

ANDRÉ PUGNAL MATTEDI

**CARACTERIZAÇÃO E PRÉ-MELHORAMENTO DE  
ACESSOS DE QUIABEIRO DO BANCO DE GERMOPLASMA  
DE HORTALIÇAS DA UFV E SELEÇÃO DE HÍBRIDOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2014

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

T

M435c  
2014

Mattedi, André Pugal, 1983-  
Caracterização e pré-melhoramento de acessos de quiabeiro  
do banco de germoplasma de hortaliças da UFV e seleção de  
híbridos. / André Pugal Mattedi. – Viçosa, MG, 2014.  
ix, 60f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Derly José Henriques da Silva.  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Inclui bibliografia.

1. *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. 2. Quiabo -  
Melhoramentos genético. 3. Melhoramento de Plantas.  
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Biologia  
Geral. Programa de Pós-graduação em Genética e  
Melhoramento. II. Título.

CDD 22. ed. 635.648

ANDRÉ PUGNAL MATTEDI

**CARACTERIZAÇÃO E PRÉ-MELHORAMENTO DE  
ACESSOS DE QUIABEIRO DO BANCO DE GERMOPLASMA  
DE HORTALIÇAS DA UFV E SELEÇÃO DE HÍBRIDOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 27 de fevereiro de 2014.

---

Moacil Alves de Souza  
(Coorientador)

---

Leonardo Lopes Bhering  
(Coorientador)

---

Fabiano Ricardo Brunele Caliman

---

Carlos Nick Gomes

---

Derly José Henriques da Silva  
(Orientador)

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de cursar o doutorado.

A Empresa Agristar do Brasil Ltda., pela oportunidade de cursar o doutorado com vínculo empregatício.

Aos colegas de trabalho da empresa Agristar do Brasil Ltda.

Ao meu orientador, professor Derly José Henriques da Silva, pela paciência, confiança, conselhos, incentivo, carinho, e após mais de 10 anos como orientador tornou-se um grande amigo.

Ao professor Leonardo Lopes Bhering, pelas proveitosas reuniões, sugestões, apoio e amizade.

Ao professor Moacil Alves de Souza, pelas sugestões, apoio e amizade.

Aos professores Fabiano Ricardo Brunele Caliman e Carlos Nick, pela participação na banca de defesa e sugestões.

Aos amigos do Núcleo de Estudo em Olericultura (NEO) pelo convívio agradável durante todos esses anos.

Aos amigos do curso de pós-graduação em Genética e Melhoramento.

Aos professores de graduação e de pós-graduação, pela atenção, pela disponibilidade e pelos ensinamentos.

A Bel por estar ao meu lado incentivando e apoiando em todos os momentos.

Aos meus familiares por estarem sempre presentes em minha vida.

Aos meus avôs maternos, que tanto me ensinaram o valor da vida e me incentivaram a estudar.

A minha Mãe, que sempre me apoiou e incentivou a estudar, mostrando que a maior herança que os pais podem deixar a seus filhos é o conhecimento e a cultura.

E a Deus, por sempre se fazer presente me iluminando todos os dias.

## **BIOGRAFIA**

André Pugnall Mattedi, filho de Maria Lúcia Mattedi e Carlos Alberto Farias, natural de Santa Teresa, Estado do Espírito Santo. Iniciou o curso de Agronomia na Universidade Federal de Viçosa no ano de 2002, colando grau em agosto de 2007. Entre agosto e dezembro de 2006 cursou um período de Agronomia na Universidade Austral do Chile, em Valdivia - Chile. Em setembro de 2007 iniciou o curso de Pós Graduação, em Genética e Melhoramento, no Departamento de Biologia Geral da Universidade Federal de Viçosa, tornando-se mestre em fevereiro de 2009. Em março de 2009 iniciou o curso de doutorado em Genética e Melhoramento, recebendo o título de Doutor em Genética e Melhoramento em fevereiro de 2014. Desde março de 2008 presta serviços à empresa Agristar do Brasil Ltda., trabalhando com melhoramento de hortaliças.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	03
2.1 Cultura do Quiabeiro.....	03
2.2 Recursos Genéticos e Banco de Germoplasma.....	06
2.3 Análise Dialética.....	08
2.4 Estabilidade Fenotípica.....	11
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	13
CAPÍTULO I – SELEÇÃO DE PROGENITORES DE QUIABEIRO COM BASE EM DESEMPENHO E DIVERGÊNCIA GENÉTICA.....	19
Resumo.....	20
Abstract.....	21
Introdução.....	22
Material e Métodos.....	23
Resultados e Discussão.....	26
Conclusões.....	31
Referências Bibliográficas.....	32
CAPÍTULO II – CRUZAMENTOS DIALÉICOS ENTRE PROGENITORES DE QUIABEIRO VISANDO OBTENÇÃO DE HÍBRIDOS.....	34
Resumo.....	35
Abstract.....	36
Introdução.....	37
Material e Métodos.....	38

Resultados e Discussão.....	41
Conclusões.....	45
Referências Bibliográficas.....	47
CAPÍTULO III – ESTABILIDADE DE HÍBRIDOS DE QUIABEIRO COM BASE EM DESCRITORES AGRONÔMICOS DE INTERESSE ECONÔMICO.....	49
Resumo.....	50
Abstract.....	51
Introdução.....	52
Material E Métodos.....	53
Resultados e Discussão.....	54
Conclusões.....	58
Referências Bibliográficas.....	59
4. CONCLUSÕES GERAIS.....	60

## RESUMO

MATTEDI, André Pugnall, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Fevereiro, 2014. **Caracterização e pré-melhoramento de acessos de quiabeiro do banco de germoplasma de hortaliças da UFV e seleção de híbridos.** Orientador: Derly José Henriques da Silva. Coorientadores: Moacil Alves de Souza e Leonardo Lopes Bhering.

Com o objetivo de caracterizar e avaliar a divergência genética de setenta acessos de quiabeiro do Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa (BGH-UFV) e selecionar potenciais progenitores, os acessos foram avaliados mediante processos preditivos e desempenho *per se*. Foram utilizados cruzamentos dialélicos para avaliar as capacidades geral e específica de combinação e valores de heterose visando selecionar potenciais híbridos comerciais segundo os descritores agrônômicos de interesse econômico. Para os híbridos selecionados objetivou-se estudar o desempenho *per se* dos híbridos em diferentes ambientes, assim como avaliar a interação genótipos por ambientes (GxA) para identificar aqueles com estabilidade fenotípica. Foram conduzidos seis experimentos, sendo o primeiro experimento realizado entre Setembro de 2010 e Fevereiro de 2011, o segundo entre janeiro e junho 2011, o terceiro de setembro de 2011 a fevereiro de 2012, o quarto de janeiro a junho de 2013 e os dois últimos, quinto e sexto entre setembro de 2013 e janeiro de 2014. Houve variabilidade para todos os descritores observados na caracterização e avaliação dos setenta acessos de quiabeiro inicialmente estudados, e baseando-se nos descritores qualitativos e na soma de postos invertida para os descritores quantitativos de interesse econômico, nove acessos foram selecionados como progenitores potenciais na primeira etapa do trabalho: BGH-132, BGH-547, BGH-693, BGH-740, BGH-961, BGH-7863, BGH-7865, BGH-3196 e BGH-4890. Por meio de cruzamentos dialélicos foram estimadas as capacidades geral e específica de combinação dos nove progenitores e heterose dos 36 híbridos. Entre estes foi possível observar que o quadrado médio da CGC foi superior ao da CEC para todos os descritores estudados, e que o progenitor BGH-961 obteve valores positivos para CGC e médias superiores para todos os descritores avaliados. Os híbridos AGR 04, AGR 08, AGR 11, AGR 15, AGR 18, AGR 19, AGR 28 e AGR

32 foram selecionados para testes comerciais, uma vez que se destacaram com maiores CEC, e valores de heterose. No estudo do desempenho *per se* dos híbridos indicados nos diferentes ambientes, e avaliação da interação genótipos por ambientes (GxA) para identificar híbridos com estabilidade fenotípica, foi possível observar diferentes comportamentos entre os ambientes estudados, permitindo assim, a possibilidade de indicação de cultivo dos híbridos nas condições específicas aos locais onde os experimentos foram montados, assim como para regiões representativas a ambos os locais, com destaque para os híbridos AGR 28 e AGR 32, pois foram obtidas médias elevadas nos ambientes e alta estabilidade fenotípica.

## ABSTRACT

MATTEDI, André Pugnol, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2014. **Description and pre-breeding of okra accessions from germplasm bank the vegetable of the UFV and hybrids selection.** Adviser: Derly José Henriques da Silva. Coadviser: Moacil Alves de Souza and Leonardo Lopes Bhering.

The aim of this work is feature and evaluate the genetic divergence of seventy okra accessions from the Vegetable Germplasm Bank of Universidade Federal de Viçosa (UFV-BGH) and select potential progenitors, the evaluation was by predictive processes and performance *per se*. Diallel crossing was used to evaluate the general ability and specific of combination and heterosis values as ability to present economic interest according to agronomic point of view. The select hybrids intend to study the behavior *per se* in different environments as evaluate the genotype by environment (GxA) and identify the phenotypic stability. On total six experiments were made, the first experiment was conducted between September 2010 and February 2011, the second between January and June 2011, the third between September 2011 and February 2012, the fourth on January to June 2013 and the last two, fifth and sixth between September 2013 and January 2014. All the descriptors observed during the characterization and the seventy okra accessions early studied there was variability, and based on the qualitative descriptors and inverted sum of qualitative descriptors on economic interest, nine accessions became selected as potential progenitors during the first stage of this work: BGH-132, BGH-547, BGH-693, BGH-740, BGH-961, BGH-7863, BGH-7865, BGH-3196 and BGH-4890. Have been estimated from the general and specific ability of combination, 36 heterosis hybrids starting from the nine progenitors. Among these was possible to observe the majority of square average CGC as CEC for all the studied descriptors, and the progenitor BGH-0961 presented positive values for CGC and higher averages for all the evaluated descriptors. The AGR 04, AGR 08, AGR 11, AGR 15, AGR 18, AGR 19, AGR 28 and AGR 32 hybrids was selected by commercial tests, once higher with CEC and heterosis values. The study of *per se* fulfillment hybrids from different environments and interaction evaluation of genotype by environment (GxA) to identify hybrids phenotype

stability, was possible observe different behaviors among the studied environment, thereby allowing a possible indication of hybrids cultivation replicating the regional conditions where the experiments were conducted, therefore representative regions on both places, with emphasis for AGR 28 and AGR 32 hybrids, wherefore high averages were obtained in the high phenotypic stability environments.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

No Brasil foram encontradas condições propícias de cultivo para o quiabeiro *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. Sua introdução no país está relacionada ao período colonial, com a chegada de escravos nos estados de Pernambuco, Bahia, Rio de Janeiro, Minas Gérias e São Paulo (Aranha, 2008).

A existência de trocas de sementes entre agricultores e a hibridação natural favoreceram a ampliação da variabilidade genética dessa cultura. Grande parte dessa variabilidade pode ser encontrada em coleções conservadas *ex situ*, como os acessos conservados em Bancos de Germoplasmas. Dentre estes a Universidade Federal de Viçosa possui o Banco de Germoplasma de Hortaliças (BGH-UFV) criado na década de 60, e nele, encontram-se registrados mais de 200 acessos de quiabeiro (Silva *et al.*, 2001).

Mesmo o BGH-UFV dispondo de considerável número de acessos (Foloni, 1984), os únicos trabalhos com caracterização e seleção foram realizados na então Universidade Rural do estado de Minas Gerais, hoje Universidade Federal de Viçosa. Desde então tais acessos permanecem sem caracterização. Tal fato, além de restringir o uso dos acessos em programas de melhoramento, impossibilita o manejo otimizado do germoplasma e, conseqüentemente, onera a conservação do mesmo (Sudré *et al.*, 2010).

Mediante estudos de caracterização e avaliação é possível inferir sobre a variabilidade da coleção e selecionar acessos com potencial de uso em programas de melhoramento genético (Gonçalves *et al.*, 2009).

Uma das formas de explorar a variabilidade genética existente e determinar o potencial genético das variedades ou linhagens é mediante a avaliação destas em cruzamentos entre si (Rocha *et al.*, 2014). E a criação de novas cultivares tem sido uma das tecnologias que vêm contribuindo para o aumento da produtividade e estabilidade de produção, sem custos adicionais ao agricultor (Polizel *et al.*, 2013).

Sendo assim, os objetivos foram: caracterizar e avaliar a divergência genética existente entre 70 acessos de quiabeiro do BGH-UFV, selecionar potenciais progenitores baseados em processos preditivos, comportamento *per se* e por meio de cruzamentos dialélicos, avaliar as capacidades geral e

específica de combinação e estimativas de heterose, para selecionar potenciais híbridos comerciais; dentre os híbridos indicados estudar o desempenho *per se* em diferentes ambientes, assim como avaliar a interação genótipos por ambientes (GxA) para identificar híbridos com estabilidade fenotípica.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Cultura do quiabeiro

O quiabeiro, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench, tem seu cultivo relacionado principalmente às regiões tropicais e subtropicais. No Brasil seu cultivo é praticado em maior escala nas regiões nordeste e sudeste do país.

Inicialmente foi classificado no gênero *Hibiscus*, na seção *Abelmoschus* na família das Malvaceae por Linneu em 1737. Posteriormente foi proposto que a seção *Abelmoschus* se tornasse gênero por Medikus em 1787. Enquanto, em países como Índia e Paquistão, o quiabo era conhecido como *Abelmoschus esculentus* (L.) Moesch, enquanto que na maioria dos demais países continuava como *Hibiscus esculentus*. Somente a partir de 1974, com estudos baseados em diferenças morfológicas entre os gêneros que Terrel & Winters (1974) definiram como *Abelmoschus esculentus* o nome científico do quiabeiro (Aladele *et al.*, 2008).

De acordo com Muller & Casali (1980), o quiabeiro é conhecido como gumbo, gombo, okra, lady's dinger (inglês), bhindi ou bhendi (indiano), bamyah ou bamiat (árabe), quimbombo (espanhol).

O sudoeste da Ásia é considerado o centro de diversidade do gênero, porém seu cultivo para alimentação está relacionado à sua introdução em regiões da África e América. Existem duas hipóteses em relação à origem geográfica da diversidade de *Abelmoschus esculentus*. Alguns cientistas relatam sobre um ancestral primitivo (*Abelmoschus tuberculatus*) do noroeste da Índia, sugerindo que a origem da espécie está relacionada a esta área. Outros autores baseiam na presença do ancestral primitivo (*Abelmoschus fuculneus*) presente no Leste da África, porém estas informações não são conclusivas e necessita-se de mais estudos para esclarecer este aspecto da cultura (Departament of Biotechnonology, 2009).

O gênero *Abelmoschus* é constituído por várias espécies conhecidas. Sendo cultivadas devido a características de seus frutos (*Abelmoschus esculentum* e *Abelmoschus caillei*), ou pelo uso de suas folhas (*Abelmoschus manihot*) e por suas sementes *Abelmoschus moschatus* (Kokopelli, 2013).

Para o gênero *Abelmoschus* existe significativa variação quanto ao número de cromossomos e níveis de ploidia. O maior número de cromossomos é encontrado na espécie *Abelmoschus manihot var. Caillei*, com cerca de 200 cromossomos, e o menor para *Abelmoschus angulosus* com 56 cromossomos. Para *Abelmoschus esculentus (L.) Moench*,  $2n=130$  é o número de cromossomos que tem sido observado com maior frequência, entretanto Datta and Naug (1968), relataram a existência de  $2n= 72, 108, 120, 130$  e  $144$  (Sorapong, 2012).

O quiabeiro é considerado planta anual, arbustiva, de porte ereto e caule semilenhoso, podendo atingir até 3 m de altura. Quando plantada em espaçamentos largos ocorrem ramificações laterais, sendo essas, menos frequentes quando se aumenta a densidade de plantio (Filgueira, 2007).

É uma hortaliça de clima tropical, desenvolvendo-se bem em temperaturas entre 18 a 35°C (Zanin, 1990). A faixa de temperatura ótima para germinação é entre 20 e 30°C. As flores têm 4 a 8 cm de diâmetro, com cinco pétalas amarelas, frequentemente com a base arroxeadas. A antese ocorre com maior frequência entre 06:00hs e 10:00hs. É uma espécie intermediária, com frequência de 4 -19% de polinização cruzada (Mitidieri & Vencovsky 1974). O processo de frutificação do quiabeiro acompanha o crescimento da planta, que é indeterminado, ou seja, após curto período de crescimento vegetativo a planta inicia a etapa produtiva e assim simultaneamente emite folhas, flores e frutos ao longo do ciclo da cultura (Nascimento, 2009).

