

MARCELO RESENDE DE FREITAS RIBEIRO

**SELEÇÃO DE POPULAÇÕES DE ABÓBORA MENINA BRASILEIRA
PORTADORAS DO ALELO “BUSH” COM ELEVADO POTENCIAL
PRODUTIVO.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de Magister Scientiae.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2016

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da
Universidade Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

R484s
2016
Ribeiro, Marcelo Resende de Freitas, 1989-
Seleção de populações de abóbora menina brasileira
portadoras do alelo "Bush" com elevado potencial produtivo
/ Marcelo Resende de Freitas Ribeiro. - Viçosa, MG, 2016.
vii, 37f. : il. ; 29 cm.

Orientador : Carlos Nick Gomes.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. *Cucurbita moschata* - Melhoramento genético.
2. *Cucurbita moschata* - Seleção. 3. *Cucurbita moschata* -
Produtividade. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Fitotecnia. Programa de Pós-graduação
em Fitotecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 635.62

MARCELO RESENDE DE FREITAS RIBEIRO

**SELEÇÃO DE POPULAÇÕES DE ABÓBORA MENINA BRASILEIRA
PORTADORAS DO ALELO “BUSH” COM ELEVADO POTENCIAL
PRODUTIVO.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de Magister Scientiae.

APROVADO: 13 de Abril de 2016

Laércio Junio da Silva

Thais Roseli Corrêa

Felipe Lopes da Silva

Carlos Nick Gomes
(Orientador)

Aos meus pais, Áurea e Marcelo

À minha, irmã Carolina

Com todo amor e carinho,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida e da sabedoria.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Programa de Pós Graduação em Fitotecnia, pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

Ao Professor Carlos Nick Gomes, pela sabia orientação, amizade, paciência, confiança e por seus ensinamentos pessoais e profissionais.

Ao professor Pedro Crescêncio Souza Carneiro e à Lisandra Magna Moura, pela atenção e pelas valiosas sugestões.

Aos amigos do Núcleo de Estudos em Olericultura (NEO), em especial à Mariane Gonçalves, Flávia Alves, Nicolás Osorio, Débora Freitas, Juno Diniz, Diego Vargas e Renata Laurindo, pela amizade nesses últimos anos.

Aos meus pais Áurea e Marcelo, por todo o apoio, força, confiança e pelo amor e carinho incondicionais.

Aos amigos de Viçosa e aos amigos da Agro 2008 que mesmo longe, sempre estão presentes em minha vida.

A toda minha família pelo apoio e incentivo.

E a todos os demais, que de alguma forma contribuíram para conclusão deste trabalho.

Muito obrigado!

BIOGRAFIA

Marcelo Resende de Freitas Ribeiro, filho de Áurea Maria Resende de Freitas e Marcelo de Freitas Ribeiro, nasceu em 10 de Agosto de 1989, na cidade de Viçosa, estado de Minas Gerais, Brasil.

Em março de 2008, iniciou o curso de Agronomia na Universidade Federal de Viçosa, colando grau em março de 2014.

Em agosto de 2014, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, em nível de Mestrado, da Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa da dissertação em Abril de 2016.

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Cultura da Aboboreira	4
2.2 Recursos Genéticos de Cucurbitas	5
2.3 Melhoramento da Aboboreira	6
2.4 População de plantas versus componentes de produção	8
2.5 Gene Bush	10
2.6 Cruzamentos dialélicos	11
3. REFERÊNCIAS:.....	14
4. CAPÍTULO 1 - ARTIGO: Seleção de populações de abóbora menina brasileira portadoras do alelo “Bush” com elevado potencial produtivo.	18
4.1 Introdução	21
4.2 Materiais e Métodos	24
4.3 Resultados e Discussão	27
4.4 Conclusões	34
4.5 Agradecimentos.....	34
4.6 Referências	34

RESUMO

RIBEIRO, Marcelo Resende de Freitas, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, Abril de 2016. **Seleção de populações de abóbora menina brasileira portadoras do alelo “Bush” com elevado potencial produtivo.** Orientador: Carlos Nick Gomes. Coorientadores: Derly José Henriques da Silva e Pedro Crescêncio Souza Carneiro.

O presente trabalho teve como objetivos introduzir o alelo Bush, de cultivares comerciais com hábito de crescimento tipo moita, em acessos de Cucurbita moschata e selecionar os melhores cruzamentos quanto ao potencial produtivo e ao formato de fruto padrão “menina brasileira” através da capacidade geral de combinação (CGC) e da capacidade específica de combinação (CEC). Para determinar o CGC e o CEC, foi realizada uma análise dialélica parcial, onde um grupo parental (grupo I) compôs-se de duas cultivares comerciais que continham o gene de nanismo Bush, enquanto que o segundo grupo (grupo II) compôs-se de cinco acessos do Banco de Germoplasma de Hortaliças da UFV, com alto potencial produtivo e formato de fruto “menina brasileira”. As características avaliadas foram: produtividade, formato de fruto, taxa de crescimento até os 50 dias e comprimento da rama principal aos 50 dias. Para as características taxa de crescimento até os 50 dias e comprimento da rama principal aos 50 dias, houve diferenças significativas apenas entre os genitores do grupo I e ao se observar o crescimento das plantas no campo, nota-se que as plantas cresceram em formato moita até o seu florescimento, a partir daí começaram a emitir ramos. Esse fenômeno ocorre devido a uma característica peculiar do gene Bush, quando o mesmo está em heterozigose, conhecida como reversão de dominância. Para as características produtividade e formato de fruto a análise dialélica mostrou-se eficiente no estudo dos efeitos de CGC, onde no grupo I a cultivar Piramoita e no grupo II os acessos BGH-4360 e BGH-5253 apresentaram valores positivos, o que indica maior frequência de alelos favoráveis para essas duas características nesses genitores. Também houve significância nos efeitos da CEC para produtividade, onde se destacou o cruzamento Piramoita x BGH-4360, sendo essa combinação a mais promissora e a mais indicada para seguir no programa de melhoramento de abóboras.

ABSTRACT

RIBEIRO, Marcelo Resende de Freitas, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, April, 2016. **Selection of pumpkin “Menina Brasileira” carrying the allele “Bush” and with high yield potential.** Adviser: Carlos Nick Gomes Co-advisers: Derly José Henriques da Silva e Pedro Crescêncio Souza Carneiro.

This study aimed to introduce the allele Bush of commercial cultivars with the growth habit “Bush type” in *Cucurbita moschata* accessions and select the best crosses for its production potential and for its fruit standard shape "menina brasileira" through the general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA). To determine the GCA and SCA, a partial diallel analysis was performed, where a parent group (group I) consisted of two cultivars containing the dwarfism gene Bush, while the second group (Group II) is made up of five accessions of Germplasm Vegetable Bank of UFV, with high production potential and fruit shape "menina brasileira." The characteristics evaluated were: “productivity”, “fruit shape”, “growth rate until 50 days” and “length of the main branch at the end of 50 days”. For the characteristics “growth rate until 50 days” and “length of main branch at the end of 50 days”, there were significant differences only between the genitors in group I and by observing the growth of plants in the field, it’s noted that the plants grew in bush type until its blossoming and from this moment it began producing branches. This phenomenon occurs due to a peculiar feature of the Bush gene when it is in heterozygous, known as dominance reversion. For productivity and fruit format characteristics the diallel analysis was efficient in the study of the effects of GCC, where the group I the cultivar Piramoita and group II the BGH-4360 and BGH-5253 accessions presented positive values, indicating the higher frequency of favorable alleles for these two characteristics in these progenitors. There were also significant effects of SBA for Productivity, which the Piramoita x BGH-4360 cross was highlighted, so this combination is the most promising and the most suitable for the pumpkins breeding program.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A abóbora (*Cucurbita moschata* Duchesne) possui significativa participação na alimentação de muitos países. No Brasil é amplamente cultivada e consumida, tendo relevância econômica para mercado nacional, principalmente nos estados do Nordeste (Resende et al., 2013). A cultura tem um papel importante na alimentação humana e de animais, da abóbora pode-se consumir os frutos na forma imatura e madura e também suas sementes. As sementes de abóbora possuem elevado valor nutritivo, pois contém alto teor proteico e oleaginoso (Abd Ei-Aziz & Abd Ei-Kalek, 2011).

A cultura possui reprodução sexuada por alogamia e as plantas são monoicas. Suas flores são grandes, o que facilita o seu manuseio para cruzamentos artificiais. Normalmente, a planta possui hábito de crescimento indeterminado e necessita de um plantio muito espaçado, podendo uma única planta ocupar uma área de até 25 m², pois, tradicionalmente o plantio é realizado em covas, em que o espaçamento chega a 5,0 x 5,0m (Puiatti & Silva, 2005).

