



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE
SANTANA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS
GENÉTICOS VEGETAIS**



RITA MÉRCIA ESTIGARRIBIA BORGES FAUSTINO

**PREDIÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS E
INCREMENTO DA QUALIDADE EM FRUTOS DE
PROGÊNIES DE ABOBOREIRA (*Cucurbita moschata* Duch.)**

Feira de Santana – BA

2017

RITA MÉRCIA ESTIGARRIBIA BORGES FAUSTINO

**PREDIÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS E
INCREMENTO DA QUALIDADE EM FRUTOS DE
PROGÊNIES DE ABOBOREIRA (*Cucurbita moschata* Duch.)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, da Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Recursos Genéticos Vegetais.

Orientador: Prof. Dr. Nataniel Franklin de Melo

Co-orientador: Prof (a). Dra. Maria Auxiliadora Coelho de Lima

Feira de Santana – BA

2017

BANCA EXAMINADORA

Maria Auxiliadora Coelho de Lima
Dra. Maria Auxiliadora Coelho de Lima

Embrapa Semiárido

Manoel Abílio de Queiróz
Prof. Dr. Manoel Abílio de Queiróz

Universidade do Estado da Bahia

Rogério Mercês Ferreira Santos
Prof. Dr. Rogério Mercês Ferreira Santos

Universidade Estadual de Feira de Santana

Carolina Morgante
Profa. Dra. Carolina Vianna Morgante
Embrapa Semiárido

Nataniel Franklin de Melo
Dr. Nataniel Franklin de Melo

Embrapa Semiárido

Orientador e Presidente da Banca

Ficha Catalográfica – Biblioteca Central Julieta Carteado

B734p Faustino, Rita Mércia Estigarribia Borges
Predição de parâmetros genéticos e incremento da qualidade em
frutos de progênies de aboboreira (*Cucurbita moschata* Duch.) / Rita
Mércia Estigarribia Borges Faustino. – Feira de Santana, 2017.
99 f. : il.

Orientador: Nataniel Franklin de Melo.
Coorientadora: Maria Auxiliadora Coelho de Lima.

Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Feira de Santana,
Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, 2017.

1. *Cucurbita moschata* – Aspectos genéticos. 2. Abóbora. I. Melo,
Nataniel Franklin de, orient. II. Lima, Maria Auxiliadora Coelho de,
coorient. III. Universidade Estadual de Feira de Santana. IV. Título.

CDU: 635.62

Aos meus pais, Olibio Borges (*in memorian*) e Diolanda Estigarribia Borges pelo amor, carinho e confiança em mim depositados. Esses sentimentos me encorajam, me fortalecem e me levam a alcançar todos os objetivos e sonhos em minha vida.

Dedico.

Ao meu esposo, Manoel, e aos meus filhos, Sarah e Olivar, pelo amor, carinho e compreensão na vida e na luta pela conquista da minha tese de Doutorado.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser meu refúgio, nunca me deixar desanimar e me proteger em todos os momentos.

À Embrapa Semiárido e à Universidade Estadual de Feira de Santana, pela oportunidade de realização da minha pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais.

Ao professor Nataniel Franklin de Melo, pela orientação, apoio, confiança e amizade.

À colega e amiga Maria Auxiliadora Coêlho de Lima, pela perfeita coorientação, pela amizade, pelos conselhos e dicas que somente uma grande profissional e amiga pode dar.

Ao colega e amigo José Mauro, pela valiosa ajuda nas correções dos documentos da tese.

Ao professor Izaias da Silva, a analista Mariana Neto Rosa Lima e à pesquisadora Rafaela Priscila Antônio, pela atenção e grande ajuda nas análises dos dados, dicas e sugestões para enriquecimento dos resultados da tese.

A todos os funcionários da Embrapa Semiárido, em especial: aos funcionários Manoel Cícero Barbosa de Almeida, Francisco José Liberalino, Antônio Balbino Pereira, Almero Victor dos Santos, Danielly Cristina Gomes, Joviniano Santiago de Oliveira, Ângela Katiussia Nascimento, Francisco Manoel de Souza, Helena Moreira de Queiroga Bezerra e Sidinei Anunciação Silva.

Aos estudantes e amigos (Simone, Airla, Débora, Vitor) pela grande ajuda prestada na execução dos experimentos.

Aos grandes amigos e colegas (Tecla, Flávia, Kamila, Marcelo, Fabiana, Janaira, Rafael, Soniane, Maiany, Carla, Irlane, Luma, Adriano e Danilo), com quem Deus me presenteou durante a realização do curso.

A todos que, direta ou indiretamente contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

RESUMO

O estudo objetivou obter estimativas de parâmetros genéticos e de variabilidade genética, bem como determinar as correlações entre variáveis do fruto associadas à produção e atributos de qualidade da polpa em progênies de abóbora. Em 2013, os parâmetros e a predição de ganhos genéticos permitiram o ranqueamento dos melhores indivíduos em 10 progênies provenientes de autofecundações. Em 2015 determinou-se a divergência, sendo feita a seleção de genótipos para caracteres qualitativos e quantitativos, além de estudar as correlações entre variáveis do fruto associadas à produção e atributos de qualidade da polpa em 11 genótipos avaliados. Em 2013, a análise via REML/BLUP possibilitou o ranqueamento considerando todas as variáveis avaliadas indicando os indivíduos 10/1/1, 10/2/12 e 6/1/3 como mais promissores, sendo os dois primeiros de formato 'piriforme' e o terceiro de formato 'moranga'. Em 2015, constatou-se grande variabilidade nas progênies avaliadas e similaridade entre as progênies *C. moschata* 1, *C. moschata* 3, *C. moschata* 4 e *C. moschata* 8. As progênies promissoras para massa do fruto e β -caroteno foram *C. moschata* 4 e *C. moschata* 7 para avanços visando aumento da produção e das características nutricionais do fruto. As estimativas dos teores de carotenoides geradas pelo ângulo Hue somente são válidas para genótipos contrastantes devido ao agrupamento de genótipos com teores de carotenoides quatro vezes maiores em relação a cultivar Jacarezinho. As variáveis explicaram 98% da variação ocorrida na variável básica na análise de trilha e quatro variáveis podem ser utilizadas para a seleção direta visando aumento da massa do fruto.

Palavras-chave: Abóbora. Variância genética aditiva. Herdabilidade. Divergência genética.

ABSTRACT

The study aimed to estimate genetic parameters and genetic variability, as well as to determine the correlations among fruit variables associated with production and pulp quality attributes in pumpkin progenies. In 2013, the parameters and prediction of progeny gains allowed the ranking of the best individuals in 10 progenies from self pollination. In 2015 the divergence was determined, selecting genotypes for qualitative and quantitative characteristics, and studying the correlations among fruit variables associated with production and pulp quality attributes in 11 evaluated genotypes. In 2013, the REML/BLUP analysis allowed the ranking considering all variables evaluated indicating the individuals 10/1/1, 10/2/12 and 6/1/3 as more promising, being the first two of “piriform” format, and the third of “moranga” format. In 2015, it was found great variability in the progenies evaluated and similarity among progenies *C. moschata* 1, *C. moschata* 3, *C. moschata* 4 and *C. moschata* 8. The promising progenies for fruit mass and β -carotene were *C. Moschata* 4 and *C. moschata* 7 for advances aiming to increase of production and the nutritional characteristics of the fruit. Estimates of carotenoid contents generated by the Hue angle are only valid for contrasting genotypes due to the grouping of genotypes with carotenoid content four times higher than “Jacarezinho” cultivar. The variables explained 98% of the variation in the basic variable in the path analysis and four variables can be used for direct selection aiming to increase of fruit mass.

Keywords: Pumpkin. Additive genetic variance. Heritability. Genetic divergence.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	12
1.1. A abóbora (<i>Cucurbita moschata</i> Duch.)	12
1.2. Importância da abóbora como alimento	13
1.3. Recursos genéticos de abóbora	16
1.4. Estudos genéticos e melhoramento de abóbora	17
1.5. Atributos de qualidade	20
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
CAPÍTULO 1 - PREDIÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS E SELEÇÃO EM PROGÊNIES DE ABÓBORA PARA CARACTERES MORFOAGRONÔMICOS E DE QUALIDADE DA POLPA	30
RESUMO	31
ABSTRACT	32
1.1. Introdução	33
1.2. Material e Métodos	34
1.3. Resultados	39
1.4. Discussão	40
1.5. Conclusão	44
1.6. Referências Bibliográficas	44
CAPÍTULO 2 - DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM GENÓTIPOS DE ABÓBORA UTILIZANDO DESCRITORES QUALITATIVOS E QUANTITATIVOS ASSOCIADOS AO FRUTO	57
RESUMO	58
ABSTRACT	59
2.1. Introdução	60
2.2. Material e Métodos	61
2.3. Resultados e Discussão	64
2.4. Conclusão	68
2.5. Referências Bibliográficas	68
CAPÍTULO 3 - CORRELAÇÕES ENTRE PRODUÇÃO, QUALIDADE SENSORIAL E NUTRICIONAL EM FRUTOS DE PROGÊNIES DE	

ABÓBORA (<i>Cucurbita moschata</i> Duch.)	76
RESUMO	77
ABSTRACT	78
3.1. Introdução	79
3.2. Material e Métodos	80
3.3. Resultados e Discussão	83
3.4. Referências Bibliográficas	88
CONCLUSÃO GERAL	98

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1. A abóbora (*Cucurbita moschata* Duch.)

As abóboras pertencem à grande família Cucurbitaceae, considerada uma das principais famílias economicamente importantes, composta por 118 gêneros e 825 espécies adaptadas e distribuídas em regiões tropicais, subtropicais, desertos áridos e regiões temperadas (KUMAR, 2016).

As mesmas pertencem ao gênero *Cucurbita*, considerado um gênero indígena do novo mundo que é composto por 27 espécies (HAZRA et al., 2007), tendo *C. moschata* Duch. como uma das mais cultivadas e consumidas devido a sua grande versatilidade culinária.

É uma angiosperma da classe das dicotiledôneas e tribo *Cucurbitae* com número diplóide $2n = 40$. Na descrição botânica feita por Kumar (2016), a planta produz a maior das flores dentre as cucurbitáceas que são caracterizadas por apresentar corola amarela e ovário grande com coloração esverdeada. Estas são monóicas (apresenta separadamente flor masculina e flor feminina) encontrando-se em nós separados na mesma planta. Alguns genótipos podem apresentar hermafroditismo. A reprodução ocorre por polinização cruzada, sendo obrigatória a polinização por abelhas. A propagação é realizada através de sementes e seu ciclo de vida é anual, em torno de 90 a 120 dias (RAMOS, et al, 2010).

Seu centro de origem é o México e países das Américas Central (PIPERNO; PEARSALL, 1998; WHITAKER; BEMIS, 1984). No Brasil, a abóbora foi historicamente uma hortaliça constituinte da base alimentar das populações indígenas antes do período colonial, sendo incorporada à dieta dos escravos africanos após a colonização (RAMOS et al., 2010).

Especificamente no Nordeste brasileiro, a boa adaptação da abóbora ocorreu provavelmente devido às condições edafoclimáticas da região, uma vez que temperaturas entre 18 e 30 °C são ideais para o cultivo, não suportando temperaturas abaixo de 10 °C (RAMOS et al., 2010). Segundo Ramos et al. (1999), o cultivo dessa espécie é baseado em dois modelos de produção: o primeiro compreende o plantio de algumas variedades, como a ‘Jacarezinho’, e de híbridos, como ‘Tetsukabuto’, com áreas de plantio concentradas na região sul do estado da Bahia (Eunápolis, Teixeira de Freitas, Itabela, Posto da Mata), com a utilização de tecnologias de irrigação, insumos e fitohormônio. São frutos destinados ao abastecimento dos mercados de Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e do Rio de Janeiro, além de capitais da região Nordeste.

O segundo modelo, e o mais difundido, utiliza os tipos locais, popularmente denominados de abóbora ‘Maranhão’ ou abóbora ‘comum’. As áreas de cultivo dos tipos locais variam de 4 a 7 ha (RAMOS et al., 1999; 2000), caracterizando-se, em sua maioria, pela utilização de sementes selecionadas de plantios anteriores pelo próprio produtor, principalmente nos cultivos de agricultura familiar, ou adquiridas por meio dos comerciantes que as obtêm, muitas vezes, em feiras livres, a partir da eleição, pelo próprio agricultor, dos indivíduos que possuem as melhores características sensoriais e de produção, com posterior mistura das sementes dos frutos selecionados. A ampla variabilidade nos frutos produzidos é evidenciada pela extensa variação na coloração de casca e polpa dos frutos, tamanho, formato, espessura de polpa e diâmetro da cavidade interna.

1.2. Importância da abóbora como alimento

A abóbora é facilmente cultivada e está amplamente disponível durante todo o ano. O fruto pode manter-se intacto em condições ambiente por meses e pode ser consumido maduro, imaturo, cozido ou frito. Juntamente com as sementes, podem ser armazenados por longos períodos (NEE, 1990). Além do consumo *in natura*, a polpa pode ser utilizada para a industrialização de doces e sopas. No Brasil, independente de classe social, a abóbora é bastante consumida. Na região Nordeste, ela é utilizada nas mais diferentes formas na culinária regional e bastante apreciada em pratos típicos, a exemplo da abóbora recheada com camarão, ‘quibebe’ (abóbora com carne), cozida com feijão, cozida acompanhada com leite e açúcar ou simplesmente o fruto cozido.

Há séculos a medicina popular tem utilizado a abóbora para a prevenção de várias doenças em humanos. Estudos realizados em camundongos diabéticos utilizando frutos de abóbora na alimentação aumentaram a atividade hipoglicêmica aumentando também a insulina plasmática no sangue desses animais (WANG et al., 2017). Yadav et al. (2010) descreveram uma série de benefícios associados ao consumo de abóbora colocando-a como uma hortaliça com função hepato-protetiva; anti-diabética; anti-inflamatória; anti-parasítica; anti-microbiana; anti-carcinogênica e antioxidante. Esses autores também relataram a composição nutricional em seus frutos: além da água, os autores relataram a riqueza em proteínas, carboidratos, fibras, minerais como Magnésio e Zinco e uma série de aminoácidos.

No entanto, a principal atividade da abóbora como alimento está associada a sua função antioxidante, uma vez que a mesma é uma das principais hortaliças rica em

carotenoides lhe dando a designação de alimento funcional por englobar benefícios definitivos à saúde (ASTLEY, 2003).

Os carotenoides são pigmentos naturais metabolizados pelas plantas, algas e bactérias fotossintetizantes responsáveis pelo amarelo, laranja e cores vermelhas em várias frutas e hortaliças (NAMITHA; NEGI, 2010). Podem ser classificados em dois grupos com base em sua estrutura: os que contêm átomos de oxigênio presentes em grupos *oxi* ou grupos *hidroxila* (OH), conhecidos como xantofilas, e as estruturas que não contêm átomos de oxigênio, chamadas carotenos (SAINI et al., 2015). Estes compostos têm a capacidade de limitar a evolução de doenças crônicas (FRASER; BRAMLEY, 2004). Em animais, incluindo o homem, eles são também parte do sistema de defesa. Devido à sua estrutura, sugere-se que atuam na proteção de compartimentos lipofílicos ou no sequestro de espécies reativas geradas em processos fotooxidativos. Podem, ainda, atuar como filtros de luz e prevenir estresses oxidativos (WILHELM; SIES, 2004).

Todas as frutas e vegetais coloridos são boas fontes de carotenoides (MEZZOMO; FERREIRA, 2016). O tipo e a disponibilidade de carotenoides em frutas e vegetais podem ser preditos por sua cor. Por exemplo, vegetais amarelo-alaranjados geralmente são ricos em β -caroteno e α -caroteno (SAINI et al., 2015). Entre os carotenoides, o β -caroteno é o mais abundante nos alimentos e é aquele que tem maior atividade pró-vitamina A (MEZZOMO; FERREIRA, 2016). Pode ser encontrado em grandes quantidades em vegetais, a exemplo da abóbora. Desta forma, existe considerável interesse no incremento do conteúdo de carotenoides na alimentação, especialmente para aqueles com maior função pró-vitamina A, como é o caso do β -caroteno, uma vez que a deficiência de vitamina A (DVA) é um sério problema de saúde pública em mulheres no período reprodutivo e em crianças menores de cinco anos de idade principalmente no Nordeste do Brasil onde há uma prevalência de 29,4% de mulheres em idade reprodutiva e de 12,3% de crianças menores de cinco anos de idade com DVA (MIGLIOLI et al., 2015).

A abóbora, por sua coloração alaranjada, é reconhecidamente uma fonte de carotenoides (MEZZOMO; FERREIRA, 2016; SAINI et al., 2015), principalmente de β -caroteno. Rodriguez-Amaya e Amaya-Farfan (2007), relatando a riqueza de vegetais existentes no Brasil, considerados importantes fontes de carotenoides totais, citam a abóbora como um deles. Kalluf (2006) identificou grande variabilidade no teor de carotenoides em quatro cultivares de abóboras. O autor observou que nos frutos de *C. moschata* variedade Baianinha, *C. moschata* variedade Menina Verde Madura e *C. maxima* variedade Exposição,

de polpa alaranjada, o β -caroteno foi considerado como principal carotenoide participante, com teores que variaram de 36,1 a 73,8% do total do teor de carotenoides quantificado. Nas abobrinhas de polpa amarela pálida, o carotenoide mais abundante foi a luteína, encontrada na faixa de 36,8 a 63,0% do total (KALLUF, 2006). Nakkanong et al. (2012), comparando os níveis de carotenoides entre plantas de *C. moschata*, *C. maxima* e híbridos interespecíficos *C. moschata* x *C. maxima*, quantificaram, em frutos frescos e maduros de *C. moschata*, 110,20 $\mu\text{g g}^{-1}$ de carotenoides totais, representados pela soma dos teores de α -caroteno, β -caroteno, luteína, violaxantina e neoxantina, e 10,52 $\mu\text{g g}^{-1}$ de β -caroteno.

Desta forma, existe considerável interesse no incremento do conteúdo de carotenoides na alimentação, especialmente para aqueles com maior função pró-vitamina A (FRASER; BRAMLEY, 2004). Estes são pigmentos naturais metabolizados pelas plantas, algas e bactérias fotossintetizantes responsáveis pelo amarelo, laranja e cores vermelhas em várias frutas e hortaliças (NAMITHA; NEGI, 2010).

Portanto, sendo uma fonte de valor nutricional e com propriedades funcionais antioxidantes reconhecidas, a abóbora deve ser estudada como forma de melhoria da saúde da população, principalmente aquela de baixa renda. Para este grupo, o acesso a alimentos saudáveis e funcionais pode proporcionar melhoria da qualidade de vida, preservação das capacidades física e de trabalho e, possivelmente, maior longevidade.

A abóbora é bastante consumida pela população da região do Nordeste brasileiro. No entanto, devido às características dos sistemas de cultivo que utilizam em sua maioria os tipos locais, muitas vezes, são utilizados genótipos que não expressam o conteúdo potencial da espécie. Portanto, o estímulo ao consumo deste tipo de produto, aliado à recomendação de materiais com melhores características produtivas, comerciais e nutricionais, pode valorizar a exploração econômica da cultura e, conseqüentemente, reduzir carências nutricionais e doenças associadas em seres humanos.

1.3. Recursos genéticos de abóbora

Os recursos genéticos vegetais são definidos como a fração da biodiversidade que tem previsão de uso atual ou potencial, compreendendo variedades tradicionais (ainda existentes em áreas menos influenciadas pelas variedades exóticas), variedades melhoradas, linhas avançadas e espécies nativas (parentes selvagens de espécies cultivadas). Tais recursos são portadores de genes de grande significado para o melhoramento genético da respectiva espécie relacionada (QUEIROZ, 1999 a).

Em relação à espécie *C. moschata*, a variabilidade é evidenciada tanto para caracteres associados ao fruto (cores, formas, durabilidade da casca), como para caracteres relacionados à sementes, ciclo de vida e existência de variedades locais com características agronômicas promissoras (FERREIRA, 2008). O Brasil destaca-se como um país detentor de grande variabilidade genética da espécie. Se por um lado fatores como a boa adaptação às condições edafoclimáticas, a utilização e a forma de cultivo em pequenas áreas, assim como o fluxo gênico promovido pela circulação de sementes entre agricultores favorecem a manutenção da variabilidade genética, como resistência a pragas e doenças por meio do cultivo de variedades adaptadas aos locais de cultivo, por outro, porém, essa mesma variabilidade está sob constante pressão de extinção. Queiroz et al. (1999 b) salientam que os riscos reais da perda da de tal variabilidade existem principalmente devido ao abandono dos cultivos por parte dos pequenos agricultores ou devido aos extensos períodos de seca ou ao êxodo rural, havendo necessidade de conservação do germoplasma existente na espécie.

Para evitar a perda de variabilidade, tornam-se necessárias ações de pré-melhoramento, principalmente aquelas associadas à conservação de germoplasma de abóbora. No Brasil, a conservação de germoplasma de abóbora das espécies *C. moschata* e *C. maxima* vem sendo feita pela Embrapa Clima Temperado (253 acessos); Embrapa Hortaliças (2332 acessos); Universidade Federal de Viçosa (636 acessos); Instituto Agronômico de Campinas (286 acessos) (LIMA NETO, 2013) e, na região Nordeste, destaca-se o Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido, localizado em Petrolina, PE, com 849 acessos do gênero *Cucurbita*, evidenciando a grande variabilidade genética existente na região que pode ser utilizada em programas de melhoramento (BORGES et al., 2011).

As ações de caracterização de acessos do referido BAG se iniciaram na década de 90. Ramos et al. (1999) realizaram trabalho de caracterização morfoagronômica em 40 acessos de abóbora pertencentes ao BAG de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido. Os autores consideraram que os acessos apresentaram características bastante variáveis, não existindo um

que reunisse todos os caracteres comerciais desejáveis. Contudo, o conhecimento das características morfoagronômicas permitiu constatar que alguns acessos podem constituir populações para seleção em programas de melhoramento da espécie. Ainda, evidenciou-se a necessidade de multiplicação e de caracterização de outros acessos do BAG de forma a possibilitar a ampliação de acessos alternativos, considerando não apenas caracteres produtivos, mas também elementos da qualidade do fruto. Tais elementos de qualidade atuariam como estratégia de agregação de valor, fundamentais para a consolidação de mercados já disponíveis e para a exploração de outros ainda novos.

Estudos mais recentes realizados em acessos do BAG de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido também evidenciaram a variabilidade existente para caracteres morfoagronômicos e nutricionais (AMARIZ et al., 2009; BORGES et al., 2011). Tais ações permitiram o avanço no programa de melhoramento de abóbora na Embrapa Semiárido com o objetivo de desenvolver cultivares com caracteres comerciais de interesse e com alto valor nutracêutico.

Considerando os genótipos de abóbora atualmente cultivados na maioria das áreas do Nordeste do Brasil, verifica-se que ainda faltam genótipos com características adequadas, especialmente com frutos de tamanho, formato, firmeza da polpa, sabor e com propriedades nutracêuticas que atendam aos apelos do consumidor.

1.4. Estudos genéticos e melhoramento de abóbora

A realização de estudos genéticos e a definição de parâmetros como herdabilidade, variâncias fenotípicas e genotípicas são importantes por fornecerem informação sobre o grau em que um caráter pode ser transmitido em sucessivas gerações da espécie melhorada (BELLO et al., 2012).

De acordo com Falconer (1987), a genética de um caráter métrico se centraliza em torno do estudo de sua variação. Esse mesmo autor relatou que o estudo da variação visa o parcelamento em componentes atribuídos a diferentes causas. A variância fenotípica ($\hat{\sigma}_f^2$) pode ser dividida em componentes observacionais de variância genética ($\hat{\sigma}_g^2$), ambiental ($\hat{\sigma}_e^2$) e a variância da interação entre genótipo x ambiente ($\hat{\sigma}_{ge}^2$) (HALLAUER et al., 2010). A variância ambiental inclui, por definição, toda a variância não genética e grande parte dela está fora do controle experimental (FALCONER, 1987).

O principal objetivo do melhorista é separar a variância genética da variância ambiental. Esta, por sua vez, pode ser fracionada em variância genética aditiva ($\hat{\sigma}_a^2$), de dominância ($\hat{\sigma}_d^2$) e da interação “variância genética aditiva x variância genética de

dominância”. No entanto, a estimativa de variância genética aditiva é suficiente para indicar que a seleção, seja de uma única planta ou entre progênies, é eficaz na melhoria do rendimento (ROBINSON et al., 1955). A variância aditiva é aquela que expressa a principal causa de semelhança parental que determina as propriedades genéticas da população e é a única componente que pode ser prontamente estimada pelas observações feitas na população (FALCONER, 1987; ROBINSON et al., 1955).

Em relação ao parâmetro herdabilidade, é definida como uma medida do grau em que o fenótipo é influenciado geneticamente e, portanto, o grau em que ele pode ser modificado por seleção fenotípica. É um parâmetro que permite antever a possibilidade de sucesso com a seleção, uma vez que reflete a proporção da variação fenotípica que pode ser herdada. Mede a confiabilidade do valor fenotípico como indicador do valor reprodutivo (HALLAUER et al., 2010). A herdabilidade no sentido amplo é a razão entre a variância genética total e a variância fenotípica (DUDLEY; MOLL, 1969). No sentido restrito, a de maior interesse para o melhorista, considera-se apenas a variância genética aditiva fixada pela seleção.

Dudley e Moll (1969), interpretando o uso das estimativas de herdabilidade e das variâncias no melhoramento de plantas, relataram que esses parâmetros permitem prever a variação genética da população e identificar parentais superiores para a promoção da continuidade dos ciclos, de modo a garantir a eficiência dos métodos utilizados num programa de melhoramento. Portanto, a predição de parâmetros genéticos, como a herdabilidade, fornece informação sobre o grau em que um caráter pode ser transmitido em sucessivas gerações da espécie melhorada (BELLO et al., 2012). O método de seleção é particularmente útil por permitir avaliar e identificar tanto as respostas dos genótipos quanto as medidas associadas à variância genética (RUTKOSKI et al., 2015), orientando, de forma mais efetiva, um programa de melhoramento.

Outro parâmetro de grande importância é a acurácia que está relacionada aos erros sistemáticos dos dados. Tal parâmetro permite identificar o nível de confiança estatística em análises experimentais (SHAIKH; KARIM, 2015). Ela reflete a correlação entre o valor genotípico verdadeiro e aqueles valores estimados (RESENDE, 2007). Altos valores de acurácia, portanto, são indicativos da existência de variância genética entre os genótipos em estudo. Resende e Duarte (2007) classificaram a acurácia como muito alta ($r \geq 0,90$), alta ($0,70 \leq r < 0,90$), moderada ($0,50 \leq r < 0,70$) e baixa ($r < 0,50$).

Em abóbora, Blank et al. (2013) estimaram parâmetros genéticos, fenotípicos e ambientais para caracteres morfológicos e agrônômicos em dois anos agrícolas nas cultivares

comerciais Itapuã, Menina Rajada, Mini Paulista e Nova Caravela, um genótipo denominado ABO-TEST (proveniente do assentamento Oito de Outubro, município de Simão Dias-SE), híbrido Samantha (proveniente da UFLA em MG), e o genótipo melhorado ABO-MELHOR (oriundo do Programa de Melhoramento de Plantas da UFS-DEA). Para as variáveis associadas ao fruto, a herdabilidade foi acima de 90% para as variáveis; comprimento dos frutos (com herdabilidade média de dois em 97,5%), largura ou diâmetro maior do fruto (com herdabilidade média de dois em 96,5%), espessura apical da polpa (herdabilidade média de 97%), cavidade interna apical do fruto (98% de herdabilidade média). As maiores variações observadas e influenciadas por fatores genéticos ocorreram para as variáveis largura do fruto, espessuras apical e equatorial da polpa, espessuras apical e longitudinal da polpa e número de sementes por fruto e massa fresca de 100 sementes.