Ao contrário de muitas outras hortaliças em que os frutos são consumidos quando atingem seu máximo desenvolvimento fisiológico ou estádios próximos a ele, os frutos do quiabeiro devem ser consumidos quando novos e tenros. À medida que os frutos crescem e se desenvolvem aumenta o teor de fibra até determinado limite, tendo o ponto ideal de colheita quando o teor de fibra é menor que 6,5%, estando tenro e com tamanho de 10 a 14 cm após isto os frutos tornam-se inadequados para consumo *in natura* (Muller & Casali 1980).

A classificação das cultivares pode ser feita de acordo com o desenvolvimento da planta, tamanho dos frutos, e cor dos frutos frescos. Além disto, conforme citados por, os frutos de quiabo podem ser classificados com relação à forma da seção transversal em angular ou circular (Mota, 2005).

Na descrição feita por Foloni (1984), diversos cultivares de quiabeiro foram introduzidos no país, sendo 'Chifre de Veado' o primeiro empregado comercialmente. Suas linhagens demonstravam variabilidade quanto ao desenvolvimento das plantas, número de ramos, formato das folhas, tipo do fruto e, principalmente, em relação à precocidade e produção dos frutos. Isto possibilita aos melhoristas realizar seleções para obtenção de plantas que possuíssem melhor adaptação as condições nacionais.

O Instituto Agronômico de Campinas (IAC), na década de 40, selecionou duas linhagens, a Chifre de Veado I-2313 e a Chifre de Veado I-1957. Essas linhagens, bastante uniformes, diferiam entre si quanto à produtividade e precocidade, sendo a I-2313 mais precoce e produtiva. A Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo passou a produzir em escala comercial as sementes desses cultivares e sua utilização popularizou-se rapidamente. O IAC também realizou a introdução de inúmeros cultivares de quiabeiro procedentes dos Estados Unidos, entre elas a Clemson Spineless, Dwarf Prolific, Perkins Spineless, Perkins Long Pod, Dwarf Green Long Pod, White Velvet, e Green Velvet. Segundo Bernardi (1957), de todos esses cultivares apenas "White Velvet" e "Green Velvet" possuem características desejáveis e, após seleção foram lançadas em parceria com Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo.

Trabalhando com as duas linhagens de Chifre de Veado selecionadas pelo IAC e com as cultivares White Velvet I-463 e Green Velvet I-460, Silveira *et al.* (1970) realizaram cruzamentos e posteriormente seleções obtendo dois novos cultivares denominadas Campinas-1 (I-4075) e Campinas-2 (I-4076,) ambas resultantes do cruzamento entre Chifre de Veado I-2313 e Green Velvet I-460. Trata-se de cultivares adaptados às condições brasileiras, sendo precoces e produtivas, com frutos estreitos, roliços, longos e ligeiramente curvos, com boa aceitação comercial. Segundo o autor, Campinas 1 e Campinas 2, têm maior grau de resistência em terrenos infestados por *Verticillium dahliae* Kleb (Murcha Verticilar), do que o grupo Chifre de Veado, White Velvet, e Green Velvet (Foloni, 1984).

Outros programas de pesquisa foram realizados em diversos estados, segundo Jones *et al.* (1966), citado por Foloni (1984). Em Minas Gerais teve início, em 1958, o programa de melhoramento do quiabeiro, na então

Universidade Rural do estado de Minas Gerais, hoje Universidade Federal de Viçosa. Segundo os autores, esses trabalhos consistiam da seleção massal no cultivar adaptado Chifre de Veado, hibridação e seleção entre várias linhagens nativas e introduzidas. O objetivo do programa era melhorar a qualidade, aumentar a produção, reduzir a altura da planta, aumentar a precocidade e aumentar a resistência ao orvalho e apodrecimento das raízes.

No estado do Rio de Janeiro, alguns trabalhos de melhoramento com o quiabeiro foram feitos, resultando em dois cultivares: Santa Cruz-47 e a Piranema. O primeiro foi desenvolvido por técnicos do antigo IPEACS do Ministério da Agricultura, a partir de material originalmente obtido por um produtor da região de Santa Cruz, estado do Rio de Janeiro (Zanin, 1980). Trata-se de um cultivar bastante produtivo e a sua utilização por olericultores dos estados do Centro-Sul do país é bastante frequente, tendo sua semente produzida por quase todas as companhias produtoras de sementes de hortaliças. O cultivar Piranema também foi obtida no antigo IPEACS, por seleção massal em Chifre de Veado iniciada em 1967, procurando-se selecionar e fixar as seguintes características: ausência de pigmentação de antocianina na planta, entrenós mais curtos, ângulos de inserção dos ramos de aproximadamente 45°, alta produtividade de frutos, frutos verdes e sem pigmentação, lisos, de comprimento médio e com baixo teor de fibra.

A cultura do quiabeiro tem sua importância e popularidade aumentando no país, pois apresenta algumas características desejáveis tanto para agricultores quanto consumidores, como: ciclo rápido, custo de implantação e condução da cultura altamente econômico, alto valor alimentício, entre outras.

## **2.2 Recursos genéticos e banco de germoplasma**

O processo de conservação dos recursos genéticos de espécies vegetais e animais é um dos temas de grande relevância na atualidade, o que tem proporcionado inúmeros estudos na quantificação da diversidade genética e no entendimento de sua magnitude, natureza e distribuição entre e dentro de populações. Para que os programas de conservação e pré-melhoramento tenham sucesso é necessário o conhecimento da quantidade de variação

presente na espécie de interesse (Cruz *et al.*, 2011).

O aumento do número de genitores utilizados nos programas de melhoramento pode ser obtido a partir de cultivares antigos das espécies cultivadas bem como das espécies silvestres pertencentes ao mesmo gênero que se encontram registrados nos bancos de germoplasma (Vallois *et al.*, 1996). Bancos de germoplasma são considerados unidades conservadoras de material genético de uso imediato ou com potencial de uso futuro (Cruz *et al.*, 2012)

As amostras de germoplasma que representam a variação genética de uma população e foram registradas em banco de germoplasma são tradicionalmente chamadas de acessos.

Em um banco de germoplasma são inúmeras as atividades a serem executadas, passando pela aquisição do germoplasma, exploração e coleta; manutenção, multiplicação, regeneração, caracterização, avaliação, documentação, distribuição, intercâmbio, além da conservação desses materiais (Borém & Miranda, 2009).

Existem duas maneiras de conservação dos recursos genéticos: *in situ* e *ex situ*, (CDB, 1992). Conservação *in situ* é a manutenção e recuperação de populações viáveis de espécies em seu habitat e para espécies domesticadas ou cultivadas, nos meios onde tenham desenvolvido suas propriedades características. A conservação *ex situ* é a conservação fora do seu habitat natural, geralmente, mediante sementes.

A fim de preservar a diversidade das espécies, devido à adoção cada vez maior de cultivares modernos, em substituição aos primitivos, foram criadas as coleções de germoplasma (Brown, 1989). Segundo Neto (2004), os principais tipos de coleções *ex situ* são: Coleção Base, Coleção Ativa, Coleção de Trabalho, Coleção a Campo, Coleção *in vitro*, Coleção em Criopreservação, Coleção Nuclear e Banco Genômico.

Mesmo com as mudanças existentes na concepção de interação de recursos genéticos e programas de melhoramento, ainda existe uma lacuna entre essas atividades (Nass, 2001). O processo de pré-melhoramento serve de elo entre a coleta e conservação da variabilidade dos recursos genéticos com exploração da diversidade genética disponível nos programas.

O pré-melhoramento visa à identificação de caracteres de importância

econômica para linhas avançadas (Palmer, 1989 e Marshall, 1989), tornando a busca por recursos fitogenéticos armazenados em bancos de germoplasma atividades de extrema importância (Laurindo, 2013).

No Brasil, o primeiro banco de germoplasma criado foi o do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), em 1930. Apenas na década de 70 foi criado pelo governo federal o Centro Nacional de Pesquisa em Recurso Genético e Biotecnologia.

O Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa (BGH-UFV) foi criado oficialmente na década de 60, com apoio da Fundação ROCKEFELLER. Inicialmente foram feitas coletas mediante viagens de pesquisadores da UFV, a regiões de colonização antiga, onde se tinha o conhecimento de variedades locais ou variedades tradicionais, variedades essas também comumente chamadas de “landraces”. As coletas tiveram início em 1964 e mantêm-se ativa até os dias atuais (Silva, 2001).

### **2.3 Análise dialélica**

Constantemente os melhoristas se deparam com a necessidade de escolha de indivíduos ou de populações a serem empregadas na hibridação e geração de segregantes superiores. Essa escolha deve ser baseada em critérios, e a análise dialélica é ferramenta nesse processo (Charcosset *et al.*, 1998).

Os cruzamentos dialélicos têm sido utilizados com frequência em programas de melhoramento, pois fornecem informações sobre o tipo de ação gênica predominante, avaliam a heterose, capacidades geral e específica de combinação, além de auxiliar o melhorista na escolha da melhor estratégia de melhoramento (Oliveira, 2005).

O termo capacidade combinatória refere-se ao comportamento de linhagens ou cultivares quando utilizadas em combinações híbridas, em um ou vários sentidos entre si, associando-se com esse conceito o efeito transgressivo dos genótipos e a resposta heterótica dos mesmos (Sprague & Tatum, 1942).

Os dialelos constituem-se do cruzamento entre  $n$  progenitores, podendo

ser utilizado de inúmeras formas. Entre os vários tipos de dialelos, os dialelos completos (balanceados) incluem todos os híbridos entre todos os pares de combinações dos progenitores. As análises podem empregar os híbridos, ou os híbridos mais os progenitores, ou os híbridos mais os híbridos recíprocos, ou os progenitores mais os híbridos e os híbridos recíprocos. A maior limitação encontrada na utilização de dialelos balanceados seria o grande número de combinações a serem realizadas para o desenvolvimento dos trabalhos (Cruz *et al.*, 2012).

Uma das alternativas para aumentar o número de genitores a serem avaliados é o emprego do dialelo parcial. O dialelo parcial envolve dois grupos de progenitores e seus respectivos cruzamentos (Cruz *et al.*, 2012). Esse dialelo diminui o número de cruzamentos para cada genitor, uma vez que os cruzamentos são realizados entre os dois grupos de genitores, mas não dentro do mesmo grupo (Guimarães, 2004).

Outra opção para aumentar a flexibilidade do dialelo em relação ao número de pais é o dialelo circulante (Kempthorne & Curnow, 1961). Os progenitores são representados, no delineamento, por um mesmo número de cruzamentos, porém inferior a  $n-1$ , sendo  $n$  o número de progenitores (Cruz *et al.*, 2012).

A análise dialélica permite estimar parâmetros úteis na seleção de progenitores para a hibridação e o entendimento dos efeitos genéticos envolvidos na determinação dos caracteres. Existem várias metodologias para a análise e interpretação dos dados obtidos com cruzamentos dialélicos, a proposta de Hayman (1954) permite obter informações sobre o mecanismo básico da herança do caráter em estudo, dos valores genéticos dos progenitores utilizados e do limite de seleção, enquanto a proposta de Griffing (1956) estima os efeitos e as somas de quadrados associadas à capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC) e o modelo apresentado por Gardner & Eberhart (1966) estima os efeitos de variedades e heterose varietal (Cruz *et al.*, 2012).

A capacidade geral de combinação (CGC) refere-se ao comportamento relativo do progenitor em uma série de cruzamentos, estando associada principalmente aos efeitos genéticos aditivos. A capacidade específica de combinação (CEC) representa o desvio de um determinado cruzamento

específico em relação ao esperado com base na média das CGC dos genitores, estando relacionado, principalmente, com os efeitos dos desvios de dominância (Cruz & Vencovsky, 1989).

A metodologia desenvolvida por Griffing (1956) permite a análise dos dados em todas as diferentes combinações entre os progenitores, os híbridos e os recíprocos, idealizando quatro possíveis métodos de análise (Tabela 1). O método 1 envolve  $n^2$  combinações; no método 2 são incluídas os progenitores e os híbridos; no método 3 são incluídos apenas os híbridos e os recíprocos, e o método 4 só considera os híbridos.

TABELA 1. Métodos de análise dialélica propostos por Griffing (1956)

<b>Método</b>	<b>Inclusão dos progenitores</b>	<b>Inclusão dos recíprocos</b>	<b>Números de genótipos avaliados</b>
1	sim	sim	$n^2$
2	sim	não	$\frac{n(n+1)}{2}$
3	não	sim	$n(n-1)$
4	não	não	$\frac{n(n-1)}{2}$

Fonte: Adaptado de Wricke e Weber (1986).

A proposta de Griffing (1956) considera tanto efeitos fixos como aleatórios dependendo do caso em questão. O efeito é considerado fixo quando as conclusões a seu respeito forem válidas somente para ele próprio. Quando constituir uma amostra de uma população, representando a população, de forma que as informações obtidas tenham o interesse de caracterizar a população de trabalho, o efeito é considerado aleatório (Cruz, 2005).

A metodologia proposta por Gardner & Eberhart (1966) considera um conjunto fixo de variedades e seus híbridos, sendo uma alternativa para análise de dados obtidos a partir de pais/populações heterogêneas. Essa metodologia

também permite utilizar todas as combinações possíveis tendo como base os efeitos de variedade e heterose.

O método proposto por Hayman (1954) permite o estudo genético das características, possibilitando realizar análise dialélica de gerações  $F_1$  e, ou  $F_2$ , obtidas a partir de cruzamentos envolvendo genitores homocigóticos, com a possibilidade de avaliar o sistema poligênico que contribui para a determinação da característica, inferir a respeito do tipo de ação gênica existente e auxiliar no planejamento de programas de melhoramento.

## **2.4 Estabilidade fenotípica**

Nos programas de melhoramento de plantas, a condução de experimentos em mais de um local, ou em diferentes condições ambientais é frequentemente realizado. Neste contexto, respostas diferenciadas dos genótipos em relação às variações impostas pelos ambientes são esperadas (Maia *et al.*, 2008).

A existência de variações impostas pelo ambiente está relacionada à existência de interação genótipos x ambientes (GxA). Esta interação influencia o ganho de seleção e dificulta a recomendação de cultivares (Cruz & Regazzi, 1994).

A existência dessas interações está associada a dois fatores: natureza simples e complexa. Quando existem genótipos com desempenho superior em um ambiente, mas não em outro a interação é do tipo complexa, existindo assim mudanças em suas posições ou ordens. Já interação simples representa apenas mudanças na magnitude do desempenho genotípico, sem alteração da ordem dos genótipos ao longo dos ambientes, ou seja, genótipos superiores em um ambiente mantêm a superioridade nos demais ambientes (Cruz *et al.*, 2012).

A interação genótipos x ambientes não deve ser vista apenas como um problema. As avaliações dos genótipos em vários ambientes permitem aos melhoristas identificar os melhores cultivares em cada ambiente (Bolt, 2011).

Segundo Vencovsky & BARRIGA (1992), adaptação e estabilidade, mesmo sendo fenômenos relacionados, não devem ser considerados como um só. A

adaptabilidade refere-se a uma condição em vez de um processo, indicando a capacidade do genótipo apresentar alto rendimento em relação a um determinado ambiente ou determinadas condições para o qual está adaptado (Gallais, 1992). A estabilidade refere-se à capacidade dos genótipos mostrarem um comportamento altamente previsível em função do estímulo ambiental (Cruz *et al.*, 2012).

Atualmente existem diferentes métodos de análise para estabilidade. A escolha do método depende dos dados experimentais, do número de ambientes disponíveis, da precisão requerida e do tipo de informação desejada (Cruz *et al.*, 2012).

Os métodos embasados na ANOVA fornecem estimativas do parâmetro de estabilidade expressas em componentes quadráticos (quadrados médios ou componentes de variância), sendo métodos de fácil interpretação e vantajosos, por serem aplicáveis quando o número de ambiente é reduzido.

No método tradicional a soma de quadrados da interação genótipos por ambientes mais a soma de quadrados de ambientes é particionada em componentes da variação ambiental dentro de cada genótipo. O genótipo mais estável é aquele com menor quadrado médio para o desdobramento. No método proposto por Plaisted e Peterson (1959) o parâmetro de estabilidade adotado é a variância da interação genótipos por ambientes estimados para cada par de genótipos, onde se calcula a média das estimativas obtidas com um genótipo em comum e tem-se a sua contribuição para a interação  $G \times A$ , sendo os genótipos com baixa contribuição os considerados estáveis. O método de Wricke (1965), também denominado método da “ecovalência” segue o mesmo princípio do método anterior, medindo a contribuição de cada genótipo para a soma de quadrados da interação total  $G \times A$ , e o genótipo mais estável é aquele que possuir ecovalência de baixa magnitude em relação aos demais.