Uma alternativa para a redução do espaçamento utilizado na cultura é a introdução do gene de nanismo (gene Bush), que pode reduzir a área ocupada por uma única planta para até 1m². Cultivares com crescimento do tipo moita permitem uma maior densidade de plantas, aumentando assim, o número de frutos por área, mas com menor massa de fruto, (Reiners & Riggs, 1999; El-Hamed & Elwan, 2011). Além do que, a maior cobertura foliar favorece a competição com plantas daninhas (Boyhan, 2013).

Análises genéticas indicam que o hábito de crescimento tipo moita, é considerado monogênico (Wu et al., 2007). O gene Bush em homozigose proporciona o

encurtamento dos entrenós de quinze para até dois centímetros (Zhang et al., 2012) através da redução do conteúdo de giberelina nas células dos entrenós (Lopez et al., 1995). Também promove precocidade no florescimento, maior proporção de flores femininas em relação às flores masculinas e frutos menores quando comparados às plantas que possuem hábito de crescimento indeterminado (Wu & Cao, 2008). Porém, quando se encontra em heterozigose, apresenta expressão dominante durante o crescimento inicial e se expressa como recessivo na fase reprodutiva, devido a um fenômeno chamado de reversão de dominância (Paris & Edelstein, 2001).

A reversão de dominância do gene Bush é reportada por diversos autores, porém o que se conhece sobre ela é bastante controverso (Zhang et al. 2015). Trabalhos como o de Shifris (1947) e de Robinson et al. (1976) afirmam que a reversão de dominância ocorre no início da fase reprodutiva em *C. pepo* e *C. máxima* onde as plantas começam a emitir ramos e adquirir hábito de crescimento indeterminado, em contradição Edelstein et al. (1989) e Whang et al. (2011) afirmam que o gene Bush é dominante completo, mas que há interação de outros genes em sua expressão.

Em programas de melhoramento, a hibridação é uma estratégia muito utilizada para reunir alelos favoráveis de diferentes genitores. A avaliação de combinações híbridas visando identificar aquelas de maior efeito heterótico, possibilita a recuperação de genótipos superiores e a escolha da melhor combinação para formar uma população base. A seleção de uma boa população base é etapa crucial no programa de melhoramento. Nesse sentido, sistemas de cruzamentos dialélicos se mostram bastante eficientes ao avaliar as combinações entre genitores, pois além de indicar os melhores híbridos para formação de uma população base, auxiliam na escolha dos pais mais promissores para serem usados no programa de hibridação (Cruz e Regazzi, 2014).

Diante do exposto, esse trabalho teve como objetivos introduzir o alelo Bush, de cultivares comerciais com hábito de crescimento tipo “moita”, em acessos de Cucurbita moschata e selecionar os melhores cruzamentos quanto ao potencial produtivo e ao formato de fruto padrão “menina brasileira” através da capacidade geral de combinação (CGC) e da capacidade específica de combinação (CEC).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura da Abóboreira

A abóbora, *Cucurbita moschata* Duchesne, pertence ao gênero *Cucurbita* ($2n = 2x = 40$), faz parte da divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, ordem Violales e família Cucurbitaceae.

Cucurbita é formado por cerca de 24 espécies, cinco das quais cultivadas: (*Cucurbita argyrosperma* Huber, *Cucurbita ficifolia* Bouché, *Cucurbita maxima* Duchesne, *Cucurbita moschata* Duchesne e *Cucurbita pepo* Duchesne). *C. moschata* Duch. tem como centro de diversidade a região compreendida entre o sudeste do México e o norte da Venezuela e Colômbia, havendo também um centro secundário de diversidade na China e no Japão (ESQUINAZ-ALCAZAR; GULICK, 1983).

A planta possui caule herbáceo e raízes adventícias e, em geral, apresenta hábito de crescimento indeterminado, com ramos extensos, folhas grandes de coloração verde escura e pecíolos longos. O hábito de florescimento é monoico, havendo substancial predominância de flores masculinas sobre as femininas. As flores são amarelas, grandes e vistosas, as flores femininas possuem o ovário bem destacado e com formato que prenuncia o formato do futuro fruto (FILGUEIRA, 2008).

Apesar do lançamento de cultivares de abóbora nos últimos anos, ainda há necessidade de disponibilizar genótipos de alto valor agregado para que a cultura possa ser implantada em novas regiões e maximizar a produção em regiões onde já se produz essa cultura (KRAUSE et al., 2006). Pesquisas indicam que a preferência do consumidor brasileiro é por frutos menores e com polpa espessa, surgindo assim a necessidade de buscar materiais que atendam a essas exigências (BEZERRA NETO et al., 2006).

2.2 Recursos Genéticos de Cucurbitas

Visando a conservação da variabilidade genética e a redução dos efeitos da erosão genética sobre a cultura da abóbora e também de outras espécies de cucurbitáceas, várias expedições foram realizadas em todo o Brasil para coletar acessos para bancos de germoplasma (QUEIROZ, 1993), incluindo o Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa (BGH-UFV).

O BGH-UFV foi criado em 1966 em uma parceria entre a Universidade Federal de Viçosa e a Fundação Rockefeller, com o intuito de resgatar espécies nativas, preservar, documentar e manter o intercâmbio de germoplasma de diferentes regiões do globo (SILVA, 2001). Esse banco possui 341 acessos de *Cucurbita moschata* preservados em câmaras frias, para os quais já existem alguns trabalhos de caracterização da variabilidade genética dessa espécie como o de Moura (2003), Gardingo (2009), Lima Neto (2013) e Sobreira (2013). Esses trabalhos evidenciaram grande variabilidade genética tanto para características gerais de planta, fruto e semente, como para características mais específicas, por exemplo a avaliação de óleo e carotenoides nas sementes.

Existem cinco coleções de germoplasma do gênero *Cucurbita* no Brasil, onde estima-se que nestas coleções as espécies *C. máxima* e *C. moschata* são as que possuem o maior número de acessos, com 1.397 e 2.817 acessos respectivamente.

Considerando os acessos de *C. moschata* e *C. máxima* dos bancos de germoplasma, o Brasil apresenta os seguintes números: 253 acessos na Embrapa Clima Temperado em Pelotas-RS, 2332 acessos na Embrapa Hortaliças de Brasília-DF, 830 acessos na Embrapa Semiárido em Petrolina-PE, 632 acessos na Universidade Federal de Viçosa em Viçosa-MG e 286 acessos no Instituto Agrônomo de Campinas em

Campinas-SP, totalizando 4337 acessos conservados. Destes, apenas o banco da Embrapa Hortaliças de Brasília-DF, apresenta a conservação acervo a longo prazo (Coleção de Base de Germoplasma Semente- Colbase), enquanto os outros conservam suas coleções a médio prazo (Bancos Ativos de Germoplasma) (LIMA NETO, 2011).

2.3 Melhoramento da Aboboreira

A produtividade média dos cultivos de abóbora no Brasil (4 ton ha⁻¹) é baixa em relação ao potencial da cultura. Esta condição deve-se principalmente ao uso de variedades não melhoradas e ao emprego de baixo nível tecnológico nas áreas de cultivo.

Diferentes trabalhos de pesquisa vêm sendo desenvolvidos com Cucurbitáceas, porém, para o gênero Cucurbita ainda são incipientes (Bezerra Neto et al., 2006). Embora seja uma hortaliça de expressão no mercado nacional, cultivares tradicionais, resultantes da produção e troca de sementes realizada por pequenos produtores, ainda são as mais utilizadas (Ferreira, 2008).

Suas flores, por serem grandes, contribuem para as técnicas de melhoramento clássico, por serem facilmente polinizadas manualmente, inclusive são passíveis de sucessivas gerações de auto-fecundação, uma vez que a autoincompatibilidade não é documentada no gênero Cucurbita (Whitaker & Robinson, 1986).

Quando o objetivo do melhoramento é transferir características controladas por mono ou oligogenes, como resistência a doença ou hábito de crescimento arbustivo, o retrocruzamento usando linhagens não elite e germoplasma selvagem como doadores é uma estratégia efetiva. Por outro lado, quando o interesse é em características quantitativas, como produtividade ou porcentagem de matéria seca, o melhorista enfrenta consideráveis desafios, pois se deve buscar os melhores genitores e também

divergência genética entre eles. Além disso, a abóboreira ocupa muito espaço no campo em um ciclo de quase meio ano e as avaliações de características quantitativas devem ser conduzidas por vários anos (Loy et al., 2012).