Sultana et al. (2015), avaliando e determinando os parâmetros genéticos para 13 variáveis associadas à planta, flores e frutos em 21 genótipos de *C. Moschata* observaram valores de variância genotípica variando de 2,62 a 57,87 e herdabilidades superiores a 60%. Os autores observaram que a variância fenotípica e, assim como o coeficiente de variação fenotípica foram maiores do que os correspondentes variância e coeficiente de variação genotípica para todos os caracteres estudados, sugerindo a presença de influência ambiental.

Mohanty (2000), estudando a herança quantitativa em oito linhagens derivadas de cruzamentos dialélicos e oito cultivares de *C. moschata*, observou valor inferior a 10% para herdabilidade para a variável produção e concluiu que é um valor insuficiente para definir quais são os componentes aditivos para a herança genética nas linhagens e cultivares avaliadas. Em estudos para identificar a variabilidade genética existente em 67 acessos de abóbora para componentes associados à atividade antioxidante, Pandey et al. (2002) observaram um valor de herdabilidade alto de 95,10%, perfeitamente pelo fato de desses acessos estarem apenas na etapa de caracterização.

Segundo Hallauer et al. (2010), algumas das informações mais importantes em experimentos de seleção estão geralmente relacionadas com a eficácia do método empregado para um ou mais caracteres sob avaliação. Para o autor, a resposta correlacionada de traços não selecionados e a mudança na variabilidade genética medida pela variância genética aditiva, o coeficiente de herdabilidade e a estimativa dos coeficientes de variação genética e ambiental são calculados com o objetivo de quantificar a variabilidade genética relativa entre os indivíduos estudados.

Segundo Govindaraj et al. (2015), o objetivo da conservação genética em vegetais é manter a diversidade em muitos níveis, de forma que a mesma seja uma ferramenta para monitoramento e avaliação da população. Os mesmos autores relataram que os melhoristas devem manter a diversidade e o tamanho ótimo da população para a perfeita utilização dos recursos genéticos da espécie melhorada e que a quantificação da divergência pode ser feita por meio de análises utilizando-se, entre outras, as informações relacionadas a caracteres qualitativos e quantitativos. A utilização de caracteres morfoagronômicos para a determinação da divergência genética em abóbora (BORGES et al., 2011; DU et al., 2011) e em outras cucurbitáceas (DEY et al., 2006; SOLTANI et al., 2016) vem sendo feita.

As metodologias de análises utilizadas no melhoramento vegetal são aquelas relacionadas a análises multivariadas. Para a estimativa de parâmetros genéticos em dados desbalanceados, o procedimento ideal é a análise de REML/BLUP (Máxima Verossimilhança Restrita/Melhor Predição Linear não Viciada). Segundo Resende (2016) essa é a metodologia padrão utilizada em várias espécies, pois os ensaios em campo apresentam vários desbalanços a exemplo da perda de plantas e parcelas e quantidades desiguais de tratamentos disponíveis. O autor salienta que é um método de modelo misto que leva em consideração os efeitos fixos (como o efeito dos blocos, ambiente e tempo) e os efeitos aleatórios que são genéticos. Tais estimativas permitem elencar os candidatos mais promissores no processo de seleção bem como a predição das variâncias, herdabilidade, acurácia experimental e coeficientes de variação.

Na análise de diversidade genética, a quantificação é comumente representada através de dendrogramas obtidos pela análise de agrupamento pelo método hierárquico aglomerativo de ligação média não padronizada (UPGMA), cujo propósito é agrupar indivíduos com características semelhantes (MOHAMMADI; PRASANNA, 2003). Arief et al. (2017) descrevem o dendrograma como uma estrutura em formato de árvore que agrupa os genótipos de forma hierárquica exibindo o nível de dissimilaridade entre os genótipos avaliados.

1.5. Produção, qualidade sensorial e nutricional em frutos de abóbora

Além de estudos relacionados aos parâmetros genéticos e determinação dos níveis de diversidade nos genótipos de abóbora do programa de melhoramento, avaliações relacionadas à produção, que é o resultado de muitos caracteres interdependentes, e da qualidade de fruto também são necessárias.

O termo qualidade implica no grau de excelência de um produto, englobando propriedades sensoriais como aparência, textura, sabor e aroma, valor nutritivo, constituintes químicos e propriedades funcionais (ABBOT, 1999). Depreende-se, então, que um dos principais focos do melhoramento de espécies vegetais economicamente importantes é a produção de genótipos com qualidade superior, de alto valor nutricional e com propriedades funcionais. As estratégias de melhoramento levam em consideração as correlações entre os atributos de qualidade, bem como a influência direta dos mesmos no produto final a ser oferecido para o consumidor e a escala de importância dos mesmos depende da espécie estudada, de fatores dinâmicos, como mercados, acesso à informação, nível cultural do consumidor, etc.

Entretanto, é importante destacar aquelas substâncias que compõem a dieta humana. Segundo Martens e Baardseth (1987), estas substâncias incluem carboidratos, gorduras, proteínas, ácidos orgânicos, água, vitaminas, sais minerais e fibras. Do ponto de vista prático, o teor de sólidos solúveis (SS) e a acidez titulável (AT) são os principais indicadores de qualidade, ponto de colheita e potencial de conservação pós-colheita. Contudo, a avaliação e a caracterização de componentes que possam diferenciar um produto e agregar-lhe valor são importantes como meio de incentivar a população ao consumo de alimentos com alto valor nutricional.

A incorporação destes elementos de qualidade nas ações de melhoramento genético de abóbora que, reconhecida ou potencialmente, apresente algum componente de valor nutricional, conferindo-lhe a característica de alimento funcional, pode ser uma estratégia bem sucedida de acesso a alimentos de qualidade. Ações mais diretas e que envolvam o aproveitamento dos recursos genéticos locais constituem estratégias para a melhoria de qualidade alimentar.

A caracterização, o desenvolvimento e a seleção de genótipos com caracteres morfoagronômicos uniformes e ricos em componentes nutricionais podem contribuir para a melhoria da qualidade dos frutos que chegariam à mesa do consumidor. Alguns estudos foram realizados para identificar a potencialidade da abóbora como alimento funcional, bem como das propriedades físico-químicas em genótipos dessa cucurbitácea (AZEVEDO-MELEIRO; RODRIGUEZ-AMAYA, 2007; ITLE; KABELKA, 2009; NAKKANONG et al., 2012; RODRIGUEZ-AMAYA; AMAYA-FARFAN, 2007; SOUZA et al., 2012 e ZHAO et al., 2015).

O melhorista sempre busca variações genéticas entre caracteres para selecionar tipos desejáveis principalmente aqueles altamente correlacionados entre si e à produção (KHAN et al., 2017), sendo essencial o uso de ferramentas que gerem esta informação de forma segura.

No entanto, segundo Nogueira et al. (2012), embora seja de grande importância o conhecimento das correlações, alguns cuidados devem ser considerados, pois elas não são medidas de causa e efeito e a interpretação direta das suas magnitudes pode resultar em equívocos na estratégia de seleção. Os mesmos autores relatam que a correlação alta entre dois caracteres pode ser resultado do efeito indireto de um terceiro caráter ou de um grupo de caracteres, sendo necessária a busca de metodologias específicas que auxiliem o entendimento dessas relações, a exemplo da análise de trilha.

Proposta por Wright (1921), a análise de trilha tem como objetivo o desdobramento das correlações estimadas em efeitos diretos e indiretos das variáveis sobre uma variável básica. Em abóbora, Sultana et al. (2015) estudaram a variabilidade para caracteres de desenvolvimento da planta, fenologia e caracteres de frutos, bem como a associação dos mesmos com a produção usando análise de trilha. Khan et al. (2017) identificaram que o número de frutos por planta e a massa do fruto são características que permitiram a seleção de genótipos produtivos na cucurbitácea *Thrichosamthes anguina* L. (abóbora cabeça de cobra).

Diante do exposto, a busca por genótipos de alto valor genético é um dos focos do programa de melhoramento de abóbora na Embrapa Semiárido. O estudo de parâmetros genéticos, assim como a determinação dos níveis de divergência entre as progênies utilizando a análise de caracteres qualitativos e quantitativos permitirá predizer os ganhos genéticos nas progênies avaliadas, bem como a identificação de genótipos promissores para o lançamento de, pelo menos, uma cultivar de *C. moschata* com altos teores de carotenoides como diferencial em um período aproximado de dois anos.

O presente estudo tem como objetivo a obtenção das estimativas de parâmetros genéticos e de variabilidade genética, bem como determinar as correlações entre variáveis do fruto associadas à produção e atributos de qualidade da polpa em progênies de abóbora.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOT, J.A. Quality measurement of fruits and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, Beltsville, v. 15, p. 207-225, 1999.

AMARIZ, A. et al. Caracterização da qualidade comercial e teor de carotenoides em acessos de abóbora. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. S541-S547, 2009. Suplemento.

ARIEF, V.N. et al. Application of a dendrogram seriation algorithm to extract pattern from plant breeding data. **Euphytica**, Cham, v. 213, n. 85, p. 9-11, 2017.

ASTLEY, S. B. Dietary antioxidants – past, present and future? **Trends in Food Science and Technology**, Amsterdam, v. 14, n. 1, p. 93-98, 2003.

AZEVEDO-MELEIRO, C. H.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Qualitative and quantitative differences in carotenoid composition among *Cucurbita moschata*, *Cucurbita maxima* and *Cucurbita pepo*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 55, p. 4027-4033, 2007.

BELLO, O. B. et al. Heritability and genetic advance for grain yield and its component characters in maize (*Zea mays* L.). **International Journal of Plant Research**, Rosemead, v. 2, n. 5, p. 138-145, 2012.

BLANK, A.F. et al. Parâmetros genotípicos, fenotípicos e ambientais para caracteres morfológicos e agronômicos em abóbora. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 31, n. 1, 2013.

BORGES, R. M. E. et al. Phenotypic variability among pumpkin accessions in the Brazilian semiarid. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 461-464, 2011.

DEY, S.S. et al. Genetic diversity of bitter gourd (*Momordica charantia* L.) genotypes revealed by RAPD markers and agronomic traits. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 109, p.21-28, 2006.

DU, X. et al. Genetic divergence among inbred lines in *Cucurbita moschata* from China. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, n.127, p. 207-213, 2011.

DUDLEY, J. W.; MOLL, R. H. Interpretation and use of estimates of heritability and genetic variances in plant breeding. **Crop Science**, Madison, v. 9, n. 3, p. 257-261, 1969.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Tradução de Martinho de Almeida e Silva e José Carlos Silva. Viçosa, MG: Imprensa Universitária da Universidade Federal de Viçosa, 1987. 279 p.

FERREIRA, M.A.J. da. Abóbora e morangas: Das Américas para o mundo. In: BARBIERI, R.L.; STUMPF, E.R.T. **Origem e evolução de plantas cultivadas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 59-88.

FRASER, P. D.; BRAMLEY, P. M. The biosynthesis and nutritional uses of carotenoids. **Progress in Lipid Research**, Amsterdam, v. 43, n. 3, p. 228-265, may 2004.

GOVINDARAJ, M.; VETRIVENTHAN, M.; SRINIVASAN, M. Importance of Genetic Diversity Assessment in Crop Plants and Its Recent Advances: An Overview of Its Analytical Perspectives. **Genetics Research International**, Nova York, 14p, 2015.

HALLAUER, A. R.; CARENA, M. J.; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative Genetics in Maize Breeding**. New York: Springer, 2010. 663 p.

HAZRA, et al. **Breeding pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch. Ex Poir) for fruit yield and other characters**. International Journal of Plant Breeding, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 51-64, 2007.

ITLÉ, R.A.; KABELKA, E.A. Correlation between L*a*b* color space values and carotenoid content in pumpkins and squash (*Cucurbita* spp.). **HortScience**, Virginia, v. 44, n. 3, p. 633-637, 2009.

KALLUF, V. H. **Desidratação da polpa de abóbora (*Cucurbita moschata*) e seus teores em beta-caroteno**. 2006. 68 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de alimentos) –

Universidade Federal do Paraná, Curitiba. Disponível em: <http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/1884/4340/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20VANESSA%20KALLUF%2013%5B1%5D.07.06.pdf>. Acesso em: 5 mai 2008.

KHAN, A.S.M.M.R.; EYASMIN, R; M. RASHID, H. Variability, heritability, character association, path analysis and morphological diversity in snake gourd. **Agriculture and Natural Resources**, Tailândia, xxx, p.1-7, 2017. Disponível em: https://correio.embrapa.br/service/home/~/~trilha%20em%20gorda.pdf?auth=co&loc=pt_BR&id=22433&part=2. Acesso em: 13 fev 2017.

KUMAR, S. R. Cucurbits. History, nomenclature, taxonomy and reproductive growth. In: PESSARAKLI, M. **Handbook of Cucurbits: Growth, cultural practices, and physiology**. Tucson: University of Arizona School of Plant Sciences, 2016. p. 4-19.

LIMA NETO, I. da S. **Pré-melhoramento de abóbora (*Cucurbita moschata* Duch.) visando biofortificação em carotenoides**. 2013. 83 f, II. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa, 2013.

MARTENS, M.; BAARDSETH, P. **Sensory quality**. In: WEICHMANN, J. (Ed.). *Postharvest physiology of vegetables*. New York: Marcel Dikker, 1987. p. 427-454.

MEZZOMO, N.; FERREIRA, S. R. S. Carotenoids functionality, sources, and processing by supercritical technology: a review. **Journal of Chemistry**, Cairo, v. 2016, p. 1-16, 2016. Disponível em: <http://www.hindawi.com/journals/jchem/2016/3164312/>. Acesso em: 12 mar 2016.

MIGLIOLI, T.C. et al. Factors associated with the nutritional status of children less than 5 years of age. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 49, p. 49-59, 2015.

MOHAMMADI, S.A.; PRASANNA, B.M. Analysis of genetic diversity in crop plants – Salient statistical tools and considerations. **Crop Science**, Madison, v. 43, p.1235-1248, 2003.

MOHANTY, B. K. Quantitative inheritance in pumpkin: a combining ability analysis. **Indian Journal**, New Delhi, v. 57, p. 160-163, 2000.

NAKKANONG, K.; YANG, J. H.; ZHANG, M. F. Carotenoid accumulation and carotenogenic gene expression during fruit development in novel interespecific inbred squash lines and their parents. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 66, p. 5936-5944, 2012.

NAMITHA, K. K.; NEGI, P. S. Chemistry and biotechnology of carotenoids. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Abingdon, v. 50, n. 8, p. 728-760, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2010.499811>. Acesso em: 12 mar. 2016.

NEE, M. The domestication of *Cucurbita* (*Cucurbitaceae*). **Economic Botany**, New York, v. 44, n. 3, p. 56-68, 1990. Suplemento.

NOGUEIRA, A.P.O. et al. Análise de trilha e correlações entre caracteres em soja cultivada em duas épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 6, p. 877-888, 2012.

PANDEY, S. et al. Genetic variability for antioxidants and yield components in pumpkin (*Cucurbita moschata* DUCH. Ex Poir). **Vegetable Science**, Filadélfia, n.29, p. 123-126, 2002.

PIPERNO, D. R.; PEARSALL, D. M. **The origins of agriculture in the Lowland Neotropics**. San Diego: Academic Press, 1998.

QUEIROZ, M. A. de. Os recursos genéticos vegetais e os melhoristas de plantas. In: QUEIROZ, M. A. de; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999 a. Disponível em: [recursosgeneticosemelhoramentodeplantasparaonordestebrasileiro.pdf](#). Acesso em: 18 mar 2016.

QUEIROZ, M.A. de et al. Situação atual e prioridades do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de cucurbitáceas do Nordeste brasileiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.17, sup., p. 25-29, 1999 b.

RAMOS, S. R. R. et al. **Aspectos técnicos do cultivo da abóbora na região Nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010. 36 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 154).

RAMOS, S. R. R. et al. Divergência genética em germoplasma de abóbora procedente de diferentes áreas do Nordeste. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 18, n. 3, p. 195-199, 2000.

RAMOS, S. R. R. et al. **Recursos genéticos de *Cucurbita moschata***: caracterização morfológica de populações locais coletadas no Nordeste brasileiro. In: QUEIROZ, M. A. de; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. (Ed.). Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro. Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. Disponível em: [recursosgeneticosemelhoramentodeplantasparaonordestebrasileiro.pdf](#). Acesso em: 18 mar 2016.

RESENDE, M.D.V. de Software Selegen-REML/BLUP: a useful tool for plant breeding. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. v.16, p. 330-339, 2016.

RESENDE, M.D. VILELA de; DUARTE, J.B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.37, n. 3, p. 182-194, 2007.

RESENDE, M. D. V. de. **Software SELEGEN-REML/BLUP**: sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 359 p.

ROBINSON, H. F.; COMSTOCK, R. E.; HARLEY, P. H. Genetic variances in open pollinated varieties of corn. **Genetics**, Rockville, v. 40, n. 1, p. 46-60, 1955.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; AMAYA-FARFAN, J. Carotenoid composition of brazilian fruits and vegetables. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 744, p. 409-416, 2007. Disponível em: <http://www.actahort.org/members/showpdf?session=25652>. Acesso em: 20 jul 2009.

RUTKOSKI, J. et al. Genetic grain from phenotypic and genomic selection for quantitative resistance to stem rust of wheat. **ThePlant Genome**, Madison, v. 8, p. 1-10, 2015.

SAINI , R. K.; NILE, S. H.; PARK, S.W. Carotenoids from fruits and vegetables: chemistry, analysis, occurrence, bioavailability and biological activities. **Food Research International**, Amsterdam, v. 76, p. 735-750, 2015.

SHAIKH, M.; KARIM, Z. Accurately precise and precisely accurate: an experimental comprehension. **World Journal of Chemical Education**, Washington. DC, v. 3, n. 2, p. 40-45, 2015.

SOLTANI, F.; KARIMI, R.; KASHI, A. Estimation of genetic diversity in Cucurbita species using morphological and phytochemical analysis. **International Journal of Vegetable Science**, Nova York, v. 2016, p.1-12, 2016.

SOUZA, C. O. de. et al. Carotenoides totais e vitamina A de cucurbitáceas do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 42, n. 5, p. 926-933, 2012.

SULTANA, S. et al. Variability, correlation and path analysis in pumpkin (*Cucurbita moschata* L.). **Journal of Agricultural Research**, Bangladesh, v. 40, n. 3, p. 479-489, 2015.

WHITAKER, T.W.; BEMIS, W.P. Cucurbits: *Cucumis*, *Citrullus*, *Cucurbita*, *Lagenaria* (Cucurbitaceae). In: SIMMONDS, N.W. **Evolution of crop plants**. London: Longman, 1984. p. 64-69.

WILHELM, S.; SIES, H. Antioxidant activity of carotenoids. **Molecular Aspects of Medicine**, Kidlington, v. 24, p. 345-351, 2003.

WRIGHT, S. Correlation and causation. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v. 20, n. 7, p. 557-585, 1921.

WANG, S. et al. Extraction and purification of pumpkin polysaccharides and their hypoglycemic effect. **International Journal of Biological Macromolecules**, Oxford, v. 98, p. 182-187, 2017.

YADAV, M. et al. Medicinal and biological potential of pumpkin: an updated review. **Nutrition Research Reviews**. Cambridge, v. 23, p. 184-190, 2010.

ZHAO, J. et al. Physico-chemical and antioxidant properties of different pumpkin cultivars grown in China. **Advance Journal of Food Science and Technology**, Madrid, v. 9, n. 4, p. 308-316, 2015.

**CAPÍTULO I - PREDIÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS E SELEÇÃO EM
PROGÊNIES DE ABÓBORA PARA CARACTERES MORFOAGRONÔMICOS E DE
QUALIDADE DA POLPA**

RESUMO

O estudo objetivou estimar os parâmetros genéticos para a predição dos ganhos em progênies de abóbora com diferentes padrões de fruto e selecionar indivíduos superiores para caracteres morfoagronômicos e de qualidade da polpa. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com três repetições e sete plantas por parcela. Realizou-se polinização controlada, sendo que, das 210 plantas, 164 apresentaram frutos autofecundados que foram avaliados para 15 caracteres morfoagronômicos e qualidade química da polpa, incluindo carotenoides. Os parâmetros variância, herdabilidade individual no sentido restrito, acurácia e coeficiente de variação foram estimados. Os resultados indicaram a possibilidade de sucesso na obtenção de linhagens superiores. Realizou-se ranqueamento individual para caracteres comerciais, levando-se em consideração todos os caracteres avaliados simultaneamente com intensidade de seleção de 10%. Na seleção individual, foram destacados aqueles coincidentes para mais de uma variável. Cinco indivíduos coincidiram no ranqueamento para as variáveis sólidos solúveis, carotenoides totais e β -caroteno. No ranqueamento para todos os caracteres, dois indivíduos superiores também coincidiram para as três variáveis citadas. Entre as progênies, foram caracterizados frutos tipo 'piriforme' e 'moranga'. A identificação de, pelo menos, um indivíduo promissor para cada um desses formatos indica potencial para o desenvolvimento de linhagens para produção e qualidade comercial.

Palavras-chave: *Cucurbita moschata*, herdabilidade, índice de seleção

ABSTRACT

The study aimed to estimate genetic parameters for the prediction of gains in pumpkin progenies with different fruit patterns and to select superior individuals for morphoagronomic and pulp quality characters. The experimental design was a randomized block design with three replications and seven plants per plot. Controlled pollination was carried out, being that of the 210 plants, 164 presented self-fertilized fruits that were evaluated for 15 morphoagronomic characters and chemical quality of pulp, including carotenoids. Genetic parameters estimated were variance, individual heritability in the narrow sense, accuracy and coefficient of variation. The results indicated a great possibility of success in obtaining superior lines. Individual rankings were performed for commercial characters, taking into account all characters evaluated simultaneously with 10% selection intensity. In individual selection, were highlighted those coincident for more than one variable. Five individuals coincided in ranking for soluble solids, total carotenoids and β -carotene. In the ranking for all characters, two superior individuals also coincided for three variables mentioned. Among progenies were characterized fruit type 'piriform' and 'moranga'. The identification, at least, promising individual for each format indicate potential for development of lines with production and commercial quality.

Keywords: *Cucurbita moschata*, heritability, selection index

1.1. Introdução

A abóbora (*Cucurbita moschata* Duch.) é relatada como uma das espécies mais consumidas na família das cucurbitáceas (TALUKDAR; HOSSAIN, 2014). Estudos evolutivos e de relações filogenéticas a partir do uso de ferramentas moleculares comprovaram que é originária do México e de países das Américas Central (KISTLER et al, 2015; PIPERNO; PEARSALL, 1998; SMITH, 2006). No Brasil, é considerada uma espécie naturalizada e teve perfeita adaptação na região semiárida, onde gerou grande variabilidade, evidenciada pela larga variação em características como coloração da casca e da polpa, tamanho e formato do fruto (RAMOS et al., 2000).

Tal variabilidade vem sendo conservada no Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido, localizado em Petrolina – PE, e permitiu a realização de diversas ações de pesquisa, inclusive a caracterização de acessos do referido BAG (BORGES et al., 2011) para caracteres agronômicos e de qualidade comercial dos frutos, bem como teores de carotenoides totais e, particularmente, de β -caroteno.

A abóbora, por ter teores de β -caroteno relativamente altos, é uma hortaliça com características de alimento funcional. Esse pigmento apresenta atividade antioxidante podendo ser convertido em vitamina A, essencial para a manutenção de células epiteliais da retina ocular (BAI et al., 2011) e atua na prevenção de doenças crônicas como o diabetes (DHILLON et al., 2015). Por isso, a abóbora pode ter importante contribuição no combate à deficiência de vitamina A, que prejudica o funcionamento normal do sistema visual e é a principal causa de cegueira em crianças (UNSCN, 2010) na população de baixa renda.

O programa de melhoramento genético de abóbora da Embrapa Semiárido visa alta produtividade e melhoria da qualidade do fruto, tanto ao nível morfológico quanto nutricional. Desde o ano de 2010 linhagens vêm sendo desenvolvidas por esse programa, sendo necessária a identificação e seleção daquelas com maior potencial genético para geração de cultivares. Para isso, a avaliação da performance de indivíduos candidatos à seleção é uma ferramenta de grande importância.

O uso das estimativas de herdabilidade e das variâncias no melhoramento de plantas tem sido recomendado para prever a variação genética da população e identificar parentais superiores para a promoção da continuidade dos ciclos e a eficiência dos métodos (DUDLEY; MOLL, 1969). Portanto, a predição desses parâmetros genéticos fornece informação sobre o grau em que um caráter pode ser transmitido em sucessivas gerações da espécie melhorada (BELLO et al., 2012). A predição feita permite avaliar e identificar as respostas dos genótipos

quanto às medidas associadas à variância genética (RUTKOSKI et al., 2015), orientando de forma mais efetiva um programa de melhoramento.

O estudo objetivou estimar os parâmetros genéticos para a predição dos ganhos em progênies de abóbora com diferentes padrões de fruto e selecionar indivíduos superiores para caracteres morfoagronômicos e de qualidade da polpa.

1.2. Material e Métodos

1.2.1. Local e período de realização do experimento

O experimento foi conduzido no período de junho a outubro de 2013, no campo experimental da Embrapa Semiárido, em Petrolina-PE (09° 09'S, 40° 22'O, 365,5 m de altitude). As variáveis climáticas, durante a realização do experimento, caracterizaram-se por temperatura média de 25,6° C, com mínima de 19,6° C e máxima de 34,5° C, umidade relativa média de 55% e precipitação acumulada no período de 13,3 mm (EMBRAPA SEMIÁRIDO, 2013).

1.2.2. Material vegetal e procedimentos em campo

O experimento foi composto por dez progênies resultantes do cruzamento entre plantas irmãs (SIB) de acessos de *C. moschata* pertencentes ao BAG de Cucurbitáceas para o Nordeste brasileiro, localizado na Embrapa Semiárido (Petrolina – PE), previamente selecionadas para caracteres comerciais e altos teores de carotenoides totais (Tabela 1).

A semeadura foi feita em bandejas de poliestireno contendo substrato comercial para hortaliças, a base de vermiculita e cinzas vegetais, em 21 de junho de 2013. O transplântio foi feito em linha, 13 dias após a emergência das plântulas, mantendo-se uma planta/cova, no espaçamento de 4,0 m x 2,5 m. O solo foi preparado por meio de aração e gradagem. A adubação foi feita de acordo com as recomendações, após análise de solo (CAVALCANTI, 2008). A área de cultivo foi mantida limpa, com controle de plantas invasoras realizado por meio de capinas manuais. A irrigação foi feita através por meio de gotejamento, três vezes por semana, com lâminas em torno de 10 mm, definidas com base na evaporação do tanque classe A. Realizou-se controle fitossanitário preventivo e curativo para mosca branca (*Bemisia argentifolii*) e oídio (*Podosphaera xantii*), comuns à cultura na região.

Polinizações controladas (autofecundações) foram realizadas a partir do surgimento das primeiras flores masculinas e femininas, no período matutino. As flores foram amarradas com linhas de lã e isoladas com sacos de papel para que o pólen não se desprendesse da flor

masculina e, na flor feminina, não houvesse contaminação por insetos polinizadores, favorecendo a autofecundação controlada.

