

DÉBORA SOUZA MENDES

**SELEÇÃO PRECOCE EM PROGÊNIES DE MEIOS-IRMÃOS EM *ANONNA*
SQUAMOSA L.**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

Orientadora
Profa. Dra. Silvia Nietzsche

JANAÚBA
2018

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

Ficha catalográfica

Mendes, Débora Souza

M537s Seleção precoce em progênies de meios-irmãos em *Annona Squamosa* L. [manuscrito] / Débora Souza Mendes. – 2018.

59 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2018.

Orientadora: Profa. Dra. Silvia Nietzsche.

1. Hibridação vegetal. 2. Interação genótipo-ambiente. 3. Pinha. 4. Sementes. I. Nietzsche, Silvia. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 634.41

DÉBORA SOUZA MENDES

**SELEÇÃO PRECOCE EM PROGÊNIES DE MEIOS-IRMÃOS EM *ANONNA*
SQUAMOSA L.**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 03 de Setembro de 2018.

Profa. Dra. Silvia Nietsche
UFMG (Orientador)

Prof. Dr. Marlon Cristian Toledo
Pereira
UNIMONTES (Coorientador)

Prof. Dr. Samy Pimenta
UNIMONTES (Conselheiro)

Profa. Dra. Nayara Norrene
Lacerda Durães
UFSJ (Conselheira)

JANAÚBA
2018

Dedico

A toda minha família, em especial à minha
mãe, aos meus amigos e a todos aqueles que
torceram por mim.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por se fazer presente em todos os momentos fáceis ou difíceis da minha vida, pois ao longo dessa jornada pude sentir a tua mão na minha, transmitindo-me segurança necessária para chegar até aqui;

A toda minha família, pelo apoio e incentivo, sem os quais o trabalho seria muito mais difícil;

À Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES, pela oportunidade de realizar o mestrado;

Ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido – PPGPVS, pela oportunidade e apoio;

À COOPERAGRO, pelo apoio financeiro;

À CAPES, pelo apoio financeiro concedido através de bolsa;

À minha orientadora, professora Sílvia Nietzsche, pela orientação, ensinamentos, compreensão, apoio, incentivo e confiança;

Ao professor Marlon Cristian Toledo Pereira, pela disposição, ensinamentos, apoio e orientação;

Ao professor Samy Pimenta, pela orientação, ensinamentos e contribuição no desenvolvimento deste trabalho;

À Dr^a. Nayara Norrene Lacerda Durães por todas as sugestões e ensinamentos;

Ao Matheus Pinheiro, pelo apoio, carinho e atenção;

Aos meus amigos de graduação e de mestrado, pela ajuda na execução do experimento, pelo companheirismo e pelas risadas compartilhadas;

Aos amigos do grupo de fruticultura da UNIMONTES, pelo auxílio no experimento, meu muito obrigado;

Aos funcionários da UNIMONTES e MGS pelo auxílio e cooperação na realização deste trabalho;

A todos que contribuíram de alguma forma para a realização do trabalho. Muito obrigada!

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| RESUMO..... | 7 |
| ABSTRACT | 8 |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 9 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 11 |
| 2.1 Importância econômica | 11 |
| 2.2 Origem e botânica | 12 |
| 2.3 Recursos genéticos e melhoramento..... | 13 |
| 2.4 Seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos | 15 |
| 2.5 Parâmetros genéticos e predição dos valores genotípicos | 17 |
| 2.6 Seleção de genótipos via REML/BLUP em plantas perenes | 19 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS | 22 |
| 3.1 Localização e caracterização climática da área experimental..... | 22 |
| 3.2 Material genético e obtenção das progênes de meios-irmãos..... | 22 |
| 3.3 Delineamento experimental, manejo do pomar e avaliações morfoagronômicas..... | 24 |
| 3.4 Análises genético-estatísticas | 27 |
| 4 RESULTADOS | 28 |
| 4.1 Estimativas dos parâmetros genéticos | 28 |
| 4.2 Análise de estabilidade e adaptabilidade | 31 |
| 4.3 Análise dos componentes de média (BLUP Individual)..... | 35 |
| 5 DISCUSSÃO | 46 |
| 5.1 Estimativas dos parâmetros genéticos..... | 46 |
| 5.2 Análise de estabilidade e adaptabilidade..... | 49 |
| 5.3 Análise dos componentes de média (BLUP Individual)..... | 50 |
| 6 CONCLUSÕES | 52 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 53 |

RESUMO

Seleção precoce em progênies de meios-irmãos em *Annona squamosa* L.

Dentre as espécies da família Annonaceae, a pinheira (*Annona squamosa*) é a mais plantada e consumida no Brasil, e apesar do crescente interesse pela cultura, não existem variedades de pinha desenvolvidas para as condições edafoclimáticas do país. O objetivo do presente trabalho foi estimar os parâmetros genéticos e prever os ganhos genotípicos em progênies juvenis de meios-irmãos de *A. squamosa* para fins de seleção considerando a adaptabilidade e estabilidade temporal. Foram avaliadas quatro progênies de meios-irmãos (UNI-1, UNI-2, UNI-3 e UNI-4), em quatro safras, distribuídas na área experimental em um delineamento em blocos ao acaso, com três repetições e parcela experimental contendo cinco plantas. Foram avaliados os caracteres reprodutivos da espécie. De modo geral, com exceção do comprimento médio das flores, observam-se maiores efeitos ambientais do que genéticos para as progênies de pinheira avaliadas neste estudo. Houve concordância entre os métodos MHVG, PRVG e MHPRVG para comprimento e diâmetro médio dos frutos, massa fresca dos frutos, da casca, semente, número de sementes por fruto, sólidos solúveis, comprimento médio das flores, período da floração, frutificação efetiva via polinização artificial dos frutos, pH e acidez titulável, na discriminação dos genótipos com alta adaptabilidade e estabilidade. Tais resultados sugerem que as mesmas podem fazer parte de critérios seletivos na rotina dos programas de melhoramento da pinheira. Todos os indivíduos selecionados obtiveram a nova média superior à média da população inicial, com destaque para os genótipos 5 (UNI-1), 47 (UNI-2) e 11 (UNI-3), mostrando-se promissores para obtenção de ganhos genéticos por meio de seleção. Esse é o primeiro relato sobre avaliação de progênies de meios-irmãos para a espécie e poderá ser utilizado como base para a realização de novos ciclos de hibridação, bem como auxiliar na seleção precoce de genótipos superiores.

Palavras-chave: Ganhos genéticos, Parâmetros genéticos, Modelos Mistos, Melhoramento de frutífera, Pinheira.

ABSTRACT

Early selection progenies half siblings of *Annona squamosa* L.

Among the species of the Annonaceae family, sugar apple (*Annona squamosa*) is the most planted and consumed in Brazil, and despite growing interest in the crop, there are no varieties of sugar apple developed for the country's soil and climate conditions. The objective of the present work was to estimate the genetic parameters and predict the genotypic gains in juvenile progenies of *A. squamosa* half siblings for selection purposes considering the adaptability and temporal stability. Four progenies of half-sibs (UNI-1, UNI-2, UNI-3 and UNI-4) were evaluated in four crops, distributed in the experimental area in a randomized blocks design with three replicates and experimental plot containing five plants. The reproductive traits of the species were evaluated. In general, except for the average length of the flowers, greater environmental effects are observed than the genotypes for the sugar apple progenies evaluated in this study. There was agreement between the HMGV, RPGV and HMRPGV methods for fruit length, mean fruit diameter, fresh fruit mass, bark, seed, number of seeds per fruit, soluble solids, average flower length, flowering period, effective fructification through pollination artificial fruit, pH and titratable acidity, on the discrimination of genotypes with high adaptability and stability, which indicates that they can be part of selective criteria in the routine of the sugar apple breeding programs. All the selected individuals obtained the new mean higher than the mean of the initial population, with genotypes 5 (UNI-1), 47 (UNI-2) and 11 (UNI-3) being prominent, showing promise for obtaining genetic gain through selection. This is the first report on the evaluation of half-sibsprogenies for the species and can be used as the basis for the realization of new cycles of hybridization, as well as to assist in the early selection of superior genotypes.

Keywords: Genetic gains, Genetic parameters, Mixed Models, Plant breeding, Sugar apple.

1 INTRODUÇÃO

A pinheira (*A. squamosa* L.) é uma espécie rústica, vigorosa e produz frutos de excelente qualidade nutricional e organoléptica. Apresenta ótima adaptação a ambientes tropicais e em regiões com baixo índice pluviométrico, além de proporcionar o uso intensivo da mão de obra local em algumas etapas da produção, destacando-se a colheita, a poda, a polinização artificial, a classificação e a embalagem dos frutos. Apesar de todos os atributos positivos, essa espécie é considerada subutilizada, e pela pouca oferta, o consumo dos seus frutos está concentrado em poucas regiões do Brasil e do mundo (SÃO JOSE *et al.*, 2014).

A espécie é nativa da região das Antilhas, sendo introduzida no Brasil na terceira década do século XVII e, atualmente, as áreas de produção dessa frutífera concentram-se do Sudeste até a região Norte. O nordeste é a principal região produtora e onde se encontra a maior variabilidade genética, visto que, os pomares são advindos de sementes. Apesar do crescimento da área cultivada e do incremento do consumo dos frutos *in natura* e processados no Brasil, não existem variedades registradas para as condições em que são cultivadas. Algumas seleções são recomendadas para o Nordeste, entretanto, os materiais selecionados não atendem plenamente às características desejadas pelos consumidores e produtores de outras regiões (CAVALCANTE *et al.*, 2011; LEMOS, 2014).