As abóboras têm variabilidade para inúmeras características de interesse agrônomo, capazes de atender a diferentes nichos de mercado. Características de palatabilidade normalmente correlacionam-se com menores tamanhos de frutos, por essa razão, produtores se interessam cada vez mais em cultivares com crescimento arbustivo que permitem uma maior densidade de plantas por área e produzem frutos menores, além disso, a maior cobertura foliar favorece a competição com plantas daninhas (Boyhan, 2013).

Ultimamente, consumidores também começaram a mostrar interesse por características nutricionais nos vegetais. Em abóboras, uma característica que alguns pesquisadores têm dado foco é o conteúdo de carotenoides. Rodriguez-Amaya et al. (2008) relataram que a cultura tem grande potencial como produtora de β -caroteno, apesar de Azevedo-Meleiro & Rodriguez-Amaya, (2007) sugerirem que esta é uma característica qualitativa com alguns genes que demonstram efeitos modificadores, o que torna complexo o melhoramento para esta característica.

Resistência a doenças é outra característica do interesse dos melhoristas de abóboras, já que estas são atacadas por diversos fungos, bactérias e vírus, além de serem susceptíveis a nematoides. Demartelaere et al. (2015) identificou genótipos de *C. moschata* resistentes a *Monosporascus cannonballus* (Pollack & Uecker), importante doença fúngica das cucurbitáceas que ataca principalmente a cultura do melão, usando as plantas de abóboras resistentes como porta-enxertos para outras culturas. Klas et al. (2010) comparou linhagens de abóboras transgênicas resistentes ao Zucchini Yellow Mosaic Virus (ZYMV) e Watermelon Mosaic Virus (WMV) com linhagens não

transgênicas e reportou uma produtividade três vezes maior das plantas transgênicas quando submetidas a uma severa pressão das doenças, demonstrando a importância da biotecnologia para o desenvolvimento da cultura.

Outro exemplo do uso da biotecnologia é o trabalho de Blanca et. al (2011), que desenvolveu o primeiro transcriptoma de abóboras, para *C. pepo*. No mesmo trabalho foram identificados genes candidatos à resistência de vírus e fungos, e foram ratificados os genes para características morfológicas como o gene Bush (gene do hábito de crescimento arbustivo). Além disso, foram desenvolvidos 3538 marcadores SNPs para o uso em plataformas de sequenciamento. Em um estudo semelhante Wu et. al (2014) desenvolveu o transcriptoma de *C. moschata*, além de alguns marcadores microssatélites para a espécie.

A biotecnologia pode promover meios de aprimorar os programas de melhoramento de abóboras e tem grande potencial para auxiliar melhoristas a superar as limitações dessa cultura. Até hoje, porém, esse potencial não é amplamente explorado provavelmente porque a cultura não é uma commodity de alta importância e pelo sucesso obtido através das técnicas de melhoramento convencionais (Boyhan, 2013).

Portanto, o potencial de melhoramento de abóboras é alto devido à variabilidade existente e aos recursos genéticos disponíveis em Bancos de Germoplasma. Contudo, é preciso ampliar os programas de melhoramento dessa espécie para a obtenção de cultivares mais produtivas, resistentes a patógenos e com características que atendam as exigências do mercado.

2.4 População de plantas versus componentes de produção

A relação entre população de plantas por área e componentes de produção de uma determinada cultura é de grande interesse agrônomo. Segundo Latifi et al. (2012)

a característica mais afetada pela mudança de densidade populacional é a produtividade, devido principalmente a competição entre as plantas. A produtividade, porém, atinge um platô onde a densidade populacional e a competição entre plantas são tamanhas, que as plantas começam a produzir frutos não comerciais (Cushman et al., 2004)

Ameri et al.(2007) ressaltaram que a densidade ótima depende de diversos fatores, tais como hábito de crescimento da planta, época de semeadura e manejo, período de crescimento, umidade disponível, fertilidade do solo, radiação solar e o método de plantio.

A regulação do espaçamento dentro da linha e entre linhas são de suma importância no desenvolvimento e na produção de abóboras (Abdel-Rahman et al., 2012). Maiores espaçamentos permitem a obtenção de plantas bem desenvolvidas, melhor enraizamento de forma a promover maior absorção de nutrientes e água, maior desenvolvimento de ramos que, conseqüentemente, promove maior sintetização e assimilação produtos da fotossíntese, permitindo a produção de frutos maiores e de melhor qualidade (El-Hamed & Elwan, 2011; Abdel-Rahman et al., 2012).

Por outro lado, espaçamentos mais próximos entre linhas elevam a produção de frutos devido ao aumento do número de frutos por área, mas com menor massa de fruto (Reiners & Riggs, 1999). El-Hamed & Elwan (2011) concluíram que a redução do espaçamento em abóboras, tanto em plantas com hábito de crescimento tipo moita, quanto das com hábito de crescimento indeterminado, resultaram em maior produtividade e maior número de frutos por área.

Pesquisas indicam que a preferéncia do consumidor brasileiro é por frutos menores e com polpa espessa (Bezerra Neto et al., 2006). Portanto, é possível ajustar o tamanho dos frutos colhidos para satisfazer as exigências do mercado através da manipulação de densidade (Cushman et al., 2004)

2.5 Gene Bush

A abóbora é considerada uma cultura muito expansiva, devido ao seu hábito de crescimento indeterminado e seus longos entrenós a planta pode alcançar uma área útil de 12m² de acordo com Resende et al. (2013), podendo atingir até 25m² (Puiatti & Silva, 2005). Segundo Wu et al. (2007) plantas de *C. moschata* possuem internódios longos e emitem ramos que se espalham e podem chegar a uma distância de 15 metros da coroa central da planta.

O controle genético do hábito de crescimento em Cucurbitas não é bem conhecido (Vallejo & Mosquera, 1998), mas sabe-se que o gene Bush (um único gene dominante para crescimento tipo moita) é responsável pelo crescimento compacto nesse gênero (Robinson et al.1976; Loy et al., 2012). Entretanto outros locos podem existir os quais modificam a expressão do gene Bush (Paris & Edelstein, 2001).

A ação do gene Bush é peculiar devido a sua reversão de dominância. Em *C. pepo* o gene Bush atua como dominante completo durante o crescimento inicial, porém apresenta dominância revertida no crescimento subsequente. Assim como em *C. máxima* onde o gene Bush apresenta expressão dominante durante o crescimento inicial e se expressa como recessivo no início da fase reprodutiva. Portanto quando se encontra em heterozigose ocorre inversão de dominância e também há ação de outros genes que interagem em sua expressão (Whitaker & Davis, 1974; Paris & Edelstein, 2001). O crescimento compacto das plantas do gênero *Cucurbita* se deve a presença do gene Bush em homozigose dominante, onde a planta reduz o comprimento de seu entrenó de 15 cm para 2 cm em média (Zhang et al, 2012).

A redução do entrenó causada por esse gene é creditada à diminuição do tamanho das células, e não pela menor quantidade de células, nessa região, de acordo

com Wu (2007). Lopez et al. (1995), afirma que o gene bush promove redução drástica no conteúdo de giberelina da célula e desta maneira reduz consideravelmente a expansão celular na região dos entrenós, reduzindo assim o porte da planta.

Plantas de abóbora com hábito de crescimento reduzido apresentam vantagens com relação as que emitem ramos longas pela possibilidade de se obter uma maior população por área e por mostrarem maior precocidade (Maynard et al., 2002), também por facilitarem a realização de tratos culturais e sua colheita (Elstein et. al., 1989) e por fim, por apresentarem frutos menores, porém em maior quantidade, o que pode se traduzir em um aumento de produtividade (Wu et al. 2007).

2.6 Cruzamentos dialélicos

A escolha do germoplasma para formação das populações-base é um importante ponto a se observar em um programa de melhoramento, pois é nessas populações que devem se concentrar os alelos favoráveis para as características de interesse, permitindo a extração de genótipos superiores (Hallauer, 1990).

O procedimento da escolha do germoplasma pode tornar-se o gargalo de um programa de melhoramento quando não se realiza este, com um rigoroso critério. Segundo Marques Junior e Pereira (2001), qualquer método de melhoramento é capaz de promover ganhos genéticos, alguns mais do que outros, porém, nenhum método conseguirá promover ganhos expressivos caso o germoplasma inicial não ofereça a possibilidade para isto.