Ao final da floração, quantificou-se o percentual de plantas que produziram frutos autofecundados. A polinização controlada resultou em aproximadamente 78,09% de êxito, sendo que, das 210 plantas polinizadas, 164 apresentaram, pelo menos, um fruto autofecundado com possibilidade de seleção. A colheita foi realizada, 115 dias após o plantio em bandejas, utilizando-se como indicador de maturidade a redução do brilho, aumento da dureza da casca e secamento do pedúnculo.

Foram avaliados os frutos obtidos por meio de autofecundação, em cada planta da parcela.

1.2.3. Avaliação dos frutos

As análises dos frutos colhidos foram realizadas no Laboratório de Fisiologia Pós-colheita, da Embrapa Semiárido. Os caracteres avaliados foram: a) massa de fruto (Maf), em kg, pesando-se cada fruto individualmente, por meio de balança semi-analítica modelo PBK989-AB30 com capacidade para até 30 kg; b) comprimento (Comp), diâmetro maior (Dma), diâmetro menor (Dme), diâmetro longitudinal da cavidade interna (Dlg) e diâmetro mediano da cavidade interna (Dmed) dos frutos, determinados em paquímetro digital LeroyMerlin, com valores expressos em cm; c) espessura apical da casca (Cap), espessura equatorial da casca (Eq), espessura apical da polpa (Epap) e espessura equatorial da polpa (Epeq), também medidos em paquímetro digital, com valores expressos em mm; d) coloração da polpa, determinadas utilizando-se colorímetro digital CR400 Konica Minolta, medindo-se os atributos luminosidade - L (CpL), croma - C (CpC) e ângulo de cor - H (CpH); e) teor de sólidos solúveis (SS), expresso em °Brix e medido em refratômetro digital modelo Atago - PAL-1; f) acidez titulável (AT), em g de ácido cítrico.100 mL⁻¹, por meio de titulação com solução de NaOH a 0,1 N, usando fenolftaleína como indicador e bureta digital modelo Jencons - Digrate pro, com capacidade para 50 mL; g) teor de carotenoides totais (Car), em µg.g⁻¹. Para a extração, seguiu-se o método recomendado por Rodriguez-Amaya e Kimura (2004), a partir de 5 g de polpa de cada fruto, sendo as leituras realizadas em espectrofotômetro Ultravioleta visível, modelo Cary 50 Bio, a 850 nm; e h) teor de β-caroteno (β-car), em µg.g⁻¹, a partir do extrato usado para a determinação de carotenoides totais (RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA, 2004). A quantificação foi realizada por meio de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), utilizando-se equipamento Waters, modelo

Alliance e2695, acoplado a Detector de Arranjo de Diodos (DAD) 2998, a 450 nm. Os extratos foram conduzidos em coluna YMC Carotenoid – C 30, (4,6 × 150 mm, 3 µm), utilizando-se o gradiente: 0 min, 80 % Metanol + 20% Terc Butil Metil Éter; 0,5 min, 75% Metanol + 25% Terc Butil Metil Éter; 15 min, 15 % Metanol + 85 % Terc Butil Metil Éter; 15,05 min, 10% Metanol + 90 % Terc Butil Metil Éter; 16,5 min, 10 % Metanol + 90 % Terc Butil Metil Éter; 16,55 min, 80 % Metanol + 20 % Terc Butil Metil Éter; 22 min, 80 % Metanol + 20 % Terc Butil Metil Éter, com fluxo de 0,8 mL min⁻¹ e temperatura do forno de 33 °C.

1.2.4. Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com três repetições e sete plantas por parcela, com um total de 210 plantas. Utilizou-se o teste de normalidade de Lilliefors (GHASEMI; ZAHEDIASL, 2012) e, logo após, a análise de variância (ANOVA).

Para fins de estimação e predição dos parâmetros genéticos, as progênies foram consideradas como S₁, devido à constituição genética de plantas resultantes de cruzamentos entre plantas irmãs, parentais, não homozigotas, com comportamento similar a progênies de autofecundação em plantas alógamas. Foi feita a análise dos dados via modelos mistos REML/BLUP, em que REML (Máxima Verossimilhança Restrita) e BLUP (Melhor Predição Linear Não Viciada) são utilizados para estimar os parâmetros genéticos e predizer os valores aditivos e genotípicos, respectivamente, ordenando tanto as famílias como os indivíduos em relação às variáveis avaliadas.

A descrição da fórmula geral do modelo misto é: $y = X_b + Z_a + W_c + e$, em que y é o vetor de dados, b é o vetor dos efeitos de repetição (assumidos como fixos) somados à média geral, a é o vetor dos efeitos genéticos aditivos individuais (aleatórios), c é o vetor dos efeitos de parcelas (aleatórios), e é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). X , Z e W representam as matrizes de incidência para os efeitos b , a e c , respectivamente (RESENDE, 2000). A distribuição e estrutura das médias e variâncias foram:

$$y|b, V \sim N(X_b, V) \quad (1)$$

$$a|A, \sigma_a^2 \sim N(0, A\sigma_a^2) \quad (2)$$

$$c|I, \sigma_c^2 \sim N(0, I\sigma_c^2) \quad (3)$$

$$e|I, \sigma_e^2 \sim N(0, I\sigma_e^2) \quad (4)$$

Cov(a, c') = 0; Cov(a, e') = 0; Cov(c, e') = 0, significando que: (5)

$$E \begin{bmatrix} y \\ a \\ c \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_b \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ e } \text{Var} \begin{bmatrix} y \\ a \\ c \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V & ZG & WC & R \\ GZ' & G & 0 & 0 \\ CW' & 0 & C & 0 \\ R & 0 & 0 & R \end{bmatrix} \quad (6)$$

Em que:

$$G = A\hat{\sigma}_a^2 \quad (7)$$

$$R = I\hat{\sigma}_e^2 \quad (8)$$

$$C = I\hat{\sigma}_c^2 \quad (9)$$

$$V = ZA\hat{\sigma}_a^2Z' + WI\hat{\sigma}_c^2W' + I\hat{\sigma}_e^2 = ZGZ' + WCW' + R \quad (10)$$

Equações de modelo misto:

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z & X'W \\ Z'X & Z'Z' + A^{-1}\lambda_1 & Z'W \\ W'X & W'Z & W'W + 1\lambda_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{a} \\ \hat{c} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z'y_1 \\ W'y \end{bmatrix}, \text{ onde: } \quad (11)$$

$$\lambda_1 = \frac{\hat{\sigma}_e^2}{\hat{\sigma}_a^2} = \frac{1 - \hat{h}^2 - \hat{c}^2}{\hat{h}^2}; \quad \lambda_2 = \frac{\hat{\sigma}_e^2}{\hat{\sigma}_c^2} = \frac{1 - \hat{h}^2 - \hat{c}^2}{\hat{c}^2} \quad (12)$$

$$\hat{h}^2 = \frac{\hat{\sigma}_a^2}{\hat{\sigma}_a^2 + \hat{\sigma}_c^2 + \hat{\sigma}_e^2} \text{ é a herdabilidade individual no sentido restrito no bloco; } \quad (13)$$

$$\hat{c}^2 = \frac{\hat{\sigma}_c^2}{\hat{\sigma}_a^2 + \hat{\sigma}_c^2 + \hat{\sigma}_e^2} \text{ é a correlação devida ao ambiente comum da parcela, onde: } \quad (14)$$

$\hat{\sigma}_a^2$ = variância genética aditiva;

$\hat{\sigma}_c^2$ = variância entre parcelas;

$\hat{\sigma}_e^2$ = variância residual (ambiente dentro de parcelas + não aditiva);

A: matriz de correlação genética aditiva entre os indivíduos da avaliação

Segundo Resende (2000), o índice multifeitos é equivalente a:

$$I = b_1(Y_{ijk} - \bar{Y}_{ij}) + b_2(\bar{Y}_{i..} - \bar{Y}_{...}) + b_3(\bar{Y}_{ij.} - \bar{Y}_{i..} - \bar{Y}_{.j.} + \bar{Y}_{...}), \text{ em que: } \quad (15)$$

$$b_2 = \frac{\frac{[1,5 + (nb-1)\rho_a]\hat{\sigma}_a^2}{n}}{\frac{\hat{\sigma}_{fa}^2 + \hat{\sigma}_c^2}{b + \hat{\sigma}_{dp}^2} / nb}$$

$$b_1 = \frac{(1,5 - \rho_a)\hat{\sigma}_a^2}{\hat{\sigma}_{dp}^2},$$

e sendo: (16); (17)

ρ_a = correlação genética aditiva interclasse; $\hat{\sigma}_{fa}^2$ = variância entre famílias;

$\hat{\sigma}_c^2$ = variância entre parcelas; $\hat{\sigma}_{dp}^2$ = variância dentro de parcelas;

Y_{ijk} = valor fenotípico individual; $\bar{Y}_{ij.}$ = média da parcela e $\bar{Y}_{i..}$ = média da progênie; $\bar{Y}_{.j.}$ = média do bloco e $\bar{Y}_{...}$ = média geral.

Os estimadores iterativos dos componentes de variância por REML via algoritmo EM, foram:

$$\hat{\sigma}_s^2 = \frac{[y'y - \hat{b}'x' - \hat{a}'z'y - \hat{c}'w'y]}{[N - r(x)]}; (18) \quad \hat{\sigma}_a^2 = \frac{[\hat{a}'A^{-1}\hat{a} + \hat{\sigma}_s^2 \text{tr}(A^{-1}C^{22})]}{q}$$

$$; \hat{\sigma}_c^2 = \frac{\hat{c}'c + \hat{\sigma}_s^2 \text{tr}C^{33}}{s}, \text{ em que: (19)}$$

C^{22} e C^{33} advêm de:

$$C^{-1} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C^{11} & C^{12} & C^{13} \\ C^{21} & C^{22} & C^{23} \\ C^{31} & C^{32} & C^{33} \end{bmatrix} (20)$$

C = matriz dos coeficientes das equações de modelo misto.

tr = operador traço matricial

$r(x)$ = posto da matriz x

$N, q; s$ = número total de dados, de indivíduos e de parcelas, respectivamente.

Obteve-se a acurácia da predição do ganho genético por meio de:

$$r (\%) = \sqrt{h^2} (21)$$

Utilizou-se intensidade de seleção de 10% para ranqueamento dos melhores indivíduos com predição dos ganhos genéticos nos próximos ciclos de seleção de linhagens para os caracteres associados à qualidade comercial do fruto (Maf; SS e AT), e para aqueles associados a importância da abóbora como alimento funcional (Car e β -car).

O ranqueamento também foi feito para seleção dos melhores indivíduos na avaliação conjunta de todas as variáveis para avanços nos ciclos, visando à obtenção de linhagens com formato piriforme (presença de regiões com diâmetros diferentes: Dme e Dma) ou característica de fruto tipo ‘moranga’ (em que não se diferenciam regiões com diâmetros diferentes). Para tanto, utilizou-se o índice da soma de classificação ou soma de postos, proposto por Mulamba e Mock (1978), em que os indivíduos são classificados em relação a cada um dos caracteres, de acordo com os interesses do programa da espécie melhorada, não requerendo as estimativas das variâncias, covariâncias fenotípicas e genotípicas e o estabelecimento de pesos econômicos.

$$DS = \hat{u}_s - \hat{u}, \text{ em que: (22)}$$

\hat{u}_s = média das plantas selecionadas;

\hat{u} = média geral.

O ganho de seleção foi obtido através do produto do valor da herdabilidade pelo valor do diferencial de seleção, apresentando-se os resultados em valores percentuais. As análises foram feitas com o auxílio dos programas SELEGEN (RESENDE, 2002); GENES (CRUZ, 2013) e Excel.

1.3. Resultados

A análise de variância indicou diferenças significativas entre as progênies avaliadas ($P < 0,01$), exceto para as variáveis Dlg e CpC. Os valores mínimo e máximo do coeficiente de variação foram de 2,03 na variável CpL a 52,39 na variável Dme, respectivamente (Tabela 2).

Para a variância genética aditiva, todas as estimativas foram positivas e diferentes de zero (Tabela 3). Os valores variaram de 0,0040, em AT, a 34,00, para o caráter Epap, sendo os menores valores observados para Maf; Cap; CpC; AT; Car e β -car (Tabela 3).

Os valores de herdabilidade individual, no sentido restrito, ajustado para efeito de parcela para as variáveis avaliadas variaram de 0,0048 no caráter CpC a 0,7379 em SS. Valores de herdabilidade de magnitude superiores a 30% foram obtidos para os caracteres Maf; Comp; Dma; Dme; Dmed; Cap; Eeq; Epap; Epeq; SS; AT; Car e β -car (Tabela 3).

A análise via BLUP adotada no presente trabalho maximizou a acurácia, refletindo a correlação entre o valor genotípico verdadeiro e aqueles valores estimados (RESENDE, 2000). Os valores da acurácia em sua quase totalidade foram muito altos ou altos, à exceção da Cap, com $r = 68\%$, valor considerado mediano, e de Epeq, com $r = 17\%$, valor considerado baixo, segundo Resende e Duarte (2007) (Tabela 3).

Em relação aos coeficientes de variação, com exceção dos caracteres Dlg, CpC e CpH, observou-se que o coeficiente de variação genética aditiva (CV_{gi}) foi superior ao coeficiente de variação ambiental (CV_e), com valores entre 106,63 a 0,3316% (Tabela 3). O coeficiente de variação residual (CV_r), que é a relação entre os coeficientes de variação genética aditiva e de variação ambiental, conseqüentemente, também foi inferior para os caracteres com menor CV_{gi} (Tabela 3).

Levando-se em consideração os resultados obtidos para as estimativas de parâmetros genéticos nas progênies avaliadas e utilizando intensidade de seleção de 10%, realizou-se seleção dos 17 melhores indivíduos com predição dos ganhos genéticos para os próximos ciclos de seleção de linhagens para os caracteres mais importantes associados à qualidade comercial do fruto (Maf; SS e AT), e aqueles associados à importância da abóbora como alimento funcional (Car e β -car) como informação adicional para futuras ações no programa

de melhoramento de abóbora. Os resultados apresentados na Tabela 4 referem-se à predição dos ganhos genéticos para essas variáveis, levando-se em consideração a média das plantas selecionadas, o ganho genético aditivo predito e esse mesmo parâmetro em percentual, indicando-se na tabela a progênie, o bloco e a planta correspondente (P/BL/PL). Os indivíduos 10/1/1; 10/1/3; 10/1/5; 10/2/12; 10/2/13 coincidiram no ranqueamento das variáveis SS; Car e β -car, embora em posições diferenciadas em cada ranking. O ganho genético aditivo predito em percentual foi de 35,58; 60,38; 56,25; 52,61 e 61,83 para as variáveis Maf; SS; AT; Car e β -car, respectivamente (Tabela 4).

Também realizou-se o ranqueamento dos 17 melhores indivíduos para todos os caracteres avaliados, diferenciando o ranqueamento de acordo com o interesse na obtenção de linhagens com frutos de formato piriforme e tipo ‘moranga’, por meio do índice de seleção de Mulamba e Mock (1978) (Tabelas 5 e 6). Nos rankings de frutos dos tipos piriforme e ‘moranga’, foram apresentados o diferencial de seleção, bem como o ganho de seleção. As variáveis cujas estimativas são apresentadas com valor negativo, são indicativas de que haverá decréscimo nas mesmas com a seleção praticada. Os indivíduos 10/1/1 e 10/2/12, com formato de fruto piriforme, destacaram-se com altos valores genéticos para mais de uma variável comercial (Tabela 4) e também apresentaram elevada performance quando se considerou todas as variáveis analisadas (Tabela 5). Entretanto, nenhum indivíduo com essa mesma performance foi observado para o formato tipo “moranga” (Tabela 5).

1.4. Discussão

A variabilidade desempenha um papel importante no melhoramento vegetal e a determinação de sua magnitude (NDUKAUBA, et al., 2015) e a existência de heterogeneidade entre famílias indica boas perspectivas na obtenção de ganhos genéticos por seleção (NEVES et al., 2011). Em cucurbitáceas, a variabilidade entre genótipos na análise de variância foi observada em *Telfairia occidentalis* (CYRIL et al., 2014), *Luffa cilíndrica* (SINGH et al., 2017), *Cucurbita maxima* (ZHAO et al., 2016) e *Citrullus lanatus* (NDUKAUBA, et al., 2015), onde as variáveis com maiores coeficientes de variação também foram consideradas aquelas com maior variabilidade. Portanto, a existência de variabilidade entre as progênies aqui avaliadas pode ser confirmada por meio da Anova assim como pelas estimativas das variâncias para os caracteres avaliados (Tabelas 2 e 3).

Os baixos valores obtidos para a variância genética aditiva eram esperados, uma vez que a constituição genética das progênies avaliadas era resultante do cruzamento entre plantas irmãs

oriundas de linhagens endogâmicas. A inexistência de valores negativos e diferentes de zero denotam a possibilidade de sucesso na seleção de indivíduos superiores (HALLAUER et al., 2010) para os caracteres estudados, mas denotam também a necessidade de ciclos adicionais de seleção no programa de melhoramento de abóbora para a obtenção de linhagens uniformes para os caracteres em questão.

A herdabilidade reflete a proporção da variação fenotípica que pode ser herdada, quantificando a confiabilidade do valor fenotípico que é influenciado pelo valor genético. Esse último tem influência direta na próxima geração (HALLAUER et al., 2010), sendo essencial para delinear a população genética de interesse no programa de melhoramento (DUDLEY; MOLL, 1969). Seu conhecimento é importante por permitir antever o sucesso na seleção. Valores altos e medianos de herdabilidade no sentido restrito nas gerações iniciais de autofecundação indicam eficácia no processo de seleção. Em abóbora, Mohanty (2000), estudando a herança quantitativa em oito linhagens derivadas de cruzamentos dialélicos e oito cultivares de *C. moschata*, observou valor inferior a 10% de herdabilidade para a variável produção, concluindo que é um valor insuficiente para definir quais são os componentes aditivos para a herança genética nas linhagens e cultivares avaliadas. Em estudos para identificar a variabilidade genética existente em 67 acessos de abóbora para componentes associados à atividade antioxidante, Pandey et al. (2002) observaram um valor de herdabilidade alto (95,10%), o que é explicável pelo fato de que esses acessos estavam apenas na etapa de caracterização. Os valores de herdabilidade encontrados no presente trabalho, superiores a 30% para 13 das variáveis avaliadas indicam grande possibilidade de sucesso no programa que visa à seleção entre e dentro de progênies de abóbora.

Os caracteres Dlg, CpL, CpC e CpH, com magnitude de herdabilidade inferior a 30% (Tabela 3), sofrem maior influência ambiental.

No caso das variáveis CpL e CpC, estudos recentes alcançaram substanciais progressos para caracterizar os mecanismos que interferem na síntese de ceras presentes na superfície da casca em vegetais. As respostas na produção de cera sofre interferência de fatores abióticos, existindo uma forte relação entre permeabilidade da cutícula absorção de água, sendo que as variações na superfície cerosa do fruto podem promover conseqüentes variações na luminosidade e coloração da polpa (FERNÁNDEZ et al., 2016; VARGAS et al., 2008). Para a variável CpH, a influência ambiental deve-se a relação da coloração amarela com a biossíntese de β -caroteno, além desse pigmento estar diretamente envolvido na captura da energia luminosa no processo de fotossíntese. Santos (2015), em seu relato sobre o efeito da interação

planta ambiente na síntese de metabólitos secundários, e em relação a síntese de β -caroteno, relatou que estudos com a alga *Gracillariopsis tenuifrons* expostas em condições de alta luminosidade demonstraram queda de níveis do pigmento para diminuir a absorção de energia. Segundo o mesmo autor, este seria um mecanismo de compensação que não afeta, nem o aparato fotossintético e nem a síntese de biomassa da planta, sendo considerada uma estratégia de proteção.

A acurácia está relacionada aos erros sistemáticos dos dados e permite a identificação dos mesmos em análises experimentais (SHAIKH; KARIM, 2015). Os altos valores obtidos também permitem confirmar a existência de variância genética nas progênes estudadas para os caracteres em questão, bem como a confiabilidade nos resultados obtidos.

Os coeficientes de variação permitem antever a predominância de efeitos, seja ele do ambiente ou do genótipo, nas variáveis de interesse para o melhoramento de uma determinada espécie. Georgieva et al. (2016) relataram que valores de coeficiente de variação genética superiores ao coeficiente de variação ambiental indicam que as variações observadas são influenciadas por fatores genéticos, sendo uma situação favorável para seleção. Para o coeficiente de variação residual (CV_r), Vencovsky (1987) salientou que se o mesmo for igual a 1 há uma indicação de que a variância genética dentro das progênes é nula; porém, quando maior que 1, indica situação favorável à seleção dentro das progênes. Os resultados acima de 1 foram encontrados na maioria das variáveis, exceto para Dlg, CpC e CpH, indicando situação favorável à seleção dentro das progênes avaliadas.

Considerando-se informações referentes à seleção dos 17 melhores indivíduos (intensidade de seleção de 10%), observou-se que, em relação ao caráter Maf, houve predominância de indivíduos da progênie 5. O valor médio geral obtido no presente trabalho foi de 2,67 kg (Tabela 4), enquanto que, nos indivíduos selecionados dentro da progênie 5, os valores de predição de ganho genético variaram de 3,37 a 4,08 kg (Tabela 3). Em estudos relacionados à massa do fruto de abóbora, os valores são bastante variáveis: Han et al. (2015), por exemplo, avaliando caracteres em 41 variedades de *C. moschata* na China, observaram 20 variedades com massa de fruto variando de 0 a 4 kg. Outros valores variando entre 0.33 a 6.84 kg foram estimados por Tamil Selvi et al. (2012) ao avaliarem a performance *per se* em 15 outros genótipos.

Para o caráter SS, o valor obtido para a média geral nas progênes avaliadas foi de 11,5 °Brix e o valor genético predito foi de 18,4 °Brix (Tabela 4), muito acima dos valores e variações encontrados para abóbora (GAJEWSKI et al., 2008; ZHAO et al., 2015; ZINASH et

al., 2013). Loy (2013) define que a aceitabilidade de frutos frescos de abóbora tem como um dos principais fatores o equilíbrio na quantidade de açúcares. O autor ressalta que frutos de abóbora de inverno têm teores de SS entre 11 a 13 °Brix, faixa em que se encontra a média geral das progênies estudadas e superado pelo valor genético (Tabela 3). O caráter AT apresentou média geral de 0,16% de ácido cítrico, enquanto que o valor genético aditivo predito foi de 0,25% de ácido cítrico. Para esse caráter, no ranqueamento feito, houve a predominância de indivíduos da progênie 7 (Tabela 4). Esses valores são inferiores aos encontrados por Zinash et al. (2013).

Os valores médios para os teores de carotenóides totais e β -caroteno, de 261,69 $\mu\text{g g}^{-1}$ e 215,10 $\mu\text{g g}^{-1}$ (Tabela 4), respectivamente, são superiores aos descritos por Azevedo-Meleiro e Rodriguez-Amaya (2007) para as variedades comerciais de abóbora ‘Menina Brasileira’ e ‘Goianinha’. Naquele estudo, os autores determinaram os teores de carotenóides totais através da soma dos carotenóides quantificados, β -caroteno, α -caroteno, luteína, violaxantina e neoxantina, o que resultou em 118,7 $\mu\text{g g}^{-1}$ e 105,1 $\mu\text{g g}^{-1}$, para as variedades ‘Menina Brasileira’ e ‘Goianinha’, respectivamente. Para β -caroteno, os valores descritos pelos autores foram de 66,7 $\mu\text{g g}^{-1}$, para a primeira, e 56,7 $\mu\text{g g}^{-1}$, para a segunda variedade. Nakkanong et al. (2012), comparando os níveis de carotenóides entre frutos de *C. moschata*, *C. maxima* e híbridos interespecíficos *C. moschata* x *C. maxima*, quantificaram em frutos frescos e maduros 110,20 $\mu\text{g g}^{-1}$ de carotenóides totais na primeira espécie, representados pela soma dos teores de β -caroteno, α -caroteno, luteína, violaxantina e neoxantina, e 10,52 $\mu\text{g g}^{-1}$ de β -caroteno, que corresponde a quase vinte vezes menos o valor médio obtido no presente trabalho.

Para o teor de carotenóides totais, indivíduos das progênies 10 e 1 apresentaram-se em quantidades quase semelhantes, com valores preditos variando entre 427,1 a 370,3 $\mu\text{g g}^{-1}$ de polpa (Tabela 4). Para o teor de β -caroteno, além da semelhança de distribuição de indivíduos das progênies 10 e 1, observou-se também um indivíduo da progênie 9, sendo que os valores variaram entre 377,6 a 313,8 $\mu\text{g g}^{-1}$ de polpa (Tabela 4).

Foi possível observar também a coincidência no ranqueamento de indivíduos para os caracteres SS, Car e β -car (Tabela 3). Gajewski et al. (2008), estudando características de qualidade em diferentes espécies de abóboras relataram a existência de forte correlação direta entre intensidade do sabor doce (altos valores de SS) com altos teores de carotenóides totais. Esses mesmos autores relataram que altos teores de sólidos solúveis corresponde a alto conteúdo de açúcares e é um importante fator de qualidade em abóbora e que as cultivares

avaliadas que apresentaram maior teor de sólidos solúveis em seus frutos ao mesmo tempo tiveram maior teor de β -caroteno e de carotenoides totais.

Por outro lado, a agregação de múltiplas informações contidas na unidade experimental, bem como a utilização de índices de seleção baseados em um conjunto de variáveis, é uma estratégia utilizada no melhoramento vegetal visando amenizar correlações negativas entre caracteres (CRUZ; REGAZZI, 2002). O ranqueamento para múltiplas variáveis abriu a possibilidade da utilização de 34 progênies promissoras para avanços no programa de melhoramento, levando-se em consideração os tipos “piriforme” e “moranga”, predominantes nos indivíduos estudados (Tabelas 5 e 6).

O ranqueamento de indivíduos, tanto de variáveis com maior relevância comercial como através de índice de seleção considerando todos os caracteres avaliados no presente trabalho, indicou os indivíduos 10/1/1 e 10/2/12 potencialmente interessantes para um próximo ciclo de seleção em abóbora com formato piriforme. Para o formato “moranga” destaca-se o indivíduo 6/1/3 tanto para Maf quanto para a avaliação conjunta das variáveis (Tabela 6).

Dessa forma, a utilização das progênies selecionadas através de parâmetros genéticos abrem boas perspectivas para o desenvolvimento de linhagens com caracteres produtivos e nutricionais superiores.

1.5. Conclusão

Os parâmetros genéticos e ganhos preditos quanto a caracteres morfológicos e nutricionais em progênies de abóbora possibilitaram selecionar indivíduos promissores tanto para o formato “piriforme” (10/1/1 e 10/2/12) como para o formato “moranga” (6/1/3), sendo esses ativos tecnológicos que poderão gerar os avanços pretendidos no programa de melhoramento de abóbora.

1.6. Referências Bibliográficas

AZEVEDO-MELEIRO, C. H.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Qualitative and quantitative differences in carotenoid composition among *Cucurbita moschata*, *Cucurbita maxima* and *Cucurbita pepo*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 55, p. 4027-4033, 2007.

BAI, C. et al. A golden era - pro-vitamin A enhancement in diverse crops. **In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant**, Okamoto, n. 47, p. 205-221, 2011.

BELLO, O. B. et al. Heritability and genetic advance for grain yield and its component characters in maize (*Zea Mays* L.). **International Journal of Plant Research**, Rosemead, v. 2, n. 5, p. 138-145, 2012.