Dentre os caracteres mais relevantes para o melhoramento da espécie destacamos além da produtividade, a menor dependência da polinização manual, frutos com maior massa de polpa, menor número de sementes, resistência as brocas (da semente e do fruto), resistência a antracnose e maior resistência pós-colheita. Estudos com o objetivo de selecionar genótipos com características que atendam as exigências do consumidor brasileiro são desejáveis, como formato arredondado, quanto à qualidade de frutos são relevante para a comercialização de frutas de mesa, características importantes para pinha cujo consumo quase que total é realizado na forma *in natura* (CALVACANTE *et al.*, 2011).

A falta de cultivares é uma consequência do pequeno número de trabalhos sobre melhoramento genético da espécie, além de haver poucos estudos sobre germoplasma e conservação *in situ* dos materiais dessa cultura (SILVA *et al.*, 2007).

Em razão da alogamia apresentada pela espécie, as plantas são altamente heterozigotas e, apresentam ampla variabilidade genética na maioria das características. Essa ampla variabilidade genética constitui-se importante matéria-prima para realização do melhoramento genético da espécie, permitindo a seleção de genótipos superiores e possibilitando o

incremento da frequência de alelos favoráveis (FERRÃO *et al.*, 2008). As estimativas de parâmetros genéticos a partir dos testes de progênies têm sido largamente empregadas pelos melhoristas com objetivo de conhecer melhor o potencial genético de indivíduos, famílias e clones, a serem selecionados e/ou, recombinados para um novo ciclo de seleção (FERNANDES *et al.*, 2004).

No melhoramento convencional, as estimativas dos parâmetros genéticos e o ganho genético são fundamentais, pois permitem fazer inferência sobre o controle genético dos diferentes caracteres e obter conhecimentos sobre a estrutura genética da população e do potencial do material genético. O procedimento genético-estatístico que melhor se aplica ao estudo de espécies perenes, principalmente em frutíferas, é a máxima verossimilhança restrita (REML, *Restricted Maximum Likelihood*) e a melhor predição linear não viesada (BLUP-*Best Linear Unbiased Prediction*) pela metodologia dos Modelos Mistos (REML/BLUP) (RESENDE, 2002).

Neste contexto, o desenvolvimento de pesquisas que forneçam subsídios para os programas de melhoramento genético de pinheiras é essencial. O desenvolvimento de novas variedades mais produtivas, com frutos de alta qualidade, estáveis e adaptadas às diferentes regiões, será estratégico para permitir a expansão da cultura, popularização e maior oferta dos frutos e é claro retorno econômico ao produtor.

Diante do exposto, e considerando a escassez dos estudos de melhoramento genético com a espécie, objetivou-se com esse estudo estimar os parâmetros genéticos e predizer os ganhos genotípicos em progênies juvenis de meios-irmãos de *A. squamosa* para fins de seleção considerando à adaptabilidade e estabilidade temporal.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância econômica

Dentre as frutíferas que aumentaram seus níveis de produção e consumo, em várias partes do mundo, têm destaque as anonáceas. Entre as espécies de maior importância comercial, destacam-se a cherimoia (*Annona cherimola* Mill.), pinha, ata ou fruta-do-conde (*Annona squamosa* L.), atemoia, híbrido de *A. cherimola* e *A. squamosa* e a graviola (*Annona muricata* L.), devido à qualidade e sabor incomparáveis de seus frutos (LEMOS, 2014).

As anonáceas compõem um grupo de plantas que englobam frutíferas de importância econômica em diversos países, como Austrália, Chile, Espanha, Estados Unidos, Nova Zelândia e Israel, para cherimólia; México, Brasil, Venezuela e Costa Rica, para graviola; e Tailândia, Filipinas, Brasil, Cuba e Índia, para pinha (SÃO JOSÉ *et al.*, 2014). No Brasil, estas plantas são encontradas desde o Norte do país até o Estado de São Paulo, e apenas a pinha e a graviola são anonáceas populares na maioria dos Estados.

Atualmente no Brasil a produção encontra-se concentrada na Bahia, especialmente nos municípios de Presidente Dutra, Anagé e Caraíbas, e em Minas Gerais, no município de Jaíba (SÃO JOSÉ *et al.*, 2014). São Paulo é o único Estado fora da região Nordeste, além da região semiárida de Minas Gerais, que apresenta produção significativa de pinha (LEMOS, 2014). A Bahia continua como o maior produtor brasileiro de pinha, com área total de mais de 3.500 ha cultivados e produção de 20,8 mil toneladas (LEMOS, 2014).

As anonáceas apresentam cultivos expressivos e promissores no Norte de Minas Gerais, destacando os municípios de Jaíba, Janaúba, Nova Porteirinha, Pirapora e Matias Cardoso com expressiva produção, principalmente nos perímetros de irrigação. Especialmente a pinha e a atemoia, tem despertado interesse dos produtores, devido ao bom preço, pelo fato da pequena oferta no mercado e a sazonalidade de produção, à produção em diferentes épocas do ano e a possibilidade de produzir até duas safras pela mesma planta no ano assim como por sua boa aceitação pelos consumidores (PEREIRA *et al.*, 2011; MENDES *et al.*, 2017).

O grande interesse pelo cultivo das anonáceas deve-se aos altos preços obtidos tanto da polpa como da fruta, com grande possibilidade de exportação (BRAGA SOBRINHO, 2014). O mercado de frutas frescas domina a destinação de quase a totalidade da produção

nacional da pinheira, entretanto a produção de sucos, polpas e sorvetes além do uso para extração dos componentes bioativos com finalidade medicinal tem crescido consideravelmente nos últimos anos. O rendimento médio dos pomares brasileiros aumentou em torno de 25% de 2006 para 2012, provavelmente em função do uso de novas tecnologias (LEMOS, 2014).

O cultivo da pinheira, devido a sua fácil adaptação edafoclimática e aos preços atrativos, tem despertado o interesse dos produtores no seu cultivo, com conseqüente crescimento na área total de cultivo, na produção e no uso de tecnologias (LEMOS, 2014; PEREIRA *et al.*, 2011).

2.2 Origem e botânica

A pinheira pertence ao reino vegetal; divisão Angiospermae; classe Eudicotyledoneae; ordem Magnoliales; família Annonaceae; subfamília: Annonoideae; gênero *Annona*; espécie *Annona squamosa* L. (APG III, 2009).

É originária da América Central, provavelmente das Antilhas, e considerada, dentre as anonáceas, uma das principais espécies com ampla distribuição em várias regiões tropicais e subtropicais do mundo (KIILL e COSTA, 2003).

O seu fruto é conhecido popularmente por pinha, ata ou fruta-do-conde no Brasil. Foi introduzida no Brasil, precisamente na Bahia, na terceira década do século XVII. Consta-se que o conde de Miranda introduziu os primeiros pés dessa frutífera (BRAGA SOBRINHO, 2014). Sendo cultivada no Brasil, comercialmente ou em pequenos plantios domésticos (BRAGA SOBRINHO, 2014).

A pinheira é uma árvore bastante ramificada, de pequeno porte, apresentando de quatro a seis metros de altura. Possui ramos verdes, quando tenros, tornando-se marrons e acinzentados, quando maduros (KAVATI, 1997; 1998). Suas folhas são decíduas, de lâminas oblongo-elípticas, de ápice obtuso ou acuminado, apresentando a coloração verde-brilhante na parte superior e verde azulado na parte inferior (LEMOS e CAVALCANTI, 1989).

A pinheira apresenta as partes masculinas e femininas na mesma planta e na mesma flor, sendo, portanto, classificada como uma planta hermafrodita (LEON, 2000). As flores medem de 2,0 a 2,5 cm de comprimento, sendo semelhantes em tamanho e forma aos da

cherimoia (PINTO *et al.*, 2005). As flores em geral saem dos ramos novos, são pendentes e isoladas ou em grupos de três a quatro (LEON, 2000). São compostas por três pétalas oblongas, carnosas, de cor pouco chamativa (LEON, 1987). Trata-se de uma planta prioritariamente alógama, devido à dicogamia protogínica, fenômeno no qual a maturação dos órgãos femininos acontece antes da maturação dos masculinos, necessitando assim, da utilização do pólen de outra flor (SCALOPPI JÚNIOR, 2007; MODESTO e SIQUEIRA, 1981).

O fruto da pinheira é um sincarpo arredondado, ovoide, esférico ou cordiforme, cobertos externamente de saliências achatadas em forma de tubérculo regularmente exposto (MANICA *et al.*, 2003). Tendo de 5 a 7,5 cm de diâmetro, de 6 a 10 cm de comprimento e com peso de 120 a 330 g, o tamanho do fruto depende da cultivar, polinização, nutrição e outros fatores (PINTO *et al.*, 2005). A superfície é verde-escura, coberta no início do desenvolvimento do fruto por um pó esbranquiçado, existem também frutos amarelos ou roxos (MANICA *et al.*, 2003).

A polpa é branca translúcida, cor creme, possui um agradável sabor, envolve em torno de 35 a 45 sementes pretas, apresentam 1,5 a 2,0 cm de comprimento e 0,6 a 0,8 cm de largura cada semente (PINTO *et al.*, 2005). Segundo Araújo Filho *et al.* (1998) as características físicas e químicas da polpa mostram um teor de sólidos solúveis acima de 20° Brix e acidez total titulável abaixo de 0,24%.

2.3 Recursos genéticos e melhoramento

Embora restritos a apenas algumas espécies, principalmente a cherimoia, os programas de melhoramento de anonáceas têm feito grandes contribuições, desenvolvendo importantes cultivares com bons rendimentos e qualidade de frutos, atendendo as exigências do consumidor (PINTO *et al.*, 2005).

Para o gênero *Annona* existem cerca de 1.741 acessos conservados em diferentes bancos de germoplasma, e grande parte deles são acessos das espécies de *A. cherimola*, *A. squamosa* e *A. muricata*. O Brasil possui 92 acessos de pinha, sendo o maior da espécie (PEREIRA *et al.*, 2011). Acrescentam esses autores que a conservação e a caracterização destes recursos genéticos são fundamentais para o desenvolvimento de novas variedades.