Em um programa de melhoramento, a escolha do genitor pelo desempenho per se dos genótipos não exige a obtenção de cruzamentos prévios e é utilizada com bastante frequência, porém essa estratégia não possibilita a previsão da variabilidade que pode ser obtida nos cruzamentos. Para que haja sucesso no programa de

melhoramento, é importante que se conheça previamente o comportamento das populações disponíveis em combinações híbridas. Nesse sentido, sistemas de cruzamentos dialélicos se mostram bastante eficientes para avaliar os cultivares, pois além de indicar os melhores cruzamentos, auxiliam na escolha dos pais mais promissores para serem usados no programa de hibridação. (Cruz e Regazzi, 2014)

Uma das metodologias empregadas nas análises dialélicas é a proposta por Griffing em 1956, que sugeriu quatro diferentes métodos de análise. A diferença entre eles se baseia na inclusão ou não dos genitores na análise. O método 1 inclui os genitores, os híbridos F1 e os F1 recíprocos. O método 2 inclui os genitores e os híbridos F1. O método 3 inclui os híbridos F1 e os F1 recíprocos. O método 4 inclui somente os híbridos F1. Essa metodologia pode ser aplicada a um grupo de genitores com qualquer nível de endogamia e fornecem informações sobre a capacidade geral e a capacidade específica de combinação. (Cruz, 2005).

A análise da capacidade combinatória dos potenciais genitores permite identificar aqueles mais aptos para transmitir os alelos desejáveis à descendência e também aponta os cruzamentos mais promissores para exploração comercial (Souza et al. 2013). A capacidade geral de combinação (CGC) é estimada com base no desempenho médio de um genitor quando cruzado com outros. Por outro lado, a capacidade específica de combinação (CEC) refere-se a uma combinação particular entre dois genitores cujo desempenho está acima ou abaixo do esperado com base no desempenho médio dos cruzamentos envolvidos (Griffing, 1956).

Ainda segundo Griffing (1956), a capacidade combinatória é diferenciada de acordo com o modo de ação gênica envolvida, sendo a capacidade geral de combinação associada aos efeitos aditivos e interações epistáticas do tipo aditiva dos genes, por

outro lado, a capacidade específica de combinação está associada aos efeitos de dominância e epistasia envolvendo dominância.

3. REFERÊNCIAS:

AGRIANUAL. **Anuario da Agricultura Brasileira**. São Paulo. 2014

ANDRES, T.C. An overview of the Oil Pumpkin. **Report Cucurbit Genetics Cooperative**, v. 23, p. 87-88, 2000.

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

BUENO, L.C. de S.; MENDES, A.N.G.; CARVALHO, S.P. **Melhoramento genético de plantas: princípios e procedimentos**. Lavras: UFLA, 319 p. 2006.

CERQUEIRA, P. M.; FREITAS, M. C. J.; PUMAR, M.; SANTANGELO, S. B. Efeito da farinha de semente de abóbora (*Cucurbita maxima*, L) sobre o metabolismo glicídico e lipídico em ratos. **Revista de nutrição**, v. 21, n. 2, p. 129-136, 2008

CRUZ, C. D. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 35, p. 271-276, 2013.

CRUZ, C.D. **Princípios da Genética Quantitativa**. Editora UFV. Viçosa, MG. 394p. 2005.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S.; **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. 3ª Edição. Editora UFV. Viçosa, MG. 668p. 2014.

ESQUINAZ-ALCAZAR, J. T.; GULICK, P. J. **Genetic resources of cucurbitaceaes**. Roma, IBPGR, 101p. 1983.

EDELSTEIN, M; PARIS, H.S.; NERSON, H. Dominance of bush growth habit in spaghetti squash (*Cucurbita pepo*). **Euphytica**, v.43, p.253–257, 1989.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Recursos genéticos: conservação, caracterização e uso.** Disponível em:

<http://www.cpac.embrapa.br/publico/usuarios/uploads/cursobiotec/capitulo5.pdf>

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

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** 3.ed. Viçosa: UFV, 2008. 421p.

FONTES, P. C. R. Olericultura: Teoria e Prática. Viçosa, UFV, 486p. 2005.

GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallell crossing systems. **Australian Journal of Biology Sciences**, East Melbourn, v. 9, n 3, p. 463-493, 1956

KRAUSE, W.; BEZERRA NETO, F. V.; LEAL, N. R.; GONÇALVES, G. M., MORENZ, E. F. Produção e características de frutos de abóbora em Seropédica-RJ. In: **46º Congresso Brasileiro de Olericultura.** v. 24, p. 1476-1479, 2006.

LIMA NETO, I. S. **Pré-melhoramento de abóbora (Cucurbita moschata Duch.) visando biofortificação em carotenoides.** 96p. Tese de doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. 2013.

LOPEZ-JUEZ, E.; KOBAYASHI, M., SAKURAI, A., KAMIYA, Y., KENDRICK, R.E. Phytochrome, Gibberellins, and Hypocotyl Growth: A Study Using the Cucumber (Cucumis sativus L.) long hypocotyl Mutant. **Plant Physiology**, v. 107, p. 131-140. 1995.

LOY, J. B. Introgression of genes conferring the bush habit of growth and variation in fruit rind color into white nest egg gourd. In: **Xth EUCARPIA Meeting on Genetics and Breeding of Cucurbitaceae.** Antalya, Turkey, Cukurova University, p. 275-282, 2012.

- MACHADO, R.; MIRANDA, J. B. Heterosis expression in crosses between maize populations. year yield. En: **Scientia Agricola**. v. 60, n. 3, p. 519-524, 2003.
- MAYNARD, D.N., ELMSTROM, G.W., CARLE, R.B. ‘EI Dorado’ and ‘La Estrella’: compact plant tropical pumpkin hybrids. **HortScience**, v.37, p.831–833, 2002.
- PARIS, H. S.; EDELSTEIN, M. Same Gene for Bush Growth Habit in Cucurbita pepo ssp. pepo as in C. pepo ssp. ovifera. **Cucurbit Genetics Cooperative Report**. v. 24, p. 80-81, 2001.
- PEREIRA NETO, L. G. **Germinação de sementes de soja armazenadas em bancos de germoplasma**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Lavras: UFLA, 76p, 2004.
- PUIATTI, M., SILVA, D.J.H. Abóboras e morangas. In: Fontes, P.C.R. (ed.). **Olericultura: teoria e prática**. Viçosa: DFT - Setor de Olericultura/UFV, p.279-297. 2005.
- 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**, v. 31, n. 3, p. 504-508, 2013.
- ROBINSON, R.W., H.M. MUNGER, T.W. WHITAKER, & G .W. BOHN. Genes of the Cucurbitaceae. **HortScience**, v. 11, p. 554-568, 1976.
- SILVA, D. J. H.; MOURA, M.; CASALI, V. W. D. Recursos genéticos do banco de germoplasma de hortaliças da UFV: histórico e expedições de coleta. **Horticultura Brasileira**. v. 19, n. 2, p. 108-114, 2001
- SOBREIRA, F. M. **Divergência genética entre acessos de abóbora para estabelecimento de coleção nuclear e pré melhoramento para óleo funcional**. 88p. Tese de doutorado. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG. 2013.

SOUZA, F.F., DIAS, R.C.S., QUEIRÓZ, M.A. Capacidade de combinação de linhagens avançadas e cultivares comerciais de melancia. **Horticultura Brasileira**. v 31, p. 595-601. 2013

VALLEJO, F. A.; MOSQUERA, S. E. Transferencia del gen bu a poblaciones de zapallo, Cucurbita sp. con crecimiento postrado, **Acta Agronómica**, v. 48, n. 3-4 Julio-Diciembre, 1998

WALTER, B. M. T.; CAVALCANTI, T. B.C.; BIANCHETTI, L. B. Princípios sobre coleta de germoplasma vegetal. In: NASS, L. L. **Recursos genéticos vegetais**. Brasília, DF. EMBRABA Recursos Genéticos e Biotecnologia. p. 193-229, 2007.

WANG, S.H.; LI, H.Z.; ZHANG, Z.H.; HE, J; JIA, C.C.; ZHANG, F. Comparative Mapping of the Dwarf Gene Bu from Tropical Pumpkin (*Cucurbita moschata* Duchesne). **Acta Horticulturae Sinica**. v.38, p. 95-100, 2011.

WHITAKER, T. W.; G.N. DAVIS. Cucurbita. **Handbook of genetics**. v. 2, p. 135-142, 1974.

WU, T.; CAO, J. Differential gene expression of tropical pumpkin (*Cucurbita moschata* Duchesne) bush mutant during internode development. **Scientia Horticulturae**, v.117, p.219–224, 2008.

WU, T.; ZHOU, J.; ZHANG, Y.; CAO, J. Characterization and inheritance of a bush-type in tropical pumpkin (*Cucurbita moschata* Duchesne). **Scientia Horticulturae**. v. 114, p. 1-4, 2007.