BORGES, R. M. E. et al. Phenotypic variability among pumpkin accessions in the Brazilian semiarid. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 461-464, 2011.

CAVALCANTI, F.J. de A. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco**. 3 ed. Recife, IPA, 2008. 212p.

CRUZ, C.D. GENES. A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.35, p.271-276, 2013.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2 ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 2002. 390 p.

CYRIL, N.C.; AYINDE, D.L.; OLATUNJI, O. Genetic variability and heritability of vegetative, fruit and seed yield traits in fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis* Hook F.). **African Journal of Biotechnology**, Ebène, v.13, n. 32, p.3262-3270, 2014.

DHILLON, N.P.S. et al. Varietal and harvesting stage variation in the content of carotenoids, ascorbic acid and tocopherols in the fruit of bitter melon (*Momordica charantia* L.). **Plant Genetic Resources**, Cambridge, v. 1, p. 1-12, 2015.

DUDLEY, J. W.; MOLL, R. H. Interpretation and use of estimates of heritability and genetic variances in plant breeding. **Crop Science**, Madison, v. 9, n. 3, p. 257-261, 1969.

EMBRAPA SEMIÁRIDO. **Dados meteorológicos da Embrapa Semiárido**: Estação Agrometeorológica de Bebedouro. Petrolina. 2013. Disponível em: <http://www.cpatas.embrapa.br:8080/servicos/dadosmet/ceb-mes.html>. Acesso em 17 out 2016.

FERNÁNDEZ, V. et al. Cuticle structure in relation to chemical composition: Re-assessing the prevailing model. **Frontiers in Plant Science**, [S.l.]. Review. 2016. Disponível em:

journal.frontiersin.org/article/10.3389/fpls.2016.00427/ful. Acesso em: 24 abr 2017.

GAJEWSKI, M. et al. Quality of pumpkin cultivars in relation to sensory characteristics. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, Cluj-Napoca v. 36, n. 1, p. 73-79, 2008.

GEORGIEVA, N.; NIKOLOVA, I.; KOSEV, V. Evaluation of genetic divergence and heritability in pea (*Pisum sativum* L.). **Journal of Bioscience and Biotechnology**, Bulgária, v. 5, n. 1, p. 61 – 67, 2016.

GHASEMI, A.; ZAHEDIASL, S. Normality Tests for Statistical Analysis: A Guide for Non-Statisticians. **Endocrinology and Metabolism**, Bethesda, v. 10, p. 486-489, 2012.

HALLAUER, A. R.; CARENA, M. J.; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative Genetics in Maize Breeding**. New York: Springer, 2010. 663 p.

HAN, X. et al. Analysis on the main botanical characters of 41 *Cucurbita moschata* varieties. **Agricultural Science Technology**, Nova York, v. 9, n. 9, p. 1891-1896, 2015.

KISTLER, L. et al. Gourds and squashes (*Cucurbita* spp.) adapted to megafaunal extinction and ecological anachronism through domestication. **Proceedings of the National Academy of Sciences**. Washington, v. 112, p. 15107-15112, 2015.

LOY, J.B. Morpho-physiological aspects of productivity and quality in squash and pumpkins (*Cucurbita* spp.). **Critical Reviews in Plant Sciences**. v. 23, n. 4, p. 337-363, 2004.

MOHANTY, B. K. Quantitative inheritance in pumpkin: a combining ability analysis. **Indian Journal**, New Delhi, v. 57, p. 160-163, 2000.

MULAMBA, N.N.; MOCK, J.J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding of plant traits. **Egyptian Journal of Genetics and Citology**, Cairo, v.7, n. 1, p. 40-51, 1978.

NAKKANONG, K.; YANG, J. H.; ZHANG, M. F. Carotenoid accumulation and carotenogenic gene expression during fruit development in novel interespecific inbred squash lines and their parents. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 66, p. 5936-5944, 2012.

NDUKAUBA J. et al. Variability in Egusi-Melon Genotypes (*Citrullus lanatus* (Thumb) Matsum and Nakai) in Derived Savannah Environment in South-Eastern Nigeria. **International Journal of Plant Research**, Rosemead, v. 5, n. 1, p. 19-26, 2015.

NEVES, L.G. et al. Predição de ganhos genéticos utilizando o delineamento I em população de maracujazeiro. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, p. 495-501, 2011.

PANDEY, S. et al. Genetic variability for antioxidants and yield components in pupkin (*Cucurbita moschata* DUCH. Ex Poir). **Vegetable Science**, Filadélfia, n.29, p. 123-126, 2002.

PIPERNO, D. R.; PEARSALL, D. M. **The origins of agriculture in the Lowland Neotropics**. San Diego: Academic Press, 1998.

RAMOS, S.R.R., QUIERÓZ, M.A. de, CASALI, V.W.D., CRUZ, C.D. Divergência genética em germoplasma de abóbora procedente de diferentes áreas do Nordeste. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 3, p. 195-199, 2000.

RESENDE, M.D.V. de, DUARTE, J.B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 3, p. 182-194, 2007.

RESENDE, M.D.V. Software SELEGEN - REML/BLUP. Embrapa– CNPF, Colombo, 2002. (CD-ROM).

RESENDE, M.D.V. **Análise estatística de modelos mistos via REML/BLUP na experimentação em melhoramento de plantas perenes**. Colombo: Embrapa Florestas. 101p. 2000.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; KIMURA, M. **HarvestPlus handbook for carotenoid analysis**. Washington: HarvestPlus. 2004. Disponível em: <http://www.harvestplus.org/sites/default/files/tech02.pdf>. Acesso em: 20 mai 2015.

RUTKOSKI, J. et al. Genetic gain from phenotypic and genomic selection for quantitative resistance to stem rust of wheat. **Plant Genetic Resources**, Cambridge, v. 8, n. 2, p. 1-10, 2015.

SANTOS, D.Y.A.C. dos. **Botânica aplicada: metabólitos secundários na interação planta-ambiente**. USP, São Paulo. 2015. Disponível em: https://www.google.com.br/search?q=bot%C3%A2nica+aplicada:+metab%C3%B3litos+secund%C3%A1rios+na+intera%C3%A7%C3%A3o+planta-ambiente&ie=utf-8&oe=utf-8&rls=org.mozilla:pt-BR:official&client=firefox- &channel=sb&gws_rd=cr&ei=B-Z4WIHLD4KhwgTm0YugBA. Acesso em: 13 jan 2017.

SHAIKH, M.; KARIM, Z. Accurately precise and precisely accurate: an experimental comprehension. **World Journal of Chemical Education**, Newark, v. 3, n. 2, p. 40-45, 2015.

SINGH, P.K. et al. Evaluation of Germplasm for PCV, GCV and Heritability in Luffa (*Luffa cylindrica* Roem.). **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, Tamilnadu, v. 6, n. 3, p. 355-360, 2017.

SMITH, B. D. Eastern North America as an independent center of plant domestication. **Proceedings of the National Academy Sciences**, Washington, DC, v. 103, n. 33, 2006. Disponível em: <http://www.pnas.org/content/103/33/12223.full>. Acesso em: 3 dez 2014.

TALUKDAR; S.N., HOSSAIN, M.N. Phytochemical, phytotherapeutical and pharmacological study of *Momordica dioica*. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. **Hindawi Publishing Corporation**, Cairo, v. 2014, p. 1-12, 2014.

TAMIL SELVI, N.A. et al. *Per se* performance of genotypes and correlation analysis in Pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.ex Poir). **Electronic Journal of Plant Breeding**, Tamil Nadu, v. 3, n. 4, p. 987-994, 2012.

UNITED NATIONS STANDING COMMITTEE ON NUTRITION [UNSCN]. Sixth report on the world nutrition situation: progress in nutrition. 2010. Geneva, Suíça. Disponível em: http://www.unscn.org/files/Publications/RWNS6/report/SCN_report.pdf. Acesso em: 15 Dez 2015.

VARGAS, M. et al. Recent advances in edible coatings for fresh and minimally processed fruits. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Oxford, n. 48, 2008.

VENCOVSKY, R. **Herança quantitativa**. In: Paterniani, E., Viegas, G.P. (Eds.). Melhoramento genético do milho. 2ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 135-214.

ZHAO, J. et al. Genetic diversity of *Cucurbita maxima* assessed using morphological characteristics and random amplified polymorphic DNA markers in China. **Acta Agriculturae Scandinavica**, Oxford, Section B - Soil & Plant Science, 1651-1913, p. 1-9, 2016.

ZHAO, J. et al. Physico-chemical and antioxidant properties of different pumpkin cultivars grown in China. **Journal of Food Science and Technology**, Heidelberg, v. 9, n. 4, p. 308-316, 2015.

ZINASH, A., WORKNEH, T.S., WOLDETSADIK, K. Effect of accessions on the chemical quality of fresh pumpkin. **African Journal of Biotechnology**. Ebène, v. 12, n. 51, p. 7092-7098, 2013.

Tabela 1. Progênie de abóbora resultantes do cruzamento de plantas irmãs (SIB), selecionadas no programa de melhoramento de abóbora da Embrapa Semiárido para caracteres comerciais e carotenoides totais.

Progênie		Descrição
1:	SIB de plantas do acesso BGC 569	Frutos de formato piriforme com casca gomosa de coloração creme polpa alaranjada, superfície lisa e sem verrugas; peso médio de 3,5 kg; comprimento e diâmetro médio de 23,60 e 19,70 cm, respectivamente; espessuras médias da polpa superior, interna e lateral de 24,64, 15,50 e 28,42 mm, respectivamente, teor de carotenoides totais de 139,92 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa.
2:	SIB de plantas do acesso BGC 569	Frutos de formato piriforme com casca gomosa de coloração creme, polpa laranja-avermelhada, superfície lisa e sem verrugas; peso médio de 3,5 kg; comprimento e diâmetro médios de 25,90 e 18,70 cm, respectivamente; espessuras médias da polpa superior, interna e lateral de 26,01, 16,40 e 25,43 mm, respectivamente, teor de carotenoides totais de 119,40 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa.
3:	SIB de plantas do acesso BGC 567	Frutos de formato achatado com casca gomosa de coloração creme, polpa laranja-avermelhada, superfície rugosa e sem verrugas; peso médio de 1,96 kg; comprimento e diâmetro médios de 18,70 e 23,70 cm, respectivamente; espessuras médias da polpa superior, interna e lateral de 22,44, 12,1 e 44,01 mm, respectivamente, teor de carotenoides totais de 142,07 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa.
4:	SIB de plantas do acesso BGC 567	Fruto de formato globular com casca gomosa de coloração verde, polpa laranja-avermelhada, superfície lisa e sem verrugas; peso médio de 4,34 kg; comprimento e diâmetro médios de 22,30 e 24,30 cm, respectivamente; espessuras médias da polpa superior, interna e lateral de 25,73, 11,8 e 27,75 mm, respectivamente, teor de carotenoides totais de 120,40 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa.
5:	SIB de plantas do acesso BGC 567	Fruto de formato achatado com casca gomosa de coloração verde, polpa laranja-avermelhada, superfície lisa e sem verrugas; peso médio de 5 kg; comprimento e diâmetro médios de 16,10 e 21,40 cm, respectivamente; espessuras médias da polpa superior, interna e lateral de 25,73, 11,80 e 27,75 mm, respectivamente, teor de carotenoides totais de 134,13 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa.
6:	SIB de plantas do acesso BGC 567	Fruto de formato achatado com casca gomosa de coloração verde, polpa alaranjada, superfície lisa e sem verrugas; peso médio de 4,4 kg; comprimento e diâmetro médios de 15,50 e 25,00 cm, respectivamente; espessuras médias da polpa superior, interna e lateral de 21,60, 10,00 e 54,99 mm, respectivamente, teor de carotenoides totais 157,60 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa.
7:	SIB de plantas do acesso BGC 545	Fruto de formato piriforme com casca gomosa de coloração alaranjada, polpa alaranjada, superfície lisa e sem verrugas; peso médio de 2,5 kg; comprimento e diâmetro médio de 27,80 e 17,20 cm, respectivamente; espessuras médias da polpa superior, interna e lateral de 46,99, 24,30 e 19,62 mm, respectivamente, teor de carotenoides totais de 209,21 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa.
8:	SIB de plantas do acesso BGC 545	Fruto de formato piriforme com casca gomosa de coloração verde, polpa alaranjada, superfície lisa e sem verrugas; peso médio de 2,7 kg; comprimento e diâmetro médio de 19,30 e 20,0 cm, respectivamente; espessuras médias da polpa superior, interna e lateral de 46,00, 32,10 e 20,45 mm, respectivamente, teor de carotenoides totais de 174,0 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa.
9:	SIB de plantas do acesso BGC 545	Fruto de formato elíptico com casca gomosa de coloração alaranjada, polpa alaranjada, superfície lisa e sem verrugas; peso médio de 1,8 kg; comprimento e diâmetro médio de 20,20 e 16,00 cm, respectivamente; espessuras médias da polpa superior, interna e lateral de 27,22, 23,06 e 25,59 mm, respectivamente, teor de carotenoides totais de 141,31 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa.
10:	SIB de plantas do acesso 545	Fruto de formato piriforme com casca gomosa de coloração creme, polpa alaranjada, superfície lisa e sem verrugas; peso médio de 2,5 kg; comprimento e diâmetro médio de 34,20 e 14,00 cm, respectivamente; espessuras médias da polpa superior, interna e lateral de 19,66, 12,07 e 21,27 mm, respectivamente, teor de carotenoides totais de 120,79 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa.

Tabela 2. Análise de variância para os caracteres massa do fruto (Maf), comprimento (Comp), diâmetro maior (Dma), diâmetro menor (Dme), diâmetro longitudinal da cavidade interna (Dlg), diâmetro mediano da cavidade interna (Dmed), espessura apical da casca (Cap), espessura equatorial da casca (Eeq), espessura apical da polpa (Epap), espessura equatorial da polpa (Epeq), coloração da casca e da polpa para atributos luminosidade ou L (CpL), cromia ou C (CpC) e ângulo de cor ou H (CpH), teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), teor de carotenoides totais (Car) e teor de β -caroteno (β -car) em progênies de abóbora.

Fonte de variação	G.L.	Q.M.								
		Maf	Comp	Dma	Dme	Dlg	Dmed	Cap	Eeq	Epap
Blocos	2	0,045	5,308	3,93	1,79	8,58	0,78	0,24	0,05	19,88
Tratamentos	9	1,12**	33,76**	15,41**	20,81**	5,49 ns	4,56**	1,78**	3,45**	101,28**
Resíduo	18	0,19	3,24	1,40	1,83	2,62	0,66	0,20	0,19	5,35
C.V. (%)		16,92	8,85	6,61	52,39	12,47	6,74	9,71	11,25	9,79

Fonte de variação	G.L.	Q.M.							
		Epeq	CpL	CpC	CpH	SS	AT	Car	β -car
Blocos	2	0,09	1,06	5,86	0,97	0,97	0,00	0,00	0,00
Tratamentos	9	3,91**	8,49**	4,10 ns	7,76*	17,48 **	0,01**	0,02**	0,02**
Resíduo	18	0,12	1,87	4,15	2,73	0,83	0,00	0,00	0,00
C.V. (%)		11,56	2,03	2,90	2,59	7,90	33,65	22,28	24,55

* e ** = significativos a 1 e 5% de significância, respectivamente, pelo teste F; ns = não-significativo pelo teste F.

Tabela 3. Parâmetros genéticos estimados para massa do fruto (Maf), comprimento (Comp), diâmetro maior (Dma), diâmetro menor (Dme), diâmetro longitudinal da cavidade interna (Dlg), diâmetro mediano da cavidade interna (Dmed), espessura apical da casca (Cap), espessura equatorial da casca (Eeq), espessura apical da polpa (Epap), espessura equatorial da polpa (Epeq), coloração da casca e da polpa para atributos luminosidade ou L (CpL), cromá ou C (CpC) e ângulo de cor ou H (CpH), teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), teor de carotenoides totais (Car) e teor de β -caroteno (β -car) a partir das análises REML (Máxima Verossimilhança Restrita) e BLUP (Melhor Predição Linear Não Viciada) em progênies de abóbora.

Caracteres	Parâmetros genéticos									
	$\hat{\sigma}_{ga}^2$	$\hat{\sigma}_{fi}^2$	$\hat{\sigma}_{ep}^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	\hat{h}_{iap}^2	r_{aa} (%)	CV_{gi} (%)	CV_e (%)	CV_r	Média ($\hat{\mu}$)
Maf (kg)	0,3439	1,0500	0,0823	0,5487	0,3265 \pm 0,1262	87,0	21,95	12,33	1,78	2,67
Comp (cm)	10,5900	22,5600	1,3300	9,3200	0,4693 \pm 0,1513	90,0	16,08	6,57	2,45	20,24
Dma (cm)	4,6900	10,3800	0,5623	4,4900	0,4520 \pm 0,1485	90,0	12,02	4,88	2,46	18,03
Dme (cm)	7,0600	13,1200	0,4473	4,9100	0,5377 \pm 0,1939	92,0	106,63	33,13	3,20	2,49
Dlg (cm)	1,2900	10,5100	1,0500	7,1500	0,1231 \pm 0,0775	74,0	8,89	9,21	0,97	12,80
Dmed (cm)	1,4200	4,0400	0,1091	2,1900	0,3517 \pm 0,1310	89,0	9,83	3,81	2,58	12,12
Cap (mm)	0,5993	1,3500	0,0064	0,6552	0,4424 \pm 0,1469	68,0	21,65	5,42	3,99	3,57
Eeq (mm)	1,0700	1,7800	0,0660	0,5666	0,5997 \pm 0,1710	78,0	25,07	7,39	3,39	4,12
Epap (mm)	34,0000	74,0000	0,1815	34,8100	0,4581 \pm 0,1495	85,0	24,00	5,60	4,28	24,31
Epeq (mm)	1,2500	1,9400	0,0429	0,5656	0,6451 \pm 0,1774	17,0	36,39	8,59	4,24	30,76
CpL	2,2900	9,4600	0,6773	5,6800	0,2423 \pm 0,1087	77,0	2,25	1,45	1,55	67,19
CpC	0,0542	11,3100	2,9000	7,3200	0,0048 \pm 0,0153	93,0	0,33	2,57	0,13	70,20
CpH	1,7400	9,7000	1,7300	5,4500	0,1795 \pm 0,0936	87,0	2,07	2,21	0,94	63,79
SS (°Brix)	6,1200	8,3000	0,4956	1,4700	0,7379 \pm 0,1897	88,0	21,59	6,56	3,29	11,46
AT (% de ácido cítrico)	0,0040	0,0010	0,0013	0,0041	0,3800 \pm 0,1362	88,0	38,50	24,60	1,56	0,16
Car ($\mu\text{g. g}^{-1}$ de polpa)	0,0057	0,0161	0,0011	0,0081	0,3542 \pm 0,1314	93,0	28,83	14,69	1,96	261,80
β -car ($\mu\text{g. g}^{-1}$ de polpa)	0,0052	0,0140	0,0010	0,0068	0,3708 \pm 0,1345	92,0	33,45	16,96	1,97	215,10

$\hat{\sigma}_{ga}^2$ = variância genética aditiva; $\hat{\sigma}_{fi}^2$ = variância fenotípica individual; $\hat{\sigma}_{ep}^2$ = variância ambiental entre parcelas; $\hat{\sigma}_e^2$ = variância residual (ambiental + não aditiva); \hat{h}_{iap}^2 = herdabilidade individual, no sentido restrito, ajustada para efeito de parcela; r_{aa} (%) = acurácia; CV_{gi} (%) = coeficiente de variação genética aditiva individual; CV_e (%) = coeficiente de variação ambiental; CV_r = coeficiente de variação genética residual; média geral para cada variável avaliada.

Tabela 4. Valor fenotípico (f), efeito aditivo (\hat{a}) e valor genético aditivo ($\hat{u} + \hat{a}$) predito dos indivíduos selecionados para: massa do fruto (Maf); sólidos solúveis (SS); acidez titulável (AT); carotenoides totais (Car) e β -caroteno (β -car).

Massa do fruto (kg)						Sólidos solúveis (°Brix)						Acidez titulável (% de ácido cítrico)							
Progênie	Bloco	Planta	f	\hat{a}	$\hat{u} + \hat{a}$	Progênie	Bloco	Planta	f	\hat{a}	$\hat{u} + \hat{a}$	Progênie	Bloco	Planta	f	\hat{a}	$\hat{u} + \hat{a}$		
5	2	14	5,52	1,41	4,08	10	1	3	19,10	9,67	21,13	9	1	6	0,82	0,29	0,45		
6	3	15	5,87	1,34	4,01	10	1	1	18,50	8,42	19,88	7	3	18	0,38	0,12	0,28		
3	3	18	5,68	1,23	3,90	9	3	18	16,57	8,28	19,74	7	2	12	0,36	0,11	0,27		
5	3	18	4,67	1,17	3,84	9	1	7	16,30	7,84	19,30	7	3	17	0,32	0,10	0,26		
5	3	21	4,35	1,07	3,74	10	3	16	17,45	7,79	19,25	7	2	11	0,32	0,09	0,25		
3	1	1	4,95	1,04	3,71	10	2	12	18,25	7,75	19,21	9	3	15	0,24	0,09	0,25		
5	1	4	4,21	0,98	3,65	10	1	5	18,00	7,38	18,84	7	2	14	0,30	0,08	0,24		
6	1	3	5,03	0,91	3,58	9	2	9	15,70	6,83	18,29	9	3	16	0,22	0,08	0,24		
5	1	6	3,95	0,90	3,57	10	2	8	17,80	6,81	18,27	7	3	16	0,28	0,08	0,24		
3	2	12	4,01	0,90	3,57	7	2	12	16,40	6,74	18,20	8	3	18	0,28	0,08	0,24		
6	1	2	4,76	0,82	3,49	7	3	15	16,20	6,58	18,04	8	2	12	0,30	0,07	0,23		
5	3	17	3,46	0,80	3,47	10	3	17	16,80	6,44	17,90	7	1	1	0,20	0,07	0,23		
4	3	20	4,80	0,80	3,47	9	2	14	15,40	6,21	17,67	7	3	15	0,26	0,07	0,23		
6	2	11	3,75	0,73	3,40	8	3	15	15,95	6,10	17,56	9	2	9	0,26	0,07	0,23		
5	2	9	3,31	0,72	3,39	10	2	13	16,95	5,04	16,50	7	1	6	0,19	0,06	0,22		
5	2	13	3,24	0,70	3,37	8	2	11	14,83	4,91	16,37	5	2	13	0,28	0,06	0,22		
3	3	16	3,86	0,70	3,37	10	2	14	16,83	4,79	16,25	5	3	15	0,25	0,06	0,22		
Média de plantas selecionadas			4,44	0,95	3,62	Média de plantas selecionadas			16,88	6,92	18,38	Média de plantas selecionadas			0,31	0,09	0,25		
Ganho genético aditivo predito				0,95		Ganho genético aditivo predito				6,92		Ganho genético aditivo predito				0,09			
Ganho genético aditivo predito (%)				35,58		Ganho genético aditivo predito (%)				60,38		Ganho genético aditivo predito (%)				56,25			
Média melhorada predita					3,62		Média melhorada predita					18,38		Média melhorada predita					0,25
Média geral (\hat{u})			2,67			Média geral (\hat{u})			11,46			Média geral (\hat{u})			0,16				

Indivíduos marcados em negrito são aqueles coincidentes para os caracteres SS, Car e β -car

Tabela 4. Valor fenotípico (f), efeito aditivo (\hat{a}) e valor genético aditivo ($\hat{u} + \hat{a}$) predito dos indivíduos selecionados para: Massa do fruto; Sólidos solúveis; Acidez titulável; Carotenoides totais e β -caroteno (Continuação...).

Carotenoides totais						β -caroteno							
Progênie	Bloco	Planta	f	\hat{A}	$\hat{u} + \hat{a}$	Progênie	Bloco	Planta	f	\hat{a}	$\hat{u} + \hat{a}$		
10	1	3	570,0	165,4	427,1	10	1	1	500	162,5	377,6		
1	1	5	560,0	165,2	426,9	1	1	5	500	155,7	370,8		
10	1	1	550,0	158,4	420,1	10	1	3	480	154,9	370,0		
10	2	12	560,0	155,6	417,3	10	2	12	500	154,3	369,4		
1	3	17	490,0	153,0	414,7	10	2	9	480	146,7	361,8		
10	2	9	530,0	145,0	406,7	10	3	16	380	145,8	360,9		
10	3	16	430,0	143,7	405,4	1	3	17	400	135,7	350,8		
1	1	2	480,0	137,0	398,7	10	3	15	350	134,4	349,5		
1	2	11	460,0	136,8	398,5	1	2	11	410	131,5	346,6		
1	2	12	460,0	136,8	398,5	1	2	12	400	127,7	342,8		
10	3	15	400,0	133,1	394,8	1	1	2	420	125,3	340,4		
1	1	6	460,0	129,9	391,6	10	1	5	400	124,4	339,5		
10	2	13	470,0	123,9	385,5	10	2	13	420	123,9	339,0		
10	1	5	440,0	119,6	381,3	1	1	6	410	121,5	336,6		
10	1	7	430,0	116,1	377,7	10	1	7	380	116,8	331,9		
1	2	14	390,0	112,1	373,8	1	2	14	330	101,1	316,2		
1	2	8	380,0	108,6	370,3	9	3	18	420	98,7	313,8		
Média de plantas selecionadas			474,12	137,67	399,35	Média de plantas selecionadas			422,35	132,99	348,09		
Ganho genético aditivo predito				137,67		Ganho genético aditivo predito				132,99			
Ganho genético aditivo predito (%)				52,61		Ganho genético aditivo predito (%)				61,83			
Média melhorada predita					399,35			Média melhorada predita					348,09
Média geral (\hat{u})			261,692			Média geral (\hat{u})			215,1				
Indivíduos	marcados	em	negrito	são	aqueles	coincidentes	para	os	caracteres	SS,	Car	e	β -car.

Tabela 5. Ranqueamento de indivíduos para fruto com formato piriforme em progênie de abóbora do programa de melhoramento abóbora da Embrapa Semiárido para os caracteres massa do fruto (Maf), comprimento (Comp), diâmetro maior (Dma), diâmetro menor (Dme), diâmetro longitudinal da cavidade interna (Dlg), diâmetro mediano da cavidade interna (Dmed), espessura apical da casca (Cap), espessura equatorial da casca (Eeq), espessura apical da polpa (Epap), espessura equatorial da polpa (Epeq), coloração da casca e da polpa para atributos luminosidade ou L (CpL), croma ou C (CpC) e ângulo de cor ou H (CpH), teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), teor de carotenoides totais (Car) e teor de β -caroteno (β -car).