Outro método comumente utilizado é o de Eberhart e Russel (1966), embasados em equações de regressão, sendo a variável dependente expressa em função de um índice ambiental que permite medir a qualidade dos ambientes avaliados (Cruz *et al.*, 2012). Uma exigência desse método é o número mínimo de ambientes para análise (três para os métodos que utilizam regressão linear simples).

Vários outros métodos podem ser utilizados, destacando-se os baseados em regressão linear simples (Finlay & Wilkinson, 1963; Tai, 1971); regressão linear bi-segmentada (Cruz *et al.*, 1989; Silva; Barreto, 1986; Verma *et al.*, 1978); modelos não lineares (CHAVES *et al.*, 1989); não paramétricos (Annichiarico, 1992; Carneiro, 1998; Huenh, 1990; Lin Binns, 1988; Rocha *et al.*, 2005) e multivariados (Gauch; Zobel, 1996; Yan *et al.*, 2000).

A existência e utilização dos diferentes métodos se origina nos próprios conceitos de estabilidade e nos procedimentos biométricos empregados para estima-los (Pelúzio *et al.*, 2010; Santos, 2013).

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALADELE, S.E; ARIVO, O.J; LAPENA, R. Genetic relationship among West African okra (*Abelmoschus caillei*) and Asian genotypes (*Abelmoschus esculentum*) using RAPD. African Journal Biotechnology. 7: 1426-1431. 2008.
- ARANHA, S.A. Mosaico do quiabeiro: etiologia, caracterização molecular e biológica e diversidade genética do patógeno. 85 pg. 168 f. Dissertação apresentada a Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2008.
- BERNARDI, J.B. Instruções para a cultura do quiabeiro. Boletim nº 96, ESALQ-USP, Campinas, 1957.
- BOLT, A.S. Diversidade Genética, adaptabilidade e Estabilidade de genótipos de Soja no Mato Grosso. 2011. 205p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. Melhoramento de plantas – 5º Ed. ver. e ampl. – Viçosa, MG: Ed. UFV, 2009. 529 p.
- BROWN, A.H.D. Core Colletion: a practical approach to genetic resources management . Genome, Ottawa, v.31, p.818-824, 1989.
- CARNEIRO, P.C.S. Novas metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade de comportamento. 1998. 168 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1998.
- CHARCOSSET, A; BONISSEAU, TOUCHEBUF, O; BURSTIN, J; DUBREUIL,

P; BARRIÈRE, Y; GALLAIS, A; DENIS, JB. Prediction of maize hybrid silage performance using marker data: comparison of several models for specific combining ability. *Crop Science*, Madison, v.38, p.38-44, 1998.

HAVES, L.J; VENCOVSKY, R.; GERALDI, I.O. Modelo não linear aplicado ao estudo da interação genótipos x ambientes em milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.24, n.2, p.259-269, 1989.

Convensão Sobre Diversidade Biológica – CDB. Ministério do Meio Ambiente. Decreto Legislativo nº 2, de 5 de junho de 1992.

CRUZ, C.D. Princípios de genética quantitativa. Viçosa, MG: UFV, 394p 2005.

CRUZ, C.D.; MEDEIROS, F.F.; PASSONI, L.A. Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética. Volume 1, Visconde do Rio Branco, MG: Ed. Suprema, 2011. 620p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 2. ed. Viçosa: UFV, 1994. 390p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento de genético. Viçosa: MG: UFV, 2012. 514p.

CRUZ, C.D; VENCOVSKY, R. Comparação de alguns métodos de análise dialélica. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, v.12, n.2, p.425-238, 1989.

CRUZ, C.D.; TORRES, R.A.; VENCOVSKY, A. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva & Barreto. *Revista Brasileira de Genética*, v.12, p.567-580, 1989.

DATTA, P.C; NAUG, A. A few strains of *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. Their karyological in relation to phylogeny and organ development, *Beitr, Pflanzen*. 45, p. 113-126. 1968.

DEPARTAMENT OF BIOTECHNOLOGY. Series of crop specific biology documents of okra. Ministry of Science and Technology Government of India. 2009.

EBERHART, S. A.; RUSSEL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, v.6, p.36-40, 1966.

FILGUEIRA, F.A.R. Novo Manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3ª Ed. ver e ampl. – Viçosa, MG: Ed. UFV, 2007. 421 p.

FINLAY, K.W.; WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant breeding

programme. *Australian Journal Agricultural Research*, v.14, p.742-54, 1963.

FOLONI, G.E.F. Produtividade e qualidade dos frutos de quatro cultivares de quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) visando o mercado de frutos "in natura". 1984. 40 61f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 1984.

GALLAIS, A. Adaptation et adaptabilité en amélioration des plantes. *Le Sélectionneur Français*, v.42, p. 55-57, 1992.

GARDNER, C.O. AND EBERHART, S.A. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. *Biometrics* 22: 439-452, 1966.

GONÇALVES, L.; RODRIGUES, R.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; KARASAWA, M.; SUDRÉ, C. Heirloom tomato gene bank: assessing genetic divergence based on morphological, agronomic and molecular data using a Ward modified model. *Genetics and Molecular Research*, v. 8, n.1, p. 364-374, 2009.

GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian Journal of Biological Science*, Bombay, v.9, p.463-493, 1956.

GUIMARÃES, L.J.M. Avaliação de testadores e seleção de linhagens de milho. 2004. 81p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento)–Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

HAYMAN, B. I. The theory an analysis of diallel crosses. *Genetics*, Baltimore, v.39, n. 6, p.789-809, 1954.

KEMPTHORNE, O. CURNOW, R. N. The partial diallel cross. *Biometrics*, Washington, v.17, p.229-250, 1961.

KOKOPELLI SEED FOUNDATION. Manual de sementes: quiabo. Disponível em:[http://www.kokopelli-seed-oundation.com/actu/new\\_news.cgi?id\\_news=129](http://www.kokopelli-seed-oundation.com/actu/new_news.cgi?id_news=129). Acessado em 21 novembro-2013.

LAURINDO, B. S. Pré-Melhoramento visando resistência à requeima em tomateiro. 2013. 60p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

LIN, C.S.; BINNS M.R. A method for analyzing cultivar x location x years experiments: a new stability parameter. *Theoretical and Applied Genetics*, v. 76, n. 3, p. 425-430, 1988.

MAIA, M.C.C., Assis, G.M.L., Silva Filho, J. L. (2008) A estatística experimental e o melhoramento de plantas. *Boletim Agropecuário*, Rio Branco.

MARSHALL, D.R. Limitations to the use of germplasm collections. In: BROWN, A.D.H.; MARSHALL, D.R.; WILLIAMS, J.T. The use of plant genetic resources. Cambridge. Cambridge University Press. p.105-120, 1989.

MOTA, W.F.; FINGER, F.L.; CASALI, V.W.D. Olericultura: Melhoramento Genético do Quiabeiro. Viçosa:UFV, Departamento de Fitotecnia, 2000. 144 p.

MOTA, W.F. Caracterização físico-química de frutos de quatro cultivares de quiabo. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 23, n. 3, p. 722-725, jul.set. 2005.

MITIDIERI, J. & VENCOVSKY, R. Rev. Agric (Piracicaba) ed.49. 1974.

MULLER, J.J.V. & CASALI, V.W.D. Produção de sementes de quiabo (*Abelmoschus esculentus* (L) Moench). Seminário de FIT – 364: Trabalho de revisão para atender exigência do Curso de Produção de Hortaliças II. Viçosa, MG, p.107-149 outubro de 1980.

NASCIMENTO, M.; CRUZ, C.D.; CAMPANA, A.C. M.; TOMAZ, R.S.; SALGADO, C.C.; FERREIRA, R. F. Alteração no método centróide de avaliação da adaptabilidade genotípica. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 44, n.3, p.263-269, 2009.

NASCIMENTO, W.M. Tecnologia de sementes de hortaliças – Brasília: EMBRAPA Hortaliças, p.432, 2009.

NASS, L.L.; VALLOIS, A.C.C.; ELO, I.S.; VALADARES-INGLIS, M.C. Recursos genéticos e melhoramento de plantas. Rondonópolis: Fundação MT. p.29-56. 2001.

NETO, L.G.P. Germinação de sementes de soja armazenadas em banco de germoplasma. Lavras: UFLA, 2004. 76. Dissertação de mestrado em Agronomia – Universidade Federal de Lavras, 2004.

OLIVEIRA, L.R. Seleção de genitores de milho para sistema de produção orgânico. 2005. 29p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

PALMER, R.G. Germplasm collections and the experimental biologist. In: BROWN, A. H. D.; MARSHALL, D. R.; FRANKEL, O. H.; WILLIAMS, J. T. (Ed). The use of plant genetic resources. Cambridge: Cambridge University Press. p.2-45, 1989.

PEDROSA, J.F.; MIZUBUTI, A.; CASALI, V.W.D.; CAMPOS, J.P. Caracterização morfológica de introduções de quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.). Horticultura Brasileira, Brasília, v. 1, n. 1, p. 14-23, maio, 1983.

PELÚZIO, J.M., KKI. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em várzea irrigada no Tocantins. *Revista Ciência Agronômica*, v.41 p.427-434. 2010.

PLAISTED, R.L.; PETERSON, L.C. A technique for evaluating the ability of selection to yield consistency in different locations or seasons. *American Potato Journal*, v.36, p.381-385, 1959.

POLIZEL, A.C.; JULIATTI, F.C.; HAMAWAKI, O.T.; HAMAWAKI, R.L., GUIMARAES, S.L. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos de soja no estado do Mato Grosso. *Biociencia Junior*, Uberlandia, v.29, n.4, p. 910-920. July/Aug. 2013.

ROCHA, R.B.; MURO-ABAD, J.I.; ARAUJO, E.F.; CRUZ, C.D. Avaliação do método centróide para estudo de adaptabilidade ao ambiente de clones de *Eucalyptus grandis*. *Ciência Florestal*, v. 15, p.255-266, 2005.

ROCHA, F.; STINGHEN, J.C.; GEMELI, M.S.; COIMBRA, J.L.M.; GUIDOLIN, A.F. Análise dialéctica como ferramenta na seleção de genitores em feijão. *Revista Ciência Agronômica*, v. 45, n. 1, p. 74-81, jan-mar, 2014.

SANTOS, J.O. Adaptabilidade e Estabilidade de Pré-Cultivares de abóbora (*Cucurbita moschata* D.) nas condições do Norte e do Noroeste Fluminense. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, 2013.

SILVA, D.J.H. MOURA, M.C.; CASALI, V.W.D. Banco de germoplasma de Hortaliças – UFV: histórico e conteúdo. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 19, n. 2, p.108-112, 2001.

SORAPONG, B. Okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) as a Valuable Vegetable of the World. *Ratar Povrt*. 49 p.105-112. 2012.

SPRAGUE, G.F; TATUM, LA. General and specific combining ability in single crosses of corn. *Journal of American Society of Agronomy*, v. 34, p.923-932, 1942.

TAI, G.C.C. Genotype stability analysis and its application to potato regional trials. *Crop Science*, v.11, p.184-190, 1971.

TERREL, E.E. & WINTERS, H.F. Changes in scientific names for certain crop plants. *Hort Science*, v. 9, p.324-325. 1974.

VALOIS, A.C.C. Genética aplicada a recursos fitogenéticos. Brasília: Editora UNEB, 1996. 318 p.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. Genética biométrica no fitomelhoramento. Ribeirão Preto: Revista Brasileira de Genética, 1992. 496 p.

WRICKE, G. Zur Berechnung der okovalenz bei sommerweizen und hafer. Zeitschrift fur Pflanzenzuchtung, v.52, p.127-138, 1965.

WRICKE, G.; WEBER, W.E. Quantitative genetics and selection in plant breeding. New York: W. de Gruyter, 1986. 406p.

YAN, W.; HUNT, L. A.; SHENG, W. Q.; SZLAVNICS, Z. Cultivar evaluation and megaenvironment investigation based on the GGE biplot. Crop Science, v. 40, p.597-605, 2000.

ZANIN, A.C.W. Produção de sementes de hortaliças. Jaboticabal, FCAV / FUNEP, 1990. 261p.

**CAPÍTULO I - SELEÇÃO DE PROGENITORES DE QUIABEIRO COM BASE  
EM DESEMPENHO E DIVERGÊNCIA GENÉTICA**

## SELEÇÃO DE PROGENITORES DE QUIABEIRO COM BASE EM DESEMPENHO E DIVERGÊNCIA GENÉTICA

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi selecionar progenitores mediante avaliação da divergência genética e comportamento *per se* de setenta acessos de quiabeiro pertencentes ao Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa (BGH-UFV). O comportamento *per se* e a divergência genética foram estimadas por meio de descritores morfoagronômicos quantitativos e qualitativos. No primeiro experimento entre setembro de 2010 e fevereiro de 2011 foram avaliados 37 acessos, e no segundo experimento realizado entre setembro de 2011 e fevereiro de 2012 foram avaliados 33 acessos. Neste estudo foram realizadas análises de variância individual e variância conjunta; agrupamento das médias pelo teste de Scott Knott; agrupamento dos acessos pelo método de Tocher; seleção baseada nos descritores qualitativos de interesse econômico (coloração do fruto verde; formato predominante do fruto redondo/levemente quinado e superfície do fruto lisa); e Comportamento *per se* utilizando a metodologia soma de postos invertida. A variabilidade das características foi verificada pelo teste de Scott Knott, e foi observada a formação de diferentes grupos e subgrupos pelo método de Tocher. Na seleção baseada nos descritores qualitativos de interesse econômico, 15 acessos foram selecionados, e baseando-se na soma de postos invertida para os descritores quantitativos de interesse econômico, dos 15 acessos inicialmente selecionados, nove acessos BGH-132, BGH-547, BGH-693, BGH-740, BGH-961, BGH-7863, BGH-7865, BGH-3196 e BGH-4890 foram selecionados como progenitores potenciais.

**Palavras-chave:** Pré-Melhoramento, Banco de Germoplasma, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.

# PROGENITOR SELECTION OF OKRA BASED ON PERFORMANCE AND GENETIC DIVERGENCE

## ABSTRACT

The aim of this work was select okra progenitors based on the evaluation of genetic divergence and behavior *per se* of seventy okra accessions from the Vegetable Germplasm Bank of Universidade Federal de Viçosa (UFV-BGH). The *per se* behave and the genetic divergence was an approximate based on quantitative and qualitative morphological descriptors. On the first experiment between september 2010 and february 2011, 37 accesses was evaluated, and on second experiment between september 2011 and february 2012, 33 accesses became evaluated. In this study, analysis of variance and joint variance were performed; the Scott-Knott test of grouping the averages; the Tocher's method of grouping the accessions; selection based on qualitative descriptors of economic interest (green fruit; shape round predominant fruit/slightly round and smooth surface), and behavior using the methodology *per se* of inverted positions sum. The characteristic variability was verified by Scott Knott test, and the formation different groups and subgroups Tocher's method was observed. On description of qualitative economic interest selection, 15 access became selected, and based on inverted point sum as potential progenitor, nine accessions was selected, including the BGH-132, BGH-547, BGH-693, BGH-740, BGH-961, BGH-7863, BGH-7865, BGH-3196 and BGH-4890.

**Keys Words:** Pre-breeding, Germplasm Bank, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.

## INTRODUÇÃO

O quiabeiro, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench, tem o sudoeste da Ásia como o centro de diversidade do gênero, porém, seu cultivo para alimentação está relacionado à sua introdução em regiões da África e América (Department of Biotechnology, 2009). Atualmente possui grande importância econômica, sendo cultivado principalmente em regiões tropicais e subtropicais.

No Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa (BGH-UFV), encontram-se registrados mais de 200 acessos de quiabeiro. Segundo Jones *et al.* (1966), citado por Foloni (1984), em Minas Gerais tiveram início em 1958, na então Universidade Rural do estado de Minas Gerais, hoje Universidade Federal de Viçosa, trabalhos na cultura do quiabeiro que consistiam na seleção massal da cultivar adaptada “Chifre de Veado” e na hibridação e seleção entre várias linhagens nativas e introduzidas. O objetivo do programa foi melhorar a qualidade, aumentar a produção, reduzir a altura da planta, aumentar a precocidade e aumentar a resistência ao apodrecimento das raízes.

Estudos de caracterização e avaliação contribuem para maior conhecimento dos acessos registrados nos bancos de germoplasma, permitindo inferir sobre a variabilidade da coleção e sobre potenciais usos em programas de melhoramento genético (Gonçalves *et al.*, 2009).