ZHANG, Q. I, YU, E., MEDINA, A. 2012 Development of Advanced Interspecific-bridge Lines among *Cucurbita pepo*, *C. maxima*, and *C. moschata*. **Hortscience**. v. 47, p. 452–458, 2012.

4. CAPITULO 1 - ARTIGO: Seleção de populações de abóbora menina brasileira portadoras do alelo “Bush” com elevado potencial produtivo.

**Seleção de populações de abóbora menina brasileira portadoras do alelo “Bush”
com elevado potencial produtivo.**

Marcelo R de F Ribeiro¹; Carlos N Gomes²; Mariane G Ferreira

¹Universidade Federal de Viçosa – Dep. de Fitotecnia, Campus Universitário, s/n, 36.570-000, Viçosa-MG, marcelo.r.freitas.r@gmail.com;

²Universidade Federal de Viçosa – Dep. de Fitotecnia, Campus Universitário, s/n, 36.570-000, Viçosa-MG, carlos.nick@ufv.br

Resumo: O presente trabalho teve como objetivos introduzir o alelo Bush, de cultivares comerciais com hábito de crescimento tipo “moita”, em acessos de Cucurbita moschata e selecionar os melhores cruzamentos quanto ao potencial produtivo e ao formato de fruto padrão “menina brasileira” através da capacidade geral de combinação (CGC) e da capacidade específica de combinação (CEC). Para determinar o CGC e o CEC, foi realizada uma análise dialélica parcial, onde um grupo parental (grupo I) compôs-se de duas cultivares comerciais que continham o gene de nanismo Bush, enquanto que o segundo grupo (grupo II) compôs-se de cinco acessos do Banco de Germoplasma de Hortaliças da UFV, com alto potencial produtivo e formato de fruto “menina brasileira”. As características avaliadas foram: produtividade, formato de fruto, taxa de crescimento até os 50 dias e comprimento da rama principal aos 50 dias. Para as características taxa de crescimento até os 50 dias e comprimento da rama principal aos 50 dias, houve diferenças significativas apenas entre os genitores do grupo I e ao se observar o crescimento das plantas no campo, nota-se que as plantas cresceram em formato moita até o seu florescimento, a partir daí começaram a emitir ramos. Esse fenômeno ocorre

devido a uma característica peculiar do gene Bush, quando o mesmo está em heterozigose, conhecida como reversão de dominância. Para as características produtividade e formato de fruto a análise dialélica mostrou-se eficiente no estudo dos efeitos de CGC, onde no grupo I a cultivar Piramoita e no grupo II os acessos BGH-4360 e BGH-5253 apresentaram valores positivos, o que indica maior frequência de alelos favoráveis para essas duas características nesses genitores. Também houve significância nos efeitos da CEC para produtividade, onde se destacou o cruzamento Piramoita x BGH-4360, sendo essa combinação a mais promissora e a mais indicada para seguir no programa de melhoramento de abóboras.

Palavras-chaves: Cucurbita moschata , Gene Bush, Banco de germoplasma.

Selection of pumpkin “Menina Brasileira” carrying the allele “Bush” and with high yield potential.

Abstract: This study aimed to introduce the allele Bush of commercial cultivars with the growth habit ‘‘Bush type’’ in Cucurbita moschata accessions and select the best crosses for its production potential and for its fruit standard shape "menina brasileira" through the general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA). To determine the GCA and SCA, a partial diallel analysis was performed, where a parent group (group I) consisted of two cultivars containing the dwarfism gene Bush, while the second group (Group II) is made up of five accessions of Germplasm Vegetable Bank of UFV, with high production potential and fruit shape "menina brasileira." The characteristics evaluated were: ‘‘productivity’’, ‘‘fruit shape’’, ‘‘growth rate until 50

days” and “length of the main branch at the end of 50 days”. For the characteristics “growth rate until 50 days” and “length of main branch at the end of 50 days”, there were significant differences only between the genitors in group I and by observing the growth of plants in the field, it’s noted that the plants grew in bush type until its blossoming and from this moment it began producing branches. This phenomenon occurs due to a peculiar feature of the Bush gene when it is in heterozygous, known as dominance reversion. For productivity and fruit format characteristics the diallel analysis was efficient in the study of the effects of GCC, where the group I the cultivar Piramoita and group II the BGH-4360 and BGH-5253 accessions presented positive values, indicating the higher frequency of favorable alleles for these two characteristics in these progenitors. There were also significant effects of SBA for Productivity, which the Piramoita x BGH-4360 cross was highlighted, so this combination is the most promising and the most suitable for the pumpkins breeding program.

Keywords: Cucurbita moschata, Gene Bush, Germplasm Bank.

4.1 Introdução

A *Cucurbita moschata* é considerada uma cultura muito expansiva, devido ao seu hábito de crescimento indeterminado e seus longos entrenós a planta pode alcançar uma área útil de 12m² de acordo com Resende et al. (2013), atingindo até 25m² (Puiatti & Silva, 2005). Segundo Wu et al. (2007) plantas de *C. moschata* possuem internódios longos e emitem ramos que se espalham e podem chegar a uma distancia de 15 metros da coroa central da planta.

O controle genético do hábito de crescimento em Cucurbitas não é bem conhecido (Vallejo & Mosquera, 1998), mas sabe-se que o gene Bush (um único gene

dominante para crescimento tipo moita) é responsável pelo crescimento compacto nesse gênero (Robinson et al.1976; Loy, 2012). Entretanto outros locos podem existir o quais modificam a expressão do gene Bush (Paris & Edelstein, 2001).

A ação do gene Bush é peculiar devido a sua reversão de dominância. Em *C. pepo* o gene Bush é completamente dominante durante o crescimento inicial, porém apresenta dominância incompleta no crescimento subsequente. Já em *C. maxima*, enquanto o gene Bush apresenta expressão dominante durante o crescimento inicial e se expressa como recessivo nas fases posteriores. Portanto quando se encontra em heterozigose ocorre inversão de dominância e também a ação de genes modificadores que interagem em sua expressão (Whitaker & Davis, 1974; Paris & Edelstein, 2001). O crescimento compacto das plantas do gênero *Cucurbita* se deve a presença do gene Bush em homozigose dominante, onde a planta reduz o comprimento de seu entrenó de 15 cm para 2 cm em média (Zhang et al, 2012).

A redução do entrenó causada por esse gene é creditada à diminuição do tamanho das células, e não pela menor quantidade de células, nessa região, de acordo com Wu (2007). Lopez et al. (1995), afirma que o gene bush promove redução drástica no conteúdo de giberelina da célula e desta maneira reduz consideravelmente a expansão celular na região dos entrenós, reduzindo assim o porte da planta.

Plantas de abóbora com habito de crescimento reduzido apresentam vantagens com relação as que emitem ramas longas pela possibilidade de se obter uma maior população por área e por mostrarem maior precocidade (Maynard et al., 2002), também por facilitarem a realização de tratos culturais e sua colheita (Edelstein et. al., 1989) e por fim, por apresentarem frutos menores, porém em maior quantidade, o que pode se traduzir em um aumento de produtividade (Wu et al. 2007).

Estudos de efeitos heteróticos e de capacidade combinatória de variedades alógamas, que envolvem materiais de bancos de germoplasma, tem sido realizados no melhoramento de várias espécies. Esses estudos tem demonstrado que o germoplasma é uma boa alternativa para um melhor aproveitamento de alelos desejáveis que possam ser integrados em populações melhoradas e aumentar sua base genética (Machado & Miranda, 2003).

O Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa (BGH-UFV) possui um grande número de acessos de *C. moschata*, os quais já foram caracterizados quanto às suas características morfoagronômicas por diversos autores, como Sobreira (2013) e Lima Neto (2013). Dentre os acessos caracterizados, existem alguns com grande potencial produtivo e com formato de fruto padrão menina brasileira (cilíndrico com pescoço, coloração verde claro com estrias escuras), formato esse muito aceito pelo consumidor brasileiro.

Nesse contexto, a alternativa do melhoramento genético é recorrer ao desenvolvimento de um programa de hibridação, possibilitando combinações das variabilidades existentes, para produzir novos cultivares adaptados às diversas finalidades, como plantas de porte reduzido a partir de cruzamentos entre acessos e cultivares com o gene Bush.