Entretanto no Brasil, ainda não estão definidas variedades de pinheira e os estudos nessa área são escassos (ARAÚJO *et al.* 1999).

No Brasil, Pereira *et al.* (2011) relatam a ocorrência de uma única variedade de pinheira conhecida: Brazilian Seedless, “pinha sem semente”. Entretanto, pelo formato irregular dos frutos e problemas na conservação pós-colheita, não tem sido uma boa opção para o plantio comercial. Apesar da inexistência de variedades, algumas seleções são indicadas para cultivo comercial: Pinha FAO I, Pinha AP e Pinha FAO II (ARAÚJO *et al.*, 1999). Carvalho *et al.* (2000), também indicaram algumas seleções para o Nordeste brasileiro, com destaque para a IPA-18-2, IPA-17-2 e IPA-17-3, com produções médias de 11,7; 10,6 e 10,6 kg de frutos/planta/ano, respectivamente. Estudo mais recente avaliou a produtividade, características físicas e químicas de frutos de dez genótipos de pinheira no município de Bom Jesus, PI, e indicaram os genótipos Gen-01 e Gen-02 para instalação em plantios comerciais (CAVALCANTE *et al.*, 2011).

Piza Junior e Kavati (1997) citam que em alguns países é relatada a existência de variedades ou cultivares de pinheira, como ‘Barbados Seedling’, ‘Balanagar’, ‘Pond Apple’ e ‘Sahebganj’, na Índia; ‘New Caledonian’ e ‘Thai Lup’, em Guadalupe e Flórida, EUA e ‘Tsulin’ em Taiwan. Segundo Pereira *et al.* (2011) no sul da Flórida, diversas variedades de pinha vêm sendo utilizadas pelos produtores, dentre estas a cultivar ‘Lessard Thai’, que apresenta as características de casca verde com peso dos frutos que variam entre 227 e 454 g, e a cultivar ‘Kampong Mauve’, de casca vermelha, com frutos de peso médio entre 136 e 398 g.

Segundo Pinto *et al.* (2005), o clima e o solo são os fatores com maior influência sobre a variação no crescimento, frutificação, tamanho do fruto e qualidade das anonáceas comerciais, também interferem no estabelecimento de programa de melhoramento, uma vez que eles influenciam diretamente na resposta através da interação genótipos-ambientes. Ainda acrescentam que, tanto a pinha como a graviola crescem e produzem muito bem nas condições semiáridas do nordeste brasileiro, com chuvas muito baixas, mas ambas, requerem irrigação e dadas essas boas respostas ao controle ambiental, o desenvolvimento de novas variedades de pinha e graviola tem maior probabilidade de sucesso em condições semiáridas.

Para o desenvolvimento de uma nova variedade é necessário a determinação das características específicas mais importantes. O ideótipo pode ajudar o melhorista a selecionar grupos parentais para serem usados nos programas de melhoramento das anonáceas, a fim de obter progênies desejáveis. Estas progênies podem não ter todas as características desejáveis

em um só material, entretanto poderão ser utilizadas em novos ciclos de hibridação e seleção (PINTO *et al.*, 2005).

O ideótipo para a pinheira caracteriza-se por: vigor vegetativo de médio a baixo; alto vigor reprodutivo (>20kg/planta/ano); número de flores abundante (> 180 flores / planta); elevada fertilidade do pólen maior que 76%; colheitas fora da estação; resistência alta a pragas e doenças. Para frutos priorizam-se: o tamanho/peso maior que 400 g; com formato arredondado para coração; com polpa doce e com baixo teor de fibra; possuindo sabor agradável acidulado; número de semente a cada 100g de polpa deve ser baixo (<10 sementes) ou ausente; comprazo pós-colheita (15° a 30° C) longo (> 5 dias) e alta resistência ao transporte (PINTO *et al.*, 2005).

O grupo de pesquisa da Unimontes (Universidade Estadual de Montes Claros) há alguns anos vêm desenvolvendo pesquisas para o melhoramento genético da pinheira e da atemoieira. Com implantação e estudos de caracterização do germoplasma de 64 acessos de pinheira, coletados em diferentes cidades, no norte do Estado de Minas Gerais, avaliada por meio do uso de marcadores RAPD (GUIMARÃES *et al.*, 2013) que permitiram a seleção de genitores e o desenvolvimento de quatro famílias de meios-irmãos de *A. squamosa* (PÚBLIO-FILHO, 2016). Além de avaliação em três populações F₁ com objetivo de estudar a herança da presença e ausência de sementes em pinheira e do primeiro retrocruzamento (RC₁) entre o híbrido de atemoia "Gefner" e o acesso de pinheira sem semente, "Brazilian Seedless".

Assim, pesquisas que tenham o objetivo de selecionar genótipos com características desejáveis, especialmente quanto à qualidade de frutos, produtividade e com potencial de exploração comercial, merecem destaque (CAVALCANTE *et al.*, 2007). Materiais melhorados poderão dar origem a pomares uniformes e com índices produtivos compatíveis com a exigência do mercado consumidor brasileiro.

2.4 Seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos

O melhoramento de plantas alógamas, caso da pinheira, se dá pelo aumento de frequência de alelos favoráveis ou pela exploração da heterose ou do vigor híbrido. A frequência de genes favoráveis pode ser aumentada pela seleção com teste de progênies (BRUCKNER, 1997).

Os testes de progênies são comumente usados no melhoramento para determinar os valores de progenitores e selecionar indivíduos superiores. De acordo com Martins *et al.* (2005) existem muitos métodos de seleção e a escolha depende das magnitudes e sentidos dos ganhos genéticos conseguidos e da facilidade de aplicação. Neste contexto, a seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos encontra-se entre as opções.

A seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos consiste em um método de melhoramento que identifica, primeiramente, as melhores famílias dentro da população e em seguida os melhores indivíduos dentro destas famílias em um teste de progênie. Neste método, as plantas-mães selecionadas inicialmente não participam no processo de recombinação após seleção, mas, sim, seus descendentes, geralmente aqueles que estão sendo testados (SILVA, 1982; PIRES, 1996).

Segundo Martins *et al.* (2005), a seleção direta entre e dentro de famílias é uma alternativa interessante, pois seleciona tanto as melhores famílias quanto os melhores indivíduos dentro das famílias. Esse processo de seleção visa identificar, dentro de critérios previamente escolhidos, os melhores indivíduos ou famílias que deverão permanecer no programa de melhoramento, gerando populações mais produtivas, de acordo com os interesses do melhorista, atuando na variabilidade existente (NEGREIROS, 2006).

Ensaio de avaliação de progênies, com a seleção entre e dentro vêm sendo testada por institutos de pesquisa e universidades brasileiras, sendo que os resultados indicam que esse método pode ser aplicado aos programas de melhoramento de plantas perenes (NEGREIROS, 2006). Para a goiabeira-serrana Degenhardt *et al.* (2003), avaliaram duas famílias de meios-irmãos da espécie, e constaram que houve variação fenotípica expressiva entre as famílias para todas as características morfológicas avaliadas. Outro estudo relevante foi realizado por Negreiros (2006), que avaliou 37 famílias de meios-irmãos de maracujazeiro, e constatou que houve variabilidade genética significativa em todas as características, exceto produção estimada por planta, evidenciando a possibilidade de ganhos consideráveis utilizando o método da seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos.

Estudos com a pinheira são escassos, entretanto, Públio-Filho (2016) avaliou agronomicamente quatro famílias de meios-irmãos de pinheira nas condições de cultivo do Norte de Minas Gerais, nos dois primeiros anos após a implantação no campo. Dentre as famílias avaliadas as progênies que apresentaram maior desempenho quanto ao desenvolvimento vegetativo foram UNI-1 e UNI-2, enquanto a família de meios-irmãos UNI-3 obteve as menores médias para os caracteres vegetativas.

2.5 Parâmetros genéticos e predição dos valores genotípicos

Como consequência do pequeno número de trabalhos com melhoramento da pinheira, há poucos relatos na literatura sobre avaliações de genótipos. Os estudos realizados com pinheira até agora, demonstraram que há grande variação entre genótipos no que diz respeito à produção de frutos e outras características de crescimento como altura de planta e diâmetro do caule, essa variação ao nível de melhoramento da espécie é essencial, passível de ser explorada. No Brasil, pesquisadores estimaram os parâmetros genéticos para as características de rendimento (nas três primeiras safras) e a qualidade dos frutos (na primeira safra) de 20 progênies de meios-irmãos, selecionadas em pomares caseiros em Mossoró-RN (SILVA *et al.*, 2007), já Mariguele *et al.* (2011) avaliaram também 20 progênies de meios-irmãos de pinheira em três anos e estimaram os componentes de variância e a predição dos valores genéticos para o número de frutos por indivíduo.

A avaliação genotípica abrange a predição dos valores genotípicos e a estimação de componentes de variância (parâmetros genéticos) e esses são fundamentais para o delineamento de eficientes estratégias de melhoramento (RESENDE, 2007). Com a estimativa dos parâmetros genéticos é possível prever o potencial genético e a estrutura genética de uma população de plantas. De acordo com Maia *et al.* (2009), tais informações são importantes no direcionamento dos programas de melhoramento genético, pois facilitam o processo de seleção e servem como referencial teórico para as recomendações dos materiais comerciais.