Essas informações obtidas a partir de trabalhos de caracterização e avaliação dos recursos genéticos de bancos de germoplasma auxiliam na escolha de cruzamentos potenciais e de estratégias para o melhoramento genético (Upadhyaya *et al.*, 2006).

Tal conhecimento tem proporcionado importantes contribuições no gerenciamento de bancos de germoplasma e na conservação de recursos genéticos, pois as riquezas alélicas e genotípicas das espécies encontram-se pouco alteradas (Ferreira, 2007).

Os estudos de caracterização e avaliação dos recursos genéticos de um banco de germoplasma têm, além do aspecto informativo, caráter estratégico, pois, segundo a Convenção Internacional de Direitos de Recursos Genéticos, para que um país tenha a posse assegurada de determinado recurso genético é fundamental que o mesmo esteja devidamente caracterizado e avaliado

(Jaramillo & Baena, 2000).

No estudo de divergência genética e seleção de progenitores potenciais, técnicas biométricas, baseadas na quantificação da heterose, ou por processos preditivos, tem sido comumente utilizadas. Nos processos preditivos, vários métodos multivariados podem ser empregados (Cruz *et al.*, 2012).

A escolha dos progenitores também deve ser baseada nos seus comportamentos *per se*. Conforme relata Giordano *et al.* (2003) a escolha dos genitores é etapa crucial em programas de melhoramento, pois não se consegue progênes de alta qualidade quando se utiliza progenitores ruins.

Neste trabalho objetivou-se caracterizar e avaliar a divergência genética de 70 acessos de quiabeiro do BGH-UFV, assim como selecionar potenciais progenitores baseados em processos preditivos e seus comportamentos *per se*.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Recursos fitogenéticos e condução dos experimentos**

Foram realizados dois experimentos no delineamento em blocos casualizados no Campo Experimental do setor de Olericultura do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (20°45'14"S, 42°52'53"W e 648,74m), em Viçosa-MG. As temperaturas médias, máxima e mínima anual são de 26,4 e 14,8 °C, respectivamente, e precipitação média de 1221,4 mm, com concentração de chuvas no verão, sendo o clima regional do tipo Cwa, de acordo com a classificação de Koppen.

No primeiro experimento entre setembro de 2010 e fevereiro de 2011, foram utilizados 37 acessos de quiabeiro do Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa (BGH-UFV), e no segundo experimento realizado entre setembro de 2011 e fevereiro de 2012, foram utilizados 33 acessos de quiabeiro do BGH-UFV, totalizando 70 acessos do BGH-UFV provenientes de diversas regiões geográficas (SILVA *et al.*, 2001). Como testemunhas foram utilizadas os cultivares comerciais Santa Cruz 47 (cultivar de linha pura), TPX 903 e TPX 4460 (cultivares híbridas) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Dados de identificação e origem de 70 acessos de quiabeiro do Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa (BGH-UFV) e das testemunhas comerciais. Viçosa, MG.

<b>Acesso (Nº Entrada)</b>	<b>Origem</b>	<b>Ano de coleta</b>	<b>Acesso (Nº Entrada)</b>	<b>Origem</b>	<b>Ano de coleta</b>
BGH - 36	Teófilo Otoni, MG	1966	BGH - 3143	Irã	1969
BGH -100	Feira de Santana, BA	1966	BGH - 3148	Irã	1969
BGH - 101	Feira de Santana, BA	1966	BGH - 3161	Paquistão	1969
BGH - 7799	Salvador, BA	1966	BGH - 3170	Turquia	1969
BGH - 132	Estância, SE	1966	BGH - 3182	Turquia	1969
BGH - 7800	Aracaju, SE	1966	BGH - 3183	Turquia	1969
BGH - 149	Aracaju, SE	1966	BGH - 3188	Turquia	1969
BGH - 182	Santo Antônio, PE	1966	BGH - 3196	Turquia	1969
BGH - 190	Santo Antônio, PE	1966	BGH - 3215	Turquia	1969
BGH - 7811	Recife, PE	1966	BGH - 3226	Turquia	1969
BGH - 295	Belo Horizonte, MG	1966	BGH - 3227	Turquia	1969
BGH - 311	Brasília, DF	1966	BGH - 4162	Colatina, ES	1967
BGH - 315	Brasília, DF	1966	BGH - 4364	Capinópolis, MG	1969
BGH - 339	Goiania, GO	1966	BGH - 7912	Viçosa, MG	1968
BGH - 345	Goiania, GO	1966	BGH - 4890	Ilha Careiro, AM	1975
BGH - 348	Jussara, GO	1966	BGH - 4891	Ilha Careiro, AM	1975
BGH - 358	Jussara, GO	1966	BGH - 4893	Manacapuru, AM	1975
BGH - 7838	Jussara, GO	1966	BGH - 4894	Lago Purpuro, AM	1975
BGH - 361	Jussara, GO	1966	BGH - 4897	Urucará, AM	1975
BGH - 395	Jussara, GO	1966	BGH - 4900	Santa Leopoldina, ES	1975
BGH - 435	Jussara, GO	1966	BGH - 4903	Perolândia, ES	1975
BGH - 541	Unaí, MG	1966	BGH - 4904	Perolândia, ES	1975
BGH - 547	Unaí, MG	1966	BGH - 4907	Mutum, MG	1975
BGH - 548	Unaí, MG	1966	BGH - 4908	Mutum, MG	1975
BGH - 577	Nova Friburgo, RJ	1966	BGH - 4910	Mutum, MG	1975
BGH - 643	São João Del rei, MG	1966	BGH - 4913	Mutum, MG	1975
BGH - 667	Lavras, MG	1966	BGH - 4922	Aimorés, MG	1975
BGH - 693	Itiquira, MT	1966	BGH - 4945	Colatina, ES	1975
BGH - 740	Varzea Grande, MT	1967	BGH - 5408	Manaus, AM	1981
BGH - 960	Campinas, SP	1966	BGH - 5417	Senador Firmino, MG	1981
BGH - 961	Campinas, SP	1966	BGH - 5421	Viçosa, MG	1981
BGH - 7863	Porto Firme, MG	1967	BGH - 6988	Caxambu, MG	1999
BGH - 7864	Porto Firme, MG	1967	BGH - 7448	São Luis, MA	1999
BGH - 7865	Porto Firme, MG	1967	Santa Cruz 47	Agristar do Brasil	2010
BGH - 1248	Recife, PE	1969	TPX - 903	Agristar do Brasil	2010
BGH - 8013	Universidade Purdue	1966	TPX - 4460	Agristar do Brasil	2010
BGH - 3090	Armênia	1969			

\* Locais de referência de coleta ou introdução de acesso

## Caracterização e seleção morfoagronômica

Para a caracterização e avaliação dos acessos foram utilizados os descritores quantitativos e qualitativos propostos pelo *International Plant Genetic Resources Institute* – IPGRI (1998), e outros considerados necessários pela sua importância agronômica (Tabela 2).

**Tabela 2.** Descritores quantitativos e qualitativos utilizados para caracterização e avaliação morfoagronômica de 70 acessos de quiabeiro do Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa (BGH-UFV). Viçosa, MG.

<b>Fase da Cultura</b>	<b>Descritores Qualitativos</b>
Fase Vegetativa	Hábito de crescimento; Formato da folha; Forma do segmento foliar; Margem da folha; Ponta da folha; Base da folha; Variabilidade da forma da folha; Cor da folha; Brilho das folhas; Cor nervura; Cor do pecíolo; Comprimento do pecíolo; Pilosidade da haste; Floração; Cor da flor; Cor da sépala, Cor do estigma; Cor de inflorescência.
Fase Frutificação	Tipo de Fruto; Cor do fruto; Forma do fruto; Superfície do fruto.
<b>Fase da Cultura</b>	<b>Descritores Quantitativos</b>
Fase Vegetativa	Comprimento da folha; Largura da folha; Diâmetro do entrenó; Comprimento do entrenó.
Fase Frutificação	Comprimento do fruto; Largura do fruto; Relação comprimento/diâmetro do fruto; Número de frutos por planta; Massa total dos frutos por planta; Massa média dos frutos; Índice de Precocidade.

Foram utilizados como descritores agronômicos de interesse econômico: Índice de Precocidade (%) - razão entre a soma das massas de todos os frutos produzidos nas seis primeiras colheitas e a massa total de frutos, multiplicada por 100; Número de frutos por planta; Massa média dos frutos (g) e Massa total dos frutos por planta (g)

Os acessos foram selecionados como potenciais progenitores em três etapas: 1ª Seleção baseada nos descritores qualitativos de interesse econômico (Coloração do fruto verde; formato predominante do fruto redondo/levemente quinado e superfície do fruto lisa); 2ª Comportamento *per se* utilizando da metodologia soma de postos invertida baseada no índice de

pesos idealizado por Mulamba & Mock (1978) para os descritores quantitativos de interesse econômico; 3ª Divergência genética entre acessos.

Os dados de cada experimento foram submetidos à análise de variância, e os grupos de médias comparados pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A identificação dos melhores acessos foi feita com base na metodologia de soma de postos invertida, que consistiu em classificar os acessos em relação a cada um dos caracteres de interesse econômico, em ordem favorável ao melhoramento obtendo a soma de postos. As médias comparadas pelo teste de Scott-Knott foram utilizadas na soma de postos, na qual foram dados pesos invertidos conforme o agrupamento dos acessos. Neste sentido os acessos pertencentes ao grupo de maior interesse, receberam a maior nota e assim sucessivamente. Para esta modificação podem ser atribuídas tantas notas quantos forem os grupos de acessos. Por exemplo, para a característica massa média dos frutos do 2º experimento (Tabela 3) os acessos foram agrupados em três grupos, o primeiro grupo, mais produtivo, recebeu a nota três enquanto o grupo intermediário recebeu nota dois e o grupo com menor produção recebeu nota um.

Na avaliação da divergência genética entre os acessos, foi realizado o estudo da interação genótipos x ambientes para as características de interesse econômico utilizando as testemunhas comuns dos experimentos e a análise de variância conjunta, conforme Cruz *et al.*, 2012. Nas análises multivariadas, utilizou-se a distância generalizada de Mahalanobis como medida de dissimilaridade, e para a formação dos grupos utilizou-se o método de otimização de Tocher, sendo utilizado o programa computacional Genes (Cruz, 2013).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na caracterização dos 70 acessos de quiabeiro utilizando os descritores qualitativos propostos pelo International Plant Genetic Resources Institute – IPGRI (1998) houve variabilidade para todos os descritores observados, onde o

valor econômico dos frutos do quiabeiro está intimamente ligado a essas características. De modo geral, a preferência dos consumidores brasileiros é por frutos de coloração verde clara e de secção transversal circular ou lisa (Foloni, 1984).

A primeira etapa para seleção, baseada nos descritores qualitativos de interesse econômico (coloração do fruto verde; formato predominante do fruto redondo/levemente quinado e superfície do fruto lisa), dos 70 acessos avaliados, 15 acessos foram selecionados previamente: BGH-132, BGH-311, BGH-7838, BGH-359, BGH-547, BGH-693, BGH-740, BGH-961, BGH-7863, BGH-7865, BGH-1248, BGH-3196, BGH-4162, BGH-4890, BGH-4913, sendo 11 acessos do 1º experimento e quatro acessos do 2º experimento, representando 22% da coleção total inicialmente estudada. Foram selecionados alguns acessos com formato quinado, ainda que dentre os cultivares plantados atualmente no Brasil, Colhe Bem e Santa Cruz 47, a predominância é por frutos com formato redondo. O formato quinado é o preferido pelo mercado externo, e para que haja progressos para aumentar a exportação de quiabo é necessário implementar mudanças no sistema de produção, incluindo a criação de cultivares com formato quinado adaptados ao clima nacional (Purqueiro *et al.* 2010).

Pelas análises de variância, nos dois experimentos foram constatadas diferenças significativas entre os genótipos estudados ( $p \leq 0,05$ ), para os descritores quantitativos de interesse econômico: índice de Precocidade (%); número de frutos por planta; massa média dos frutos e massa total dos frutos por planta (Tabela 3).

Utilizando os descritores quantitativos de interesse econômico foi possível observar diferentes grupos de médias quando comparados pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, onde somente para massa total dos frutos no 1º experimento e número de frutos por planta no 2º experimento não houve diferença entre as médias dos acessos em relação às testemunhas comerciais, enquanto para massa média dos frutos no 2º experimento houve a formação de três grupos (Tabela 3).

**Tabela 3.** Médias<sup>1</sup> e Notas<sup>2</sup> da soma de postos invertidas de quatro descritores de interesse econômico para os acessos e as testemunhas do 1º e 2º experimento respectivamente.

Genótipos	IP <sup>3</sup>	Nfr	MMF	MTF	Genótipos	IP	Nfr	MMF	MTF
BGH - 36	07,02 b <sup>1</sup> 1	18,77 a 2	39,11 a 2	734,33 a 1	BGH - 541	02,24 b 1	17,33 a 1	36,81 a 3	645,00 a 2
BGH - 100	21,40 a 2	21,22 a 2	36,92 b 1	783,89 a 1	BGH - 548	31,23 a 2	10,44 a 1	26,11 b 2	279,89 b 1
BGH - 101	11,25 b 1	18,33 b 1	41,21 a 2	754,89 a 1	BGH - 8013	08,28 b 1	20,22 a 1	24,00 b 2	482,78 b 1
BGH - 7799	20,55 a 2	19,66 a 2	34,58 b 1	679,77 a 1	BGH - 3090	27,62 a 2	19,66 a 1	25,97 b 2	512,33 b 1
BGH - 132	19,08 a 2	21,77 a 2	35,94 b 1	780,77 a 1	BGH - 3143	14,24 b 1	21,00 a 1	25,79 b 2	537,55 b 1
BGH - 7800	6,790 b 1	20,33 a 2	38,59 a 2	784,66 a 1	BGH - 3148	11,96 b 1	22,11 a 1	25,55 b 2	566,88 b 1
BGH - 149	01,89 b 1	17,77 b 1	46,27 a 2	820,78 a 1	BGH - 3161	11,36 b 1	22,77 a 1	29,26 a 3	669,88 a 2
BGH - 182	13,52 b 1	22,44 a 2	39,46 a 2	881,22 a 1	BGH - 3170	16,85 a 2	18,66 a 1	29,31 a 3	546,55 b 1
BGH - 190	16,22 a 2	23,77 a 2	37,30 b 1	887,89 a 1	BGH - 3182	05,04 b 1	20,00 a 1	31,29 a 3	624,33 a 2
BGH - 7811	05,55 b 1	19,33 b 1	41,09 a 2	793,33 a 1	BGH - 3188	04,30 b 1	22,89 a 1	22,92 b 2	521,88 b 1
BGH - 295	12,56 b 1	19,66 b 1	38,36 a 2	755,78 a 1	BGH - 3196	10,62 b 1	19,00 a 1	30,30 a 3	577,44 b 1
BGH - 311	01,38 b 1	11,88 b 1	44,33 a 2	525,44 a 1	BGH - 3215	16,81 a 2	17,11 a 1	34,26 a 3	585,67 b 1
BGH - 7838	05,34 b 1	18,11 b 1	45,76 a 2	832,89 a 1	BGH - 3226	02,76 b 1	17,44 a 1	27,69 b 2	483,33 b 1
BGH - 339	16,96 a 2	21,89 a 2	36,82 b 2	817,11 a 1	BGH - 3227	01,72 b 1	17,55 a 1	24,33 b 2	425,11 b 1
BGH - 345	18,25 a 2	21,55 a 2	37,19 b 2	802,11 a 1	BGH - 4162	06,93 b 1	27,89 a 1	23,96 b 2	566,55 b 1
BGH - 348	10,14 b 1	22,11 a 2	39,49 a 2	892,66 a 1	BGH - 4364	10,97 b 1	16,77 a 1	28,11 b 2	473,77 b 1
BGH - 358	24,06 a 2	11,77 b 1	44,37 a 2	512,77 a 1	BGH - 4890	06,22 b 1	22,44 a 1	30,47 a 3	680,55 a 2
BGH - 359	12,28 b 1	18,11 b 1	36,23 b 1	658,33 a 1	BGH - 4893	11,10 b 1	20,33 a 1	21,24 b 2	430,55 b 1
BGH - 361	16,84 a 2	22,33 a 2	31,23 b 1	697,44 a 1	BGH - 4894	15,32 b 1	16,66 a 1	26,96 b 2	448,89 b 1
BGH - 395	17,03 a 2	21,44 a 2	34,04 b 1	730,22 a 1	BGH - 4897	05,21 b 1	16,89 a 1	24,65 b 2	418,00 b 1
BGH - 435	17,90 a 2	24,11 a 2	38,88 a 2	916,66 a 1	BGH - 4903	09,39 b 1	18,77 a 1	27,91 b 2	527,44 b 1
BGH - 547	17,28 a 2	22,44 a 2	34,92 b 1	695,66 a 1	BGH - 4904	10,90 b 1	18,77 a 1	35,71 a 3	670,55 a 2
BGH - 577	10,98 b 1	20,11 a 2	47,97 a 2	966,00 a 1	BGH - 4907	10,37 b 1	21,50 a 1	23,69 b 2	507, 16 b 1
BGH - 643	06,95 b 1	22,55 a 2	36,41 b 1	829,88 a 1	BGH - 4908	00,52 b 1	25,44 a 1	30,40 a 3	771,33 a 2
BGH - 667	22,33 a 2	17,89 b 1	40,08 a 2	721,33 a 1	BGH - 4910	08,29 b 1	20,11 a 1	25,37 b 2	510,22 b 1
BGH - 693	10,21 b 1	23,22 a 2	38,55 a 2	892,55 a 1	BGH - 4913	10,84 b 1	23,44 a 1	22,63 b 2	527,66 b 1
BGH - 740	12,22 b 1	19,99 a 2	39,43 a 2	783,33 a 1	BGH - 4922	00,00 b 1	17,89 a 1	26,90 b 2	479,66 b 1
BGH - 960	19,37 a 2	19,72 a 2	35,40 b 1	698,88 a 1	BGH - 4945	08,23 b 1	18,89 a 1	26,31 b 2	495,22 b 1
BGH - 961	28,55 a 2	17,77 b 1	40,69 a 2	721,33 a 1	BGH - 5408	10,85 b 1	16,33 a 1	29,88 a 3	490,11 b 1
BGH - 7863	09,61 b 1	23,22 a 2	44,93 a 2	1049,3 a 1	BGH - 5417	28,25 a 2	22,83 a 1	26,78 b 2	611,72 a 2
BGH - 7864	17,57 a 2	21,11 a 2	39,85 a 2	837,22 a 1	BGH - 5421	11,65 b 1	19,78 a 1	26,98 b 2	537,44 b 1
BGH - 7865	15,46 a 2	22,11 a 2	33,58 b 1	740,55 a 1	BGH - 6988	00,00 b 1	22,55 a 1	8,660 c 1	194,11 b 1
BGH - 1248	13,68 b 1	22,55 a 2	38,01 b 1	646,83 a 1	BGH - 7448	00,00 b 1	23,66 a 1	36,86 a 3	863,33 a 2
BGH - 3183	21,38 a 2	22,66 a 2	34,55 b 1	784,11 a 1	Santa Cruz	09,66 b 1	23,66 a 1	26,73 b 2	503,22 b 1
BGH - 7912	00,96 b 1	16,66 b 1	38,99 a 2	646,33 a 1	TPX - 903	24,97 a 2	24,55 a 1	21,49 b 2	513,44 b 1
BGH - 4891	05,55 b 1	16,66 b 1	41,06 a 2	685,66 a 1	TPX - 4460	22,31 a 2	27,07 a 1	25,87 b 2	517,28 b 1
BGH - 4900	06,46 b 1	16,72 b 1	34,64 b 1	578,83 a 1					
Santa Cruz	09,33 b 1	16,89 b 1	42,25 a 2	680,89 a 1					
TPX - 903	22,94 a 2	24,33 a 2	29,00 b 1	704,00 a 1					
TPX - 4460	20,69 a 2	26,00 a 2	32,31 b 1	837,77 a 1					
Média	13,69	20,16	38,49	768,86	Média	10,73	21,11	26,84	533,06
QM trat <sup>4</sup>	138,14*	27,87*	52,2*	36094,1*	QM trat	194,15*	31,1*	78,03*	42788,51*