Para que haja sucesso nesse programa de melhoramento, é importante que se conheça previamente o comportamento das populações disponíveis em combinações híbridas. Nesse sentido, sistemas de cruzamentos dialélicos se mostram bastante eficientes para avaliar os cultivares, pois além de indicar os melhores híbridos, auxiliam na escolha dos pais mais promissores para serem usados no programa de hibridação. (Cruz et al., 2014)

Uma das metodologias empregadas nas análises dialélicas é a proposta por Griffing em 1956. Essa metodologia pode ser aplicada a um grupo de genitores com qualquer nível de endogamia e fornecem informações sobre a capacidade geral e a capacidade específica de combinação. (Cruz, 2005)

A análise da capacidade combinatória dos potenciais genitores permite identificar aqueles mais aptos para transmitir os caracteres desejáveis à descendência e também aponta os cruzamentos mais promissores para exploração comercial (Souza et al. 2013). A capacidade geral de combinação (CGC) é estimada com base no desempenho médio de um genitor quando cruzado com outros e está associada aos efeitos aditivos dos alelos e às associações epistáticas do tipo aditiva. Por outro lado, a capacidade específica de combinação (CEC) refere-se a uma combinação particular entre dois genitores cujo desempenho está acima ou abaixo do esperado com base no desempenho médio de ambos e está associada aos efeitos de dominância e epistasia envolvendo dominância (Griffing, 1956)

Portanto esse trabalho teve como objetivos introduzir o alelo Bush, de cultivares comerciais com hábito de crescimento tipo “moita”, em acessos de *Cucurbita moschata* e selecionar os melhores cruzamentos quanto ao potencial produtivo e ao formato de fruto padrão “menina brasileira” através da capacidade geral de combinação (CGC) e da capacidade específica de combinação (CEC)

4.2 Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido durante a safra de primavera/verão do ano agrícola 2014/2015 no setor de Olericultura da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais, (20° 45' 14'' S; 42° 52' 53'' W; 648,74 m de altitude). O clima da região

é do tipo Cwa, segundo a classificação de Koppen, com precipitação média de 1221,4 mm e concentração de chuvas no verão.

Um dialelo parcial foi montado com dois grupos. O primeiro grupo continha as cultivares Piramoita® e Zapallo de Tronco®. O segundo grupo, cinco acessos de *C. moschata* do BGH-UFV: BGH-1956, BGH-4360, BGH-5253, BGH-5621 e BGH-7663. Os acessos do BGH-UFV foram previamente identificados como recursos genéticos de alto potencial produtivo e formato de fruto padrão “menina brasileira”, suas características então descritas na tabela abaixo. As cultivares são portadoras do gene Bush em homozigose dominante, que lhes conferem o hábito de crescimento do “tipo moita”. Os dez híbridos F₁ foram obtidos por meio de cruzamentos manuais para introgressão do gene Bush. As cultivares comerciais foram utilizadas como doadoras de pólen, enquanto os acessos como receptoras, uma vez que o formato do ovário determina o formato do futuro fruto.

Tabela de características dos acessos

Acessos	Características				
	Produtividade	Formato de fruto	Carotenóides totais	Número de ramas	Hábito de crescimento
BGH-7663	14925,1	7	56,9	4,9	3,11
BGH-5621	12479,7	7	57,8	5,7	3,11
BGH-1956	23025,0	7	67,9	5,0	3,67
BGH-5253	12407,6	7	57,8	4,2	3,00
BGH-4360	22365,6	7	58,6	4,8	3,72

Produtividade (kg/ha), Formato do fruto (1-globular, 2-achatado, 3-discóide, 4-cilindrico, 5-oval, 6-cordiforme, 7-piriforme, 8-cinturado, 9-alongado, 10-turbinado superior, 11-coroado, 12- turbinado inferior, 13-curvado, 14-pescoço curvado), Carotenóides totais (µg/g), Número de ramas, Hábito de crescimento (1-bush, 2-determinado, 3-moderadamente indeterminado, 4-indeterminado).

Sementes das dez combinações obtidas foram semeadas em bandejas de poliestireno expandido com 72 células contendo substrato comercial para hortaliças. Quando as plântulas se encontraram com uma folha definitiva, aproximadamente 20 dias após a semeadura, foram transplantadas para o local de cultivo espaçadas de 3,0 m

x 3,0 m. Os híbridos e as testemunhas foram dispostos no delineamento de blocos casualizados, com três repetições e cinco plantas por parcela, sendo as três plantas centrais consideradas úteis. A adubação foi realizada segundo as recomendações para a cultura da abóbora da 5ª aproximação.

Foram avaliadas quatro características em campo e no Laboratório de Manejo de Recursos Genéticos (LMRG) do Departamento de Fitotecnia da UFV, são eles: produtividade (kg ha^{-1}); formato do fruto - obtido por meio da tabela de descritores de abóbora do MAPA); taxa de crescimento da rama principal até os 50 dias após o transplântio (cm/dia); e crescimento da rama principal aos 50 dias após o transplântio (cm).

Para avaliação do desempenho per se das combinações híbridas, estas foram avaliadas utilizando como testemunhas as cultivares Sandy® e Daiane®, ambas cultivares com formato de fruto “menina brasileira” da empresa Sakata Sudamerica. Para tanto, realizou-se análise de variância e agrupamento das médias dos tratamentos por meio do teste Scott-Knott.

Posteriormente, foram obtidos os quadrados médios e as estimativas da capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC) na análise dialélica. A análise dialélica foi realizada utilizando o Método IV adaptado para dialelos parciais, como definido por Griffing (1956). Portanto, o modelo estatístico para descrever as observações experimentais foi: $Y_{ij} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + \epsilon_{ij}$, em que Y_{ij} : valor médio da combinação híbrida entre o i-ésimo progenitor do grupo 1 e o j-ésimo progenitor do grupo 2; μ : média geral; g_i : efeito da capacidade geral de combinação do i-ésimo progenitor do grupo 1; g_j : efeito da capacidade geral de combinação do j-ésimo progenitor do grupo 2; s_{ij} : efeito da capacidade específica de

combinação entre progenitores de ordem i e j , dos grupos I e II respectivamente; e ϵ_{ij} : erro experimental médio.

Para verificar a contribuição dos efeitos aditivos (CGC) e de dominância (CEC), foram calculados os coeficientes de determinação (R^2) de cada característica, por meio da razão entre a soma de quadrado de CGC e CEC e a soma de quadrado de tratamentos, segundo metodologia de Ramalho et al. (2012). As análises genético-estatísticas foram realizadas com auxílio do programa computacional GENES, (Cruz, 2013).

4.3 Resultados e Discussão

A análise de variância individual aplicada aos dados de produtividade (kg ha⁻¹) e de formato do fruto revelou diferenças significativas ($p=0,05$) entre os tratamentos avaliados, deixando evidente a presença de variabilidade genética (Tabela 1).

Tabela 1: Resumo de análise de variância do dialélio para Formato de fruto, Produtividade, Taxa de crescimento da rama principal até os 50 dias e Tamanho da rama principal aos 50 dias

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios			
		Formato do Fruto (escala de notas)	Produtividade (kg/ha)	Taxa de crescimento até os 50 dias (cm/dia)	Tamanho da rama principal aos 50 dias (cm)
CRUZAMENTOS	9	11,0**	144409608,9**	2,4 *	14728,5 *
C.G.C. G-I	1	75,7**	262209679,2**	10,9 **	57861,9 **
C.G.C. G-II	4	3,2*	235981076,6**	1,2 ns	7650,4 ns
C.E.C. IxII	4	2,7ns	23388123,7*	1,5 ns	11023,2 ns
RESÍDUO	18	1,1	8926900,3	0,7	4193,8
MÉDIA		5,4	13775,5	1,23	114,56
R ² CGC (%)		89,2	92,8	72,4	68,7
R ² CEC (%)		10,8	7,2	27,6	31,3
CV (%)		17,78	21,68	71,8	56,52

ns: não significativo; ** e *: significativo a 0,01 e 0,05, respectivamente, pelo teste F.

As características taxa de crescimento até os 50 dias e tamanho da rama principal aos 50 dias apresentaram diferenças significativas apenas na CGC do grupo I como se pode observar na Tabela 1, indicando diferenças significativas apenas entre as cultivares Piramoita e Zapallo Tronco, não havendo diferença entre os acessos. Ao analisar o hábito de crescimento das plantas de todos os cruzamentos no campo, percebe-se que estas cresceram de forma indeterminada, emitindo ramos ao longo de seu crescimento, principalmente após o florescimento. Esse fenômeno ocorre devido à presença do gene Bush em heterozigose (Bubu) na fase F1. Quando esse gene se encontra em heterozigose ocorre inversão de dominância e as plantas emitem ramos, como relatado por diversos autores que trabalharam com espécies do gênero *Curcubita* (Shifriss, 1947; Denna & Munger, 1963; Robinson et al., 1976).