Progênie	Bloco	Planta	Médias																	Soma de ranks
			Maf	Comp	Dma	Dme	Dlg	Dmed	Cap	Eeq	Epap	Epeq	CpL	CpC	CpH	SS	AT	Car	β -car	
10	1	1	3,44	30,2	16,3	9,7	15,0	10,8	4,34	4,29	23,90	68,2	64,88	70,91	60,2	18,5	0,12	550,00	500,00	817
2	1	7	3,37	23,7	19,5	8,5	17,2	12,8	1,54	2,45	26,81	35,9	64,70	68,29	62,7	12,3	0,16	440,15	386,9	851
2	2	8	2,21	22,25	16,9	7,4	12,9	11,35	2,56	3,35	24,15	39,4	63,19	73,7	60,7	11,65	0,14	314,08	246,47	870
5	3	18	4,67	14,2	23,8	0	8,00	13,2	3,63	2,88	47,97	24,45	64,55	71,28	62,1	12,5	0,24	307,18	193,84	883
2	3	17	3,23	17,3	20,7	0	10,5	13,6	2,95	4,36	31,33	28,0	63,16	72,87	60,9	12	0,15	388,5	338,98	914
10	2	12	3,43	29,25	17,2	9,5	16,9	11,5	5,44	5,84	22,78	53,6	63,15	71,11	59,05	18,25	0,12	555,24	503,71	939
2	1	5	2,77	21,73	17,5	3,27	13,53	10,63	2,71	2,74	33,16	34,1	64,8	70,58	61,73	10,73	0,15	261,65	224,62	953
2	3	19	4,46	17,6	23,33	0	10,77	15,53	3,32	3,60	35,63	29,7	62,79	70,31	61,13	9,63	0,16	349,88	308,30	960
9	3	18	2,26	23,7	14,53	3,37	15,33	9,6	4,62	5,04	19,92	35,1	64,61	72,5	60,27	16,57	0,18	468,14	417,93	962
2	3	18	2,79	22,2	18,5	8,8	13,00	12,6	3,67	3,96	26,88	40,0	61,95	70,63	59,8	11,2	0,18	219,47	187,13	965
6	3	21	3,6	14,87	24,23	0	8,23	13,83	2,88	3,44	47,53	24,8	64,44	71,63	61,9	10,23	0,21	244,36	183,01	986
10	1	4	3,74	32,3	18,80	9,7	16,00	13,2	4,6	6,65	23,40	74,1	64,93	74,93	61,3	16,3	0,12	329,48	273,09	996
10	1	3	2,23	28,1	14,30	8,00	12,7	9,7	3,59	5,81	17,62	70,0	66,10	70,96	60,6	19,1	0,12	574,27	484,52	1007
2	2	10	2,37	17,1	18,20	3,75	9,9	12,1	2,27	3,04	25,38	23,8	64,89	69,66	59,95	11,4	0,15	352,16	304,12	1013
2	2	11	2,34	15,1	18,70	0	11,3	12,5	2,42	2,22	25,25	35,1	63,09	69,95	61,9	11,2	0,14	469,10	404,19	1026
10	2	14	2,63	31,13	14,38	8,58	15,05	9,95	3,96	5,51	16,25	73,3	65,42	72,71	61,58	16,83	0,12	403,85	354,88	1042
6	3	20	1,88	19,70	24,80	0	12,00	15,00	3,38	3,38	41,10	29,2	61,8	70,71	60,8	10,9	0,20	247,22	218,91	1046
Média selecionadas (\hat{u}_s)			3,02	22,37	18,92	4,73	12,84	12,22	3,40	4,03	28,76	42,27	64,02	71,33	60,97	13,48	0,15	380,85	325,12	
Média geral (\hat{u})			2,67	20,24	18,03	2,49	12,8	12,12	3,57	4,12	24,31	30,76	67,19	70,2	63,79	11,46	0,16	261,80	215,1	
Diferencial de seleção (DS)			0,3547	2,13	0,8917	2,24	0,0417	0,1088	-0,1673	-0,0891	4,457	11,51	-3,16	1,137	-2,81	2,02	-0,003	119,85	110,12	
Herdabilidade (\hat{h}^2)			0,3265	0,4693	0,452	0,5377	0,1231	0,3517	0,4424	0,5997	0,4581	0,6451	0,2423	0,0048	0,1795	0,7379	0,3800	0,3542	0,3708	
Ganho de seleção (GS)			0,1158	1,003	0,4030	1,2095	0,0051	0,0382	-0,0740	-0,0534	2,04	7,42	-0,7665	0,0054	-0,5049	1,49	-0,0013	0,0424	0,0408	
(GS) %			4,33	4,95	2,23	48,57	0,0401	0,3157	-2,07	-1,29	8,39	24,14	-1,14	0,0077	-0,7915	13,05	-0,8382	16,26	18,99	

Tabela 6. Ranqueamento de indivíduos para fruto com formato ‘moranga’ em progênies de abóbora do programa de melhoramento de abóbora da Embrapa Semiárido para os caracteres massa do fruto (Maf), comprimento (Comp), diâmetro maior (Dma), diâmetro menor (Dme), diâmetro longitudinal da cavidade interna (Dlg), diâmetro mediano da cavidade interna (Dmed), espessura apical da casca (Cap), espessura equatorial da casca (Eeq), espessura apical da polpa (Epap), espessura equatorial da polpa (Epeq), coloração da casca e da polpa para atributos luminosidade ou L (CpL), cromá ou C (CpC) e ângulo de cor ou H (CpH), teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), teor de carotenoides totais (Car) e teor de β -caroteno (β -car).

Progênies	Bloco	Planta	Médias																	Soma de ranks
			Maf	Comp	Dma	Dme	Dlg	Dmed	Cap	Eeq	Epap	Epeq	CpL	CpC	CpH	SS	AT	Car	β -car	
5	3	18	4,67	14,20	23,80	0	8,00	13,20	3,63	2,88	47,98	24,50	64,55	71,28	62,10	12,50	0,24	307,18	193,84	673
2	3	17	3,23	17,30	20,70	0	10,50	13,60	2,95	4,36	31,33	28,00	63,16	72,87	60,90	12,00	0,15	388,50	338,98	778
6	3	21	3,60	14,87	24,23	0	8,23	13,83	2,88	3,44	47,53	24,80	64,44	71,63	61,90	10,23	0,21	244,36	183,01	783
2	2	11	2,34	15,10	18,70	0	11,30	12,50	2,42	2,22	25,25	35,10	63,09	69,95	61,90	11,20	0,14	469,10	404,19	827
6	1	3	5,03	13,90	24,30	0	7,50	13,00	4,04	2,28	49,86	30,30	65,06	72,93	64,00	9,90	0,14	240,84	213,72	834
2	3	19	4,46	17,60	23,33	0	10,77	15,53	3,32	3,60	35,63	29,70	62,79	70,31	61,13	9,63	0,16	349,88	308,30	839
9	2	9	1,75	16,80	15,00	0	11,00	8,70	3,26	4,96	28,57	21,30	64,55	70,55	59,30	15,70	0,26	488,50	443,67	904
5	3	16	2,29	12,65	18,90	0	7,60	12,15	2,88	2,97	30,14	20,60	64,51	73,13	62,35	7,85	0,19	278,57	234,22	939
2	2	14	3,8	18,20	22,75	0	10,90	15,60	3,44	3,00	30,16	29,90	66,21	73,63	62,95	11,20	0,14	268,89	236,98	952
6	1	1	3,74	15,40	21,90	0	10,40	15,60	2,59	3,67	26,31	22,80	65,50	72,38	63,30	11,30	0,16	294,07	239,76	953
6	1	5	3,76	14,9	21,15	0	10,35	13,35	3,03	2,71	36,20	24,90	65,42	73,74	63,60	10,50	0,17	191,09	124,70	957
6	1	4	2,92	15,65	19,25	0	11,10	12,55	3,83	3,03	30,22	24,40	61,56	68,51	60,30	11,40	0,24	208,12	179,13	969
6	3	20	1,88	19,70	24,80	0	12,00	15,00	3,38	3,38	41,10	29,20	61,80	70,71	60,80	10,90	0,20	247,22	218,91	973
2	2	13	2,55	18,20	17,90	0	8,80	12,20	3,17	3,58	35,85	25,60	65,06	68,86	60,40	9,30	0,26	299,30	267,86	976
3	3	19	2,79	15,70	19,50	0	9,00	11,60	3,86	3,98	31,67	28,00	64,79	73,36	63,70	10,90	0,12	250,56	208,54	977
6	2	13	2,73	13,73	20,37	0	8,60	13,93	2,66	2,89	30,69	23,20	65,16	73,27	63,57	10,50	0,14	227,35	185,56	983
5	3	15	3,13	16,2	20,30	0	8,50	13,80	4,89	4,18	28,35	30,20	65,81	76,38	62,30	8,70	0,25	279,36	224,10	998
Média selecionadas (\hat{u}_s)			3,21	15,88	20,99	0	9,67	13,30	3,30	3,35	34,51	26,61	64,32	71,97	62,02	10,80	0,18	296,05	247,38	
Média geral (\hat{u})			2,67	20,24	18,03	2,49	12,80	12,12	3,57	4,12	24,31	30,76	67,19	70,20	63,79	11,46	0,16	261,00	215,10	
Diferencial de seleção (DS)			0,5458	-4,35	2,962	-2,49	-3,12	1,18	-0,2638	-0,7608	10,20	-4,14	-2,86	1,77	-1,76	-0,6535	0,0264	35,05	32,28	
Herdabilidade (\hat{h}^2)			0,3265	0,4693	0,4520	0,5377	0,1231	0,3517	0,4424	0,5997	0,4581	0,6451	0,2423	0,0048	0,1795	0,7379	0,3800	0,3542	0,3708	
Ganho de seleção (GS)			0,1782	-2,04	1,33	-1,33	-0,3841	0,4158	-0,1167	-0,4563	4,67	-2,67	-0,6951	0,0084	-0,3160	-0,4822	0,0100	0,0124	0,0119	
(GS) %			6,67	-10,09	7,42	-53,77	-3,00	3,43	-3,26	-11,07	19,23	-8,70	-1,03	0,0121	-0,4954	-4,20	6,28	4,75	5,56	

**CAPÍTULO II - DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM GENÓTIPOS DE ABÓBORA
UTILIZANDO DESCRITORES QUALITATIVOS E QUANTITATIVOS
ASSOCIADOS AO FRUTO**

RESUMO

O presente trabalho objetivou estimar a divergência para caracteres qualitativos e quantitativos associados ao fruto, bem como indicar genótipos de interesse no programa de melhoramento de abóbora da Embrapa Semiárido. A análise da divergência genética utilizando Distância Euclidiana média ponderada e agrupamento UPGMA dos dados qualitativos permitiu a definição de três grupos contrastantes com similaridades de 64,38%, 57,85% e 59,76%. Observou-se a influência do descritor associado ao formato do fruto na formação dos grupos. Na análise por UPGMA dos dados quantitativos, ocorreu a formação de três grupos distintos com 80,88%, 84,43% e 79,99% de similaridade, sendo que a cultivar Jacarezinho foi 100% divergente em relação aos demais genótipos. O agrupamento resultante da soma das matrizes de dissimilaridade dos caracteres qualitativos e quantitativos permitiu a formação de dois grandes grupos, com 60,11% e 49,47% de similaridade. Comparando-se os resultados dos agrupamentos formados com os valores médios das variáveis avaliadas, observou-se grande similaridade entre as progênies *C. moschata* 1, *C. moschata* 3, *C. moschata* 4 e *C. moschata* 8. As progênies *C. moschata* 3, *C. moschata* 4 e *C. moschata* 7 se destacam pelo potencial para obtenção de linhagens produtivas e com altos teores de β -caroteno.

Palavras-chave: *Cucurbita moschata*, caracteres qualitativos, caracteres quantitativos

ABSTRACT

The present work aimed to estimate the divergence for qualitative and quantitative traits associated to fruits, as well as to indicate genotypes of interest to the Embrapa Semiárido pumpkin breeding program. The analysis of genetic divergence utilizing Euclidean Distance and UPGMA method grouping of qualitative data defined three contrasting groups with of 64,38%, 57,85% and 59,76% of similarity. The influence of the descriptor associated with fruit shape in the formation of the groups was observed. In UPGMA analysis by quantitative data, the formation of three distincted groups with 80.88%, 84.43% and 79.99% of similarity occurred, and the Jacarezinho cultivar was 100% divergent in relation to the other genotypes. The resulting grouping of the matrices of dissimilarity related to qualitative and quantitative traits allowed the formation of two large groups, with 60.11% and 49.47% of similarity. Comparing the results of the clusters formed with the mean values of the evaluated variables, a great similarity was observed between the progenies *C. moschata* 1, *C. moschata* 3, *C. moschata* 4 and *C. moschata* 8. Progenies *C. moschata* 3, *C. moschata* 4 and *C. moschata* 7 stand out in the potential of obtaining productive lines with high β -carotene content.

Keywords: *Cucurbita moschata*, qualitative traits, quantitative traits

2.1. Introdução

A abóbora (*Cucurbita moschata* Duch.) é considerada uma das espécies vegetais cultivadas detentora de um grande número de substâncias bioativas (GAJEWSKI et al., 2008). É um alimento fonte de β -caroteno (JACOBO-VALENZUELA et al., 2011), com atividade pró vitamina A que evita a degeneração macular que leva à xerofthalmia (SAINI et al., 2015). No Brasil, a deficiência de vitamina A afeta principalmente mulheres no período reprodutivo e crianças menores de cinco anos de idade (MIGLIOLI et al., 2015).

Embora estudos evolutivos confirmem que o centro de origem seja o México e países das Américas Central e do Sul (PIPERNO; PEARSALL, 1998; SMITH, 2006), no Nordeste brasileiro, a boa adaptação da abóbora ocorreu, provavelmente, devido às condições edafoclimáticas da região, uma vez que temperaturas entre 18 e 30 °C são ideais para o cultivo, não suportando temperaturas abaixo de 10 °C (RAMOS et al., 2010). As condições regionais, juntamente com o manejo de sementes de abóbora por parte dos agricultores em áreas rurais e feiras livres, promoveu ampla variabilidade para vários caracteres, comprovada através de caracterizações morfoagronômicas e de qualidade dos frutos (AMARIZ et al., 2009; BORGES et al., 2011). Essa variabilidade proporcionou a escolha de acessos representativos, bem como o estabelecimento do programa de melhoramento de abóbora na Embrapa Semiárido, visando à obtenção de populações para a seleção de linhagens que agreguem componentes de produtividade e qualidade morfoagronômica, sensorial e nutricional.

Segundo Govindaraj et al. (2015), o objetivo da conservação genética em vegetais é manter a diversidade em muitos níveis, de forma que seja uma ferramenta para monitoramento e avaliação da população. Os autores relataram que os melhoristas devem manter a diversidade e o tamanho ótimo da população para a perfeita utilização dos recursos genéticos da espécie melhorada e que a quantificação da divergência pode ser feita utilizando-se várias ferramentas, inclusive caracteres qualitativos e quantitativos. Caracteres morfoagronômicos têm sido utilizados para a determinação da divergência genética em abóbora (BORGES et al., 2011; DU et al., 2011) e em outras cucurbitáceas (DEY et al., 2006; SOLTANI et al., 2016).

O presente trabalho objetivou estimar a divergência entre progênies de abóbora com base em caracteres qualitativos e quantitativos associados ao fruto, bem como indicar genótipos de interesse para o programa de melhoramento de abóbora da Embrapa Semiárido.

2.2. Material e Métodos

O experimento foi realizado no Campo Experimental de Bebedouro/Embrapa Semiárido, em Petrolina-PE (09°09'S, 40°22'O, 365,5 m de altitude), de fevereiro a julho de 2015. As condições climáticas durante a realização do experimento caracterizaram-se por temperatura média de 26.2° C, com mínima de 19.0° C e máxima de 32.5° C, por umidade relativa média do ar de 64.8% e por precipitação acumulada no período de 38.2 mm (EMBRAPA, 2015). As análises dos frutos colhidos foram realizadas no Laboratório de Fisiologia Pós-colheita, da Embrapa Semiárido.

Foram avaliados 12 genótipos de abóbora, sendo 11 progênies provenientes de acessos pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas (BGC) para o Nordeste brasileiro, localizado na Embrapa Semiárido, Petrolina – PE, selecionadas para caracteres agronômicos e de qualidade dos frutos, incluindo os teores de carotenoides totais e de β -caroteno, e a cultivar comercial Jacarezinho (Tabela 1). Sobre as progênies, 10 delas são do segundo ciclo S₂ de autofecundação dos acessos BGC545 (*C. moschata* 1, *C. moschata* 3, *C. moschata* 4, *C. moschata* 5, *C. moschata* 6, *C. moschata* 8, *C. moschata* 9 e *C. Moschata* 10), uma do acesso BGC567 (*C. moschata* 2), uma do BGC569 (*C. moschata* 7) e uma é proveniente de um ciclo de seleção recorrente de *bulk* dos acessos denominados BGC432, BGC567, BGC498, BGC504, BGC545 e BGC620 (*C. moschata* 11).

A semeadura foi realizada em bandejas de poliestireno preenchidas com substrato comercial, em 16 de fevereiro de 2015. O solo foi preparado por meio de aração e gradagem e as mudas transplantadas 13 dias após a germinação das sementes, em linhas, utilizando-se o espaçamento de 4 m x 2,5 m. A adubação foi feita de acordo com as recomendações, após análise de solo (CAVALCANTI, 2008). A área de cultivo foi mantida limpa, com controle de plantas invasoras realizado por meio de capinas manuais. A irrigação foi feita através de gotejamento, três vezes por semana, com lâminas em torno de 10 mm, definidas com base na evaporação do tanque classe A. Realizou-se controle fitossanitário preventivo e curativo para mosca branca (*Bemisia argentifolii*) e oídio (*Podosphaera xantii*), comuns à cultura na região.

A colheita foi realizada em 3 de julho de 2015, de forma manual, selecionando-se o melhor fruto de cada planta, pelos critérios: fruto saudável, sem a presença de danos na casca e que preservassem as características de fruto da progênie de origem da planta mãe. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições e sete plantas por parcela. Realizou-se a avaliação para descritores qualitativos e quantitativos.

A análise dos descritores qualitativos multicategoricos foi feita visualmente, no fruto

selecionado utilizando-se os seguintes descritores morfológicos do MAPA (2007): a) coloração predominante do pedicelo (1= amarela; 2= verde e 3= variegada); b) coloração predominante da casca (1= creme; 2= amarela; 3= alaranjada; 4= rosa; 5= vermelha; 6= verde; 7= verde acinzentada; 8= cinza); c) intensidade de coloração predominante da casca (3= clara; 5= média; 7= escura); d) coloração secundária da casca (1= creme; 2= amarela; 3= alaranjada; 4= rosa; 5= vermelha; 6= verde; 7= cinza); e) intensidade de coloração secundária da casca (3= clara; 5= média; 7= escura); f) distribuição da coloração secundária da casca (1= em pontos; 2= em listras; 3= marmorizada); g) textura da superfície (1= lisa; 2= rugosa); h) presença/ausência de verrugas; i) formato do fruto (1= globular; 2= achatado; 3= disco; 4= oblongo; 5= elíptico; 6= cordiforme; 7= piriforme) e j) presença/ausência de gomos. A matriz de dissimilaridade genética baseada nesses descritores foi obtida pela Distância Euclidiana média ponderada, não considerando a casualização dos tratamentos (CRUZ; REGAZZI, 2011).

Para os descritores quantitativos, as estimativas das dissimilaridades fenotípicas foram obtidas avaliando-se: a) massa de fruto (Maf), em kg, pesando-se cada fruto individualmente, por meio de balança semi-analítica modelo PBK989-AB30 com capacidade de até 30 kg; b) comprimento (Comp), diâmetro maior (Dma), diâmetro menor (Dme), diâmetro longitudinal da cavidade interna (Dlg) e diâmetro mediano da cavidade interna do fruto (Dmed), determinados em paquímetro digital Leroy Merlin, com valores expressos em cm; c) espessura apical da casca (Cap), espessura equatorial da casca (Eeq), espessura apical da polpa (Epap) e espessura equatorial da polpa (Epeq), também medidos em paquímetro digital, com valores expressos em mm; d) coloração da polpa, determinadas utilizando-se colorímetro digital CR400, medindo-se os atributos luminosidade L (CpL), croma C (CpC) e ângulo de cor H (CpH); e) teor de sólidos solúveis (SS), expresso em °Brix e medido em refratômetro digital modelo Atago – PAL-1; f) acidez titulável (AT), em g de ácido cítrico.100 mL⁻¹, através de titulação com solução de NaOH a 0,1 N, usando fenolftaleína como indicador e utilizando bureta digital modelo Jencons - Digitrate pro, com capacidade para 50 ml; g) teor de carotenoides totais (Car), em µg g⁻¹, seguiu-se o método recomendado por Rodriguez-Amaya & Kimura (2004), realizando-se a extração a partir de 5 g de polpa de cada fruto, sendo as leituras realizadas com o auxílio de um espectrofotômetro Ultravioleta-visível, modelo Cary 50 Bio, a 850nm; e h) teor de β-caroteno (β-car), em µg g⁻¹, a partir do extrato usado para a determinação de carotenoides totais (Rodriguez-Amaya & Kimura, 2004). A quantificação foi realizada através de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE),

utilizando-se equipamento Waters, modelo Alliance e2695, acoplado a Detector de Arranjo de Diodos (DAD) 2998, a 450 nm. Os extratos foram conduzidos em coluna YMC Carotenoid – C 30, (4,6 × 150 mm, 3 µm), utilizando-se o gradiente: 0 min, 80 % Metanol + 20% Terc Butil Metil Éter; 0,5 min, 75% Metanol + 25% Terc Butil Metil Éter; 15 min, 15 % Metanol + 85 % Terc Butil Metil Éter; 15,05 min, 10% Metanol + 90 % Terc Butil Metil Éter; 16,5 min, 10 % Metanol + 90 % Terc Butil Metil Éter; 16,55 min, 80 % Metanol + 20 % Terc Butil Metil Éter; 22 min, 80 % Metanol + 20 % Terc Butil Metil Éter, com fluxo de 0,8 mL min⁻¹ e temperatura do forno de 33 °C; i) proporção de β-caroteno em relação ao teor de carotenoides totais (Prop), em percentual.

Utilizou-se o teste de Lilliefors (GHASEMI; ZAHEDIASL, 2012) para a verificação da normalidade das variáveis quantitativas. Por não atenderem as presunções da ANOVA, as variáveis sólidos solúveis, carotenoides totais e β-caroteno foram transformadas pela função \sqrt{x} , enquanto que a variável acidez titulável foi transformada pela função $\log x$. Logo após, realizou-se a ANOVA. A matriz de dissimilaridade genética foi obtida pelo método dadistância generalizada de Mahalanobis (D^2), indicado para dados quantitativos provenientes de experimentos instalados com repetição (CRUZ et al., 2011).

Após a obtenção das matrizes de dissimilaridade provenientes dos descritores qualitativos e quantitativos, estas foram somadas, gerando uma matriz conjunta dos dois tipos de descritores. Em seguida, realizou-se análise de agrupamento pelo método hierárquico aglomerativo de ligação média não padronizada (UPGMA), para as matrizes individuais (qualitativa e quantitativa) e conjunta. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa GENES (CRUZ, 2013).

2.3. Resultados e Discussão

As relações genéticas entre os genótipos para os caracteres qualitativos avaliados encontram-se na Figura 1a. O coeficiente de correlação cofenética do agrupamento para as variáveis avaliadas foi de 0,84, indicando que o dendrograma obtido reproduz de modo satisfatório a informação contida na matriz de dissimilaridade e na consequente formação dos grupos (CRUZ et al., 2011). Analisando a dissimilaridade, o corte a 70% de distância definiu a formação de três grupos divergentes: I) o primeiro, composto pelas progênes *C. moschata* 3, *C. moschata* 8, *C. moschata* 5, *C. moschata* 4 e *C. moschata* 1, com 35,62% de similaridade; II) formado pelas progênes *C. moschata* 7 e pela testemunha ‘Jacarezinho’, com similaridade de 42,15%; e III) constituído pelas progênes *C. moschata* 10, *C. moschata* 11, *C. moschata* 9 e *C. moschata* 6, cuja similaridade foi de 40,24%. A progênie *C. moschata* 2, destacada com a seta no dendrograma, está isolada em relação ao grupo III, com dissimilaridade de 78,4% (Figura 1a).

Através da descrição dos genótipos das progênes mães (Tabela 1), foi possível observar que o descritor 9, para a forma da secção longitudinal, relacionado ao formato do fruto parece aquele de maior influência na formação dos grupos. O grupo I concentra as progênes de um único acesso (BGC 545), cujo formato é o piriforme, enquanto que, para o grupo II, tem-se a progênie 7, de formato globular e a cultivar Jacarezinho, com formato achatado (Figura 1a). As variações de formato entre achatado e globular nos frutos avaliados em *C. moschata* 7 conferem a variabilidade existente para os dois formatos no referido tratamento. As maiores variações foram encontradas no grupo III (Figura 1a). Provavelmente a característica de maior influência para a formação desse grupo seja a presença de gomos.

O melhoramento voltado para a produtividade, mas que também associe caracteres associados ao formato do fruto é de grande importância e estudos genéticos associados à morfologia do fruto são realizados de forma aprofundada em espécies vegetais (MONFORTE et al., 2011). Os descritores qualitativos mostram variabilidade para os caracteres avaliados, abrindo a possibilidade de seleção e desenvolvimento de cultivares de formato piriforme e globular. O isolamento da progênie *C. moschata* 2 provavelmente está associado à sua diferenciação em relação à coloração da casca do tipo esverdeada.

Em relação aos caracteres quantitativos, a análise de variância indicou diferenças significativas entre as progênes avaliadas. O efeito dos tratamentos foi significativo para os 18 caracteres avaliados ($P < 0.01$ pelo teste de F), indicando variabilidade genética entre as

progênes para os caracteres quantitativos avaliados. Os coeficientes de variação indicaram variabilidade entre as progênes avaliadas variando de 1,67 a 45,56 (Tabela 2)

Na análise de agrupamento, o coeficiente de correlação cofenética associado às variáveis quantitativas foi de 0,92. Esse valor também indica o alto grau de confiabilidade nas informações contidas indicando que o dendrograma obtido reproduz de modo satisfatório a informação contida na matriz de dissimilaridade e nos grupos formados. No corte realizado a 23% de distância observou-se a formação de três grupos divergentes: I) composto pelas progênes *C. moschata* 3, *C. moschata* 8, *C. moschata* 1 e *C. moschata* 4, com similaridade de 80,88%; II) cuja composição contém as progênes *C. moschata* 7, *C. moschata* 9, *C. moschata* 2, *C. moschata* 11 e *C. moschata* 5 e similaridade de 84,43% e III) composto pelas progênes *C. moschata* 6 e *C. moschata* 10 e similaridade de 79,99% (Figura 1b). A cultivar Jacarezinho, destacada com a seta no dendrograma, foi 100% divergente em relação aos demais genótipos. As variáveis de maior contribuição relativa para a formação dos grupos divergentes foram β -car e Car, com 21,13 e 17,26% de contribuição, respectivamente. Observa-se a semelhança entre o grupo I dos dados qualitativos e o grupo I da análise dos dados quantitativos (Figura 1a e 1b). As análises de agrupamento confirmam a alta similaridade entre as progênes *C. moschata* 1, *C. moschata* 3, *moschata* 4 e *C. moschata* 8 para caracteres quantitativos e a menor similaridade para os qualitativos.

Para o agrupamento UPGMA resultante da soma das matrizes de dissimilaridade dos caracteres qualitativos e quantitativos, o coeficiente de correlação cofenética, de 0,89, demonstra o alto grau de confiabilidade nas informações nele contidas. Realizando-se um corte a 60%, observou-se a formação de dois grupos divergentes: I) composto pelas progênes *C. moschata* 3, *C. moschata* 8, *C. moschata* 1, *C. moschata* 4 e *C. moschata* 5, com 60,11% de similaridade e II) composto pelas progênes *C. moschata* 9, *C. moschata* 11, *C. moschata* 10, *C. moschata* 6, *C. moschata* 7 e *C. moschata* 2, com similaridade de 49,47% (Figura 1c). Na junção das matrizes, é confirmada a estreita relação genética entre as progênes *C. moschata* 3, *C. moschata* 8, *C. moschata* 1, *C. moschata* 4 e ocorre a formação de um subgrupo contendo as progênes *C. moschata* 9, *C. moschata* 11, *C. moschata* 10, com similaridade de 20,81%, que, embora estejam rearranjados, compõem de forma semelhante ao agrupamento III da análise dos dados qualitativos (Figura 1).