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o teste de agrupamento de Scott-Knott, em nível de 5% de probabilidade. <sup>2</sup>Notas recebidas referentes ao grupo alocado de acordo com soma de postos invertida. <sup>3</sup>IP: Índice de precocidade (%); Nfr: Número de frutos por planta; MMF: massa média dos frutos (g); MTF: massa total de frutos por planta (g). <sup>4</sup>Quadrado médio do tratamento, significativo a 5% probabilidade.

Baseando-se na soma de postos invertida para os descritores quantitativos de interesse econômico (Tabela 3), os acessos BGH-132, BGH-547, BGH-693, BGH-740, BGH-961, BGH-7863, BGH-7865, BGH-3196 e BGH-4890 foram selecionados como possíveis progenitores potenciais, pois tiveram as maiores pontuações entre os acessos selecionados na primeira etapa, pontuações essas superiores a testemunha Santa Cruz 47 e similares às testemunhas comerciais híbridas nos diferentes experimentos, com destaque para o acesso BGH-4890 que obteve a maior pontuação entre todos os genótipos estudados, sendo, portanto selecionado 13% da coleção estudada com base em seus desempenhos *per se* para os descritores econômicos desejados.

Os acessos selecionados BGH-132, BGH-547, BGH-961 e BGH-7865 foram muito precoces, ficando alocados no grupo dos mais precoces, com destaque para o acesso BGH-961, que possui a maior média para índice de precocidade entre todos os genótipos estudados, superior inclusive as testemunhas comerciais híbridas (TPX 903 e TPX 4460), que tem como característica serem muito precoces. Além disso, esses acessos foram produtivos, estando no mesmo grupo das testemunhas comerciais (Tabela 3), sendo esse um dos objetivos dos programas de melhoramento de quiabeiro, obter cultivares precoce e altamente produtivo, com desenvolvimento uniforme para facilitar a colheita e frutos com bom aspecto visual, como já relatava Bernardi (1957).

Não houve presença de interação significativa ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F para interação genótipos x ambientes para as características de interesse econômico (Tabela 4). Não existindo desta forma respostas diferenciadas das testemunhas quando ocorrem mudanças de ambientes.

**Tabela 4.** Resumo da análise de variância conjunta dos ambientes em relação às testemunhas comerciais para os descritores de interesse econômico.

Descritores	Quadrado Médio					Média	CV(%)
	Bloco/Ambiente (2) <sup>1</sup>	Ambiente (1)	Genótipo (2)	GxA (2)	Resíduo (10)		
IP <sup>2</sup>	7.23	5.02	345.90	.650 <sup>ns</sup>	36.17	18.18	33.06
Nfr	2.63	0.026	21.37	63.93 <sup>ns</sup>	18.57	22.37	19.26
MTF	10.20	241741.9	10969.6	10629.4 <sup>ns</sup>	6930.1	625.00	13.31
MMF	11.42	593.97	68.69	92.18 <sup>ns</sup>	15.35	28.77	13.61

<sup>ns</sup> Não significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. <sup>1</sup>Grau de liberdade. <sup>2</sup>IP: Índice de precocidade (%); Nfr: Número de frutos por planta; MMF: massa média dos frutos (g); MTF: massa total de frutos por planta (g).

Mediante a análise de agrupamento pelo método de otimização de Tocher (Tabela 5), os genótipos inicialmente foram separados em dois grupos. No grupo I está a maior parte dos genótipos (98,5%) e no grupo II, está apenas o acesso BGH-6988, porém, seu desempenho não foi o desejado para massa média dos frutos, massa total dos frutos e principalmente para índice de precocidade, sendo muito tardio. Além disso, o acesso apresenta coloração arroxeadada em suas folhas e frutos, perdendo desta forma o padrão comercial aceitável para o mercado nacional e internacional.

Devido ao grande número de genótipos alocados no grupo I, foi realizado o subagrupamento, pois embora a técnica de agrupamento minimize a variabilidade dentro do grupo, a existência de estimativa de distâncias de elevada magnitude entre pares de indivíduos do grupo I justifica sua realização, e como resultado houve a formação de 11 subgrupos (Tabela 6).

Para os acessos selecionados como progenitores, baseados em seus comportamentos *per se*, o BGH-132 e BGH-3196 ficaram alocados no 1º subgrupo, enquanto o BGH-740, BGH-693, BGH-7865 e BGH-547 estão no segundo subgrupo juntamente com as três testemunhas comerciais, e conforme relata Marin *et al.* 2009, o fato de existirem vários acessos semelhantes às cultivares comerciais pode ser interessante, pois, caso algum desses acessos tenha alguma característica diferencial em relação às cultivares comerciais que seja de interesse, por exemplo, a resistência a pragas ou doenças, sua utilização como progenitores nos programas de melhoramento não prejudicaria demasiadamente as demais características. O BGH-1141, BGH-4890 e BGH-961 ficaram alocados no terceiro, quarto e quinto

subgrupos respectivamente.

**Tabela 5.** Grupos e Subgrupos formados a partir de 70 acessos de quiabeiro do BGH-UFV e três cultivares comerciais pelo método de otimização de Tocher.

Grupo	Subgrupo	Genótipos
I	1	BGH-182 BGH-348 BGH-7800 BGH-345 BGH-643 BGH-7799 BGH-4900 BGH-4891 <b>BGH-132</b> BGH-3227 BGH-311 BGH-7838 BGH-5408 BGH-4913 BGH-295 BGH-359 BGH-4162 BGH-4922 BGH-435 <b>BGH-3196</b> BGH-4393 BGH-960 BGH-100 BGH-339 BGH-3143
	2	<b>BGH-740</b> BGH-5421 <b>BGH-693</b> <b>Santa Cruz 47</b> BGH-4894 <b>BGH-7865</b> BGH- 7864 BGH-4945 <b>TPX 4460</b> BGH-190 BGH-8013 BGH-3090 BGH-395 BGH- 3148 <b>BGH-547</b> BGH-361 BGH-3188 BGH-4897 BGH-101 BGH-7912 BGH- 5417 BGH-3183 BGH-4910 <b>TPX 903</b> BGH-4903 BGH-36 BGH-3182
	3	BGH-577 <b>BGH-7863</b> BGH-1248 BGH-149 BGH-7448 BGH-4908
	4	BGH-3161 <b>BGH-4890</b> BGH-3170 BGH-3215
	5	<b>BGH-961</b> BGH-548
	6	BGH-541 BGH-3226 BGH-7811
	7	BGH-667
	8	BGH-4904
	9	BGH-358
	10	BGH-4364
	11	BGH-4907
II		BGH-6988

## CONCLUSÕES

- Há ampla variabilidade genética entre os acessos de quiabeiro do Banco de Germoplasma de Hortaliças da UFV para os descritores morfoagronômicos quantitativos e qualitativos.

- Os acessos BGH-132, BGH-547, BGH-693, BGH-740, BGH-961, BGH-7863, BGH-7865, BGH-3196 e BGH-4890 podem ser utilizados como potenciais progenitores.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNARDI, J.B. Instruções para a cultura do quiabeiro. Boletim nº 96, ESALQ-USP, Campinas, 1957.
- CRUZ, C.D. GENES, a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum Agronomy*. Maringa, v.35, p.271-276, July-Sept, 2013.
- CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C. S. Modelos biométricos aplicados melhoramento genético. Viçosa: Imp. Uni. 2003, v. 2, 585p.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. Modelos biométricos aplicado ao melhoramento de genético. Viçosa: MG: UFV, 2012. 514p.
- DEPARTAMENT OF BIOTECHNOLOGY. Series of crop specific biology documents of okra. Ministry of Science and Technology Government of India. 2009.
- FERREIRA, F.M. Diversidade em populações simuladas com base em locos multialélicos. Viçosa, MG: UFV. 2007. 177p. Tese (Doutorado em Genética e melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, 2007.
- FOLONI, G.E.F. Produtividade e qualidade dos frutos de quatro cultivares de quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) visando o mercado de frutos “in natura”. 1984. 40 61f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 1984.
- GONÇALVES, L.; RODRIGUES, R.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; KARASAWA, M.; SUDRÉ, C. Heirloom tomato gene bank: assessing genetic divergence based on morphological, agronomic and molecular data using a Ward-modified location model. *Genetics and Molecular Research*, v. 8, n. 1, p. 364-374, 2009.
- GIORDANO, L. B.; ARAGÃO, F. A. S.; BOITEUX, L. S. Melhoramento genético do tomateiro. In: Informe Agropecuário: Tomate para mesa. Belo Horizonte: EPAMIG, v.24, n.219, p.43-57, 2003.
- IPGRI, Descriptors for Okra (*Abelmoschus manihot* (L.) Medik). Roma: International Plant Genetic Resources Institute, 1998. 99p.
- JARAMILLO, S.; BAENA, M. Conservación ex situ de recursos fitogenéticos. Roma: International Plant Genetic Resources Institute, 2000. 209p.
- MARIM, B.G.; SILVA, D.J.H.; CARNEIRO, P.C.S.; MIRANDA, G.V.; MATTEDI, A.P.; CALIMAN, F.B. Variabilidade genética e importância relativa de caracteres

em acesso de germoplasma de tomateiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 44, n. 10, p. 1283-1290, set. 2009.

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

PURQUEIRO, L.F.V.; LAGO, A.A.;PASSOS,F.A. Germination and hardseedness of seeds in okra elite lines. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 28, n. 2, p. 232-235, 2010.

SILVA, D.J.H. MOURA, M.C.; CASALI, V.W.D. Banco de germoplama de Hortaliças – UFV: histórico e conteúdo. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 19, n. 2, p. 108-112, 2001.

UPADHYAYA, H.D.; REDDY, L.J.; GOWDA, C.L.L.; REDDY, K.N.; SINGH, S. Development of a mini core subset for enhanced and diversified utilization of pigeonpea germplasm resources. Crop Science, v.46, p.2127-2132, 2006.

**CAPÍTULO II - CRUZAMENTOS DIALÉLICOS ENTRE PROGENITORES DE  
QUIABEIRO VISANDO OBTENÇÃO DE HÍBRIDOS**

# CRUZAMENTOS DIALÉLICOS ENTRE PROGENITORES DE QUIABEIRO VISANDO OBTENÇÃO DE HÍBRIDOS

## RESUMO

Com o objetivo de obter novos híbridos de quiabeiro que sejam mais precoces, com maior número de frutos por planta e com altas produtividades, foram analisados, em esquema de cruzamentos dialélicos balanceados, nove progenitores de quiabo, bem como seus 36 híbridos  $F_1$ 's, sem recíprocos. Foram estimadas a capacidade geral de combinação (CGC), capacidade específica de combinação (CEC) e heterose. No total foram avaliados 45 tratamentos em blocos casualizados, com três repetições, no período de setembro de 2013 a janeiro de 2014. Foram avaliados os descritores agrônômicos de interesse econômico: Índice de Precocidade, Número de frutos por planta; Massa média dos frutos e Massa total dos frutos por planta. Foi utilizado o método 2, modelo 1 de Griffing (1956) para estimar os efeitos da capacidade geral de combinação (CGC) de cada progenitor e os efeitos da capacidade específica de combinação (CEC), assim como o valor de heterose. A soma de quadrados da CGC foi inferior ao da CEC para todos os descritores estudados. O progenitor BGH-961 obteve valores positivos para CGC e médias superiores para todos os descritores avaliados. Os híbridos AGR 04, AGR 08, AGR 11, AGR 15, AGR 18, AGR 19, AGR 28 e AGR 32 podem ser utilizados para testes comerciais, uma vez que se destacaram com maiores CEC, e valores de heterose variando entre 9,95% e 429,21% para os descritores agrônômicos de interesse econômico. Entre os híbridos que se destacaram, existem cruzamentos envolvendo ambos os progenitores, pelo menos um dos progenitores, ou nenhum dos progenitores com alta CGC.

**Palavras-chave:** Melhoramento de Plantas. Análise Dialélica. *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.

## DIALLEL CROSSES BETWEEN OKRA PROGENITORS IN ORDER TO OBTAIN HYBRIDS

### ABSTRACT

The aim of this work was obtain okra hybrids that are more premature, with a better number of fruits by plant and with high productive indices, became analyzed in balance diallel crosses, nine okra progenitors, besides non reciprocal 36 hybrids F1's. The general ability of combination (CGC) was estimated, as well as specific combination (CEC) and heterosis. On total 45 randomized block treatments became evaluated, with three replications, made on September 2013 until January 2014. The economic interest, based on agronomist point of view were evaluated: premature indices, number of fruits by plant, average fruit mass and total fruit mass by plant. The general ability of combination (CGC) from each progenitor, as well as the specific ability of combination and heterosis was estimated by the method 2, model number 1 of Griffing (1956). The main square of CGC show no superiority numbers as CEC from the study data. The BGH-961 progenitor shows positives values for CGC and superior averages. The AGR 04, AGR 08, AGR 11, AGR 15, AGR 18, AGR 19, AGR 28 and AGR 32 hybrids was destined to commercial test, which were highlights for the CEC superiority and heterosis value, between 9.95% and 429.21% for agronomist economic interest. Among the hybrids studied at least one of the progenitors or neither present high CGC, from the crosses involving the both progenitors.