As estimativas de parâmetros genéticos são necessárias para otimização no estabelecimento de programas de melhoramento e na seleção de genótipos superiores, pois permite avaliar a eficiência de diferentes estratégias de melhoramento para o alcance de ganhos genéticos, conservação de uma base genética adequada e promovem o conhecimento sobre a natureza da ação gênica envolvida na transmissão dos caracteres (CRUZ e CARNEIRO, 2006; RESENDE, 2002). Estas estimativas a partir dos testes de progênies têm sido largamente empregadas pelos melhoristas para melhor conhecerem o potencial genético de indivíduos, famílias e clones, entre outros, a serem selecionados e, ou, recombinados para um novo ciclo de seleção (FERNANDES *et al.*, 2004).

Resende (2002) relacionou os parâmetros genéticos que mais interessam aos programas de melhoramento, a variância ambiental, fenotípica e genética, herdabilidade no sentido amplo e restrito, repetibilidade e as correlações.

Durante o processo de melhoramento de uma espécie perene, além da determinação da variabilidade, as estimativas de repetibilidade são essenciais. De acordo com Resende (2002), este coeficiente mede a capacidade de os organismos repetirem a expressão do caráter, ao longo de vários períodos de tempo, no decorrer de suas vidas. A repetibilidade permite acompanhar se a superioridade de alguns genótipos ao longo dos anos, ou se foi afetada por alguma condição ambiental.

A herdabilidade talvez seja o principal parâmetro genético a ser obtido nos programas de melhoramento vegetal. Este parâmetro refere-se à proporção relativa das influências genéticas e ambientais na manifestação fenotípica dos caracteres e indica, o grau de facilidade ou dificuldade para melhorar determinados caracteres. Sua compreensão possibilita a execução dos procedimentos e estratégias a serem adotadas nas etapas do desenvolvimento de uma cultivar (FALCONER, 1987; RESENDE, 2002).

O melhoramento de uma população para uma determinada característica é resultado do ganho de seleção ou o progresso genético, mede o aprimoramento da geração selecionada da população anterior (MISTRO, 2013). Na seleção, o melhorista de plantas perenes pode ter como alvo dois tipos de população melhorada: uma formada por descendentes dos indivíduos selecionados e outra formada pelos próprios indivíduos selecionados (clones). Se o objetivo do programa for o desenvolvimento de cultivares propagadas sexuadamente, a média da população melhorada equivalerá à média dos valores genéticos aditivos dos indivíduos selecionados. Caso o objetivo seja cultivares clonais, esta média equivalerá à média dos valores genotípicos totais, pois capitalizam os efeitos aditivos e de dominância (RESENDE, 2002).

A partir do conhecimento proporcionado pelos parâmetros genéticos o melhorista obtém informações técnicas para a realização de uma seleção precoce, auxiliando no desenvolvimento e lançamento de novas cultivares.

2.6 Seleção de genótipos via REML/BLUP em plantas perenes

A análise de variância (ANOVA) e o REML/BLUP (Máxima Verossimilhança Residual ou Restrita/Melhor Predição Linear não Viciada), também denominado genericamente de metodologia de modelos mistos, são considerados como os principais procedimentos para a estimação dos parâmetros genéticos em testes de progênes (RESENDE, 2007). Entretanto, nem sempre é possível explorar toda a informação genótipos-ambientes por meio da abordagem estatística da ANOVA, além de exigir algumas condições para que as estimativas sejam precisas e não tendenciosas como parcelas balanceadas (RESENDE, 2007).

Espécies perenes e experimentação de campo apresentam aspectos que dificultam a obtenção de experimentos com as condições exigidas pelo método de ANOVA. Podemos destacar: o desbalanceamento de dados devido a perdas de plantas e parcelas; necessidade de medições repetidas em um mesmo indivíduo durante vários anos ou épocas; rede experimental com diferentes números de repetições por experimento e diferentes delineamentos experimentais; dentre outros (ALMEIDA, 2017; RESENDE, 2007). A análise de variância segue algumas pressuposições, como homogeneidade e independência dos erros, e a mensuração do mesmo indivíduo em várias safras não segue esses princípios, pois essas são correlacionadas ao longo do tempo, devendo assim utilizar estratégias que permitam analisar com precisão as espécies perenes (ALMEIDA, 2017).

Um procedimento ótimo de avaliação genotípica refere-se ao REML/BLUP, estes procedimentos lidam naturalmente com o desbalanceamento levando a estimações e predições mais precisas de parâmetros e valores genéticos, respectivamente. A metodologia dos modelos mistos (REML/BLUP) é aquele que contém efeitos fixos e aleatórios no mesmo modelo, independentemente da média geral e do erro experimental, sendo possível obter estimativas para os efeitos fixos e predições para os efeitos aleatórios em conjunto (RESENDE, 2002; 2007). Para este modelo os efeitos de tratamentos geralmente são considerados como efeitos aleatórios e os efeitos ambientais podem ser considerados fixos ou aleatórios, desta forma, a utilização dos modelos mistos permite utilizar os dados de plantas perenes com maior precisão na seleção, predizendo maiores ganhos genéticos confiáveis (ALMEIDA, 2017).

O BLUP é o procedimento que maximiza a acurácia seletiva e utiliza todos os efeitos do modelo em conjunto, o que permite a análise de dados com estrutura desbalanceada e

utiliza a matriz de parentesco genético entre os indivíduos (RESENDE, 2007). O BLUP ótimo de seleção para os efeitos genéticos aditivos (a), de dominância (d) e genotípicos (g), dependendo da situação, prediz os valores genotípicos (RESENDE, 2007; ATROCH *et al.*, 2013).

Para que se utilize a metodologia BLUP para predição dos efeitos genéticos é necessário que se conheçam os componentes de variância (ALMEIDA, 2017). O REML estima os componentes de variância e parâmetros genéticos para situação de dados desbalanceados e de heterogeneidade de variâncias. É eficiente no estudo das várias fontes de variação associadas à avaliação de experimentos de campo, permitindo desdobrar a variação fenotípica em seus vários componentes genéticos, ambientais e de interação genótipo x ambiente (RESENDE, 2002; 2007). Em conjunto, esses procedimentos geram resultados mais acurados, uma vez que maximizam os ganhos genéticos obtidos, em especial quando se trata de parcelas desbalanceadas (VERARDI *et al.*, 2009).

As principais vantagens da metodologia REML/BLUP na estimação simultânea de parâmetros genéticos e predição de valores genéticos são: permite comparar indivíduos ou variedades através do tempo (gerações, anos) e espaço (locais, blocos); não exige dados obtidos sob estruturas rígidas de experimentação; permite a simultânea correção para os efeitos ambientais, estimação de componentes de variância e predição de valores genéticos; permite lidar com estruturas complexas de dados, como medidas repetidas, diferentes anos, locais e delineamentos; pode ser aplicado a dados desbalanceados e a delineamentos não ortogonais (RESENDE, 2007).

Espécies perenes, como é o caso da maioria das frutíferas, a seleção genotípica utilizando a abordagem de modelos mistos, também tem sido considerada eficiente. A relatos de sua aplicação no melhoramento de algumas culturas, como: goiabeira (ALMEIDA, 2017), maracujazeiro-amarelo (CRUZ NETO, 2016), manga rosa (MAIA *et al.*, 2014), mamão (OLIVEIRA *et al.*, 2014) e guaraná (ATROCH *et al.*, 2010; 2013).

O método REML / BLUP permite a obtenção da adaptabilidade e estabilidade genotípica. Para estimá-los os valores gerados pelo método são concomitantes aos ordenamentos gerados pela estatística média harmônica dos valores genéticos (MHVG), pela performance relativa dos valores genéticos preditos (PRVG), e pela média harmônica da performance relativa dos valores genéticos (MHPRVG) (RESENDE, 2002; 2007). A adaptabilidade genotípica pelo método (PRVG), os valores genotípicos preditos são expressos como proporção da média geral de cada safra e, posteriormente, obtém-se o valor médio desta

proporção através das safras (RESENDE, 2007). O MHVG refere-se à seleção a estabilidade genotípica, este é um método para ordenamento de genótipos simultaneamente por seus valores genéticos (produtividade) e estabilidade. Quanto menor for o desvio padrão do comportamento genotípico através das safras, maior será a média harmônica de seus valores genotípicos através das safras. Com isso a seleção é realizada pelos maiores valores de MHVG. O método da (MHPRVG) refere-se na análise dos valores genotípicos por meio de modelos mistos, permitindo a seleção de genótipos através da consideração conjunta da estabilidade e adaptabilidade (RESENDE, 2007).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização climática da área experimental

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES, Campus de Janaúba, MG. O município faz parte da região semiárida do Estado de Minas Gerais, situado nas coordenadas geográficas latitude = $-15^{\circ} 83' 14''$, longitude = $-43^{\circ} 27' 04''$, altitude de 532 m, em solo Neossolo Flúvico Psamítico. O clima segundo classificação Köppen, do tipo AW (tropical chuvoso, savana com inverno seco), com temperatura e precipitação média anual de 25°C e 900 mm, respectivamente.

3.2 Material genético e obtenção das progênies de meios-irmãos

Os genótipos parentais foram selecionados com base em avaliações agronômicas e moleculares, com marcadores do tipo RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*), dos acessos pertencentes à coleção de germoplasma de *A. squamosa* da Unimontes. Esta coleção foi implantada no ano de 2008 a partir de genótipos coletados em diversos municípios da região semiárida (GUIMARÃES *et al.*, 2013). A obtenção das quatro progênies de meios-irmãos foi realizada pela seleção de quatro genótipos de pinha com caracteres distintos, conforme tabela 1 e figura 1.

Para obtenção das progênies de cada família, as plantas selecionadas foram identificadas, e após a polinização natural das flores, os frutos foram devidamente identificados, colhidos e conduzidos ao laboratório de Fisiologia e Pós-colheita. Os frutos foram despulpados e as sementes de cada progênie de meios-irmãos foram lavadas, secas a temperatura ambiente e conduzidas ao viveiro para a produção das mudas.