Balkaya et al. (2010) realizaram estudos de diversidade genotípica e caracterização em populações de abóbora de inverno e utilizaram os dados de desempenho dos genótipos avaliados para realização de agrupamento de similaridade. De forma semelhante e para

verificar as coincidências entre os agrupamentos formados com variáveis quantitativas, qualitativas e no agrupamento resultante da soma das matrizes de dissimilaridade dos caracteres qualitativos + caracteres quantitativos, são apresentados no presente estudo os valores médios para as variáveis quantitativas avaliadas (Tabela 3).

Para a variável Maf, foi observada uma variação entre 2,32 a 4,15 kg, com destaque para a progênie *C. moschata* 7 (Tabela 3). Ramos et al. (2010), avaliando frutos da abóbora ‘Maranhão’ comercializados no estado da Bahia encontraram a faixa de Maf variando entre 5 a 8 kg. No entanto, Resende et al. (2013) ressaltaram que há uma prevalência de consumo por abóboras com massa fresca de até 3 kg, que é o alvo do programa de melhoramento da referida espécie na Embrapa Semiárido. Portanto, para a variável Maf, observou-se o grande potencial para seleção entre as progênies avaliadas, com indicação do maior potencial para a progênie *C. moschata* 7. Nas variáveis associadas ao formato do fruto, o desempenho dos genótipos também é observada grande similaridade entre as progênies *C. moschata* 1, *C. moschata* 3, *C. moschata* 4 e *C. moschata* 8, todas provenientes da seleção dentro do acesso BGC 5450, para as variáveis quantitativas Comp, Dlg e Epap (Tabela 3).

Chitarra e Chitarra (2005) salientaram que, na relação comprimento e diâmetro do fruto, valores inferiores a 1 definem formas globulares, elipsóides e esféricas e valores superiores definem frutos com formatos alongados. A mesma similaridade entre as progênies pode também ser vista mostrando que as mesmas são de formato piriforme (Tabela 4).

Para as características químicas, a coincidência ocorre entre o desempenho e os agrupamentos apresentados pelas variáveis qualitativas e a matriz soma dos caracteres qualitativos e quantitativos, somando-se a progênie *C. moschata* 5 para a variável sólidos SS (Figura 1a e Tabela 3). Os valores médios indicam progênie *C. moschata* 3 do grupo de alta similaridade está entre as melhores para as variáveis Comp, Dlg, Epap e SS. No entanto, para as variáveis Car e β -car, a maior representação é a progênie *C. moschata* 4. Este é o genótipo com do o terceiro maior teor de Car e o primeiro em β -car.

Gajewski et al. (2008), estudando características de qualidade em diferentes espécies de abóboras, relataram que altos teores de sólidos solúveis corresponde a alto conteúdo de açúcares e é um importante fator de qualidade em abóbora e que as cultivares avaliadas que apresentaram maior teor de sólidos solúveis em seus frutos ao mesmo tempo tiveram maior teor de β -caroteno e de carotenoides totais. Embora os dados médios dos genótipos avaliados não permita observar esta relação, as progênies *C. moschata* 3 e *C. moschata* 4 poderiam ser indicadas dentro do grupo como as de maior interesse para seleção.

O isolamento da variedade Jacarezinho provavelmente está relacionado à sua uniformidade para a maioria dos caracteres colocando-a na posição de variedade comercial, bem como em função da informação de que a variável β -*car* é a de maior contribuição relativa para a diferenciação dos grupos e pelos valores médios dos teores desse pigmento nos genótipos avaliados (Tabela 3). Os valores de β -*car* nas progênies avaliadas são muito superiores ao de Jacarezinho e aos encontrados em estudos na espécie. Frutos frescos e maduros em plantas de *C. moschata* estudadas por Nakkanong et al. (2012) apresentaram 110,20 $\mu\text{g g}^{-1}$ de carotenoides totais, representados pela soma dos teores de α -caroteno, β -caroteno, luteína, violaxantina e neoxantina, e 10,52 $\mu\text{g g}^{-1}$ de β -caroteno, muito inferior inclusive a Jacarezinho. As variedades comerciais brasileiras ‘Menina Brasileira’ e ‘Goianinha’, estudadas por Azevedo-Meleiro e Rodriguez-Amaya (2007) apresentaram na soma dos carotenoides quantificados β -caroteno, α -caroteno, luteína, violaxantina e neoxantina um total de 118.7 $\mu\text{g g}^{-1}$ e 105.1 $\mu\text{g g}^{-1}$, para as variedades ‘Menina Brasileira’ e ‘Goianinha’, indicando que os níveis de β -caroteno também são inferiores aos encontrados nos genótipos avaliados. Esses resultados corroboram a importante formação dos grupos onde as progênies podem ser usadas para a entre os grupos formados para produzir híbridos de abóbora de interesse comercial com qualidade de alimento funcional.

Como o foco do melhoramento de abóbora da Embrapa Semiárido é a seleção visando a obtenção de linhagens produtivas e com valor nutricional diferenciado, são destacadas as progênies *C. moschata* 4 com maior potencial para o aumento dos teores de β -caroteno e *C. moschata* 7 para o aumento da massa do fruto. Para os diferentes grupos formados, os genótipos divergentes podem apresentar grande valor genético. As etapas futuras do programa de melhoramento de abóbora da Embrapa Semiárido podem adotar estratégias alternativas para o desenvolvimento de cultivares e híbridos de polinização aberta com foco não somente para altas produtividades, mas também para frutos de dois formatos diferenciados dos tipos piriforme e globular, bem como altos teores de β -caroteno. Estudos adicionais seriam necessários para verificar a capacidade de combinação entre progênies de grupos diferenciados. Esta possibilidade é descrita por Du et al. (2011) em estudo de divergência genética em linhagens de abóbora da mesma espécie. Os autores relataram que linhagens pertencentes a diferentes grupos obtidos através de análise de agrupamento podem ser cruzados promovendo variabilidade nas gerações segregantes.

2.4. Conclusões

- Os resultados associados aos caracteres qualitativos e quantitativos inferem que é grande a variabilidade existente nas progênes avaliadas.
- Na comparação entre os agrupamentos formados com os valores médios das variáveis avaliadas, é grande a similaridade entre as progênes *C. moschata*1, *C. moschata* 3, *C. moschata* 4 e *C. moschata* 8.
- As futuras etapas de seleção podem utilizar *C. moschata* 7 e *C. moschata* 4 como as mais promissoras entre as progênes avaliadas visando a obtenção de linhagens produtivas e com altos teores de β -caroteno.

2.5. Referências Bibliográficas

- AMARIZ, A. et al. Caracterização da qualidade comercial e teor de carotenóides em acessos de abóbora. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. S541-S547, ago. 2009. Suplemento.
- AZEVEDO-MELEIRO, C. H.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Qualitative and quantitative differences in carotenoid composition among *Cucurbita moschata*, *Cucurbita maxima* and *Cucurbita pepo*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 55, p. 4027-4033, 2007.
- BALKAYA, A.; ÖZBAKIR, M.; KURTAR, E.S. The phenotypic diversity and fruit characterization of winter squash (*Cucurbita maxima*) populations from the Black Sea region of Turkey. **African Journal of Biotechnology**. Ebène, v. 9, p. 152-162, 2010.
- BORGES, R. M. E. et al. Phenotypic variability among pumpkin accessions in the Brazilian semiarid. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 461-464, 2011.
- CAVALCANTI, F.J. de A. (Coord). **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco**. Recife: IPA. 2008. 115p.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: Fisiologia e manuseio**. Lavras: Brasil. 2005. 785p.

CRUZ, C.D. GENES. A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.35, p.271-276, 2013.

CRUZ, C.D.; FERREIRA, F.M.; PESSONI, L.A. **Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética**. Viçosa: UFV. 2011. 620p.

DEY, S.S. et al. Genetic diversity of bitter gourd (*Momordica charantia* L.) genotypes revealed by RAPD markers and agronomic traits. **Scientia Horticulturae**, v. 109, p.21-28, 2006.

DU, X.; SUN, Y.; LI, X.; ZHOU, J.; LI, X. Genetic divergence among inbred lines in *Cucurbita moschata* from China. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 127, p.207-213, 2011.

EMBRAPA SEMIÁRIDO. **Dados meteorológicos da Embrapa Semiárido: Estação Agrometeorológica de Bebedouro**. Petrolina. 2015. Disponível em: <http://www.cpatia.embrapa.br:8080/servicos/dadosmet/ceb-mes.html>. Acesso em 17 Out 2016.

GAJEWSKI, M. et al. Quality of pumpkin cultivars in relation to sensory characteristics. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, Cluj-Napoca v. 36, n. 1, p. 73-79, 2008.

GHASEMI, A.; ZAHEDIASL, S. Normality Tests for Statistical Analysis: A Guide for Non-Statisticians. **Endocrinology and Metabolism**, Bethesda, v. 10, p. 486-489, 2012.

GOVINDARAJ, M.; VETRIVENTHAN, M.; SRINIVASAN, M. Importance of Genetic Diversity Assessment in Crop Plants and Its Recent Advances: An Overview of Its Analytical Perspectives. **Genetics Research International**, Londres, v. 2015, 14p, 2015.

JACOBO-VALENZUELA, N. et al. Physicochemical, technological properties, and health-benefits of *Cucurbita moschata* Duchense vs. Cehualca. A Review. **Food Research International**. Amsterdam, v. 44, p. 2587–2593, 2011.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instruções para Execução dos Ensaio de Distingibilidade, Homogeneidade e Estabilidade de Cultivares de Abóbora (*Cucurbita spp.*)**. 2007. disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>. Acesso em 20 jul 2012.

MIGLIOLI, T.C. et al. Factors associated with the nutritional status of children less than 5 years of age. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 49, p. 49-59, 2015.

MONFORTE, A. J. et al. The genetic basis of fruit morphology in horticultural crops: lessons from tomato and melon. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 65, p. 4625–4637, 2014.

NAKKANONG, K.; YANG, J. H.; ZHANG, M. F. Carotenoid accumulation and carotenogenic gene expression during fruit development in novel interespecific inbred squash lines and their parents. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 66, p. 5936-5944, 2012.

PIPERNO, D. R.; PEARSALL, D. M. **The origins of agriculture in the Lowland Neotropics**. San Diego: Academic Press, 1998.

RAMOS, S. R. R. et al. **Aspectos técnicos do cultivo da abóbora na região Nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010. 36 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 154).

RESENDE, G.M.; BORGES, R.M.E.; GONÇALVES, N.P.S. Produtividade da cultura da abóbora em diferentes densidades de plantio no Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 31, p. 504-508, 2013.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; KIMURA, M. **HarvestPlus handbook for carotenoid analysis**. Washington: HarvestPlus. 2004. Disponível em: <http://www.harvestplus.org/sites/default/files/tech02.pdf>. Acesso em: 20 mai 2015.

SAINI , R. K.; NILE, S. H.; PARK, S.W. Carotenoids from fruits and vegetables: chemistry, analysis, occurrence, bioavailability and biological activities. **Food Research International**, Amsterdam, v. 76, p. 735-750, 2015.

SOLTANI, F.; KARIMI, R.; KASHI, A. Estimation of genetic diversity in Cucurbita species using morphological and phytochemical analysis. **International Journal of Vegetable Science**, Nova York, v. 2016, p.1-12, 2016.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **The Indian Journal of Genetic and Plant Breeding**, New Delhi, v. 41, n. 1, p. 237–245, 1981.

SMITH, B. D. Eastern North America as an independent center of plant domestication. **Procidings of the National Academy Sciences**, Washington, v. 103, n. 33, 2006. Disponível em: <http://www.pnas.org/content/103/33/12223.full>. Acesso em: 3 dez 2014.

Tabela 1. Características das progênie mães selecionadas no programa de melhoramento de abóbora da Embrapa Semiárido para caracteres comerciais e carotenoides totais.

Progênie	Descrição
<i>C. moschata</i> 1	Fruto de formato piriforme de coloração amarela; superfície lisa e sem verrugas; peso de 2,36 kg; comprimento e diâmetro de 27,6 e 14,80 cm, respectivamente; espessuras da polpa apical e equatorial de 51,68 e 18,78, teor de carotenoides totais de 671,21 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa e β -caroteno de 598,21 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa.
<i>C. moschata</i> 2	Fruto de formato globular de coloração esverdeada; superfície lisa e sem verrugas; peso de 1,63 kg; comprimento e diâmetro de 16,10 e 14,10 cm, respectivamente; espessuras da polpa apical e equatorial de 17,50 e 12,61, teor de carotenoides totais de 39,51 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa e β -caroteno de 19,98 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa.
<i>C. moschata</i> 3	Fruto de formato piriforme de coloração alaranjada; superfície lisa e sem verrugas; peso de 3,44 kg; comprimento e diâmetro de 30,20 e 16,30 cm, respectivamente; espessuras da polpa apical e equatorial de 68,21 e 23,90, teor de carotenoides totais de 549,78 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa e β -caroteno de 496,52 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa.
<i>C. moschata</i> 4	Fruto de formato piriforme de coloração alaranjada; superfície lisa e sem verrugas; peso de 2,02 kg; comprimento e diâmetro de 28,00 e 13,80 cm, respectivamente; espessuras da polpa apical e equatorial de 66,76 e 15,45, teor de carotenoides totais de 467,41 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa e β -caroteno de 387,29 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa.
<i>C. moschata</i> 5	Fruto de formato piriforme de coloração alaranjada; superfície lisa e sem verrugas; peso de 1,95 kg; comprimento e diâmetro de 17,30 e 17,60 cm, respectivamente; espessuras da polpa apical e equatorial de 31,49 e 17,85, teor de carotenoides totais de 332,72 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa e β -caroteno de 299,10 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa.
<i>C. moschata</i> 6	Fruto de formato elíptico de coloração alaranjada; superfície lisa e sem verrugas; peso de 2,23 kg; comprimento e diâmetro de 19,60 e 16,50 cm, respectivamente; espessuras da polpa apical e equatorial de 26,92 e 16,63, teor de carotenoides totais de 231,40 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa e β -caroteno de 198,61 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa.
<i>C. moschata</i> 7	Fruto de formato globular, de coloração amarela; superfície lisa e sem verrugas; peso de 3,69 kg; comprimento e diâmetro de 16,30 e 21,80 cm, respectivamente; espessuras da polpa apical e equatorial de 28,61 e 33,37, teor de carotenoides totais de 360,25 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa e β -caroteno de 312,50 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa.
<i>C. moschata</i> 8	Fruto de formato piriforme de coloração alaranjada; superfície lisa e sem verrugas; peso de 2,57 kg; comprimento e diâmetro de 27,40 e 14,50 cm, respectivamente; espessuras da polpa apical e equatorial de 68,33 e 17,05, teor de carotenoides totais de 499,08 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa e β -caroteno de 453,64 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa.
<i>C. moschata</i> 9	Fruto de formato achatado gomoso de coloração alaranjada; superfície lisa e sem verrugas; peso de 3,84 kg; comprimento e diâmetro de 18,00 e 22,30 cm, respectivamente; espessuras da polpa apical e equatorial de 25,11 e 32,58, teor de carotenoides totais de 297,33 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa e β -caroteno de 269,19 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa.
<i>C. moschata</i> 10	Fruto de formato achatado com casca gomosa de coloração alaranjada; superfície lisa e sem verrugas; peso de 1,80 kg; comprimento e diâmetro médio de comprimento e diâmetro médio de 9,70 e 18,50 cm, respectivamente; espessuras da polpa apical e equatorial de 14,28 e 17,62 cm, respectivamente, teor de carotenoides totais de 263,10 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa e β -caroteno de 234,30 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa.
<i>C. moschata</i> 11	Fruto selecionado através de avaliação visual das características externas, Fruto de formato globular casca alaranjada; superfície lisa e sem verrugas e peso de 3,5 kg.
Jacarezinho	Fruto de formato achatado com gomos de coloração verde acinzentado, mesclado com pontuações e estrias creme; casca lisa e sem verrugas; peso médio de 2 kg (RAMOS et al, 2010).

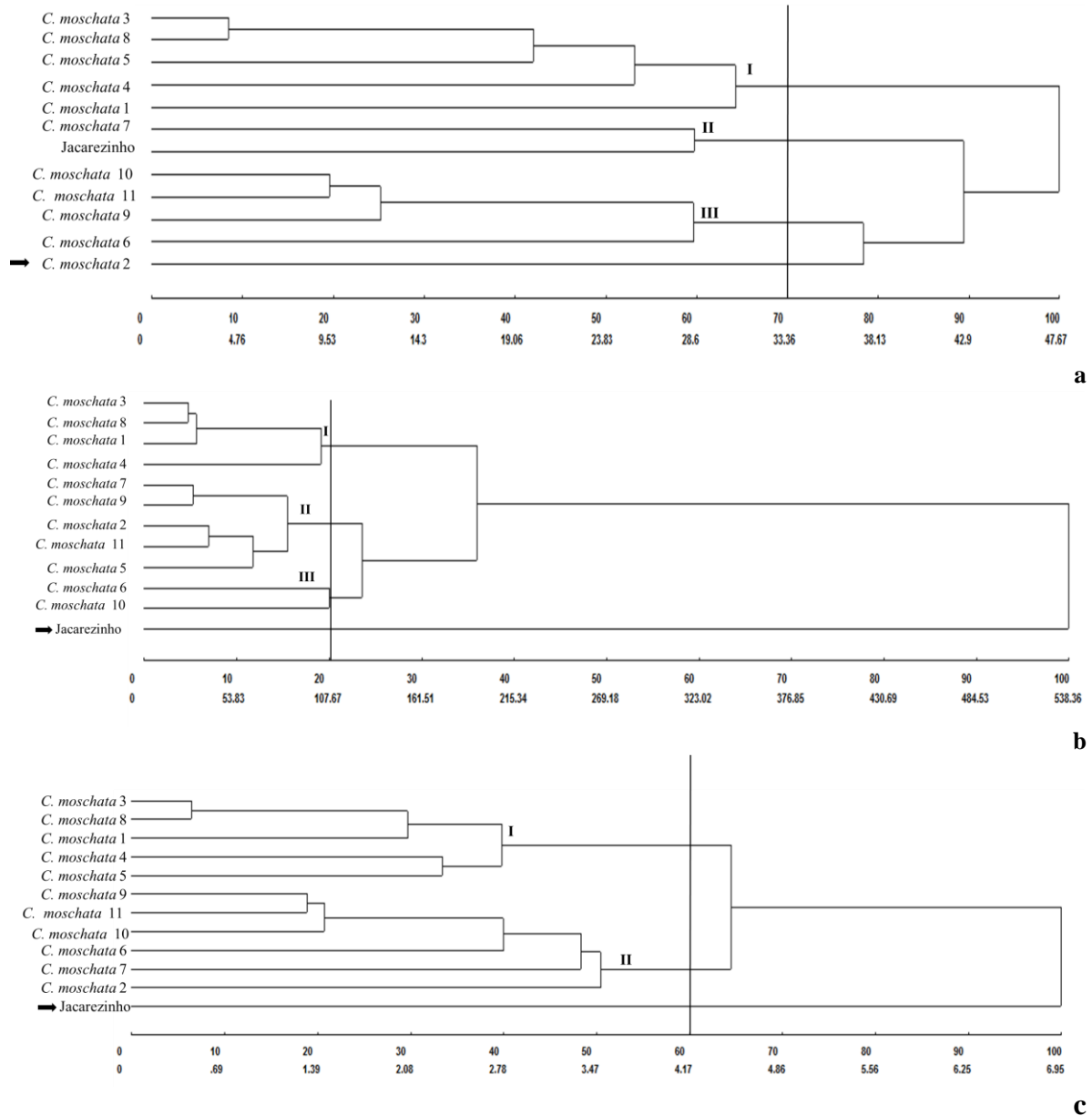


Figura 1. Relações genéticas entre 12 genótipos de abóbora usando análise de agrupamento UPGMA: **a)** baseadas em 11 caracteres qualitativos; **b)** baseadas em 18 caracteres quantitativos; **c)** resultante da soma das matrizes de dissimilaridade dos caracteres qualitativos + caracteres quantitativos.

Tabela 2. Análise de variância para os caracteres massa do fruto (Maf), comprimento (Comp), diâmetro maior (Dma), diâmetro menor (Dme), diâmetro longitudinal da cavidade interna (Dlg), diâmetro mediano da cavidade interna (Dmed), espessura apical da casca (Cap), espessura equatorial da casca (Eeq), espessura apical da polpa (Epap), espessura equatorial da polpa (Epeq), coloração da casca e da polpa para atributos luminosidade ou L (CpL), croma ou C (CpC) e ângulo de cor ou H (CpH), teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), teor de carotenoides totais (Car), teor de β -caroteno (β -car) e proporção de β -caroteno em relação ao teor de carotenoides totais (Prop) em genótipos de abóbora (*C. moschata*).

Fonte de variação	G.L.	Q.M.									
		Maf	Comp	Dma	Dme	Dlg	Dmed	Cap	Eeq	Epap	Epeq
Blocos	3	0,07	2,25	1,75	19,44	0,37	1,29	0,20	0,03	16,41	9,05
Tratamentos	11	1,56**	189,38**	30,08**	59,44**	36,66**	12,28**	6,04**	3,35**	160**	152,66**
Resíduo	33	0,16	3,67	1,16	7,28	1,47	0,53	0,27	0,23	57,93	6,84
Média		3,10	21,26	18,72	7,10	11,67	13,16	5,54	4,85	42,64	24,19
C.V. (%)		13,02	9,02	5,77	45,56	10,41	5,55	9,44	9,94	17,85	10,81
Fonte de variação	G.L.	Q.M.									
		Cpl	Cpc	Cph	SS	AT	Car	β -car	Prop		
Blocos	3	0,38	1,34	0,54	0,01	0,01	7,10	6,53	16,85		
Tratamentos	11	21,95**	9,78**	26,68**	0,17**	0,02**	35,53**	37,09**	205,17**		
Resíduo	33	1,96	1,32	1,62	0,04	0,01	3,91	3,37	7,87		
Média		63,12	69,03	58,95	13,17	0,29	365,95	284,79	74,46		
C.V. (%)		2,22	1,67	2,16	6,05	11,64	10,50	11,11	3,72		

** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente pelo teste F.

Tabela 3. Desempenho dos genótipos para as variáveis para os caracteres massa do fruto (Maf), comprimento (Comp), diâmetro maior (Dma), diâmetro menor (Dme), diâmetro longitudinal da cavidade interna (Dlg), diâmetro mediano da cavidade interna (Dmed), espessura apical da casca (Cap), espessura equatorial da casca (Eeq), espessura apical da polpa (Epap), espessura equatorial da polpa (Epeq), coloração da casca e da polpa para atributos luminosidade ou L (CpL), croma ou C (CpC) e ângulo de cor ou H (CpH), teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), teor de carotenoides totais (Car), teor de β -caroteno (β -car) e proporção de β -caroteno em relação ao teor de carotenoides totais (Prop) no estudo de divergência genética em abóbora (*C. moschata*).

Variáveis avaliadas	<i>C. moschata</i>											Jacarezinho
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Maf	2,64 ± 0,61	3,90 ± 1,44	3,35 ± 0,73	2,67 ± 0,63	2,32 ± 0,78	2,89 ± 0,67	4,15 ± 0,73	2,86 ± 0,68	3,08 ± 0,86	2,72 ± 0,59	4,01 ± 1,33	2,52 ± 0,67
Comp	28,89 ± 5,26	19,62 ± 4,31	32,23 ± 5,51	29,28 ± 5,17	19,03 ± 4,26	19,46 ± 4,78	17,14 ± 2,51	29,62 ± 3,90	16,29 ± 3,26	13,61 ± 3,51	17,64 ± 4,37	12,04 ± 1,60
Dma	14,87 ± 1,04	21,49 ± 4,23	16,47 ± 1,38	16,52 ± 1,40	18,03 ± 2,30	17,29 ± 2,48	23,15 ± 1,78	15,17 ± 1,52	19,76 ± 2,60	20,93 ± 2,22	21,77 ± 4,11	19,11 ± 2,78
Dme	9,00 ± 1,67	7,93 ± 0,11	10,34 ± 0,86	8,54 ± 1,48	8,11 ± 1,31	9,88 ± 0,55	-	9,51 ± 0,99	11,20 ± 0,00	9,00 ± 0,00	9,57 ± 1,86	-
Dlg	15,57 ± 2,39	12,54 ± 2,82	16,01 ± 3,20	12,88 ± 1,94	10,40 ± 2,62	12,40 ± 3,60	10,38 ± 1,78	15,01 ± 2,98	10,39 ± 3,03	7,25 ± 2,05	9,98 ± 2,43	6,74 ± 1,02
Dmed	10,39 ± 0,89	14,76 ± 2,59	11,67 ± 1,60	12,67 ± 1,37	13,48 ± 1,72	11,53 ± 2,03	15,92 ± 1,84	11,24 ± 2,05	13,37 ± 1,89	14,88 ± 2,54	15,08 ± 2,18	12,89 ± 2,02
Cap	5,59 ± 1,32	5,88 ± 1,36	6,04 ± 1,63	6,60 ± 1,08	7,04 ± 1,29	5,89 ± 1,33	4,05 ± 1,00	6,56 ± 1,18	4,60 ± 0,97	5,75 ± 1,58	5,79 ± 1,21	2,63 ± 0,74
Eeq	5,14 ± 1,71	5,74 ± 1,64	5,40 ± 2,20	4,44 ± 0,78	6,14 ± 1,59	4,93 ± 1,25	4,27 ± 1,10	5,11 ± 1,10	4,05 ± 1,04	4,71 ± 0,81	5,49 ± 1,32	2,70 ± 1,11
Epap	64,45 ± 17,80	31,18 ± 12,43	69,22 ± 26,82	75,48 ± 17,61	39,0 ± 14,47	32,20 ± 8,40	28,57 ± 4,94	67,63 ± 23,74	25,79 ± 5,19	24,77 ± 5,42	31,20 ± 9,67	23,36 ± 5,21
Epeq	17,45 ± 2,15	26,04 ± 7,13	21,29 ± 4,14	15,72 ± 2,37	16,62 ± 4,29	26,91 ± 4,82	32,50 ± 4,69	17,00 ± 3,42	28,17 ± 5,96	27,99 ± 6,43	31,23 ± 8,92	29,14 ± 6,79
CpL	63,05 ± 1,88	62,52 ± 2,16	60,69 ± 7,17	61,57 ± 2,47	63,36 ± 3,23	63,51 ± 2,53	61,48 ± 1,89	62,69 ± 2,72	63,54 ± 1,93	27,99 ± 6,43	62,51 ± 2,27	70,04 ± 2,76
CpC	70,59 ± 2,47	70,46 ± 2,49	69,12 ± 2,71	67,14 ± 2,94	69,82 ± 3,03	68,64 ± 3,16	69,56 ± 2,63	68,62 ± 1,88	69,87 ± 3,28	69,33 ± 2,20	70,30 ± 2,93	65,05 ± 3,81
CpH	58,41 ± 2,05	58,01 ± 1,95	58,70 ± 3,26	57,09 ± 2,38	59,27 ± 3,32	59,69 ± 2,24	56,46 ± 1,40	58,79 ± 2,45	58,26 ± 2,08	57,96 ± 2,23	58,12 ± 2,47	66,66 ± 2,79
SS	13,81 ± 2,44	12,23 ± 2,34	16,44 ± 9,80	14,17 ± 2,08	14,24 ± 3,25	12,65 ± 2,54	13,23 ± 2,23	13,75 ± 2,38	12,71 ± 2,78	11,61 ± 3,27	13,68 ± 2,76	9,88 ± 2,76
AT	0,29 ± 0,08	0,22 ± 0,06	0,71 ± 2,20	0,25 ± 0,07	0,28 ± 0,08	0,24 ± 0,07	0,25 ± 0,07	0,29 ± 0,08	0,28 ± 0,07	0,25 ± 0,09	0,27 ± 0,12	0,20 ± 0,06
Car	384,55 ± 187,66	376,48 ± 121,37	352,43 ± 132,19	428,90 ± 139,13	385,53 ± 165,88	260,09 ± 89,96	415,57 ± 90,13	399,75 ± 199,32	431,66 ± 148,81	437,37 ± 162,57	410,10 ± 168,21	106,50 ± 37,36
β -car	297,85 ± 142,73	283,81 ± 91,17	282,67 ± 98,68	341,74 ± 116,52	307,10 ± 132,14	200,24 ± 74,09	325,61 ± 69,02	312,36 ± 160,88	337,59 ± 121,80	339,03 ± 128,75	327,90 ± 152,35	58,99 ± 31,08
Prop	77,02 ± 5,30	75,57 ± 4,35	74,95 ± 7,07	79,36 ± 4,40	79,42 ± 5,56	76,11 ± 7,07	78,61 ± 5,28	77,53 ± 3,38	77,91 ± 3,69	77,08 ± 5,22	78,37 ± 7,50	53,16 ± 11,78

Médias e desvio padrão

**CAPÍTULO III - CORRELAÇÕES ENTRE PRODUÇÃO, QUALIDADE SENSORIAL
E NUTRICIONAL EM FRUTOS DE PROGÊNIES DE ABÓBORA (*Cucurbita
moschata* Duch.)**

RESUMO

A abóbora é uma das hortaliças que apresentam altas quantidades de β -caroteno. No avanço do programa de melhoramento genético de abóbora, características associadas à produção e propriedades físicas e químicas dos frutos estão sendo avaliadas. Além disso, torna-se necessário determinar as correlações entre as variáveis de interesse por meio de análises como trilha e a correlação de Pearson, para avanços significativos nas próximas etapas de seleção. O estudo teve como objetivo determinar as correlações entre variáveis associadas à produção e a atributos de qualidade sensorial e nutricional em progênies de abóbora. Maiores variações e correlações diretas altas ocorreram nas variáveis associadas ao formato do fruto. Os resultados indicam a possibilidade de seleção para frutos com formatos diferenciados e massa de fruto que atenda as necessidades de mercado. As correlações entre luminosidade, cromaticidade e, principalmente, ângulo Hue da polpa com carotenoides totais e β -caroteno permitem a seleção indireta para o aumento dos níveis desses pigmentos, desde que os genótipos sejam contrastantes em relação aos teores desses compostos. As variáveis explicaram 98% da variação disponível na da variável básica na análise de trilha, onde quatro variáveis podem ser usadas para seleção direta visando o aumento da produção.