**Keys Words:** Plants breeding. Diallel analysis. *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.

## INTRODUÇÃO

No Brasil o quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) encontrou condições climáticas excelentes para seu cultivo, sendo popularmente cultivado com maior frequência nas regiões Nordeste e Sudeste, estando associado principalmente a pequenos agricultores (Aguilar *et al.*, 2013), sendo em muitas regiões cultivado durante todo o ano, tendo seu fruto como importante componente da culinária local, que é rico em fibras, vitaminas e minerais (Oliveira *et al.*, 2003). Para que os frutos estejam cada vez mais disponíveis tanto para os agricultores quanto para os consumidores, é necessário que novas cultivares sejam lançadas.

A obtenção de linhagens e o seu comportamento em combinações híbridas (capacidades geral e específica de combinação), assim como o potencial *per se* são objetivos básicos em programas de melhoramento que visem à formação de híbridos comerciais (Lemos *et al.*, 2002).

Uma das formas de explorar a variabilidade genética existente e determinar o potencial genético das variedades ou linhagens é mediante a avaliação destas em cruzamentos entre si (Rocha *et al.*, 2014).

Dentre as metodologias de análises dialélicas, a proposta por Griffing (1956) é bastante eficiente para avaliar o comportamento das linhagens, pois, além de identificar os melhores híbridos simples, também auxilia na seleção daquelas mais promissoras para participarem de programas de melhoramento (Lemos *et al.*, 2002).

A capacidade geral de combinação (CGC) refere-se ao comportamento relativo do genitor em uma série de cruzamentos, estando associada principalmente aos efeitos genéticos aditivos na expressão dos caracteres, e quando em cruzamentos têm o potencial de elevar ou reduzir a expressão do caráter, sendo o parental com maior frequência de alelos favoráveis o que apresentará maiores estimativas de  $g_i$  (Cruz & Vencovsky, 1989).

A capacidade específica de combinação (CEC) representa o desvio de um determinado cruzamento específico em relação ao esperado com base na média das CGC dos genitores, estando relacionado, principalmente, aos efeitos dos desvios de dominância (Cruz *et al.*, 2012).

Sendo assim, os objetivos do trabalho foram avaliar, por meio de

cruzamentos dialélicos, as capacidades geral e específica de combinação e valores de heterose em nove progenitores e 36 híbridos, com foco na indicação de híbridos comerciais.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Recursos fitogenéticos e obtenção dos híbridos experimentais

Para a realização dos cruzamentos foram utilizados como progenitores nove acessos pertencentes ao Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa, que foram selecionados por meio de processos preditivos e comportamento *per se* (Tabela 1).

**Tabela 1.** Dados de identificação e origem de nove acessos de quiabeiro do Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa (BGH-UFV) utilizados como progenitores. Viçosa, MG.

Acesso (Nº Entrada)	*Origem	Ano de coleta
BGH – 132	Estância, SE	1966
BGH - 547	Unaí, MG	1966
BGH - 693	Itiquira, MT	1966
BGH - 740	Varzea Grande, MT	1967
BGH - 961	Campinas, SP	1966
BGH - 3196	Turquia	1969
BGH - 4890	Ilha Careiro, AM	1975
BGH - 7863	Porto Firme, MG	1967
BGH - 7865	Porto Firme, MG	1967

\* Locais de referência de coleta ou introdução de acesso

Para a obtenção dos híbridos, os cruzamentos foram realizados em ambiente protegido no campo experimental da empresa Agristar do Brasil Ltda, localizada no município de Guimarães (18° 84' 29" S ; 46° 79' 05" W e 900 m), estado de Minas Gerais, no período de janeiro de 2013 a junho de 2013.

Utilizando o sistema de cruzamento dialélico balanceado (meia tabela), foram realizados todos os cruzamentos possíveis entre os nove progenitores, obtendo-se  $n(n-1)/2$  híbridos  $F_1$ 's, ou seja, 36 híbridos (Tabela 2).

**Tabela 2.** Esquema de cruzamentos dialélicos balanceados realizado entre nove progenitores pertencentes ao BGH-UFV para obtenção de híbridos  $F_1$ 's.

Pais	3196	4890	132	740	7865	693	7863	961	547
3196	-	AGR 01	AGR 02	AGR 03	AGR 04	AGR 05	AGR 06	AGR 07	AGR 08
4890		-	AGR 09	AGR 10	AGR 11	AGR 12	AGR 13	AGR 14	AGR 15
132			-	AGR 16	AGR 17	AGR 18	AGR 19	AGR 20	AGR 21
740				-	AGR 22	AGR 23	AGR 24	AGR 25	AGR 26
7865					-	AGR 27	AGR 28	AGR 29	AGR 30
693						-	AGR 31	AGR 32	AGR 33
7863							-	AGR 34	AGR 35
961								-	AGR 36
547									-

Os cruzamentos foram realizados de acordo com as técnicas de cruzamentos manuais controladas, conforme relata o Department of Biotechnology (2009). O processo de emasculação dos progenitores femininos ocorreu no dia anterior ao cruzamento pelo período da tarde, em flores que possuíssem as pétalas esverdeadas ou esbranquiçadas, e a coleta do pólen e as polinizações manuais foram feitas no período da manhã seguinte ao dia da emasculação. As flores polinizadas foram marcadas com etiquetas colocadas em seu pedúnculo, e as sementes foram extraídas quando os frutos estavam secos.

### **Condução dos experimentos e análises estatístico-genéticas**

O desempenho dos progenitores e híbridos  $F_1$ 's, foi avaliado a campo, em um delineamento de blocos casualizados, com três repetições, no período de setembro de 2013 a janeiro de 2014.

Os descritores agrônômicos de interesse econômico avaliados foram: Índice de Precocidade (%): razão entre a soma das massas de todos os frutos

produzidos nas seis primeiras colheitas e a massa total de frutos, multiplicada por 100; Número de frutos por planta; Massa média dos frutos (g) e Massa total dos frutos por planta (g).

Para a análise da capacidade combinatória, foi utilizado o modelo I, método 2, proposto por Griffing (1956), que estima os efeitos da capacidade geral de combinação (CGC) de cada progenitor e os efeitos da capacidade específica de combinação (CEC). A determinação dos valores da heterose foi realizada através da comparação de cada híbrido com o valor da média dos pais.

Descrição do Modelo:

$$y_{ij} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + e_{ij}$$

sendo:

$y_{ij}$ : é a medida da combinação híbrida ( $i \neq j$ ) ou do parental ( $i=j$ );

$\mu$ : é a média geral do experimento;

$g_i$  e  $g_j$ : efeitos da capacidade geral de combinação do  $i$ -ésimo e  $j$ -ésimo progenitor, respectivamente;

$s_{ij}$ : efeito da capacidade específica de combinação para os cruzamentos entre progenitores de ordem  $i$  e  $j$ ;

$e_{ij}$ : é o erro experimental médio.

Neste modelo é considerado que  $s_{ij} = s_{ji}$

As médias dos progenitores foram submetidas à análise de variância e comparadas pelo teste Tukey a 5% probabilidade. Todas as análises de variância e dialélica foram realizadas utilizando o programa computacional Genes (Cruz, 2013).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de variância, houve significância a 1% de probabilidade pelo teste F para os quadrados médios de tratamento (QM) em todos os descritores avaliados, com exceção da Massa Média dos Frutos (Tabela 3). A soma de quadrados médios de tratamentos foi desdobrada em soma de quadrados para capacidade geral de combinação (CGC) e para capacidade específica de combinação (CEC), sendo desta forma os progenitores incluídos na análise, e considerados conjunto fixo, escolhido conforme o proposto por Griffing (1956). Sendo esse método interessante, pois, mesmo sabendo-se que o quiabeiro têm taxas de 4 à 17% de fecundação cruzada, as linhagens são obtidas mediante auto-fecundação e por isto atingem a homozigose, tornando-se interessante avaliar o desempenho dos híbridos com base nas linhagens progenitoras.

No desdobramento da soma de quadrados médios de tratamentos (Tabela 3), o efeito da capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC) revelou significância ao nível de 1% de probabilidade para os descritores Índice de precocidade (IP), Número de frutos por planta (Nfr) e Massa total de frutos por planta (MTF), indicando a existência de efeitos gênicos aditivos e não aditivos na expressão dos descritores avaliados para o conjunto de genótipos testados (Pádua *et al.*, 2010), demonstrando que as combinações híbridas obtidas diferem entre si.

Os estudos sobre capacidade combinatória empregando o modelo proposto por Griffing, que considera as razões das magnitudes das somas de quadrados médios da CGC e CEC permitem ser indicativo de qual ação gênica é predominante na expressão dos descritores. A soma de quadrados da CGC foi inferior ao da CEC para todos os descritores estudados, indicando a predominância de efeitos gênicos não aditivos (Sibiya *et al.*, 2011).

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância da capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC) para os descritores de interesse econômico.

FV	GL <sup>1</sup>	IP <sup>2</sup>		Nfr		MMF		MTF	
		SQ <sup>3</sup>	QM <sup>4</sup>	SQ	QM	SQ	QM	SQ	QM
Tratamento	44	3994,6	90,78**	2314,2	52,59**	068,62	1,55 <sup>ns</sup>	835474	18988,05**
CGC	08	1055,7	131,9**	641,96	80,24**	017,69	2,21 <sup>ns</sup>	241349	30168,64**
CEC	36	2938,9	81,63**	1672,2	46,45**	050,92	1,41 <sup>ns</sup>	594125	15503,48**
Resíduo	88	3924,8	44,60	1086,3	12,34	133,10	1,51	459334	05219,71

<sup>ns</sup> Não significativo e \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. <sup>1</sup> Grau de liberdade. <sup>2</sup> IP: Índice de precocidade (%); Nfr: Número de frutos por planta; MMF: massa média dos frutos (g); MTF: massa total de frutos por planta (g). <sup>3</sup> Soma de quadrados. <sup>4</sup> Quadrado médio.

A existência de diferentes médias *per se* é o primeiro passo na seleção de progenitores para hibridação, uma vez que os cruzamentos entre os progenitores com médias elevadas produzirão descendentes com médias altas (Pimentel, 2010).

O progenitor BGH-693 destacou-se por possuir média alta *per se* e obteve a maior magnitude de efeitos positivos da CGC para Índice de precocidade (Tabela 4), indicando tendência de aumento na contribuição gênica nos cruzamentos que participar por possuir maior concentração de alelos favoráveis (Vencovsky & Barriga, 1992). Assim como os progenitores BGH-3196, BGH-740, BGH-7863 e BGH-961 que obtiveram valores positivos e médias *per se* superiores.

Para Número de frutos por planta, os progenitores BGH-3196, BGH-7865 e BGH-961 obtiveram as maiores magnitudes de efeitos positivos para CGC e médias *per se* superiores. Enquanto para Massa Total de Frutos, destacam-se os progenitores BGH-132, BGH-961 e BGH-7865 com médias *per se* superiores e magnitudes positivas (Tabela 4).

Dentre os progenitores avaliados, o BGH-961 obteve valores positivos e médias *per se* superiores para todos os descritores, possuindo alta frequência de alelos favoráveis e evidenciando maior potencial de incremento em cruzamentos que participar para todos descritores agrônômicos de interesse econômico avaliado.

**Tabela 4.** Estimativas da capacidade geral de combinação (g<sub>i</sub>) envolvendo nove progenitores utilizados em cruzamento dialélico de quiabo.

Descritores	<sup>1</sup> IP		Nfr		MTF	
	g <sub>i</sub>	Média	g <sub>i</sub>	Média	g <sub>i</sub>	Média
BGH-132	-1,10	15,38 ab	-0,05	33,60 a	5,21	614,4 a
BGH-547	-3,44	2,58 b	-0,82	26,31 abc	-4,84	487,7 abc
BGH-693	3,19	11,29 ab	1,86	20,46 c	26,94	381,86 c
BGH-740	0,87	18,77 a	-1,55	21,20 bc	-32,31	393,2 bc
BGH-961	1,24	9,02 ab	1,53	33,60 a	32,77	569,13 abc
BGH-3196	0,93	10,49 ab	0,44	32,26 abc	-3,67	582,2 abc
BGH-4890	-0,8	2,05 b	-0,19	28,40 abc	-4,78	539,6 abc
BGH-7863	1,06	7,64 ab	-2,79	30,66 abc	-55,46	586,0 ab
BGH-7865	-1,9	9,48 ab	1,57	32,93 ab	36,13	599,6 a
<b>Média</b>		<b>9,53</b>		<b>28,82</b>		<b>528,2</b>

<sup>1</sup>IP: Índice de precocidade (%); Nfr: Número de frutos por planta; MMF: massa média dos frutos (g); MTF: massa total de frutos por planta (g).

A capacidade específica de combinação representa a predominância de efeitos de ação gênica dominante na expressão dos caracteres. Estimativas de capacidade específica de combinação (s<sub>ij</sub>) que apresentam altos valores, podendo ser positivos ou negativos, indicam a existência de combinações híbridas superiores ou inferiores do que o esperado com base na CGC dos parentais, segundo Sprague & Tatum (1942).

O mérito de um híbrido de quiabo está na maior precocidade para início de colheita e maior número de frutos por planta, pois a produção por planta é consequência da multiplicação do número de frutos por planta pela massa média do fruto, e sabendo-se que o quiabeiro possui ponto ideal para colheita, e assim, dificilmente haverá diferenças entre as massas médias dos frutos, os descritores Índice de precocidade e Número de frutos por planta são aqueles que devem ser priorizados nos programas de seleção de quiabeiro.

Na capacidade específica de combinação para Índice de precocidade, os cruzamentos originando os híbridos AGR 04 (BGH-3196 x BGH-7865), AGR 08 (BGH-3196 x BGH-547), AGR 11 (BGH-4890 x BGH-7865), AGR 15 (BGH-4890 x BGH-547), AGR 18 (BGH-132 x BGH-693), AGR 19 (BGH-132 x BGH 7863), AGR 28 (BGH-7865 x BGH-7863) e AGR 32 (BGH-693 x BGH-961) obtiveram as maiores magnitudes de efeitos positivos para CEC e médias *per se* superiores, além de altos valores de heterose (Tabela 5). Os efeitos positivos

da CEC indicam que nestas combinações híbridas foram detectados incremento no valor dos descritores, o que não pode ser explicado pela média dos pais e suas CGC (Ferreira, 2009). Tais informações são úteis para melhoristas de plantas autógamas, pois a sua magnitude é indicativa da dimensão da variabilidade que pode ser expressa em cada população, sendo esperada maior probabilidade de obtenção de segregantes transgressivos quando os valores da CEC forem elevados (Barelli *et al.*, 2000).

Para Número de frutos por planta, os cruzamentos originando os híbridos AGR 11 (BGH-4890 x BGH-7865), AGR 19 (BGH-132 x BGH 7863) e AGR 28 (BGH-7865 x BGH-7863) foram os com maiores efeitos positivos para CEC, além de alta média *per se* e heterose (Tabela 5).

De acordo com Griffing (1956), a melhor combinação híbrida é aquela com maior CEC dos progenitores, e com pelo menos um dos progenitores com alta CGC. Porém, nem sempre dois genitores de alta capacidade geral, quando cruzados, originam o melhor híbrido do dialelo (Cruz & Vencovsky, 1989).

É possível observar que entre os híbridos que se destacaram com maiores CEC, existem cruzamentos envolvendo ambos os progenitores com alta CGC, como o AGR 32 (BGH-693 x BGH-961), cruzamentos com pelo menos um dos progenitores com alta CGC, sendo AGR 04 (BGH-3196 x BGH-7865), AGR 08 (BGH-3196 x BGH-547), AGR 11 (BGH-4890 x BGH-7865), AGR 18 (BGH-132 x 693), AGR 19 (BGH-132 x BGH 7863) e AGR 28 (BGH-7865 x BGH-7863) e cruzamentos com ambos os genitores com baixa CGC, como o AGR 15 (BGH-4890 x BGH-547).

A existência de combinações híbridas em que os progenitores envolvidos possuem baixa CGC, como o AGR 15 (BGH-4890 x BGH-547), está relacionado a existir entre os progenitores maior distanciamento genético, conforme já estudado para essa coleção em trabalhos anteriores (Tabela 5, Capítulo I), permitindo assim a complementação entre os locos relacionados com os descritores agrônômicos de interesse econômicos avaliados. Isso pode ser explicado como consequência dos efeitos gênicos envolvidos, uma vez que em cruzamentos envolvendo progenitores contrastantes, às contribuições aditivas favoráveis de cada progenitor agrega-se um suplemento de dominância, de sobredominância ou epistasia (Mayo, 1980).