TABELA 1- Identificação das progênes e características agrônômicas dos quatro acessos de pinheira (*Annona squamosa* L.) que deram origem as quatro progênes de meios-irmãos.

| Número da família | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|---------|---------|---------|---------|
| Identificação das progênes (Ascendência) | UNI – 1 | UNI – 2 | UNI – 3 | UNI – 4 |
| Nº de indivíduos/ família | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Massa média do fruto (g) | 350 | 300 | 260 | 280 |
| Nº médio de sementes/ fruto | 70 | 61 | 55 | 65 |
| Comprimento médio do fruto (cm) | 8,7 | 8,9 | 8,2 | 7,6 |



FIGURA 1. Identificação dos quatro acessos de pinheira (*Annona squamosa* L.) que deram origem as quatro progênes de meios-irmãos, (A) Família 1; (B) Família 2; (C) Família 3; (D) Família 4, em Janaúba, Minas Gerais, 2018.

A semeadura foi realizada em sacos plásticos com 20 x 35 x 0,08 cm (largura, altura e espessura, respectivamente). Em torno de seis meses após o plantio nos sacos, as mudas foram conduzidas para a área experimental. O plantio foi realizado no dia 18 de dezembro de 2013. Foram preparadas covas com as dimensões de 40 x 40 x 40 cm. A adubação de plantio e as adubações de cobertura foram realizadas de acordo com Pereira *et al.* (2011). A área experimental apresenta as seguintes dimensões: 24 m x 30 m, totalizando 720 m². As plantas foram plantadas seguindo um espaçamento de 4 m x 3 m.

3.3 Delineamento experimental, manejo do pomar e avaliações morfoagronômicas

As quatro progênies de meios-irmãos, identificadas como: UNI-1, UNI-2, UNI-3 e UNI-4 foram distribuídas na área experimental em um delineamento em blocos ao acaso, com três repetições e parcela experimental contendo cinco plantas. O manejo cultural no experimento seguiu as recomendações propostas por Pereira *et al.* (2011) para acultura da pinheira.

A primeira poda de produção foi realizada após a formação das plantas, foi feito o encurtamento dos ramos, deixando-os com 20 a 30 cm, com intuito de estimular a floração e frutificação e a primeira produção, foi realizada após finalizar cada colheita, no momento da poda de produção, as folhas são removidas por completo mecanicamente ou com o uso de produtos químicos segundo recomendações de Pereira *et al.* (2011). A primeira poda foi realizada no dia 13 de novembro de 2015 (22 meses após plantio), a segunda no dia 24 de agosto de 2016 (32 meses após plantio), a terceira no dia 28 de janeiro de 2017 (37 meses após plantio) e a quarta poda em 14 de julho de 2017 (42 meses após plantio), referentes à primeira, segunda, terceira e quarta safras, respectivamente. Além da poda, foi realizada a desfolha dos ramos, manualmente, para estimular o desenvolvimento vegetativo das gemas localizadas nas axilas das folhas.

Na primeira safra foram avaliadas as características: número de flores por planta (NF); número de frutos por planta (NFr); comprimento (CFr) e diâmetro (DFr) médio dos frutos, ambos em mm; massa fresca dos frutos (MFr), da casca (MC), da semente (MS) e da polpa (MP), todos em gramas; número de sementes por fruto (NSe); produção estimada por planta (Pro) em kg e o teor de sólidos solúveis (SS) em °Brix. Nas demais safras (2^a, 3^a e 4^a) além

das características já descritas e avaliadas na primeira safra foram avaliados também o comprimento médio das flores (CF) em mm; o período da floração (PeF) em dias; a frutificação efetiva via polinização natural(PN) e artificial dos frutos (PA) ambos em % , pH e acidez titulável dos frutos (AT).

As características foram avaliadas de acordo com as seguintes descrições:

Período da floração: foram contabilizados os números de dias para a floração de cada genótipo em cada uma das safras. As observações nas plantas foram feitas diariamente.

Número de flores por planta: foi contabilizado o número total de flores produzidas por planta, a partir da emissão dos botões florais. Diariamente as flores foram identificadas e quantificadas. As flores foram identificadas com objetivo de evitar a contagem da mesma flor durante o período.

Comprimento médio das flores: foram amostradas cerca de 20 flores por planta e o comprimento das flores em milímetros foi obtida por meio do uso de um paquímetro digital. Considerando-se somente a flor no estágio fêmea.

Frutificação efetiva via polinização natural dos frutos: as flores foram amostradas e identificadas. A eficiência da polinização natural foi avaliada a partir da frutificação efetiva no momento da colheita dos frutos, obtida pelo número total de frutos sobre o número total de flores amostradas.

Frutificação efetiva via polinização artificial dos frutos: a polinização artificial foi realizada conforme metodologia descrita por Pereira *et al.* (2011). As flores foram identificadas e devidamente polinizadas no período da manhã, entre as 7-10 h com o uso de grãos de pólen obtidos de flores de um plantio comercial de pinheira. A eficiência da polinização artificial foi avaliada através da frutificação efetiva no momento da colheita dos frutos, obtida pelo número total de frutos sobre o número total de flores amostradas.

Número de frutos por planta: foram contabilizados todos os frutos produzidos pela planta por safra. Os frutos foram colhidos, quando apresentaram o ponto de maturação fisiológica, verificando o afastamento dos carpelos e a mudança na coloração dos tecidos intercarpelares de verde para verde-amarelado (MENDES *et al.*, 2017). Posteriormente foram identificados, acondicionados em caixas plásticas e transportados para o laboratório de Fruticultura da Unimontes, Campus de Janaúba, MG. Em seguida, com uso do paquímetro, foi determinado o CFr, o DFr.

Comprimento médio dos frutos: foram mensurados seis frutos por planta por safra. Essa característica foi obtida a partir do comprimento longitudinal do fruto, com auxílio de um paquímetro digital. Os resultados foram expressos em milímetros (mm).

Diâmetro médio dos frutos: foram medidos em seis frutos por planta por safra. O diâmetro foi obtido pela quantificação do comprimento transversal do fruto, com auxílio de um paquímetro digital. Os resultados foram expressos em milímetros (mm).

Os frutos foram mantidos no laboratório com temperatura constante de 25°C até a completa maturação. Os frutos maduros foram submetidos às seguintes análises físicas e químicas:

Massa fresca dos frutos: foram colhidos seis frutos por planta por safra. A massa fresca foi obtida com auxílio de uma balança semi-analítica e expressa em gramas (g).

Massa fresca da casca: foram avaliados seis frutos por planta por safra. Os frutos foram despulpados e a massa fresca da casca foi obtida com auxílio de uma balança semi-analítica e o resultado expresso em gramas (g).

Massa fresca da polpa: foram colhidos seis frutos por planta por safra, e a massa fresca da polpa (MP) foi determinada pela diferença entre a massa fresca final (MFr), a massa fresca da semente (MS) e a massa fresca da casca (MC) ($MP = MFr - MS - MC$), e o resultado expresso em gramas (g).

Massa fresca de semente por fruto: foram colhidos 6 frutos por planta por safra, despulpados e a massa fresca das sementes foi obtida com auxílio de um balança semi-analítica, e o resultado expresso em gramas (g).

Número de sementes por fruto: foram colhidos seis frutos por planta por safra, despulpados e o número de sementes por fruto foi obtido.

Produção média por planta: foi obtida pelo valor da MFr dos frutos e do NFr, e expresso em quilogramas (kg).

Teor de Sólidos Solúveis: a determinação dos sólidos solúveis foi feita por refratometria, utilizando-se um refratômetro de bancada da marca HANNA, modelo HI96801, com leitura na faixa de 0 a 85 °Brix. Uma alíquota de polpa dos frutos (6 frutos) foi separada para a análise dos teores de sólidos solúveis. O resultado foi expresso em °Brix.

pH: o pH foi aferido diretamente por potenciômetro que consiste no imersão do peagâmetro, marca MS TECNOPON modelomPA210, em amostras trituradas e padronizadas na concentração de 10% de polpa de fruta diluída em água destilada, segundo procedimento descrito por Carvalho *et al.* (1990).

Acidez titulável: determinada de acordo com método AOAC (1992), utilizando-se 10 g da polpa diluída em 90 mL de água destilada seguido de titulação com solução padronizada de NaOH 0,1mol.L⁻¹, tendo como indicador a fenolftaleína, e o resultado expresso em mg de ácido cítrico.100g⁻¹ de amostra.

Todas as avaliações foram realizadas nos 57 indivíduos, sendo que três indivíduos morreram durante a condução do experimento, ocorrendo assim desbalanceamento dos dados e nas duas safras do terceiro e quarto anos de produção, que correspondem aos anos de 2016 e 2017, respectivamente.

3.4 Análises genético-estatísticas

Os caracteres foram analisados via Modelos Mistos considerando o modelo indicado por Resende (2002), procedimento REML/BLUP. Para estimativa de parâmetros genéticos via REML e para predição de ganhos com a seleção via BLUP (RESENDE, 2002; 2007). O modelo considerado foi o 62 descrito a seguir:

$$y = Xm + Za + Wp + Qi + Ts + e,$$

em que y é o vetor de dados, m é o vetor dos efeitos das combinações medição-repetição (assumidos como fixos) somados à média geral, a é o vetor dos efeitos genéticos aditivos individuais (assumidos como aleatórios), p é vetor dos efeitos de parcela(aleatórios), i é o vetor dos efeitos da interação genótipos x medições (aleatórios), s é o vetor dos efeitos permanentes (aleatórios) e e é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios).

As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos. O vetor m contempla todas as medições em todas as repetições e ajusta simultaneamente para os efeitos de repetições, medição e interação repetições x medições.

Para predição de ganhos com a seleção via BLUP foram selecionados os quinze primeiros indivíduos que apresentaram os melhores ganhos genéticos na seleção.