Palavras-chave: *Cucurbita moschata*, análise de trilha, atributos de qualidade, carotenoides totais

ABSTRACT

Pumpkin is one of the vegetables that have high amounts of β -carotene. In the advance of the pumpkin breeding program, characteristics associated with the production, physical and chemical properties of the fruits are being evaluated. In addition, is necessary determine the correlations between the traits of interest through path analysis and Pearson's correlation, for significant advances in the next selection stages. The aim of this study was determine the correlations between variables associated with production and attributes of sensorial and nutritional quality in pumpkin progenies. Higher variations and high direct correlations occurred in the variables associated with fruit shape. The results indicate the possibility of selection for fruits with differentiated formats and ideal weight. The correlations between luminosity, chromaticity and, especially, Hue angle of the pulp with total carotenoids and β -carotene allow the indirect selection to increase the levels of these pigments, provided that the genotypes are contrasting in relation to the contents of these compounds. The variables explained 98% of the variation in the basic variable in path analysis, where four variables can be used for direct selection aiming improving fruit weight.

Keywords: *Cucurbita moschata*, path analysis, quality attributes, total carotenoids

3.1. Introdução

A produção em espécies cultivadas é o resultado de muitos caracteres interdependentes. No melhoramento vegetal, sempre se buscam por variações genéticas que proporcionem a seleção de genótipos agronomicamente desejáveis principalmente aqueles altamente correlacionados entre si e produção (KHAN et al., 2017), tomando-se o cuidado em determinar os efeitos diretos e indiretos sobre uma variável básica (NOGUEIRA et al., 2012). Segundo Sultana et al. (2015) a análise de trilha permite o conhecimento dos efeitos diretos e indiretos de características físicas de frutos com a produção.

Da mesma forma, são consideradas as correlações entre características que conferem qualidade ao fruto, conceituada como grau de excelência de um produto, englobando propriedades sensoriais como aparência, textura, sabor e aroma, bem como valor nutritivo e propriedades funcionais (ABBOT, 1999).

A abóbora (*Cucurbita moschata*) é considerada um dos vegetais que satisfazem os requisitos de uma nutrição saudável (HONG et al., 2015) apresentando sabor doce e suave bastante apreciado pelo consumidor (ZHOU et al., 2014). É uma das cucurbitáceas mais consumidas na região Nordeste do Brasil e é reconhecidamente uma fonte de carotenoides totais, principalmente de β -caroteno (MEZZOMO; FERREIRA, 2016; SAINI et al., 2015). Esses são pigmentos encontrados naturalmente em vegetais, os quais são convertidos em vitamina A, sendo o β -caroteno o mais abundante e com maior atividade provitamina A.

Em contraste ao alto consumo de abóbora, nessa mesma região brasileira, a deficiência de vitamina A (DVA) é um sério problema de saúde pública em mulheres no período reprodutivo e em crianças menores de cinco anos de idade, havendo uma prevalência, na região, de 29,4% de mulheres em idade reprodutiva e de 12,3% de crianças menores de cinco anos de idade (MIGLIOLI et al., 2015). A DVA é a causa frequente, porém evitável, de xeroftalmia (SANTOS et al., 2010), tendo como uma das causas uma dieta com pouca ingestão de fontes alimentares vegetais ricas em carotenoides totais, principalmente β -caroteno (FAUSTINO et al., 2016).

A avaliação e disponibilização de genótipos de abóbora produtivos, com alta qualidade comercial e altos teores de β -caroteno é justificada pelo hábito regional de consumo, tendo em vista que a abóbora pode auxiliar no combate a DVA e é uma das estratégias do programa de melhoramento genético, onde a variabilidade existente e comprovada em germoplasma coletados na região (BORGES et al, 2011) permitiu o avanço do processo de seleção de genótipos com alto valor comercial e com altos teores de carotenoides totais e, particularmente, β -caroteno. As ações dentro do programa de melhoramento permitiram a

obtenção de progênies com características comerciais e nutricionais de interesse e que devem ser avaliadas para a continuidade das próximas fases de seleção.

O presente estudo foi realizado com o objetivo de determinar as correlações entre variáveis associadas à produção e atributos de qualidade sensorial e nutricional em progênies de abóbora.

3.2. Material e Métodos

3.2.1. Químicos e reagentes usados nas análises

Para determinar a acidez total titulável (AT), utilizou-se NaOH (0,1N) e fenolftaleína como indicador (IAL, 1985). As soluções e reagentes de extração de carotenoides totais utilizados foram acetona (Dinâmica Contemporânea, Diadema, SP, Brasil); éter de petróleo (Vetec, Duque de Caxias, SP, Brasil); sulfato de sódio anidro (Dinâmica, Diadema, SP, Brasil) e cloreto de sódio (Cinética, Jandira, SP, Brasil). Para a determinação dos teores dos pigmentos carotenoides totais e de β -caroteno, em HPLC, utilizou-se acetona, éter metil-terc-butil, bem como o padrão β -caroteno, pureza mínima $\geq 95\%$ (Sigma, Fairfield, Connecticut, CT, USA).

3.2.2. Local de realização do experimento

A área experimental de cultivo foi implantada no Campo Experimental de Bebedouro/Embrapa Semiárido, localizado em Petrolina-PE (09°09'S, 40°22'O, 365,5 m de altitude), no período compreendido entre os meses de fevereiro a julho de 2015. As condições climáticas durante a realização do experimento caracterizaram-se por temperatura média de 26,2°C, com mínima de 19,0°C e máxima de 32,5°C, por umidade relativa média do ar de 64.8% e por precipitação acumulada no período de 38,2 mm (EMBRAPA SEMIÁRIDO, 2015).

As análises dos frutos colhidos foram realizadas no Laboratório de Fisiologia Pós-colheita, da Embrapa Semiárido.

3.2.3. Material vegetal e procedimento em campo

A espécie de abóbora utilizada neste experimento foi *C. moschata*. Foram avaliados 12 genótipos de abóbora, sendo 11 progênies provenientes de acessos pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de *Cucurbita* (BGC) da Embrapa Semiárido, selecionadas para caracteres agrônômicos e de qualidade dos frutos, incluindo os teores de carotenoides totais e

β -caroteno, e a variedade comercial Jacarezinho, como testemunha (Tabela 1). Sobre as progênies, oito delas são do segundo ciclo S_2 de autofecundação dos acessos BGC545 (*C. moschata* 1, *C. moschata* 3, *C. moschata* 4, *C. moschata* 5, *C. moschata* 6, *C. moschata* 8, *C. moschata* 9 e *C. Moschata* 10), uma do acesso BGC567 (*C. moschata* 2), uma do BGC569 (*C. moschata* 7), e uma é proveniente de um ciclo de seleção recorrente de *bulk* dos acessos denominados BGC432, BGC567, BGC498, BGC504, BGC545 e BGC620 (*C. moschata* 11).

A semeadura das sementes das progênies mães foi realizada em bandejas de poliestireno preenchidas com substrato comercial, em 16 de fevereiro de 2015. O plantio foi feito em linhas, sendo cada uma composta por 21 plantas. Efetuou-se o transplântio 13 dias após a germinação das sementes, em 02 de março de 2015, utilizando-se o espaçamento de 4 m x 2,5 m. O solo foi preparado por meio de aração e gradagem. A adubação foi feita de acordo com as recomendações, após análise de solo (CAVALCANTI, 2008). A área de cultivo foi mantida limpa, com controle de plantas invasoras realizado por meio de capinas manuais. A irrigação foi feita pelo sistema de gotejamento, três vezes por semana, com lâminas em torno de 10 mm, definidas com base na evaporação do tanque classe A. Realizaram-se controle fitossanitários preventivos e curativos da mosca branca (*Bemisia argentifolii*) e oídio (*Podosphaera xantii*), comuns à cultura na região. A colheita foi realizada no mês de julho de 2015, de forma manual, selecionando-se o melhor fruto de cada planta, a partir de avaliação visual, considerando-se fruto saudável, sem a presença de danos na casca e que preservassem as características de fruto da progênie de origem da semente da planta mãe.

3.2.4. Variáveis avaliadas

As análises de correlação associadas a produção foram feitas baseadas nas características: massa de fruto (Maf), em kg, pesando-se cada um individualmente, por meio de balança semi-analítica modelo PBK989-AB30 com capacidade de até 30 kg e variação de pesagem de até 1% (Metler-Toledo, Barueri, SP, Brasil); comprimento (Comp), diâmetro maior (Dma), diâmetro menor (Dme), diâmetro longitudinal da cavidade interna (Dlg) e diâmetro mediano da cavidade interna (Dmed) dos frutos, determinados em paquímetro digital (LeroyMerlin, Nœux-les-Mines, França), com valores expressos em cm; espessura apical da casca (Cap), espessura equatorial da casca (Eeq), espessura apical da polpa (Epap) e espessura equatorial da polpa (Epeq), também medidos em paquímetro digital, mas expressando-se os valores em mm.

Para as análises de correlação de características de qualidade sensorial e nutricional, as características avaliadas foram: coloração da polpa, determinadas utilizando-se colorímetro

digital modelo CR400 (Konica Minolta, Ramsey, Nova Jersey, NJ, USA), medindo-se os atributos luminosidade L (CpL), croma C (CpC) e ângulo de cor H (CpH); teor de sólidos solúveis (SS), expresso em °Brix e medido em refratômetro digital modelo Atago – PAL-1 (Atago, Bellevue, Washington, WA, USA), com compensação automática de temperatura (AOAC, 1998); acidez titulável (AT), em mg de ácido cítrico.100 mL⁻¹, através de titulação com solução de NaOH a 0,1 N, usando fenolftaleína como indicador (IAL, 1985) e utilizando bureta digital modelo Jencons - Digitrate pro (Alpax, Diadema, SP, Brasil), com capacidade para 50 ml; g) teor de carotenóides totais (Car), em µg g⁻¹) teor de β-caroteno (β-car), em µg g⁻¹. Para a extração desses compostos, seguiu-se o método recomendado por Rodriguez-Amaya e Kimura (2004), a partir de 5 g de cada fruto. A quantificação foi realizada através de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), utilizando-se equipamento Waters, modelo Alliance e2695, acoplado a Detector de Arranjo de Diodos (DAD) 2998 (Milford, Massachusetts, MA, USA), a 450 nm. Os extratos foram conduzidos em coluna YMC Carotenoid – C 30, (4,6 × 150 mm, 3µm), utilizando-se o gradiente: 0 min, 80 % Metanol + 20% Terc Butil Metil Éter; 0,5 min, 75% Metanol + 25% Terc Butil Metil Éter; 15 min, 15 % Metanol + 85 % Terc Butil Metil Éter; 15.05 min, 10% Metanol + 90 % Terc Butil Metil Éter; 16.5 min, 10 % Metanol + 90 % Terc Butil Metil Éter; 16.55 min, 80 % Metanol + 20 % Terc Butil Metil Éter; 22 min, 80 % Metanol + 20 % Terc Butil Metil Éter, com fluxo de 0,8 mL min⁻¹ e temperatura do forno de 33°C. Complementarmente, determinou-se a proporção de β-caroteno em relação ao teor de carotenoides totais (Prop), em percentual.

3.2.5. Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com quatro repetições e sete plantas por parcela. A verificação da normalidade das variáveis quantitativas foi feita utilizando-se o teste de Lilliefors (GHASEMI; ZAHEDIASL, 2012). Por não atenderem as pressuposições da ANOVA, as variáveis sólidos solúveis, carotenoides totais e β-caroteno foram transformadas pela função \sqrt{x} , enquanto que a variável acidez titulável foi transformada pela função $\log x$. Logo após, realizou-se a ANOVA. Os dados foram submetidos a análises de variância e agrupamento de médias pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$).

Com as variáveis associadas à produção, realizou-se a avaliação de multicolinearidade, em que o grau de multicolinearidade da matriz de correlações entre as variáveis independentes do modelo de regressão foi estabelecido com base em seu número de condições, que é a razão

entre o maior e o menor autovalor da matriz de correlação genética. Quando o número de condições é menor que 100, a multicolinearidade é fraca e não ocasiona problema para a análise; quando se situa entre 100 e 1.000, é de moderada a forte; e quando é maior que 1.000, é severa (MONTGOMERY et al., 1981). Logo após, realizou-se a análise de trilha, em que Maf foi considerada a variável básica e as demais consideradas variáveis explicativas.

Finalmente, foi feito o estudo de correlação para o conjunto de variáveis sensoriais e nutricionais por meio do coeficiente de correlação de Pearson. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa GENES (CRUZ, 2013).

3.3. Resultados e Discussão

A análise de variância indicou diferenças significativas entre os tratamentos avaliados. O coeficiente de variação variou entre 1,67 na variável CpC a 45,56 na variável Dme (Tabela 2). Em cucurbitáceas, a importância da verificação da heterogeneidade e de sua magnitude na avaliação de genótipos é de grande importância por permitir a obtenção de ganhos no processo de seleção (NDUKAUBA, et al., 2015). Tal heterogeneidade é indicada pelo coeficiente de variação e valores mais altos indicam maior variabilidade (CYRIL et al., 2014; SINGH et al., 2017).

No agrupamento de médias, as maiores variações para os valores médios entre os genótipos foram observadas nas variáveis associadas ao formato do fruto (Tabela 3). Os valores para a variável Maf variaram de 2,52 kg, na testemunha Jacarezinho, a 4,17 kg na progênie *C. moschata* 7 (Tabela 3). Os estudos associados a determinação da Maf em abóbora mostram diferentes resultados em função dos genótipos avaliados. Por exemplo, Du et al. (2011) em estudo sobre diversidade em linhagens de abóbora da mesma espécie, observaram valores médios de 2,9 kg, enquanto que Soltani et al. (2016), ao estimarem a diversidade genética em acessos de diferentes espécies do gênero *Cucurbita*, registraram valores médios para Maf em *C. moschata*, de 5,8 kg. A massa do fruto é uma das características de grande interesse no programa de melhoramento de aboboreira, tendo como foco o alcance de linhagens com Maf de aproximadamente 3 kg. Portanto, os valores médios (Tabela 3) apresentados nas progênies avaliadas no presente estudo estão próximos ao desejado.

O maior valor médio da variável Comp foi apresentado pela progênie *C. moschata* 3. Ainda houve a formação de um grupo composta pelas progênies *C. moschata* 1, *C. moschata* 4 e *C. moschata* 8 (Tabela 3). Quando são comparados os valores médios da variável Comp com as médias da variável Dma, é possível observar uma relação inversa entre as duas variáveis, onde tratamentos com maiores valores médios de Comp também apresentam baixos

valores de Dma (Tabela 3). A relação entre o comprimento do fruto e o diâmetro do fruto define o seu formato. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), valores inferiores a 1 nessa relação definem formas globulares, elipsoides e esféricas. Portanto, quando o comprimento tem valores superiores ao diâmetro (relação superior a 1) o formato dos frutos é alongado. No caso das progênies avaliadas e da cultivar Jacarezinho, ao se observar os valores médios para a variável Dma com a variável Comp, os resultados mostram a semelhança dos frutos com a descrição dos formatos apresentados pelas progênies mães (Tabela 1), indicando a possibilidade de seleção entre as progênies, tanto de uma variedade de formato globular, piriforme ou achatado.

Para a variável Dme, os genótipos *C. moschata* 7 e Jacarezinho formaram o grupo de valor zero para essa variável (Tabela 3), mostrando a relação direta entre presença do diâmetro menor e fruto de formato alongado. Para a variável Dlg, destacaram-se as progênies *C. moschata* 1, *C. moschata* 3 e *C. moschata* 8 (Tabela 3). Estas progênies também formaram o grupo com os menores valores para a variável Dmed (Tabela 3). O formato do fruto influencia as medidas associadas à sua cavidade interna, sendo que frutos com maior cavidade produzem maior número de sementes, resultando em redução na massa do fruto. Segundo Barbosa (2009), a seleção das medidas de cavidade está correlacionada a destinação do fruto: caso o interesse seja a produção de sementes, por exemplo, frutos com cavidade maior são mais interessantes. Para o consumo humano é de interesse que se produzam frutos com menor cavidade, pois haverá maior rendimento de polpa. Nas progênies aqui avaliadas para as variáveis Dlg e Dmed, a seleção deverá ser direcionada a redução da cavidade interna.

Características como espessura da casca e espessura da polpa são estudadas em abóbora (DU et al., 2011) e outras cucurbitáceas, como melão (PAIVA et al., 2003), uma vez que frutos com polpas mais espessas conferem maior rendimento, fator importante para a comercialização e industrialização de vários frutos (BLANK et al., 2013). Os valores associados a Cap variaram de 2,63 mm, na testemunha Jacarezinho, a 7,07 mm, na progênie *C. moschata* 5 (Tabela 3). Para a variável Eeq, o menor valor obtido foi 2,70 mm para a cultivar Jacarezinho. Houve um agrupamento constituído pelas progênies *C. Moschata* 2, *C. moschata* 3, *C. moschata* 5, e *C. moschata* 11 (Tabela 3). Os maiores valores encontrados para a variável Epap foram para as progênies *C. moschata* 1, *C. moschata* 3, *C. moschata* 4 e *C. moschata* 8 (Tabela 3), evidenciando a correlação da variável Dme com o aumento da espessura apical da polpa. Para a variável Epeq, também associada à espessura da polpa, os maiores valores médios foram encontrados em *C. moschata* 7 e *C. moschata* 11 (Tabela 3).

A aparência e aceitabilidade de frutos por parte do consumidor estão diretamente

relacionadas à sua coloração (ZHAO et al., 2015). Porém a cor é uma variável complexa, constituída por alguns elementos. A luminosidade (L), por exemplo, é um dos elementos cuja avaliação pode variar de 0 (preto) a 100 (branco), e representa o brilho da superfície (ALBERTINI et al., 2012). A variável CpL, por sua vez, apresentou o maior valor na variedade Jacarezinho, não havendo diferenças significativas entre as progênes avaliadas (Tabela 3). Para abóbora, a coloração laranja da polpa é um importante componente da qualidade e, segundo (SASAKI et al., 2014), o ângulo Hue (CpH) ou ângulo de cor, é a variável que melhor define esta característica. Nesse caso, valores inferiores a 75° e superiores a 30° representam a cor laranja, sendo que os valores menores definem a coloração mais escura. No nosso estudo, a avaliação do ângulo de cor agrupou as progênes de forma a não haver diferenças significativas entre elas (Tabela 3), mas diferindo significativamente em relação à variedade Jacarezinho. Quando esse resultado é comparado com os resultados obtidos para as variáveis Car, β -car e Prop, observou-se que os agrupamentos nas três variáveis são indicadores dos altos teores de carotenoides totais, β -caroteno e da proporção entre eles (Tabela 3).

Diferenças de 15 – 20% no ângulo Hue corresponderam, no presente estudo, a teores de carotenoides totais até quatro vezes maiores nas progênes avaliadas em comparação a variedade Jacarezinho (Tabela 3). Esse resultado demonstra que as estimativas dos teores de carotenoides geradas com o uso do ângulo Hue somente são válidas para genótipos contrastantes.

Segundo Adubofuor et al. (2016), a acidez titulável é importante para o equilíbrio do sabor, e um pH baixo leva a uma cor mais estável da polpa inibindo a deterioração microbiana. Os mesmos autores salientaram que as variáveis SS e AT são quantificadas porque fornecem uma visão geral da maturidade do fruto. Portanto, a definição dos níveis ideais de SS e AT pode ser usada como indicador do ponto de colheita (ADUBOFUOR et al., 2016). No presente estudo, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos avaliados e a testemunha Jacarezinho para essas variáveis (Tabela 3). No entanto, o valor médio encontrado nas progênes (Tabela 3) foi próximo ao limite de 11 a 13° Brix, descrito por Loy (2004) como ideal para abóbora após a colheita, e tanto as progênes quanto a variedade testemunha Jacarezinho tiveram valores de SS que atendem aos requisitos de mercado. Para a variável AT, os valores apresentados nas progênes são os esperados para esse fruto, revelando uma uniformidade das progênes para esse caráter.

As informações geradas por análises de correlações podem ser usadas para aumentar a eficiência no melhoramento e reduzir as populações de plantas durante o processo de seleção

(SOLTANI et al., 2016).

Todas as variáveis determinadas foram submetidas à análise de correlação. As correlações entre as variáveis de produção por análise de trilha encontram-se na Tabela 4. Multicolinearidades severas foram detectadas nas variáveis Ecap e Epeq, as quais foram eliminadas das análises visando preservar a confiabilidade dos resultados. O coeficiente de determinação para a análise de trilha foi de 0,98 e o valor do coeficiente da variável residual foi de 0,12.

Os relatos sobre análise de correlação de trilha em abóbora são poucos. Khan et al. (2017) identificaram que a massa do fruto é uma das características que permitem a seleção de genótipos produtivos em *Thrichosamthesanguina* L. (abóbora cabeça de cobra).

Segundo Naik et al. (2015), a análise de trilha permite a compreensão da contribuição direta ou indireta de cada variável em relação a variável dependente e associada a produção. Esses autores salientaram ainda que, para fins de melhoramento, é importante identificar os caracteres de alta correlação com a variável básica e de maior efeito direto em sentido favorável à seleção, de tal modo que a resposta correlacionada por meio da seleção indireta seja eficiente.

O coeficiente de determinação indicou que as variáveis explicaram 98% da variação que ocorreu na variável básica Maf (Tabela 4). Segundo Souza (2013), na interpretação dos resultados na análise de trilha, quando o efeito direto de uma variável explicativa for, em módulo, menor do que o efeito residual, mas o coeficiente de correlação (r) ou efeito total foi maior do que a variável residual, essa variável influencia a variável principal apenas indiretamente, sendo que sua importância é somente em conjunto com as demais variáveis explicativas. Esta situação ocorre com a variável Dma (Tabela 4).

Ainda, segundo esse mesmo autor, se o efeito direto for maior do que o efeito residual, o efeito da variável é via direta. Foi observado que as variáveis de maior influência, cujas estimativas de efeito direto apresentaram essa condição foram Dlg (1,39), Dmed (0,99), Epeq (0,61), Epap (0,57) e Dme (0,40) (Tabela 4).

Embora a variável Dlg tenha apresentado o maior efeito direto de 11,58 vezes maior do que o efeito da variável residual, observa-se que sua correlação positiva com Maf é muito baixa (0,05). É também observado que Dlg influencia indiretamente a variável Comp, dando a indicação de que frutos compridos apresentam menor Maf. Esse resultado conclui que, das variáveis de efeito direto sobre Maf, Dmed, Epeq, Epap e Dme, podem ser utilizadas com maior eficiência para a seleção direta visando o aumento da massa do fruto.

As correlações entre as variáveis associadas à qualidade da polpa do fruto encontram-se na Tabela 5. Para as correlações positivas ou negativas de maior interesse no presente estudo ($0,80 \leq r \leq 0,99$), coeficientes altamente significativos foram observados entre CpL e CpH; CpL e Car; CpL e β -car; CpL e Prop; CpH e Car; CpH e β -car; CpH e Prop; Car e β -car; Car e Prop e β -car e Prop (Tabela 5).

As correlações associadas a luminosidade (CpL), croma (CpC) e ângulo Hue (CpH) com as variáveis Car, β -car e Prop corroboram os resultados apresentados nas análises das médias dos tratamentos, ou seja, a correlação positiva entre CpL e CpH, assim como a correlação inversa entre CpH e Car, β -car e Prop (Tabela 5). Comparando os resultados apresentados na Tabela 3 e na Tabela 5 é possível observar que frutos com maiores valores de CpL e de CpH (correlação positiva entre essas variáveis) caracterizaram-se por menores teores de carotenoides totais e β -car, bem como a proporção entre eles.

A correlação negativa entre CpL e os níveis de Car, β -car e Prop indicam menor brilho da polpa nos frutos mais ricos em carotenoides (Tabelas 3 e 5). A importância do ângulo Hue na estimativa dos altos teores de Car e β -car em genótipos contrastantes é aqui corroborada com a correlação inversa entre ângulo Hue e as variáveis Car, β -car e Prop (Tabela 5). A associação inversa entre variáveis que conferem a coloração da polpa e teores de carotenoides totais, como a luteína, foi também relatada por Martínez-Valdivieso et al. (2015) em estudo para caracterização física e química de 22 genótipos de abóbora de verão. Nesse caso, é possível determinar que a correlação entre variáveis associadas à cor e aos teores desse carotenoide asseguraria a seleção indireta nos genótipos avaliados. Correlações significativas e negativas também foram observadas por Itle e Kabelka (2009) para CpL e CpH e a variável β -car, em abóboras das espécies *C. moschata* e *C. pepo*. Os autores concluíram que as altos valores de correlação também permitem a seleção indireta visando o aumento dos níveis de β -car.