Caso o objetivo principal do trabalho fosse obter populações

segregantes mais promissoras para potencial extração de linhagens superiores, o cruzamento entre os progenitores BGH-693 x BGH-961 seria o mais indicado, uma vez que envolve dois progenitores com alta CGC e pertencentes a grupos distintos (Tabela 5, Capítulo I).

Para todos os híbridos selecionados foram verificados altos valores de heterose, desde 9,95% a 429,21%, com destaque para os cruzamentos: BGH-4890 x BGH-7865 (AGR 11), BGH-132 x BGH-7863 (AGR 19) e BGH-7865 x BGH-7863 (AGR 28), que obtiveram heterose positiva para todos os descritores avaliados e médias *per se* superiores (Tabela 5). Os estudos em torno do fenômeno da heterose revelam que este pode ser determinado pelo grau de divergência entre os progenitores e a existência de dominância no controle do caráter em questão (Santos *et al.*, 2013).

Portanto, os híbridos AGR 04, AGR 08, AGR 11, AGR 15, AGR 18, AGR 19, AGR 28 e AGR 32 podem ser utilizados para testes comerciais, uma vez que possuem ganhos positivos para os descritores agrônômicos de interesse econômicos avaliados.

## **CONCLUSÕES**

- O efeito genético não aditivo foi o componente mais relevante para todos os descritores avaliados.

- O cruzamento entre os progenitores BGH-693 x BGH-961 é o mais indicado para obtenção de populações mais promissoras para potencial extração de linhagens superiores.

- Os híbridos AGR 04, AGR 08, AGR 11, AGR 15, AGR 18, AGR 19, AGR 28 e AGR 32 devem ser utilizados em testes comerciais, por possuírem maiores capacidade específica de combinação, e valores de heterose.

**Tabela 5.** Estimativas da capacidade específica de combinação ( $S_{ii}$  e  $S_{ij}$ ) envolvendo nove progenitores e 36 híbridos em cruzamento dialélico de quiabo.

Cultivar	<sup>1</sup> IP			Nfr			MTF		
	( $S_{ii}$ e $S_{ij}$ )	Média	Heterose(%)	( $S_{ii}$ e $S_{ij}$ )	Média	Heterose(%)	( $S_{ii}$ e $S_{ij}$ )	Média	Heterose (%)
BGH-3196	1,69	10,49	.	4,85	32,27	.	66,75	582,20	.
AGR 01	-3,61	02,84	-54,72	-5,30	21,33	-29,67	-87,22	418,13	-25,45
AGR 02	-6,66	06,44	-50,25	-4,66	24,67	-25,10	-123,41	413,73	-30,84
AGR 03	-7,09	03,68	-74,82	2,09	28,00	4,73	49,30	527,20	08,09
AGR 04	6,04	17,19	72,13	1,59	30,60	-6,13	46,75	589,73	-00,19
AGR 05	0,57	11,54	05,90	-0,27	24,40	-7,45	-05,40	449,33	-06,78
AGR 06	-3,48	04,52	-50,19	-0,30	28,73	-8,68	32,59	578,93	-00,88
AGR 07	2,39	13,23	35,37	0,55	28,47	-13,56	36,66	539,20	-06,33
AGR 08	8,44	17,48	167,39	-3,40	23,87	-18,51	-78,81	426,60	-20,25
BGH-4890	-2,06	02,06	.	2,52	28,40	.	44,38	539,68	.
AGR 09	-8,64	02,12	-75,65	-5,82	22,73	-26,66	-95,44	431,64	-25,19
AGR 10	1,57	10,02	-03,84	-2,13	23,00	-7,25	-35,76	432,07	-07,37
AGR 11	9,60	18,42	219,14	2,83	31,07	1,30	58,01	590,93	03,73
AGR 12	-0,28	08,35	25,01	-0,83	23,07	-5,59	-33,12	411,56	-10,68
AGR 13	-0,33	05,33	09,92	2,59	30,87	4,51	48,98	585,27	03,98
AGR 14	0,25	08,76	58,01	3,25	30,40	-1,93	71,46	567,93	02,43
AGR 15	5,58	12,29	429,21	0,36	26,87	-1,78	-15,68	479,67	-06,62
BGH-132	-2,01	15,39	.	2,34	33,60	.	55,52	614,40	.
AGR 16	1,02	16,11	-05,70	1,97	29,80	8,75	48,18	547,80	08,72
AGR 17	1,56	17,02	36,82	-5,52	25,40	-23,64	-88,83	475,87	-21,60
AGR 18	6,75	22,03	65,09	-0,52	26,07	-3,57	-10,46	466,00	-06,45
AGR 19	4,96	17,27	49,95	4,37	35,33	9,95	57,86	625,93	04,28
AGR 20	4,41	19,56	60,24	3,10	32,93	-1,98	55,14	583,40	-01,41
AGR 21	0,60	13,94	55,15	2,41	31,60	5,49	45,92	573,07	03,99
BGH-740	6,01	18,78	.	-3,20	21,20	.	-47,09	393,27	.
AGR 22	-3,44	09,69	-31,43	-2,03	25,47	-5,91	-45,04	460,40	-07,25
AGR 23	-8,67	04,27	-71,58	3,76	26,93	29,28	83,94	501,16	29,30
AGR 24	-4,25	05,73	-56,62	-2,00	25,53	-1,54	-73,87	434,93	-11,17
AGR 25	6,59	19,42	39,67	1,05	27,47	0,24	07,86	476,87	-00,90
AGR 26	2,22	13,25	24,01	3,70	29,47	24,04	59,57	527,47	19,74
BGH-7865	-4,02	9,49	.	2,34	32,93	.	29,06	599,60	.
AGR 27	2,55	15,88	52,78	2,60	28,87	8,11	34,83	517,13	05,37
AGR 28	1,00	11,36	32,60	4,57	35,20	10,69	83,03	656,93	10,81
AGR 29	-7,32	05,87	-36,62	-10,80	18,70	-43,78	-191,17	342,92	-41,31
AGR 30	-1,95	09,44	56,37	2,07	30,93	4,42	44,29	577,27	06,18
BGH-693	-1,84	11,30	.	-1,47	20,47	.	-12,19	381,87	.
AGR 31	1,11	11,29	19,19	-1,26	25,03	-2,08	-49,55	436,10	-9,88
AGR 32	6,54	19,55	92,42	2,22	27,40	1,35	64,01	509,87	07,22
AGR 33	-4,90	06,31	-09,14	-2,73	21,80	-6,79	-59,86	384,87	-11,48
Média		11,00			27,51			504,98	

<sup>1</sup>IP: Índice de precocidade (%); Nfr: Número de frutos por planta; MTF: massa total de frutos por planta (g).

**Continuação Tabela 5.** Estimativas da capacidade específica de combinação ( $S_{ii}$  e  $S_{ij}$ ) envolvendo nove progenitores e 36 híbridos em cruzamento dialélico de quiabo.

Cultivar	<sup>1</sup> IP			Nfr			MTF		
	(Sii e Sij)	Média	Heterose(%)	(Sii e Sij)	Média	Heterose(%)	(Sii e Sij)	Média	Heterose (%)
BGH-7863	0,44	7,65	.	0,00	30,67	.	8,73	586,00	.
AGR 34	-4,24	5,79	-30,50	-8,47	21,07	-34,43	-159,71	377,73	-34,59
AGR 35	4,33	12,57	145,73	0,50	29,40	3,20	43,19	579,53	7,94
BGH-961	-3,85	9,03	.	5,18	33,60	.	71,49	569,13	.
AGR 36	-0,93	10,15	74,79	-1,30	26,47	-11,64	-23,25	473,27	-10,43
BGH-547	-6,69	2,59	.	-0,81	26,31	.	-7,67	487,73	.
Média		11,00			27,51			504,98	

<sup>1</sup>IP: Índice de precocidade (%); Nfr: Número de frutos por planta; MTF: massa total de frutos por planta (g).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, F.M.; MICHEREFF, S.J.; BOITEUX, L.S.; REIS, A. Search for sources of resistance to Fusarium wilt (*Fusarium oxysporium* f. sp. *Vasinfectedum*) in okra germoplasm. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 13: 33-40, 2013.
- BARELLI, M.A.A.; VIDIGAL, MC.G.; AMARAL, A.T.; VIDIGAL FILHO, P.S.; SCAPIN, C.A.; SAGRILO, E. Diallel analysis for grain yield and componentes in *Phaseolus vulgaris* L. *Acta Scientiarum*, v.22, nº4, p883-887, oct/dez 2000.
- CRUZ, C.D. GENES, a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum Agronomy*. Maringa, v.35, p.271-276, July-Sept, 2013.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. Modelos biométricos aplicado ao melhoramento de genético. Viçosa: MG: UFV, 2012. 514p.
- CRUZ, C.D; VENCOSKY, R. Comparação de alguns métodos de análise dialélica. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, v.12, n.2, p. 425-238, 1989.
- DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY. Series of crop specific biology documents of okra. Ministry of Science and Technology Government of India. 2009.
- FERREIRA, J.M.; MOREIRA, R.M.P.; HIDALGO, J.A.F. Capacidade

combinatória e heterose em populações de milho crioulo. *Ciência Rural*, v. 39, n. 2, p. 332-339, 2009.

GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian Journal of Biological Science*, Bombay, v.9, p.463-493, 1956.

LEMOS, M.A.; GAMA, E.E.G.; MENEZES, D.; SANTOS, V.F.; TABOSA, J.N. Avaliação de dez linhagens e seus híbridos de milho superdoce em um dialelo completo. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 2, p. 167-170, junho 2002.

MAYO, O. Heterosis. In: MAYO, O. *The theory of plant breeding*. Oxford, Clarendon Press, p.131-57, 1980.

OLIVEIRA, A.P.; ALVES, A.U.; DORNELAS, C.S.M.; SILVA J.A.; PORTO, M.L.; ALVES, A. Rendimento de quiabo em função de doses de nitrogênio. *Acta Scientiarum Agronomy* 25: 265-268, 2003.

PÁDUA, T.R.P.; GOMES, L.A.A.; MALUF, W.R.; CARVALHO, J.L.S.; NETO, A.C.G.; ANDRADE, M.C. Capacidade combinatória de híbridos de tomateiro de crescimento determinado, resistentes a Begomovirus e Tospovirus. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 45, n. 8, p. 818-825, 2010.

PIMENTEL, A.J.B. Seleção de genitores e predição do potencial genético de populações segregantes de trigo. *Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Viçosa*, Viçosa. 34p. 2010.

ROCHA, F.; STINGHEN, J.C.; GEMELI, M.S.; COIMBRA, J.L.M.; GUIDOLIN, A.F. Análise dialélica como ferramenta na seleção de genitores em feijão. *Revista Ciência Agronômica*, v. 45, n. 1, p. 74-81, jan-mar, 2014.

SANTOS, F.M.C.; FERREIRA, E.A.; GALLO, P.B.; PATERNIANI, M.E.A.G.Z. Análise dialélica de híbridos simples de milho visando à obtenção de híbridos de F<sub>2</sub>. *Revista Agrotecnologia*, Anápolis, v. 4, n. 1, p. 31 - 45, 2013.

SIBIYA, J.; TONGOONA, P.; DORERA, J.; RIJ, N.; MAKANDA, I. Combining ability analysis for *Phaeosphaeria* leaf spot resistance and grain yield in tropical advanced maize inbred lines. *Field Crops Research*, v. 120, n. 1, p. 86-93, 2011

SPRAGUE G.F.; TATUM, L.A. General vs. specific combiningability in single crosses of corn. *Journal of the American Society of Agronomy*, v.34, n.10, p.923-932, 1942.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, O. *Genética biométrica no fitomelhoramento*. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 486p. 1992.

**CAPÍTULO III - ESTABILIDADE DE HÍBRIDOS DE QUIABEIRO COM BASE  
EM DESCRITORES AGRONÔMICOS DE INTERESSE ECONÔMICO**

# ESTABILIDADE DE HÍBRIDOS DE QUIABEIRO COM BASE EM DESCRITORES AGRONÔMICOS DE INTERESSE ECONÔMICO

## RESUMO

Este trabalho teve por objetivo estudar o desempenho *per se* dos híbridos de quiabeiro nos diferentes ambientes, assim como avaliar a interação genótipos por ambientes (GxA) e identificar híbridos com estabilidade fenotípica. Os experimentos foram conduzidos nas estações experimentais da Empresa Agristar do Brasil Ltda, localizadas nos municípios de Santo Antonio de Posse – SP e Guimarães – MG. Foram avaliados oito híbridos, AGR 04, AGR 08, AGR 11, AGR 15, AGR 18, AGR 19, AGR 28, AGR 32 e três testemunhas comerciais: Santa Cruz 47, TPX 903 e TPX 4460, utilizando os descritores agronômicos de interesse econômico (Índice de Precocidade, Número de frutos por planta; Massa média dos frutos e Massa total dos frutos por planta). Foi realizado o estudo da interação genótipos x ambientes, teste de médias para cada experimento e estudo da estabilidade fenotípica conforme o método proposto por Wricke (1956). Houve significância a 5% de probabilidade para ambientes e híbridos, assim como interação entre híbridos x ambientes. Entre os híbridos avaliados foi possível observar diferentes desempenhos nos ambientes estudados, permitindo assim, a indicação de híbridos para cultivos em regiões representativas dos locais onde os experimentos foram montados. Nos híbridos AGR 28 e AGR 32 foram observadas médias superiores nos ambientes e alta estabilidade fenotípica.

**Palavras-chave:** *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. Interação genótipo x ambiente. Avaliação de cultivares.

## OKRA HYBRIDS STABILITY BASED ON AGRONOMIC DESCRIPTORS ECONOMIC INTEREST

### ABSTRACT

The aim of this work was study the *per ser* performance of okra hybrids in different environment, as evaluate genotype by environment interaction (GxE) and identify hybrids with phenotypic stability. The experiments was leaded at experimental stations of Agristar do Brasil Ltda, located on Santo Antonio de Posse – SP and Guimarães – MG. Were assessed eight hybrids AGR 04, AGR 08, AGR 11, AGR 15, AGR 18, AGR 19, AGR 28, AGR 32 and three commercial witness: Santa Cruz 47, TPX 903 e TPX 4460, by using agronomic descriptors economic interest (precocious indices, number of fruits and total mass by plant). Were a study about genotype interaction x environment, averages text for each experiment and phenotypic stability according to the method suggested by Wricke (1956). There was significant at 5% probability and hybrid environments, as between the hybrids interaction x environments. Among the evaluated hybrids was possible to observe different performances at the studied environment, thus enabling the indication for hybrids crops in representative regions were the experiment was made. The hybrids AGR 28 and AGR 32 presents higher averages on environment and phenotypic stability.

**Key words:** *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. Genotype x environment interaction. Cultivars Evaluation.

## INTRODUÇÃO

O cultivo do quiabo no Brasil é realizado em ampla diversidade de ambientes. Sendo cultivado desde produtores que utilizam altas tecnologias até agricultores familiares que cultivam em pequenas áreas e normalmente empregam baixa tecnologia. Para estes agricultores a escolha das cultivares utilizadas pode ser feita de acordo com o desenvolvimento da planta, tamanho dos frutos, cor dos frutos frescos e formato dos frutos (Mota, 2005).

O sucesso dessa atividade econômica está associado a programas de melhoramento genético, que tem como principal objetivo o desenvolvimento de novas cultivares adaptadas às diversas condições de cultivo, visando contornar dificuldades relacionadas às diferentes regiões edafoclimáticas que estão sendo cultivadas (Nunes *et al.*, 2006).

A criação de novas cultivares têm sido uma das tecnologias que vêm contribuindo para aumentos de produtividade e estabilidade de produção, sem custos adicionais ao agricultor (Polizel *et al.*, 2013).

Em olericultura uma cultivar estável é altamente desejável, porque a demanda por produtos é grande durante todo o ano, e diversas cultivares não têm a capacidade de produzir ininterruptamente (Paiva & Costa, 1994).

A existência de desempenho diferenciado das cultivares com a variação ambiental está relacionada à existência de interação entre genótipos e ambientes (GxA), e a identificação de cultivares para quiabeiro com baixos valores para esta interação é necessária para garantia de boas colheitas com o mínimo de riscos (Adele *et al.*, 2008)

É necessário, portanto, medidas que minimizem o efeito da interação. Uma das alternativas mais empregadas é a utilização de cultivares com elevadas adaptabilidade e estabilidade fenotípica (Nunes *et al.*, 2002). Como consequência, é necessário à instalação de experimentos em mais de um local, ou sob diferentes ambientes para seu estudo, a fim de identificar cultivares com comportamento previsível e que seja responsivo às variações ambiental, em condições específicas ou amplas (Cruz, *et al.*, 2012).