A obtenção da estabilidade e adaptabilidade temporal das progênies baseou-se na estatística denominada Média Harmônica da Performance Relativa dos Valores Genéticos (MHPRVG) preditos, conforme descrito por Resende (2007). As análises foram realizadas utilizando o programa – SELEGEN-REML/BLUP - Seleção Genética Computadorizada (RESENDE, 2007).

4 RESULTADOS

4.1 Estimativas dos parâmetros genéticos

Com base nas estimativas de componentes de variância, podemos destacar que, com exceção do comprimento médio das flores (CF) (68 %), a contribuição da variância genética entre progênies (V_g) foi de moderada a baixa, predominando os efeitos ambientais, com destaque para os efeitos residuais temporários (V_e) (Tabela 2).

Os parâmetros genéticos estimados revelaram que, com exceção da frutificação efetiva via polinização natural dos frutos (PN), da massa fresca de semente por fruto (MS), do número de sementes por fruto (Nse), do teor de sólidos solúveis (SS), do pH e da acidez titulável (AT), a variância ambiental entre parcelas (V_{parc}) inflacionou a variância fenotípica individual (V_f). Este resultado indica uma forte influência do ambiente sobre os genótipos, ou seja, os valores foram superiores a 5% da variância fenotípica, não indicando um bom controle ambiental nas parcelas.

Na variância da interação genótipos x medições (V_{gm}) o número de flores por planta (NF) obteve a maior magnitude de interação, indicando desuniformidade no desempenho dos genótipos em função das variações das medições, nesse caso, safras. A menor magnitude foi observada para SS e pH com estimativas de 1%, o que indica um desempenho uniforme entre os genótipos nas diferentes safras.

TABELA 2. Estimativas dos componentes de variância (REML Individual), para os caracteres relativos a plantas e frutos em famílias de meio-irmãos de pinheiras. Número de flores por planta (NF); Comprimento médio das flores (CF) mm; Período da floração (PeF); Frutificação efetiva via polinização natural dos frutos (PN); Frutificação efetiva via polinização artificial dos frutos (PA); Número de frutos por planta (NFr) e Produção estimada por planta (Pro) kg; Comprimento médio dos frutos (CFr) mm; Diâmetro médio dos frutos (DFr) mm; Massa fresca dos frutos (MFr) g; Massa fresca da casca (MC) g; Massa fresca de semente por fruto (MS) g ; Massa fresca da polpa (MP) g ; Número de sementes por fruto (Nse); Sólidos Solúveis (SS); pH (pH) e Acidez titulável (AT). Janaúba, Minas Gerais, 2018.

| Caracteres | Parâmetros* | | | | | | | | | | | | Média geral |
|------------|-------------|-------|-----|-------|----|---------|------------------|---------------------|-------------------|---------------------|----|-------|-------------|
| | % da Vf | | | | | (%) | | | | | | | |
| | Vg | Vparc | Vgm | Vperm | Ve | Vf | h ² g | c ² parc | c ² gm | c ² perm | r | rgmed | |
| NF | 11 | 19 | 20 | 13 | 38 | 8470 | 11 | 19 | 20 | 13 | 42 | 35 | 104 |
| CF | 68 | 7 | 5 | 3 | 17 | 24 | 68 | 7 | 5 | 3 | 78 | 94 | 29 |
| PeF | 0,3 | 55 | 4 | 25 | 16 | 8 | 0,3 | 55 | 4 | 25 | 80 | 7 | 30 |
| PN | 0,03 | 0,1 | 2 | 1 | 97 | 246 | 0,03 | 0,1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 21 |
| PA | 0,2 | 13 | 4 | 19 | 63 | 692 | 0,2 | 13 | 4 | 19 | 33 | 5 | 77 |
| NFr | 0,2 | 17 | 4 | 24 | 55 | 44 | 0,2 | 17 | 4 | 24 | 41 | 5 | 9 |
| Pro | 7 | 26 | 8 | 11 | 48 | 3911052 | 7 | 26 | 8 | 11 | 44 | 46 | 2,01 |
| CFr | 39 | 11 | 5 | 6 | 39 | 204 | 39 | 11 | 5 | 6 | 56 | 89 | 73 |
| DFr | 35 | 7 | 6 | 6 | 45 | 117 | 35 | 7 | 6 | 6 | 49 | 85 | 75 |
| MFr | 36 | 7 | 7 | 12 | 37 | 9584 | 36 | 7 | 7 | 12 | 55 | 83 | 207 |
| MC | 32 | 8 | 9 | 13 | 38 | 1670 | 32 | 8 | 9 | 13 | 53 | 78 | 79 |
| MS | 38 | 5 | 3 | 20 | 34 | 59 | 38 | 5 | 3 | 20 | 63 | 93 | 17 |
| MP | 35 | 6 | 10 | 10 | 39 | 2838 | 35 | 6 | 10 | 10 | 51 | 78 | 108 |
| Nse | 23 | 4 | 2 | 16 | 54 | 280 | 23 | 4 | 2 | 16 | 44 | 91 | 47 |
| SS | 0,03 | 0,3 | 1 | 1 | 98 | 3251 | 0,03 | 0,3 | 1 | 1 | 2 | 5 | 29 |
| pH | 1 | 0,4 | 1 | 2 | 96 | 0,1 | 1 | 0,4 | 1 | 2 | 3 | 35 | 5,4 |
| AT | 0,06 | 0,1 | 13 | 0,4 | 87 | 0,002 | 0,03 | 0,1 | 13 | 0,5 | 1 | 0,3 | 0,4 |

*Vg – variância genética entre progênes; Vparc – variância ambiental entre parcelas; Vgm – variância da interação genótipos × medições; Vperm – variância dos efeitos permanentes; Ve – variância residual temporária; Vf – variância fenotípica individual; h²g – herdabilidade individual entre progênes; c²parc – coeficiente de determinação dos efeitos de parcelas; c²gm – coeficiente de determinação dos efeitos da interação genótipos × medições; c²perm – coeficiente de determinação dos efeitos permanentes; r – repetibilidade individual; rgmed – correlação genética através das medições.

Para a variância dos efeitos permanentes (V_{perm}), de forma geral, o período da floração (PeF) e número de frutos por planta (NFr) apresentaram as maiores magnitudes da variabilidade total. Em contrapartida, os caracteres CF, PN, SS, pH e AT indicaram as menores magnitudes da V_{perm} sobre a variação fenotípica.

De acordo com a classificação quanto à herdabilidade individual entre progênes (h^2g) proposta por Resende (1997) classificada como baixa (menor que 15%), média ou moderada (entre 15% e 50%) ou alta magnitude (maior que 50%), obtiveram-se caracteres classificados em todos os níveis (Tabela 2). O caráter que apresentou a maior magnitude de h^2g foi o CF (68%), indicando a possibilidade de sucesso na seleção individual entre as progênes superiores e demonstrando um bom controle genético do caráter. Para a maioria dos caracteres referente à qualidade dos frutos de pinheira, como: comprimento médio dos frutos (CFr), diâmetro médio dos frutos (DFr), massa fresca dos frutos (MFr), massa fresca da casca (MC), massa fresca de semente por fruto (MS), massa fresca da polpa (MP) e número de sementes por fruto (NSe), revelaram um controle genético moderado. Valores esses devido à maior influência da variância residual temporária, que variou de 37 a 54%. As demais características apresentaram valores com baixa magnitude, refletindo a baixa variância genética e alta variância ambiental.

O coeficiente de determinação dos efeitos de parcelas (c^2_{parc}) para os caracteres CF, PN, DFr, MFr, MC, MS, MP, Nse, SS, pH e AT variaram de 0,1 a 8%. Esses resultados apontaram que uma pequena variação ambiental permaneceu dentro das parcelas, demonstrando assim, a eficiência da utilização das parcelas e dos blocos. Pode-se observar que para os demais caracteres os valores deste coeficiente foram maiores do que o recomendado por Resende (2002). Para CF, PN, CFr, DFr, MP, SS, pH e AT, o coeficiente de determinação dos efeitos permanentes (c^2_{perm}) foi de baixa magnitude, indicando uma baixa influência na variação dos caracteres, e com pouca influência na expressão fenotípica (Tabela 2).

O coeficiente de determinação dos efeitos da interação genótipos x medições (c^2_{gm}) com exceção do NF, foram de baixas magnitudes, indicando uma baixa variação dos caracteres nas progênes de uma safra para outra. As maiores correlações genéticas por meio das medições (rg_{med}) foram observadas para CF, CFr, DFr, MFr, MS e Nse, com valores variando de 83 a 94%. Quanto mais elevado a rg_{med} , mais relacionados os genótipos são entre as medições, mantendo o desempenho ao longo das safras. Este parâmetro também

indica que o melhor genótipo permanece com desempenho superior em todas as safras. Já as menores magnitudes foram observadas PN e AT.

De acordo com a classificação quanto à repetibilidade (r), proposta por Resende (2002) valores alto (acima de 60 %) médio (entre 30% a 60%) e baixo (menor 30%), obtiveram-se caracteres classificados em todos os níveis (Tabela 2). Os maiores valores foram registrados para MS, CF e PeF com 63, 78 e 80%, respectivamente. Entretanto, para PN, SS, pH e AT observou valores inferiores, revelando uma repetibilidade de magnitude baixa.

4.2 Análise de estabilidade e adaptabilidade

As progênies de meio-irmãos foram ranqueadas em ordem decrescente pelos métodos de estabilidade de valores genotípicos (MHVG), adaptabilidade de valores genotípicos (PRVG) e estabilidade e adaptabilidade de valores genotípicos (MHPRVG), na determinação das progênies mais adaptáveis e estáveis (Tabela 3 e 4).

Para os caracteres avaliados em quatro safras, houve concordância entre os métodos de MHVG, PRVG e MHPRVG, para CFr, DFr, MFr e MC, estacaram as progênies 1, 2, 3 e 4.