Ainda observando a Tabela 1, verifica-se que a CGC e a CEC apresentaram efeitos significativos ($p=0,01$ e $p=0,05$ respectivamente) para produtividade, indicando que, além da aditividade, a presença de ação gênica não aditiva foi significativa entre os loci relacionados a essa característica, uma vez que a CEC não acusa significância na ausência de dominância (Vencovsky & Barriga, 1992). Para formato de fruto apenas as CGC dos grupos I e II apresentaram efeitos significativos, não apresentando significância na CEC. Apesar da ausência de significância na CEC para Formato de fruto, pode-se indicar um cruzamento promissor observando apenas o potencial dos genitores através da CGC (Ramalho et al. 2012).

O efeito significativo da CEC para produtividade também evidencia diferentes graus de complementação entre os indivíduos dos dois grupos, onde determinadas combinações híbridas apresentam desempenho fenotípico diferente do esperado somente com base nos efeitos da CGC.

Na Tabela 2, estão apresentadas as estimativas do parâmetro gi (CGC) para os indivíduos dos grupos I e II. Para Produtividade, a cultivar Piramoita do grupo I e os acessos BGH-4360 e BGH-5253 do grupo II foram os que mais se destacaram. Seus valores relativamente elevados de gi indicam que tais acessos e cultivar apresentam maior frequência de alelos favoráveis para o caráter (Vencovsky & Barriga, 1992). Dessa forma, estes acessos e essa cultivar podem ser utilizadas em inter cruzamentos com indivíduos de grupos heteróticos diferentes, com o intuito de formar novas populações com maior concentração de alelos favoráveis, podendo, assim, proporcionar a obtenção de novos indivíduos superiores aos atuais (Cruz et al., 2014).

Tabela 2. Estimativas dos efeitos de Capacidade Geral de Combinação para Formato do fruto, Produtividade, Taxa de crescimento da rama principal até os 50 dias após transplântio e Tamanho da rama principal aos 50 dias após transplântio.

Genitor	FORMATO DO FRUTO	PRODUTIVIDADE	TAXA DE CRESCIMENTO	TAMANHO DA RAMA
Zapallo Tronco	-1,58	-2956,4	-0,63	-43,92
Piramoita	1,58	2956,4	0,63	43,92
DP (gi)	0,19	545,49	0,16	11,82
BGH-7663	-0,3	-2531,26	0,08	-2,62
BGH-5621	0,2	-8017,18	-0,51	-48,55
BGH-1956	-0,97	-1027,92	0,09	5,8
BGH-5253	1,03	2740,59	0,66	51,6
BGH-4360	0,32	8835,77	-0,32	-6,23
DP (gj)	0,38	790,99	0,32	23,64

Os resultados da Tabela 2 permitem observar que a cultivar Piramoita mostrou-se mais promissora dentro do grupo I, pois apresentou estimativas positivas de gi para formato de fruto e para produtividade. Por sua vez, os acessos BGH-4360 e BGH-5253 do grupo II, também se mostraram promissores ao apresentar estimativas positivas para ambas às características avaliadas, onde BGH-4360 apresentou a estimativa mais elevada para produtividade e BGH-5253 a mais elevada para formato de fruto. Ainda

vale destacar o acesso BGH-5621 do grupo II, que apresentou estimativa positiva para formato de fruto, apesar de apresentar uma estimativa negativa para produtividade.

TABELA 3. Estimativa dos efeitos de Capacidade Específica de Combinação para Formato do fruto, Produtividade, Taxa de crescimento da rama principal até os 50 dias após transplântio e Tamanho da rama principal aos 50 dias após transplântio.

TRATAMENTOS	FORMATO DO FRUTO	PRODUTIVIDADE	TAXA DE CRESCIMENTO	TAMANHO DE RAMA
BGH-7663 X Zapallo Tronco	-0,3	1482,15	-0,24	-19,36
BGH-7663 X Piramoita	0,3	-1482,15	0,24	19,36
BGH-5621 X Zapallo Tronco	0,2	-700,69	0,2	4,58
BGH-5621 X Piramoita	-0,2	700,69	-0,2	-4,58
BGH-1956 X Zapallo Tronco	-0,97	-740,81	-0,29	-26,28
BGH-1956 X Piramoita	0,97	740,81	0,29	26,28
BGH-5253 X Zapallo Tronco	0,81	2465,11	-0,46	-31,53
BGH-5253 X Piramoita	-0,81	-2485,11	0,46	31,53
BGH-4360 X Zapallo Tronco	-0,26	-2505,75	0,79	72,58
BGH-4360 X Piramoita	0,26	2505,75	-0,79	-72,58
DP(Sij)	0,38	790,99	0,32	23,65

Além do efeito da CGC, também é importante avaliar as interações específicas que refletem efeitos não aditivos entre as linhagens estudadas. Na Tabela 3, estão apresentadas as estimativas do parâmetro S_{ij} referente à CEC, entre as linhagens dos grupos I e II. Pode-se observar que, para o formato do fruto, a combinação híbrida mais favorável foi BGH-1956 x Piramoita ($S_{ij} = 0,97$), uma vez que essa combinação

apresentou a estimativa positiva mais elevada de S_{ij} , ainda que seu genitor do grupo II apresente CGC negativa para essa característica. Isso sugere que esse cruzamento apresenta elevado grau de complementação alélica entre seus genitores. Circunstancia similar ocorre com a combinação BGH-5253 x Zapallo Tronco ($S_{ij} = 0,81$), onde o genitor do grupo I apresenta CGC negativa para o formato do fruto.

Com respeito à Produtividade, pode-se observar, na Tabela 3, que as combinações híbridas associadas às maiores estimativas de S_{ij} , foram BGH-4360 x Piramoita ($S_{ij} = 2505,75$) e BGH-5253 x Zapallo Tronco ($S_{ij} = 2465,11$). Considerando que somente a combinação BGH-4360 x Piramoita apresentou os dois genitores com estimativa positiva de CGC, é provável que a combinação BGH-5253 x Zapallo Tronco tenha elevado grau de complementação alélica.

As combinações híbridas BGH-7663 x Zapallo Tronco ($S_{ij} = 1482,15$), BGH-5621 x Piramoita ($S_{ij} = 700,69$) e BGH-1956 x Piramoita ($S_{ij} = 740,81$) envolveram genitores com CGC negativa e, a exemplo das mencionadas anteriormente, também apresentaram estimativas positivas de S_{ij} para produtividade. Contudo, a magnitude da CEC foi relativamente inferior à das combinações mencionadas anteriormente, sugerindo a ocorrência de um grau médio de complementação entre os referidos acessos e cultivares.

Verificou-se, por meio do coeficiente de determinação, que existe um predomínio dos efeitos gênicos aditivos (Tabela 1), onde os valores de R^2 CGC são sempre maiores que os valores R^2 CEC. De fato, se tomamos como exemplo a característica produtividade, enquanto as CGC (Tabela 2) dentro do Grupo II variaram de $-2531,26$ a $8835,77$, amplitude de $11367,03$, as CEC (Tabela 3) variam de $-2505,75$ a $+2505,75$, uma amplitude de apenas $5011,35$. O mesmo ocorre com o formato de fruto, onde o CGC apresenta amplitude de $2,0$ enquanto a CEC apenas $1,9$.

Dada à importância conjunta do formato do fruto e da produtividade no melhoramento da abóbora, torna-se importante considerar os resultados das duas características durante a análise da CGC. A análise da CEC (Tabela 3) permite observar que a combinação híbrida mais destacada BGH-4360 x Piramoita apresentou estimativas positivas de *Sij* tanto para Formato do fruto quanto para Produtividade.

Tabela 4. Produtividade (kg/ha), Formato de fruto (escala de notas), Taxa de crescimento diário da rama principal até os 50 dias após o transplântio (cm;dia) e Tamanho da rama principal aos 50 dias após o transplântio (cm).