Um método comumente utilizado entre os melhoristas é o parâmetro de estabilidade proposto por Wricke (1965), também denominado método da “ecoalência”, sendo sua estimativa representada por  $W_i$ , onde o genótipo mais

estável será aquele que possuir valores de  $W_i$  próximos à zero.

Objetivou-se estudar a interação genótipos por ambientes e identificar híbridos com estabilidade fenotípica baseando-se nos descritores agronômicos de interesse econômico avaliado.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os experimentos foram conduzidos nas estações experimentais da Empresa Agristar do Brasil Ltda, localizadas nos municípios de Santo Antonio de Posse – SP (22° 36' 24" S, 46° 92' 05" W e 661 m) e Guimarães – MG (18° 84' 29" S ; 46° 79' 05" W e 900 m), no delineamento de blocos casualizados, com três repetições, no período de setembro de 2013 a janeiro de 2014.

Foram avaliados onze tratamentos, sendo: oito híbridos  $F_1$ 's, AGR 04, AGR 08, AGR 11, AGR 15, AGR 18, AGR 19, AGR 28 e AGR 32 provenientes do cruzamento entre acessos do Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal Viçosa e três testemunhas comerciais: Santa Cruz 47 (cultivar de linha pura), TPX 903 e TPX 4460 (cultivares híbridas).

Os descritores agronômicos de interesse econômicos avaliados foram: Índice de Precocidade (%) - razão entre a soma das massas de todos os frutos produzidos nas seis primeiras colheitas e a massa total de frutos, multiplicada por 100; Número de frutos por planta; Massa média dos frutos (g) e Massa total dos frutos por planta (g).

Os dados de cada experimento foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foi realizado o estudo da interação genótipos x ambientes para os descritores de interesse econômico, conforme Cruz *et al.*, 2012.

As estimativas dos parâmetros de estabilidade foram obtidas conforme o método proposto por Wricke (1956), sendo o parâmetro de estabilidade  $W_i$  também denominado de “ecovalencia” estimado decompondo-se a soma de quadrados da interação G x A nas partes devidas a genótipos isolados, e os híbridos com  $W_i = 0$  são aqueles com maior estabilidade. A partição é feita usando-se:

$$W_i = r \sum_j \hat{G}A_{ij}^2 = r \sum_j (\bar{y}_{ij} + \bar{y}_{i.} + \bar{y}_{.j} + \bar{y}_{..})^2$$

em que:

$\bar{y}_{ij}$  : média do genótipo i no ambiente j;

$\bar{y}_{i.}$ : média do genótipo i;

$\bar{y}_{.j}$ : média do genótipo j;

$\bar{y}_{..}$ : média geral.

Todas as análises de variância individual e conjunta, assim como estabilidade foram realizadas utilizando o programa computacional Genes (Cruz, 2013).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela análise de variância conjunta, é possível observar que os efeitos de ambientes e híbridos foram significativos ( $p \leq 0,05$ ), para os descritores quantitativos de interesse econômico: Índice de Precocidade; Número de frutos por planta; Massa média dos frutos e Massa total dos frutos por planta (Tabela 1), indicando inconsistência no desempenho dos híbridos diante das variações ambientais (Ramalho *et al.*, 2012).

Tais interações já foram verificadas em outros estudos, onde Paiva & Costa (1994), trabalhando com avaliação de onze cultivares de quiabeiro e vinte híbridos recíprocos, observaram interação dos genótipos em dois ambientes. A existência de interação evidencia a necessidade de avaliação dos híbridos em vários ambientes para que se possa ter melhor segurança na indicação dos melhores híbridos.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância conjunta para os descritores de interesse econômico de híbridos de quiabeiro, avaliados em diferentes ambientes.

Fonte de Variação	GL <sup>1</sup>	Quadrado Médio			
		IP <sup>2</sup>	Nfr <sup>2</sup>	MMF <sup>2</sup>	MTF <sup>2</sup>
Bloco/Ambiente	4	23,08	22,14	10,38	24803,7
Ambiente (A)	1	712,42*	02,63*	0,57*	18,46*
Híbridos (H)	10	89,68*	54,71*	5,85*	16766,5*
H x A	10	19,68*	22,91*	1,52*	8492,8*
Resíduo	40	38,12	11,27	1,55	5661,1
Média		12,90	30,3	17,87	542,06
CV(%)		47,84	11,08	6,97	13,88

\* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. <sup>1</sup> Grau de liberdade. <sup>2</sup>IP: Índice de precocidade (%); Nfr: Número de frutos por planta; MMF: massa média dos frutos (g); MTF: massa total de frutos por planta (g).

Mesmo existindo mudança na classificação dos híbridos em decorrência da variação ambiental, a interação híbridos x ambientes deve ser considerada nos programas de melhoramento, pois influenciam no processo de seleção ou recomendação de cultivares. Assim sendo, uma vez constatada a interação, deve-se sempre procurar amenizar o seu efeito sobre a manifestação fenotípica, e uma das possibilidades é a identificação de híbridos que associem bons comportamentos *per se* com maiores estabilidades (Nunes *et al.*, 2006).

Para o descritor Índice de Precocidade, foi destacado o híbrido AGR 32 que obteve ótimo desempenho *per se* para cada ambiente e desempenho igual entre os ambientes, com alta estabilidade,  $W_i = 0,58$  (Tabela 2), com valores similares às testemunhas TPX 903 e TPX 4460, que possuem alta precocidade.

Nos híbridos AGR 08, AGR 18, AGR 19 e AGR 28 foram observados bons desempenhos *per se* para cada ambiente e comportamentos similares entre os ambientes, com boa estabilidade. Enquanto que os híbridos AGR 04 e AGR 11 tiveram comportamentos *per se* diferentes entre os ambientes e baixa estabilidade, com altos valores de  $W_i$ , assim como a testemunha Santa Cruz 47, podendo ser indicados para ambientes específicos.

**Tabela 2.** Comportamento *per se* e estimativas do parâmetro de estabilidade ( $W_i$ ) estimados segundo modelo de estabilidade de Wricke (1965), para híbridos de quiabeiro avaliados em São Paulo e Minas Gerais.

Híbridos	Índice de Precocidade							
	Experimento MG			Experimento SP			Wricke	
	Média			Média			$W_i$	$W_i$ (%)
AGR 04	05,89	B	a	17,19	A	a	33,59	17,06
AGR 08	09,04	A	a	17,48	A	a	05,27	02,68
AGR 11	07,14	B	a	18,42	A	a	33,31	16,92
AGR 15	10,78	A	a	12,29	A	a	38,46	19,54
AGR 18	12,51	A	a	22,03	A	a	13,01	06,61
AGR 19	11,63	A	a	17,27	A	a	01,30	00,66
AGR 28	07,01	A	a	11,36	A	a	07,42	03,76
AGR 32	12,36	A	a	19,55	A	a	00,58	00,29
TPX 903	13,36	A	a	20,53	A	a	00,55	00,27
TPX 4460	12,20	A	a	17,94	A	a	01,02	00,52
Stª Cruz 47	03,90	A	a	04,02	A	a	62,29	31,64

  

Híbridos	Número de frutos por planta							
	Experimento MG			Experimento SP			Wricke	
	Média			Média			$W_i$	$W_i$ (%)
AGR 04	27,38	A	a	30,60	A	abc	19,65	08,57
AGR 08	27,73	A	a	23,87	A	c	18,03	07,87
AGR 11	28,04	A	a	31,07	A	abc	17,60	07,68
AGR 15	31,01	A	a	26,87	A	abc	21,06	09,19
AGR 18	34,58	A	a	26,07	B	bc	98,83	43,13
AGR 19	31,23	A	a	35,33	A	ab	30,45	13,29
AGR 28	35,94	A	a	35,20	A	ab	00,17	00,07
AGR 32	27,42	A	a	27,40	A	abc	00,21	00,09
TPX 903	32,83	A	a	36,20	A	a	21,31	09,30
TPX 4460	28,91	A	a	27,73	A	abc	00,91	00,39
Stª Cruz 47	30,45	A	a	30,80	A	abc	00,84	00,37

  

Híbridos	Massa Média dos frutos							
	Experimento MG			Experimento SP			Wricke	
	Média			Média			$W_i$	$W_i$ (%)
AGR 04	18,33	A	ab	19,23	A	a	0,76	05,02
AGR 08	17,17	A	b	17,63	A	a	0,11	00,73
AGR 11	20,91	A	a	19,01	A	a	06,55	43,05
AGR 15	18,70	A	ab	17,89	A	a	01,47	09,72
AGR 18	17,16	A	b	17,83	A	a	00,35	02,30
AGR 19	15,67	A	b	17,71	A	a	05,13	33,75
AGR 28	18,03	A	ab	18,66	A	a	00,28	01,88
AGR 32	18,21	A	ab	18,64	A	a	00,09	00,60
TPX 903	16,81	A	b	16,60	A	a	00,23	01,52
TPX 4460	17,47	A	ab	17,41	A	a	00,09	00,59
Stª Cruz 47	17,17	A	b	17,08	A	a	00,12	00,78

**Continuação da Tabela 2.** Comportamento *per se* e estimativas do parâmetro de estabilidade ( $W_i$ ) estimados segundo modelo de estabilidade de Wricke (1965), para híbridos de quiabeiro avaliados em São Paulo e Minas Gerais.

Massa Total de frutos por planta							
Híbridos	Experimento MG		Expeimento SP		Wricke		
	Média		Média		$W_i$	$W_i$ (%)	
AGR 04	503,51	A a	589,73	A ab	1623,62	13,45	
AGR 08	478,28	A a	426,60	A b	452,44	4,52	
AGR 11	584,00	A a	590,93	A ab	587,46	0,11	
AGR 15	579,44	A a	479,67	A ab	529,55	17,21	
AGR 18	597,08	A a	466,00	B ab	531,53	29,85	
AGR 19	498,88	A a	625,93	A ab	562,40	28,98	
AGR 28	647,57	A a	656,93	A a	652,25	0,19	
AGR 32	501,65	A a	509,87	A ab	505,76	0,15	
TPX 903	550,18	A a	600,40	A ab	575,29	4,64	
TPX 4460	505,21	A a	482,93	A ab	494,07	0,79	
Stª Cruz 47	522,70	A a	527,87	A ab	525,28	0,06	

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e minúscula na vertical não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para o número de frutos por planta, os híbridos AGR 28 e AGR 32 se destacaram por possuírem ótimos desempenhos *per se* para cada ambiente, assim como comportamentos similares entre os ambientes e alta estabilidade, com baixos valores de  $W_i$ , junto com as testemunhas TPX 4460 e Santa Cruz 47. Os híbridos AGR 08 e AGR 18 para o experimento conduzido em SP tiveram baixos desempenhos *per se*, e baixa estabilidade, com altos valores de  $W_i$ , tendo AGR 08 a pior média *per se* e o AGR 18 comportamento diferente entre os ambientes (Tabela 2).

Não foi possível detectar diferenças pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para os híbridos avaliados entre os diferentes ambientes em relação a Massa Média dos frutos (Tabela 2). Entretanto, observando os desempenhos *per se* dentro de cada ambiente, os híbridos AGR 28 e AGR 32 destacaram-se, uma vez que possuíam maiores médias em ambos ambientes e alta estabilidade, com  $W_i = 0,28$  e  $W_i = 0,09$  respectivamente, junto com a testemunha TPX 4460, com alta média *per se* e boa estabilidade. Assim como as testemunhas TPX 903 e Santa Cruz 47, os híbridos AGR 08 e AGR 18,

mesmo possuindo boa estabilidade  $W_i = 0,11$  e  $W_i = 0,35$  respectivamente, não obtiveram os maiores desempenhos *per se* para o experimento cultivado em MG (Tabela 2).

Em relação à produtividade, os híbridos AGR 11, AGR 28 e AGR 32, destacaram-se por possuírem ótimo desempenho *per se* para cada ambiente e comportamento igual entre os ambientes, com alta estabilidade, sendo muito similares às testemunhas comerciais TPX 903, TPX 4460 e Santa Cruz 47, com destaque para o híbrido AGR 28, uma vez que possui as maiores médias *per se* dentro de cada ambiente, com baixo valor de  $W_i (\%) = 0,19$ , podendo ser indicado para cultivo em regiões representativas aos locais onde os experimentos foram conduzidos, uma vez que possuem ótimo desempenho *per se* e alta estabilidade fenotípica.

Em contrapartida, os híbridos AGR 18 e AGR 19, mesmo obtendo bons comportamentos *per se* dentro de cada ambiente para Massa Total de frutos, são híbridos com menores estabilidades, uma vez que obtiveram maiores valores de  $W_i$ , e devem ter sua indicação de cultivo sendo feita para regiões específicas, segundo metodologia proposta por Wricke (1956).

Sabe-se que o mérito de um híbrido comercial de quiabo está na maior precocidade para início de colheita e maior número de frutos por planta, com base nos resultados obtidos é possível recomendar híbridos que atendam às diferentes necessidades dos agricultores, ou seja, desde aqueles que empregam altos níveis tecnológicos exigindo alta uniformidade nas diferentes regiões que plantam como também atender aos agricultores que empregam baixa tecnologia, e cultivam suas lavouras em condições específicas.

## **CONCLUSÕES**

- Houve diferentes desempenhos dos híbridos avaliados nos ambientes estudados.

- Os híbridos AGR 28 e AGR 32 podem ser indicados para cultivos nas regiões representativas aos locais onde os experimentos foram realizados, por possuírem médias *per se* superiores em cada ambiente e comportamento previsível nos diferentes ambientes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALADELE, S.E; ARIVO, O.J; LAPENA, R. Genetic relationship among West African okra (*Abelmoschus caillei*) and Asian genotypes (*Abelmoschus esculentum*) using RAPD. *African J. Biotechnol.* 7: 1426-1431. 2008.
- CRUZ, C.D. GENES, a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum Agronomy. Maringa*, v.35, p.271-276, July-Sept, 2013.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. Modelos biométricos aplicado ao melhoramento de genético. Viçosa: MG: UFV, 2012. 514p.
- MOTA, W. F. da. Caracterização físico-química de frutos de quatro cultivares de quiabo. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 23, n. 3, p. 722-725, jul.set. 2005.
- NUNES, G.H.S.; RESENDE, G.D.S.P.; RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. Implecações da interação genótipoxambientes na seleção de clones de eucalipto. *Cerne*, v.8, p.49-58, 2002.
- NUNES, G.H.S.; MADEIROS, A.G.S.; GRANGEIRO, L.C.; SANTOS, M.S.; SALES, R.J. Estabilidade fenotípica de híbridos de melão amarelo avaliados no Pólo Agrícola Mossoró-Assu. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.41, n.9, p.1369-1376, set. 2006.
- PAIVA, W.O.; COSTA, C.P. Estabilidade de híbridos e cultivares de Quiabeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.29, n.5, p.791-796, maio. 1994.
- POLIZEL, A.C.; JULIATTI, F.C.; HAMAWAKI, O.T.; HAMAWAKI, R.L, GUIMARAES, S.L. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos de soja mo estado do Mato Grosso. *Biociensce Junior, Uberlandia*, v.29, n.4, p. 910-920. July/Aug. 2013.
- 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, Ed. UFLA, 522p. 2012.
- WRICKE, G. Zur Berechnung der Ökovalenz bei Sommerweizen und Hafer flanzenzuchtung, v.52, p.127-138, 1965.

#### 4. CONCLUSÕES GERAIS

- Há ampla variabilidade genética entre os acessos de quiabeiro do Banco de Germoplasma de Hortaliças da UFV para os descritores morfoagronômicos quantitativos e qualitativos.

- Os acessos BGH-132, BGH-547, BGH-693, BGH-740, BGH-961, BGH-7863, BGH-7865, BGH-3196 e BGH-4890 podem ser utilizados como potenciais progenitores.

- O efeito genético não aditivo foi o componente mais relevante para todos os descritores avaliados.

- O cruzamento entre os progenitores BGH-693 x BGH-961 é o mais indicado para obtenção de populações mais promissoras para potencial extração de linhagens superiores.

- Os híbridos AGR 04, AGR 08, AGR 11, AGR 15, AGR 18, AGR 19, AGR 28 e AGR 32 devem ser utilizados em testes comerciais, por possuírem maiores capacidade específica de combinação, e valores de heterose.

- Houve diferentes desempenhos dos híbridos avaliados nos ambientes estudados.

- Os híbridos AGR 28 e AGR 32 podem ser indicados para cultivos nas regiões representativas aos locais onde os experimentos foram realizados, por possuírem médias *per se* superiores em cada ambiente e comportamento previsível nos diferentes ambientes.