Também não divergiram os três parâmetros para MS, Nse e SS, para os caracteres MS e Nse, destacaram as progênies 1, 2, 4 e 3, e para SS foram as progênies 3, 4, 2 e 1, indicando uma alta estabilidade e adaptabilidade frente às variações nas safras (Tabela 3).

Para o NF os três parâmetros divergiram. Considerando a estabilidade, as progênies foram ranqueadas da seguinte forma 4, 3, 2 e 1. Para a adaptabilidade, as progênies 1, 4, 2 e 3 que se destacaram. Com a análise simultânea, adaptabilidade e estabilidade, foi observado o seguinte ranqueamento 2, 3, 4 e 1.

TABELA 3 - Estabilidade de valores genotípicos (MHVG), adaptabilidade de valores genotípicos (PRVG), estabilidade e adaptabilidade de valores genotípicos (MHPRVG) para os caracteres avaliados em quatro safras, em Janaúba, Minas Gerais, 2018.

| Número de flores por planta (NF) | | | | | | | | |
|---|--------------|-------------|--------------|-------------|----------------|--------------|---------------|------------------|
| Ord. | Prog. | MHVG | Prog. | PRVG | PRVG*MG | Prog. | MHPRVG | MHPRVG*MG |
| 1 | 4 | 69,75 | 1 | 1,06 | 110,43 | 2 | 0,96 | 100,65 |
| 2 | 3 | 59,74 | 4 | 1,04 | 108,45 | 3 | 0,90 | 94,02 |
| 3 | 2 | 52,53 | 2 | 0,96 | 100,88 | 4 | 0,83 | 86,43 |
| 4 | 1 | -20,78 | 3 | 0,94 | 97,71 | 1 | -1,54 | -161,06 |
| Número de frutos por planta (NFr) | | | | | | | | |
| 1 | 4 | 7,91 | 2 | 1,01 | 9,21 | 2 | 1,01 | 9,20 |
| 2 | 2 | 7,85 | 4 | 1,00 | 9,16 | 4 | 1,00 | 9,12 |
| 3 | 3 | 7,51 | 1 | 1,00 | 9,08 | 1 | 0,99 | 9,01 |
| 4 | 1 | 7,47 | 3 | 0,99 | 9,03 | 3 | 0,98 | 8,93 |
| Comprimento médio dos frutos (CFr) | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 82,89 | 1 | 1,14 | 83,39 | 1 | 1,14 | 83,34 |
| 2 | 2 | 75,77 | 2 | 1,04 | 76,11 | 2 | 1,04 | 76,09 |
| 3 | 3 | 67,14 | 3 | 0,92 | 67,44 | 3 | 0,92 | 67,44 |
| 4 | 4 | 64,54 | 4 | 0,89 | 64,79 | 4 | 0,89 | 64,71 |
| Diâmetro médio dos frutos (DFr) | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 82,04 | 1 | 1,10 | 82,40 | 1 | 1,10 | 82,36 |
| 2 | 2 | 77,55 | 2 | 1,04 | 77,78 | 2 | 1,04 | 77,77 |
| 3 | 3 | 71,32 | 3 | 0,95 | 71,50 | 3 | 0,95 | 71,47 |
| 4 | 4 | 68,41 | 4 | 0,91 | 68,59 | 4 | 0,91 | 68,54 |
| Massa fresca dos frutos (MFr) | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 256,71 | 1 | 1,31 | 270,21 | 1 | 1,30 | 269,49 |
| 2 | 2 | 226,98 | 2 | 1,14 | 236,27 | 2 | 1,14 | 236,24 |
| 3 | 3 | 160,29 | 3 | 0,81 | 166,74 | 3 | 0,81 | 166,57 |
| 4 | 4 | 147,68 | 4 | 0,74 | 153,16 | 4 | 0,73 | 151,74 |

...continua...

TABELA 3 - Cont.

| Ord. | Prog. | MHVG | Prog. | PRVG | PRVG*MG | Prog. | MHPRVG | MHPRVG*MG |
|---|--------------|-------------|--------------|-------------|----------------|--------------|---------------|------------------|
| Massa Fresca da casca (MC) | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 92,41 | 1 | 1,29 | 102,49 | 1 | 1,29 | 102,21 |
| 2 | 2 | 85,01 | 2 | 1,17 | 92,57 | 2 | 1,17 | 92,52 |
| 3 | 3 | 60,54 | 3 | 0,83 | 65,96 | 3 | 0,83 | 65,85 |
| 4 | 4 | 52,39 | 4 | 0,71 | 56,50 | 4 | 0,71 | 56,10 |
| Massa fresca da semente (MS) | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 22,13 | 1 | 1,31 | 22,21 | 1 | 1,31 | 22,18 |
| 2 | 2 | 19,19 | 2 | 1,14 | 19,29 | 2 | 1,14 | 19,27 |
| 3 | 4 | 13,42 | 4 | 0,81 | 13,66 | 4 | 0,80 | 13,55 |
| 4 | 3 | 12,56 | 3 | 0,75 | 12,66 | 3 | 0,75 | 12,65 |
| Massa fresca da polpa (MP) | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 120,76 | 1 | 1,34 | 143,70 | 1 | 1,33 | 143,34 |
| 2 | 2 | 105,63 | 2 | 1,14 | 122,20 | 2 | 1,13 | 122,01 |
| 3 | 4 | 71,00 | 4 | 0,76 | 82,15 | 3 | 0,76 | 81,83 |
| 4 | 3 | 69,38 | 3 | 0,76 | 82,02 | 4 | 0,76 | 81,63 |
| Número de sementes por fruto (Nse) | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 56,68 | 1 | 1,20 | 57,06 | 1 | 1,20 | 57,00 |
| 2 | 2 | 49,75 | 2 | 1,06 | 50,15 | 2 | 1,06 | 50,13 |
| 3 | 4 | 41,24 | 4 | 0,88 | 41,86 | 4 | 0,88 | 41,77 |
| 4 | 3 | 40,26 | 3 | 0,86 | 40,65 | 3 | 0,86 | 40,63 |
| Teor de sólidos solúveis (SS) | | | | | | | | |
| 1 | 3 | 27,92 | 3 | 1,02 | 30,03 | 3 | 1,02 | 30,00 |
| 2 | 4 | 27,56 | 4 | 1,00 | 29,38 | 4 | 1,00 | 29,38 |
| 3 | 2 | 27,38 | 2 | 0,99 | 29,16 | 2 | 0,99 | 29,15 |
| 4 | 1 | 27,36 | 1 | 0,99 | 29,14 | 1 | 0,99 | 29,13 |
| Produção estimada por planta (Pro) | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 1777,71 | 1 | 1,20 | 2405,90 | 1 | 1,18 | 2371,32 |
| 2 | 2 | 1693,58 | 2 | 1,06 | 2122,94 | 2 | 1,05 | 2122,08 |
| 3 | 4 | 1447,15 | 3 | 0,89 | 1782,49 | 3 | 0,88 | 1761,23 |
| 4 | 3 | 1352,82 | 4 | 0,86 | 1737,93 | 4 | 0,84 | 1682,54 |

Ord: ordem; Prog: progênies; MG: média geral. Progênie-1: UNI-1; 2: UNI-2; 3: UNI-3 e 4: UNI-4.

TABELA 4. Estabilidade de valores genotípicos (MHVG), adaptabilidade de valores genotípicos (PRVG), estabilidade e adaptabilidade de valores genotípicos (MHPRVG) para os caracteres avaliados em três safras. Janaúba, Minas Gerais, 2018.

| Comprimento médio das flores (CF) | | | | | | | | |
|---|--------------|-------------|--------------|-------------|----------------|--------------|---------------|------------------|
| Ord. | Prog. | MHVG | Prog. | PRVG | PRVG*MG | Prog. | MHPRVG | MHPRVG*MG |
| 1 | 1 | 33,74 | 1 | 1,18 | 33,98 | 1 | 1,18 | 33,96 |
| 2 | 2 | 29,34 | 2 | 1,03 | 29,48 | 2 | 1,03 | 29,48 |
| 3 | 4 | 26,25 | 4 | 0,92 | 26,38 | 4 | 0,92 | 26,37 |
| 4 | 3 | 24,96 | 3 | 0,87 | 25,08 | 3 | 0,87 | 25,08 |
| Período da floração (PeF) | | | | | | | | |
| 1 | 3 | 30,08 | 3 | 1,00 | 30,20 | 3 | 1,00 | 30,20 |
| 2 | 1 | 29,97 | 1 | 1,00 | 30,12 | 1 | 1,00 | 30,11 |
| 3 | 4 | 29,91 | 4 | 0,99 | 30,06 | 4 | 0,99 | 30,06 |
| 4 | 2 | 29,90 | 2 | 0,99 | 30,04 | 2 | 0,99 | 30,03 |
| Frutificação efetiva via polinização natural (PN) | | | | | | | | |
| 1 | 3 | 17,89 | 3 | 1,04 | 21,57 | 3 | 1,03 | 21,50 |
| 2 | 4 | 17,27 | 4 | 1,02 | 21,29 | 4 | 1,02 | 21,29 |
| 3 | 2 | 16,23 | 1 | 0,98 | 20,42 | 1 | 0,98 | 20,36 |
| 4 | 1 | 16,12 | 2 | 0,96 | 20,00 | 2 | 0,96 | 20,00 |
| Frutificação efetiva via polinização artificial (PA) | | | | | | | | |
| 1 | 3 | 78,10 | 3 | 1,02 | 78,42 | 3 | 1,02 | 78,30 |
| 2 | 1 | 77,13 | 1 | 1,01 | 77,61 | 1 | 1,01 | 77,53 |
| 3 | 2 | 76,15 | 2 | 0,99 | 76,58 | 2 | 0,99 | 76,46 |
| 4 | 4 | 75,36 | 4 | 0,98 | 75,68 | 4 | 0,98 | 75,62 |
| pH | | | | | | | | |
| 1 | 3 | 5,38 | 3 | 1,00 | 5,39 | 3 | 1,00 | 5,39 |
| 2 | 2 | 5,36 | 2 | 1,00 | 5,36 | 2 | 1,00 | 5,36 |
| 3 | 1 | 5,35 | 1 | 0,99 | 5,35 | 1 | 0,99 | 5,35 |
| 4 | 4 | 5,34 | 4 | 0,99 | 5,35 | 4 | 0,99 | 5,35 |
| Acidez titulável (AT) | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 0,36 | 1 | 1,01 | 0,37 | 1 | 1,01 | 0,37 |
| 2 | 4 | 0,36 | 4 | 1,00 | 0,36 | 4 | 1,00 | 0,36 |
| 3 | 3 | 0,35 | 3 | 0,99 | 0,36 | 3 | 0,99 | 0,35 |
| 4 | 2 | 0,35 | 2 | 0,98 | 0,35 | 2 | 0,98 | 0,35 |

Ord: ordem; Prog: progênes; MG: média geral. Progênie-1: UNI-1; 2: UNI-2; 3: UNI-3 e 4: UNI-4.