TRATAMENTOS	Produtividade	Taxa de crescimento diário da rama principal até os 50 DAT	Crescimento da rama principal aos 50 DAT
BGH-7663 X Zapallo Tronco	5782,1 k	0,47 A	48,7 j
BGH-7663 X Piramoita	16706,4 d	2,15 A	175,2 c
BGH-5621 X Zapallo Tronco	2101,2 l	0,31 A	26,7 k
BGH-5621 X Piramoita	9415,4 i	1,10 A	105,3 g
BGH-1956 X Zapallo Tronco	9050,4 j	0,42 A	50,2 j
BGH-1956 X Piramoita	16444,8 e	2,20 A	190,6 b
BGH-5253 X Zapallo Tronco	16024,8 f	0,83 A	90,7 h
BGH-5253 X Piramoita	17007,4 c	2,95 A	241,6 a
BGH-4360 X Zapallo Tronco	21137,0 b	1,09 A	137,0 f
BGH-4360 X Piramoita	24085,5 a	0,72 A	79,7 i
Dayane	12381,8 h	1,66 A	163,0 d
Sandy	15400,7 g	1,37 A	141,1 e
CV (%)	44,19	52,45	44,96

Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Ao se realizar cruzamentos dialélicos, torna-se também necessária a realização de um teste de médias para as características avaliadas, pois valores positivos de CGC e CEC apenas indicam que um genitor ou um cruzamento é superior à média dos demais testados naquele experimento. Esses valores, portanto, não demonstram se um genitor ou uma combinação híbrida tem desempenho agrônômico superior ou semelhante a cultivares comerciais.

As combinações híbridas e as duas cultivares comerciais apresentaram diferenças significativas entre si para produtividade e tamanho da rama principal aos 50 dias, como observado na Tabela 4. Verifica-se que os cruzamentos com o acesso BGH-4360 apresentaram as maiores produtividades, superando os cultivares comerciais Sandy e Dayane. Isso indica um grande potencial produtivo, o que é confirmado pelos valores positivos de CGC para esse acesso (Tabela 2), que possui grande frequência de alelos favoráveis para a característica.

Os híbridos BGH-5253 x Piramoita, BGH-7663 x Piramoita, BGH-1956 x Piramoita e BGH-5253 x Zapallo Tronco também apresentaram valores significativos para produtividade, superando as duas testemunhas.

Em geral, os cruzamentos com a cultivar Piramoita apresentaram maior média de produtividade em relação aos cruzamentos com Zapallo Tronco, quando comparados com o mesmo acesso. Confirmando a presença de alelos favoráveis relacionada ao seu valor positivo de capacidade geral de combinação (Tabela 2).

Para a característica tamanho da rama principal aos 50 dias, pode-se dizer que em todas as combinações híbridas houve emissão de ramos após o florescimento. Apesar de apresentar diferenças significativas entre os tratamentos, os resultados dessa característica e de taxa de crescimento da rama principal não são conclusivos para o

presente estudo. É necessário o avanço das combinações para a geração F2 onde se poderá encontrar o gene Bush em homozigose dominante.

4.4 Conclusões

O alelo Bush dominante foi introduzido nas plantas da geração F1.

A análise dialélica parcial se mostrou eficiente no estudo dos efeitos tanto da CGC dos genitores, quanto da CEC das combinações híbridas.

A combinação BGH-4360 x Piramoita foi a mais promissora entre as combinações avaliadas, tendo apresentado as estimativa positivas de CEC para Produtividade, além de médias maiores que as testemunhas e é a mais indicada para formação de uma população-base para o programa de melhoramento de abóboras.

Os acessos BGH-4360 e BGH-5253 apresentaram valores positivos de CGC para Formato de fruto e Produtividade e são recomendados para seguir como genitores no programa de melhoramento.

4.5 Agradecimentos

O primeiro autor Marcelo R de F Ribeiro é bolsista da CAPES.

Os autores agradecem a FAPEMIG pelo financiamento do trabalho.

Agradecemos o Professor Pedro C S Carneiro pelo auxílio na análise dialélica.

4.6 Referências

CRUZ, C. D. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 35, p. 271-276, 2013.

CRUZ, C.D. **Princípios da Genética Quantitativa**. Editora UFV. Viçosa, MG. 394p. 2005.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S.; **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. 3ª Edição. Editora UFV. Viçosa, MG. 668p. 2014.

DENNA, D.W.; MUNGER, H. M. Morphology of the bush and vine habits and the allelism of the bush genes in *Cucurbita maxima* and *C. pepo* squash. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v.82, p.370–377, 1963.

EDELSTEIN, M; PARIS, H.S.; NERSON, H. Dominance of bush growth habit in spaghetti squash (*Cucurbita pepo*). **Euphytica**, v.43, p.253–257, 1989.

FONTES, P. C. R. **Olericultura: Teoria e Prática**. Viçosa, UFV, 486p. 2005.

GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallell crossing systems. **Australian Journal of Biology Sciences**, East Melbourn, v. 9, n 3, p. 463-493, 1956

LIMA NETO, I.S. **Pré-melhoramento de abóbora (*Cucurbita moschata* Duch.) visando biofortificação em carotenoides**. 96p. Tese de doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2013.

LOPEZ-JUEZ, E.; KOBAYASHI, M., SAKURAI, A., KAMIYA, Y., KENDRICK, R.E. Phytochrome, Gibberellins, and Hypocotyl Growth: A Study Using the Cucumber (*Cucumis sativus* L.) long hypocotyl Mutant. **Plant Physiology**, v. 107, p. 131-140. 1995.

LOY, J. B. Introgression of genes conferring the bush habit of growth and variation in fruit rind color into white nest egg gourd. In: **Xth EUCARPIA Meeting on Genetics and Breeding of Cucurbitaceae**. Antalya, Turkey, Cukurova University, p. 275-282, 2012.

MACHADO, R.; MIRANDA, J. B. Heterosis expression in crosses between maize populations. year yield. En: **Scientia Agricola**. v. 60, n. 3, p. 519-524, 2003.

MAYNARD, D.N., ELMSTROM, G.W., CARLE, R.B. 'EI Dorado' and 'La Estrella': compact plant tropical pumpkin hybrids. **HortScience**, v.37, p.831-833, 2002.

PARIS, H. S.; EDELSTEIN, M. Same Gene for Bush Growth Habit in Cucurbita pepo ssp. pepo as in C. pepo ssp. ovifera. **Cucurbit Genetics Cooperative Report**. v. 24, p. 80-81, 2001.

PINTO, R. J. B.; KVITSCHAL, M. V.; SCAPIM, C. A.; FRACARO, M.; BIGNOTTO, L. S.; NETO, I. L. S. Análise dialélica parcial de linhagens de milho-pipoca. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. v. 6, n. 3, p. 325-337, 2007.

PUIATTI, M., SILVA, D.J.H. Abóboras e morangas. In: Fontes, P.C.R. (ed.). **Olericultura: teoria e prática**. Viçosa: DFT - Setor de Olericultura/UFV, p.279-297. 2005.

RAMOS, S. R. R.; CARVALHO, H. W. L.; QUEIROZ, M. A.; RIBEIRO, V. Q.; OLIVEIRA, I. R.; OLIVEIRA, V. D.; RIBEIRO, S. S. Análise descritiva do padrão de aceitação de frutos de abóbora da agricultura tradicional pelos consumidores. In: **Congresso Brasileiro de Olericultura**, 47. Porto Seguro-BA, 2007.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU A. F. B.; SANTOS, J. B.; NUNES, J. A. R. **Aplicações da Genética Quantitativa no Melhoramento de Plantas Autógamas**. Lavras:UFLA, 572 p. 2012.

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**, v. 31, n. 3, p. 504-508, 2013.

ROBINSON, R.W., H.M. MUNGER, T.W. WHITAKER, & G .W. BOHN. Genes of the Cucurbitaceae. **HortScience**, v. 11, p. 554-568, 1976.

SHIFRISS, O. Developmental reversal of dominance in Cucurbita pepo. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v.50, p.330–346, 1947.

SOBREIRA, F. M. **Divergência genética entre acessos de abóbora para estabelecimento de coleção nuclear e pré-melhoramento para óleo funcional**. 88p Tese de doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2013.

SOUZA, F.F., DIAS, R.C.S., QUEIRÓZ, M.A. Capacidade de combinação de linhagens avançadas e cultivares comerciais de melancia. **Horticultura Brasileira**. v 31, p. 595-601. 2013

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no Fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 496p, 1992.

VALLEJO, F. A.; MOSQUERA, S. E. Transferencia del gen bu a poblaciones de zapallo, Cucurbita sp. con crecimiento postrado, **Acta Agronómica**, v. 48, n. 3-4 Julio-Diciembre, 1998.

WHITAKER, T. W.; G.N. DAVIS. Cucurbita. **Handbook of genefics**. v. 2, p. 135·142, 1974.

WU, T.; ZHOU, J.; ZHANG, Y.; CAO, J. Characterization and inheritance of a bush-type in tropical pumpkin (Cucurbita moschata Duchesne). **Scientia Horticulturae**. v. 114, p. 1-4, 2007.

ZHANG, Q. I, YU, E., MEDINA, A. 2012 Development of Advanced Interspecific-bridge Lines among Cucurbita pepo, C. maxima, and C. moschata. **Hortscience**. v. 47, p. 452–458, 2012.