenoid composition. **Journal of Food Composition and Analysis**, vol. 21, p. 445-463, 2008.

RUFINO, M. do S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S. de; MANCINI FILHO, J. M.; MOREIRA, A. V. B. **Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas no sistema β -caroteno/Ácido Linoléico**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006.

RUFINO, M. do S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S. de; MORAIS, S. M. de; SAMPAIO, C. de G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007.

SENTANIN, M. A.; AMAYA, D.B.R. Teores de carotenóides em mamão e pêssego determinados por cromatografia líquida de alta eficiência. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27, n.1, p.13-19, 2007.

SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. dos S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Revista Semina**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-682, 2010.

SILVA, C. R. de M.; NAVES, M. M. V. Suplementação de vitaminas na prevenção de câncer. **Revista de Nutrição**, Campinas, v 14, n. 2, p. 135-143, 2001.

STAHL, W.; SIES, H. Antioxidant activity of carotenoids. **Molecular Aspects of Medicine**, vol. 24, p. 345–351, 2003.

WANGCHAROEN, W.; MORASUK, W. Antioxidant capacity and phenolic content of some Thai culinary plants. **Maejo International Journal of Science and Technology**, vol. 01, n. 2, p. 100-106, 2007.