Os resultados gerados pelo estudo são: I) As maiores variações foram observadas nas variáveis associadas ao formato do fruto, o que permite a seleção entre progênies visando a obtenção de cultivares de forma alongada, globular ou achatada; II) Os valores médios para a variável Maf estão próximos ao de interesse do programa de melhoramento de abóbora da Embrapa Semiárido; III) As correlações entre as variáveis associadas à cor e aqueles que quantificam carotenoides totais e β -caroteno indicam a possibilidade de seleção indireta no programa de melhoramento de abóbora visando o aumento dos teores de carotenoides totais e β -caroteno. Porém, os genótipos devem ser contrastantes em relação aos pigmentos; IV) Os teores de SS e a AT encontrados nas progênies avaliadas foram uniformes e atendem ao

mercado; V) As principais correlações positivas, via efeito direto, foram encontradas entre as variáveis explicativas Dlg, Dmed, Epeq e Epap. No entanto, para a seleção direta visando o aumento de Maf, são indicadas as variáveis Dmed, Epeq, Epap e Dme, uma vez que foi observada baixa correlação positiva de Dlg com Maf e a sua influência indireta na variável Comp indicando que frutos compridos apresentam menor Maf.

3.4. Referências Bibliográficas

ABBOT, J.A. Quality measurement of fruits and vegetables. **Psot harvest Biology and Technology**, Beltsville, v. 15, p. 207-225, 1999.

ADUBOFUOR, J.; AMOAH, I.; AGYEKUM, P.B. Physicochemical properties of pumpkin fruit pulp and sensory evaluation of pumpkin-pineapple juice blends. **American Journal of Food Science and Technology**, Newark, v. 4, n. 4, p. 89-96. 2016.

ALBERTINI, S.; SPOTO, M.H.F.; SARMENTO, S.B.S. Efeito de revestimentos comestíveis na conservação de mamões minimanete processados. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 15, n. 2, p. 125-133, 2012.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS. **Official methods of analysis of the Association of the Agricultural Chemists**. 16a ed. Washington: AOAC, 1998. 115p.

BARBOSA, G. da S. **Desempenho agrônomo, caracterização morfológica e polínica de linhagens de abóbora (*C. moschata*) com potencial para o lançamento de cultivares**. Dissertação Mestrado. Campo dos Goitacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF. 2009. 113 p. Il.

BLANK, A.F. et al. Parâmetros genotípicos, fenotípicos e ambientais para caracteres morfológicos e agrônômicos em abóbora. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 31, n. 1, 2013.

BORGES, R. M. E. et al. Phenotypic variability among pumpkin accessions in the Brazilian semiarid. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 461-464, 2011.

CAVALCANTI, F.J. de A. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco.** 3 ed. Recife: IPA, 2008. 212p.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: Fisiologia e manuseio.** Lavras: Brasil. 2005. 785p.

CRUZ, C.D. GENES. A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.35, p.271-276, 2013.

CYRIL, N.C.; AYINDE, D.L.; OLATUNJI, O. Genetic variability and heritability of vegetative, fruit and seed yield traits in fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis* Hook F.). **African Journal of Biotechnology**, Ebène, v.13, n. 32, p.3262-3270, 2014.

DU, X.; SUN, Y.; LI, X.; ZHOU, J.; LI, X. Genetic divergence among inbred lines in *Cucurbita moschata* from China. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 127, p.207-213, 2011.

EMBRAPA SEMIÁRIDO. **Dados meteorológicos da Embrapa Semiárido: Estação Agrometeorológica de Bebedouro.** Petrolina. 2015. Disponível em: <http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/servicos/dadosmet/ceb-mes.html>. Acesso em 17 out 2016.

FAUSTINO, J.F. et al. Vitamin A and the eye: an old tale for modern times. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, São Paulo, v. 79, n. 1, p. 56-61, 2016.

GHASEMI, A.; ZAHEDIASL, S. Normality Tests for Statistical Analysis: A Guide for Non-Statisticians. **Endocrinology and Metabolism**, Bethesda, v. 10, p. 486-489, 2012.

HONG, F. et al Investigation on the physicochemical properties of pumpkin flour (*Cucurbita moschata*) blend with corn by single-screw extruder. **Journal of Food Processing and Preservation**. Malden, v. 39, n., p. 1342-1354, 2015.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** 2a ed. São Paulo: IAL, 1985. 371p.

ITILE, R.A.; KABELKA, E.A. Correlation between L*a*b* color space values and carotenoid content in pumpkins and squash (*Cucurbita* spp.). **HortScience**, Virginia, v. 44, n. 3, p. 633-637, 2009.

KHAN, A.S.M.M.R.; EYASMIN, R; M. RASHID, H. Variability, heritability, character association, path analysis and morphological diversity in snake gourd. **Agriculture and Natural Resources**, Tailândia, xxx, p.1-7, 2017. Disponível em: https://correio.embrapa.br/service/home/~/~trilha%20em%20gorda.pdf?auth=co&loc=pt_BR&id=22433&part=2. Acesso em: 13 fev 2017.

LOY, J.B. Morpho-physiological aspects of productivity and quality in squash and pumpkins (*Cucurbita* spp.). **Critical Reviews in Plant Sciences**. v. 23, n. 4, p. 337-363, 2004.

MARTINEZ-VALDÍVIESO, D. et al. Physical and chemical characterization in fruit from 22 summer squash (*Cucurbita pepo* L.) cultivars. **Food Science and Technology**, Suíça, v. 64, p. 1225-1233, 2015.

MEZZOMO, N.; FERREIRA, S. R. S. Carotenoids functionality, sources, and processing by supercritical technology: a review. **Journal of Chemistry**, Cairo, v. 2016, p. 1-16, 2016. Disponível em: <http://www.hindawi.com/journals/jchem/2016/3164312/>. Acesso em: 12 mar 2016.

MIGLIOLI, T.C. et al. Factors associated with the nutritional status of children less than 5 years of age. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 49, p. 49-59, 2015.

MONTGOMERY, D.C.; PECK, E.A.; VINING, G.G. **Introduction to linear regression analysis**. New York: Wiley, 1981. 504p.

NAIK, M.L.; PRASAD, V.M.; RAYA LAXMI, P. A study on character association and path analysis in pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch. Ex Poir.). **International Journal of Advanced Research**, [S.l.], v.3, n.1, p. 1030-1034. 2015.

NDUKAUBA J. et al. Variability in Egusi-Melon Genotypes (*Citrullus lanatus* (Thumb) Matsum and Nakai) in Derived Savannah Environment in South-Eastern Nigeria. **International Journal of Plant Research**, Rosemead, v. 5, n. 1, p. 19-26, 2015.

NOGUEIRA, A.P.O. et al. Análise de trilha e correlações entre caracteres em soja cultivada em duas épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 6, p. 877-888, 2012.

PAIVA, W.O. de. Melão Tupã: produtividade, qualidade do fruto e resistência a viroses. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 539-544, 2003.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; KIMURA, M. **HarvestPlus handbook for carotenoid analysis**. Washington: HarvestPlus. 2004. Disponível em: <http://www.harvestplus.org/sites/default/files/tech02.pdf>. Acesso em: 20 mai 2015.

SAINI , R. K.; NILE, S. H.; PARK, S.W. Carotenoids from fruits and vegetables: chemistry, analysis, occurrence, bioavailability and biological activities. **Food Research International**, Amsterdam, v. 76, p. 735-750, 2015.

SANTOS, E.N. dos; VELARDE, L.G.C.; FERREIRA, V.A. Associação entre deficiência de vitamina A e variáveis socioeconômicas, nutricionais e obstétricas de gestantes. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 15, supl., p. 1021-1030, 2010.

SASAKI, F.F.C. et al. Physiological, qualitative and microbiological changes of minimally processed squash stored at different temperatures. **Revista Iberoamericana de Tecnología Poscosecha**, México, v. 15, n.2, p. 210-220, 2014.

SINGH, P.K. et al. Evaluation of Germplasm for PCV, GCV and Heritability in Luffa (*Luffa cylindrica* Roem.). **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, Tamilnadu, v. 6, n. 3, p. 355-360, 2017.

SOLTANI, F.; KARIMI, R.; KASHI, A. Estimation of genetic diversity in Cucurbita species using morphological and phytochemical analysis. **International Journal of Vegetable Science**, Nova York, v. 2016, p.1-12, 2016.

SOUZA, T.V. de. **Aspectos estatísticos da análise de trilha**. Dissertação Mestrado. Lavras: Universidade Federal de Lavras – UFLA. 2013. 83 p.

SULTANA, S. et al. Variability, correlation and path analysis in pumpkin (*Cucurbita*

moschata L.). **Journal of Agricultural Research**, Bangladesh, v. 40, n. 3, p. 479-489, 2015.

ZHOU, C. et al. The effect of high hydrostatic pressure on the microbiological quality and physical–chemical characteristics of Pumpkin (*Cucurbita maxima* Duch.) during refrigerated storage. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**. Oxford, n. 21, p. 24-34, 2014.

ZHAO, J. et al. Physico-chemical and antioxidant properties of different pumpkin cultivars grown in China. **Advance Journal of Food Science and Technology**, Madrid, v. 9, n. 4, p. 308-316, 2015.

Tabela 1. Características das progênie mães selecionadas no programa de melhoramento de abóbora da Embrapa Semiárido para caracteres comerciais e carotenoides totais.

Progênie	Descrição
<i>C. moschata</i> 1	Fruto de formato piriforme de coloração amarela; superfície lisa e sem verrugas; polpa alaranjada; peso de 2,36 kg; comprimento e diâmetro de 27,6 e 14,80 cm, respectivamente; espessuras da polpa apical e equatorial de 51,68 e 18,78, teor de carotenoides totais de 671,21 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa e β -caroteno de 598,21 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa.
<i>C. moschata</i> 2	Fruto de formato globular de coloração esverdeada; superfície lisa e sem verrugas; polpa amarela clara; peso de 1,63 kg; comprimento e diâmetro de 16,10 e 14,10 cm, respectivamente; espessuras da polpa apical e equatorial de 17,50 e 12,61, teor de carotenoides totais de 39,51 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa e β -caroteno de 19,98 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa.
<i>C. moschata</i> 3	Fruto de formato piriforme de coloração alaranjada; superfície lisa e sem verrugas; e polpa alaranjada; peso de 3,44 kg; comprimento e diâmetro de 30,20 e 16,30 cm, respectivamente; espessuras da polpa apical e equatorial de 68,21 e 23,90, teor de carotenoides totais de 549,78 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa e β -caroteno de 496,52 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa.
<i>C. moschata</i> 4	Fruto de formato piriforme de coloração alaranjada; superfície lisa e sem verrugas; polpa alaranjada; peso de 2,02 kg; comprimento e diâmetro de 28,00 e 13,80 cm, respectivamente; espessuras da polpa apical e equatorial de 66,76 e 15,45, teor de carotenoides totais de 467,41 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa e β -caroteno de 387,29 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa.
<i>C. moschata</i> 5	Fruto de formato piriforme de coloração alaranjada; superfície lisa e sem verrugas; polpa alaranjada; peso de 1,95 kg; comprimento e diâmetro de 17,30 e 17,60 cm, respectivamente; espessuras da polpa apical e equatorial de 31,49 e 17,85, teor de carotenoides totais de 332,72 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa e β -caroteno de 299,10 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa.
<i>C. moschata</i> 6	Fruto de formato elíptico de coloração alaranjada; superfície lisa e sem verrugas; polpa alaranjada; peso de 2,23 kg; comprimento e diâmetro de 19,60 e 16,50 cm, respectivamente; espessuras da polpa apical e equatorial de 26,92 e 16,63, teor de carotenoides totais de 231,40 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa e β -caroteno de 198,61 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa.
<i>C. moschata</i> 7	Fruto de formato globular, de coloração amarela; superfície lisa e sem verrugas; polpa alaranjada; peso de 3,69 kg; comprimento e diâmetro de 16,30 e 21,80 cm, respectivamente; espessuras da polpa apical e equatorial de 28,61 e 33,37, teor de carotenoides totais de 360,25 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa e β -caroteno de 312,50 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa.
<i>C. moschata</i> 8	Fruto de formato piriforme de coloração alaranjada; superfície lisa e sem verrugas; polpa alaranjada; peso de 2,57 kg; comprimento e diâmetro de 27,40 e 14,50 cm, respectivamente; espessuras da polpa apical e equatorial de 68,33 e 17,05, teor de carotenoides totais de 499,08 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa e β -caroteno de 453,64 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa.
<i>C. moschata</i> 9	Fruto de formato achatado gomoso de coloração alaranjada; superfície lisa e sem verrugas; polpa alaranjada; peso de 3,84 kg; comprimento e diâmetro de 18,00 e 22,30 cm, respectivamente; espessuras da polpa apical e equatorial de 25,11 e 32,58, teor de carotenoides totais de 297,33 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa e β -caroteno de 269,19 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa.
<i>C. moschata</i> 10	Fruto de formato achatado com casca gomosa de coloração alaranjada; superfície lisa e sem verrugas; polpa alaranjada; peso de 1,80 kg; comprimento e diâmetro médio de comprimento e diâmetro médio de 9,70 e 18,50 cm, respectivamente; espessuras da polpa apical e equatorial de 14,28 e 17,62 cm, respectivamente, teor de carotenoides totais de 263,10 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa e β -caroteno de 234,30 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de polpa.
<i>C. moschata</i> 11	Fruto selecionado através de avaliação visual das características externas, Fruto gomoso de formato globular e casca alaranjada; superfície lisa e sem verrugas; polpa de coloração alaranjada; peso de 3,5 kg.
Jacarezinho	Fruto de formato achatado com gomos de coloração verde acinzentado, mesclado com pontuações e estrias creme; casca lisa e sem verrugas; polpa de coloração amarela; peso médio de 2 kg (testemunha).

Tabela 2. Análise de variância em frutos de progênes de abóbora (*C. moschata*).

Fonte de variação	G.L.	Q.M.									
		Maf	Comp	Dma	Dme	Dlg	Dmed	Cap	Eeq	Epap	Epeq
Blocos	3	0,07	2,25	1,75	19,44	0,37	1,29	0,20	0,03	16,41	9,05
Tratamentos	11	1,56**	189,38**	30,08**	59,44**	36,66**	12,28**	6,04**	3,35**	160**	152,66**
Resíduo	33	0,16	3,67	1,16	7,28	1,47	0,53	0,27	0,23	57,93	6,84
Média geral		3,10	21,26	18,72	7,10	11,67	13,16	5,54	4,85	42,64	24,19
C.V. (%)		13,02	9,02	5,77	45,56	10,41	5,55	9,44	9,94	17,85	10,81
Fonte de variação	G,L,	Q,M,									
		Cpl	Cpc	Cph	SS	AT	Car	β -car	Prop		
Blocos		0,38	1,34	0,54	0,01	0,01	7,10	6,53	16,85		
Tratamentos		21,95**	9,78**	26,68**	0,17**	0,02**	35,53**	37,09**	205,17**		
Resíduo		1,96	1,32	1,62	0,04	0,01	3,91	3,37	7,87		
Média		63,12	69,03	58,95	13,17	0,29	365,95	284,79	74,46		
C.V. (%)		2,22	1,67	2,16	6,05	11,64	10,50	11,11	3,72		

** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade; respectivamente; pelo teste F; ns = não-significativo; pelo teste F. Maf = massa do fruto; Comp = comprimento; Dma = diâmetro maior; Dme = diâmetro menor; Dlg = diâmetro longitudinal da cavidade interna; Dmed = diâmetro mediano da cavidade interna; Cap = espessura apical da casca; Eeq = espessura equatorial da casca; Epap = espessura apical da polpa; Epeq = espessura equatorial da polpa; Cpl = coloração da casca e da polpa para atributos luminosidade ou L; Cpc = cor ou C; Cph = ângulo de cor ou H; SS = teor de sólidos solúveis; AT = acidez titulável; Car = teor de carotenoides totais; β -car = teor de β -caroteno e Prop = proporção de β -caroteno em relação ao teor de carotenoides totais.

Tabela 3. Média de 18 características associadas ao fruto em progênies de abóbora e a variedade Jacarezinho.

Tratamentos	Médias																	
	Maf	Comp	Dma	Dme	Dlg	Dmed	Cap	Eeq	Epap	Epeq	CpL	CpC	CpH	SS	AT	Car	β-car	Prop
<i>C. moschata</i> 1	2,63 c	28,98 b	14,87 e	9,04 a	15,78 a	10,39 d	5,58 b	5,16 b	63,68 a	17,44 d	63,13 b	70,44 a	58,49 b	13,85 a	0,29 a	384,55 a	297,85 a	77,02 a
<i>C. moschata</i> 2	3,91 a	19,59 c	21,49 b	3,95 b	12,57 b	14,78 a	5,87 b	5,76 a	31,02 b	26,05 b	62,44 b	70,41 a	57,92 b	12,23 a	0,22 a	380,56 a	287,21 a	75,64 a
<i>C. moschata</i> 3	3,36 b	32,21 a	16,47 d	10,32 a	16,03 a	11,67 d	6,02 b	5,43 a	69,09 a	21,36 c	60,81 b	69,23 a	58,61 b	16,18 a	0,68 a	350,88 a	280,56 a	75,00 a
<i>C. moschata</i> 4	2,67 c	29,27 b	16,53 d	8,53 a	12,87 b	12,67 c	6,60 a	4,44 c	75,47 a	15,72 d	61,62 b	67,14 b	57,11 b	14,11 a	0,24 a	428,90 a	341,73 a	79,35 a
<i>C. moschata</i> 5	2,31 c	19,01 c	18,03 d	8,11 a	10,40 c	13,48 b	7,07 a	6,15 a	38,72 b	16,61 d	63,43 b	69,83 a	59,34 b	14,18 a	0,27 a	382,49 a	304,75 a	79,45 a
<i>C. moschata</i> 6	2,89 c	19,40 c	17,27 d	7,4 a	12,40 b	11,53 d	5,89 b	4,92 b	32,2 b	26,88 b	63,50 b	68,64 a	59,69 b	12,60 a	0,24 a	260,08 b	200,23 b	76,11 a
<i>C. moschata</i> 7	4,17 a	17,23 c	23,17 a	0,0 b	10,43 c	15,97 a	4,06 c	4,29 c	28,71 b	32,51 a	61,48 b	69,55 a	56,46 b	13,18 a	0,25 a	414,50 a	325,04 a	78,68 a
<i>C. moschata</i> 8	2,86 c	29,62 b	15,17 e	9,51 a	15,01 a	11,24 d	6,56 a	5,11 b	67,62 a	17,02 d	62,67 b	68,65 a	58,80 b	13,69 a	0,28 a	399,74 a	312,35 a	77,53 a
<i>C. moschata</i> 9	3,08 c	16,36 c	19,80 c	2,8 b	10,44 c	13,37 b	4,60 c	4,03 c	25,89 b	28,38 b	63,50 b	69,81 a	58,21 b	12,83 a	0,28 a	435,53 a	341,07 a	77,99 a
<i>C. moschata</i> 10	2,72 c	13,68 d	20,91 b	2,25 b	7,29 d	14,87 a	5,74 b	4,71 b	24,71 b	27,94 b	62,26 b	69,31 a	57,90 b	11,58 a	0,24 a	437,49 a	339,75 a	77,22 a
<i>C. moschata</i> 11	4,01 a	17,63 c	21,77 b	9,14 a	9,98 c	15,08 a	5,79 b	5,49 a	31,20 b	31,22 a	62,51 b	70,29 a	58,11 b	13,57 a	0,27 a	410,10 a	327,89 a	78,37 a
Jacarezinho	2,52 c	12,04 d	19,11 c	0,0 b	6,74 d	12,89 c	2,63 d	2,70 d	23,35 b	29,14 b	70,04 a	65,04 c	66,65 a	10,07 a	0,20 a	106,50 c	58,99 c	53,16 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Maf = massa do fruto (kg); Comp = comprimento (cm); Dma = diâmetro maior (cm); Dme = diâmetro menor (cm); Dlg = diâmetro longitudinal da cavidade interna (cm); Dmed = diâmetro mediano da cavidade interna (cm); Cap = espessura apical da casca (mm); Eeq = espessura equatorial da casca (mm); Epap = espessura apical da polpa (mm); Epeq = espessura equatorial da polpa (mm); Cpl = coloração da casca e da polpa para atributos luminosidade ou L; Cpc = croma ou C; Cph = ângulo de cor ou H; SS = teor de sólidos solúveis (⁰Brix); AT = acidez titulável (g ácido cítrico.100 mL⁻¹); Car = teor de carotenoides totais (μg.g⁻¹); β-car = teor de β-caroteno (μg.g⁻¹) e Prop = proporção de β-caroteno em relação ao teor de carotenoides totais (%).

Tabela 4. Efeitos direto, indireto e total de oito variáveis de fruto sobre a variável Maf em abóbora.

Caráter	Efeito	Via	Maf	Caráter	Efeito	Via	Maf	Caráter	Efeito	Via	Maf
Comp	Direto		-0,92	Dma	Direto		0,04	Dme	Direto		0,40
	Indireto	Dma	-0,03		Indireto	Comp	0,69		Indireto	Comp	-0,72
		Dme	0,31			Dme	-0,27			Dma	-0,03
		Dlg	1,29			Dlg	-0,93			Dlg	1,02
		Dmed	-0,66			Dmed	0,95			Dmed	-0,59
		Ecap	-0,14			Ecap	0,10			Ecap	-0,19
		Eeq	-0,03			Eeq	0,01			Eeq	-0,05
		Epap	0,55			Epap	-0,45			Epap	0,43
Epeq	-0,46	Epeq	0,51	Epeq	-0,42						
Total (r de Pearson)		-0,09	Total (r de Pearson)		0,66	Total (r de Pearson)		-0,16			
Dlg	Direto		1,39	Dmed	Direto		0,99	Ecap	Direto		-0,25
	Indireto	Comp	-0,85		Indireto	Comp	0,61		Indireto	Comp	-0,52
		Dma	-0,03			Dma	0,04			Dma	-0,02
		Dme	0,29			Dme	-0,23			Dme	0,31
		Dmed	-0,65			Dlg	-0,91			Dlg	0,73
		Ecap	-0,13			Ecap	0,05			Dmed	-0,23
		Eeq	-0,04			Eeq	0,00			Eeq	-0,07
		Epap	0,46			Epap	-0,38			Epap	0,31
Epeq	-0,38	Epeq	0,41	Epeq	-0,41						
Total (r de Pearson)		0,05	Total (r de Pearson)		0,59	Total (r de Pearson)		-0,15			
Eeq	Direto		-0,08	Epap	Direto		0,57	Epeq	Direto		0,61
	Indireto	Comp	-0,37		Indireto	Comp	-0,89		Indireto	Comp	0,70
		Dma	-0,01			Dma	-0,03			Dma	0,04
		Dme	0,26			Dme	0,30			Dme	-0,27
		Dlg	0,69			Dlg	1,13			Dlg	-0,87
		Dmed	-0,02			Dmed	-0,65			Dmed	0,66
		Ecap	-0,21			Ecap	-0,13			Epap	0,17
		Epap	0,16			Eeq	-0,02			Eeq	0,03
Epeq	-0,24	Epeq	-0,50	Epeq	-0,47						
Total (r de Pearson)		0,17	Total (r de Pearson)		-0,24	Total (r de Pearson)		0,60			

Coeficiente de determinação = 0,98

Efeito da variável residual = 0,12

Maf = massa do fruto; Comp = comprimento; Dma = diâmetro maior; Dme = diâmetro menor; Dlg = diâmetro longitudinal da cavidade interna; Dmed = diâmetro mediano da cavidade interna, Cap = espessura apical da casca; Eeq = espessura equatorial da casca; Epap = espessura apical da polpa e Epeq = espessura equatorial da polpa.

Tabela 5. Coeficientes de correlação de Pearson para variáveis determinantes da qualidade em frutos de linhagens de abóbora (*C. moschata*).

	CpC	CpH	SS	AT	Car	β-car	Prop
CpL	-0,68*	0,95**	-0,72**	-0,40	-0,84**	-0,85**	-0,90**
CpC		-0,73**	0,43	0,17	0,70**	0,70**	0,76**
CpH			-0,56	-0,15	-0,92**	-0,93**	-0,94**
SS				0,73**	0,49	0,54	0,62*
AT					0,09	0,12	0,12
Car						0,99**	0,89**
β-car							0,91**

** e * indicam correlações significativas a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t. CpL = luminosidade L; CpC = croma C; CpH = matiz H; SS = teor de sólidos solúveis; AT = acidez titulável; Car = teor de carotenóides totais; β-car = teor de β-caroteno e Prop = proporção de β-caroteno em relação ao teor de carotenóides totais.

CONCLUSÕES GERAIS

As progênies avaliadas permitirão novos ciclos de seleção no programa de melhoramento de abóbora por reunirem características de interesse, principalmente produção e visando teores de carotenoides totais, com ênfase em b-caroteno. Os resultados também ampliam a possibilidade de obtenção de, pelo menos, uma cultivar a ser utilizada principalmente por pequenos e médios agricultores.

A principal perspectiva é a inserção comercial desses produtores, uma vez o produto oferecido por eles terá diferencial mercadológico, atendendo a requisitos nutricionais demandados pela população.

Os ganhos para o produtor incluem, ainda, a utilização de genótipos com características homogêneas, sem custo adicional.

Finalmente, com a incorporação de parte da produção à dieta diária da família do agricultor será possível melhorar a qualidade de vida a partir de alimentação mais rica e com potencial benefício à prevenção de alguns tipos de doenças associadas à deficiência da vitamina A.

Os principais resultados obtidos no presente trabalho foram:

- 1) Os parâmetros genéticos e ganhos preditos quanto a caracteres morfológicos e nutricionais em progênies de abóbora possibilitaram selecionar indivíduos promissores tanto para o formato “piriforme” (10/1/1 e 10/2/12) como para o formato “moranga” (6/1/3), sendo esses ativos tecnológicos que poderão gerar os avanços pretendidos no programa de melhoramento de abóbora.
- 2) Os resultados associados aos caracteres qualitativos e quantitativos inferem que é grande a variabilidade existente nas progênies avaliadas.
- 3) Na entre os agrupamentos formados com os valores médios das variáveis avaliadas, é grande a similaridade entre as progênies *C. moschata*1, *C. moschata* 3, *C. moschata* 4 e *C. moschata* 8.
- 4) As futuras etapas de seleção podem utilizar *C. moschata* 4 e *C. moschata* 7 como as mais promissoras entre as progênies avaliadas.
- 5) As maiores variações foram observadas nas variáveis associadas ao formato do fruto, o que permite a seleção entre progênies visando a obtenção de variedades de forma alongada, globular ou achatada.

- 6) Os valores médios para a variável Maf estão próximos ao definido no melhoramento de abóbora.
- 7) As correlações entre as variáveis associadas à cor e aqueles que quantificam carotenoides totais e β -caroteno indicam a possibilidade de seleção indireta no programa de melhoramento de abóbora visando o aumento dos teores de carotenoides totais e β -caroteno. Porém, os genótipos devem ser contrastantes em relação aos pigmentos.
- 8) Os teores de SS e a AT encontrados nas progênes avaliadas foram uniformes e atendem ao mercado; V) As principais correlações positivas, via efeito direto, foram encontradas entre as variáveis explicativas Dlg, Dmed, Epeq e Epap. No entanto, para a seleção direta visando o aumento de Maf, são indicadas as variáveis Dmed, Epeq, Epap e Dme, uma vez que foi observada baixa correlação positiva de Dlg com Maf e a sua influência indireta na variável Comp indicando que frutos compridos apresentam menor Maf.