Os resultados das estimativas de estabilidade e adaptabilidade para o caráter MP não divergiram, indicando que as progênies de melhor adaptabilidade são as mesmas para estabilidade.

Para os caracteres NFr e Pro verificou-se que o ranqueamento das progênies diferiram entre os parâmetros de MHVG e PRVG. Para NFr foram mais estáveis as progênies 4, 2, 3 e 1e, mais adaptáveis as progênies 2, 4, 1 e 3. De outra forma, para Pro destacaram as progênies 1, 2,4 e 3 para estabilidade genotípica e 1, 2, 3 e 4 para a adaptabilidade. Para estas mesmas características verificaram-se que a MHPRVG apresentou o mesmo ranqueamento da adaptabilidade.

Considerando os caracteres avaliados nas três safras (Tabela 4), os critérios MHVG, PRVG e MHPRVG apresentaram resultados concordantes, ou seja, as progênies foram classificadas de forma semelhante no mesmo caráter para as estimativas de estabilidade e adaptabilidade, separadas ou simultâneas. Para o comprimento médio do fruto, a ordem foi as progênies 1, 2, 4 e 3), PeF (3,1,4 e 2), PA (3, 2, 1, 4), pH (3, 2, 1 e 4) e AT (1, 4, 3 e 2). Contudo, para PN verificou-se que o ranqueamento foi diferente entre a estabilidade e adaptabilidade, destacando as progênies, na sucessiva ordem, 3, 4, 2 e 1 e 3, 4, 1 e 2, respectivamente. Já o método de estimativa simultânea (HMPRVG), destacaram as progênies 3, 4, 1 e 2 para PN.

4.3 Análise dos componentes de Média (BLUP Individual)

Foram selecionados os quinze primeiros indivíduos que apresentaram os melhores ganhos genéticos na seleção (Tabela 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13). Em nível de indivíduo pode-se perceber que as novas médias da população melhorada foram maiores que as médias da população inicial para todos os caracteres.

TABELA 5. Estimativas de ganhos genéticos considerando os 15 melhores indivíduos, para os caracteres número de flores por planta (NF) e número de frutos de frutos por planta (NFr) avaliados em quatro safras. Janaúba, Minas Gerais, 2018.

| Ordem | Bloco | Safra | Progênie | Genótipo | f | a | u+a | Ganho | Nova Média | % Ganho |
|------------|-------|-------|----------|----------|-----|-----|-----|-------|------------|---------|
| NF | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 3 | 1 | 4 | 630 | 631 | 736 | 631 | 736 | 605 |
| 2 | 2 | 4 | 1 | 25 | 473 | 487 | 592 | 559 | 664 | 536 |
| 3 | 2 | 3 | 2 | 30 | 503 | 467 | 571 | 528 | 633 | 506 |
| 4 | 1 | 3 | 1 | 3 | 505 | 402 | 507 | 497 | 601 | 476 |
| 5 | 3 | 3 | 1 | 43 | 366 | 311 | 416 | 460 | 564 | 441 |
| 6 | 1 | 3 | 3 | 14 | 326 | 262 | 367 | 427 | 531 | 409 |
| 7 | 1 | 4 | 1 | 4 | 296 | 254 | 358 | 402 | 506 | 385 |
| 8 | 3 | 2 | 1 | 43 | 205 | 243 | 348 | 382 | 487 | 366 |
| 9 | 1 | 2 | 1 | 4 | 238 | 236 | 341 | 366 | 470 | 351 |
| 10 | 2 | 4 | 1 | 21 | 305 | 224 | 329 | 352 | 456 | 337 |
| 11 | 3 | 3 | 3 | 55 | 287 | 223 | 327 | 340 | 444 | 326 |
| 12 | 1 | 4 | 3 | 13 | 233 | 212 | 317 | 329 | 434 | 316 |
| 13 | 2 | 2 | 1 | 21 | 250 | 194 | 298 | 319 | 423 | 306 |
| 14 | 1 | 4 | 1 | 3 | 276 | 190 | 294 | 310 | 414 | 297 |
| 15 | 2 | 3 | 2 | 29 | 333 | 189 | 294 | 302 | 406 | 289 |
| NFr | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 3 | 1 | 4 | 43 | 5 | 14 | 5 | 14 | 56 |
| 2 | 2 | 3 | 1 | 25 | 35 | 4 | 13 | 5 | 14 | 51 |
| 3 | 3 | 3 | 1 | 43 | 32 | 4 | 13 | 4 | 13 | 47 |
| 4 | 3 | 3 | 3 | 54 | 39 | 4 | 13 | 4 | 13 | 45 |
| 5 | 2 | 3 | 1 | 21 | 30 | 3 | 12 | 4 | 13 | 44 |
| 6 | 1 | 3 | 1 | 3 | 27 | 3 | 12 | 4 | 13 | 41 |
| 7 | 3 | 2 | 2 | 49 | 27 | 2 | 12 | 4 | 13 | 39 |
| 8 | 1 | 4 | 3 | 13 | 19 | 2 | 11 | 3 | 13 | 38 |
| 9 | 2 | 3 | 2 | 28 | 33 | 2 | 11 | 3 | 12 | 36 |
| 10 | 1 | 3 | 1 | 1 | 25 | 2 | 11 | 3 | 12 | 35 |
| 11 | 2 | 1 | 2 | 27 | 17 | 2 | 11 | 3 | 12 | 34 |
| 12 | 1 | 3 | 3 | 14 | 26 | 2 | 11 | 3 | 12 | 33 |
| 13 | 1 | 3 | 1 | 2 | 22 | 2 | 11 | 3 | 12 | 32 |
| 14 | 2 | 4 | 3 | 34 | 9 | 2 | 11 | 3 | 12 | 31 |
| 15 | 3 | 4 | 3 | 51 | 9 | 2 | 11 | 3 | 12 | 30 |

f: valor fenotípico individual ou medição de campo; a: efeito genético aditivo predito e u + a: valor genético aditivo predito ou média genotípica. Progênie-1: UNI-1; 2: UNI-2; 3: UNI-3 e 4: UNI-4.

TABELA 6. Estimativas de ganhos genéticos considerando os 15 melhores indivíduos, para os caracteres comprimento médio dos frutos (CFr) e diâmetro médio dos frutos (DFr) avaliados em quatro safras. Janaúba, Minas Gerais, 2018.

| Ordem | Bloco | Safra | Progênie | Genótipo | f | a | u+a | Ganho | Nova Média | % Ganho |
|------------|-------|-------|----------|----------|-----|-----|-----|-------|------------|---------|
| CFr | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 4 | 3 | 11 | 110 | 127 | 200 | 127 | 200 | 174 |
| 2 | 3 | 4 | 2 | 47 | 119 | 117 | 190 | 122 | 195 | 167 |
| 3 | 1 | 2 | 3 | 11 | 90 | 116 | 189 | 120 | 193 | 164 |
| 4 | 1 | 3 | 3 | 11 | 72 | 113 | 186 | 118 | 191 | 162 |
| 5 | 3 | 3 | 2 | 47 | 89 | 111 | 183 | 117 | 190 | 160 |
| 6 | 3 | 2 | 2 | 47 | 88 | 110 | 183 | 116 | 188 | 158 |
| 7 | 1 | 1 | 3 | 11 | 57 | 110 | 183 | 115 | 188 | 157 |
| 8 | 3 | 1 | 2 | 47 | 73 | 106 | 179 | 114 | 187 | 156 |
| 9 | 2 | 2 | 2 | 30 | 104 | 70 | 143 | 109 | 182 | 149 |
| 10 | 2 | 3 | 2 | 30 | 90 | 66 | 139 | 104 | 177 | 143 |
| 11 | 1 | 2 | 2 | 10 | 96 | 65 | 138 | 101 | 174 | 138 |
| 12 | 1 | 3 | 2 | 10 | 83 | 64 | 137 | 98 | 171 | 134 |
| 13 | 2 | 1 | 2 | 30 | 77 | 63 | 136 | 95 | 168 | 130 |
| 14 | 2 | 4 | 2 | 30 | 90 | 63 | 136 | 93 | 166 | 127 |
| 15 | 1 | 1 | 2 | 10 | 59 | 56 | 129 | 90 | 163 | 124 |
| DFr | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 2 | 2 | 9 | 95 | 61 | 136 | 61 | 136 | 81 |
| 2 | 1 | 4 | 3 | 11 | 104 | 61 | 136 | 61 | 136 | 81 |
| 3 | 1 | 1 | 2 | 9 | 81 | 59 | 134 | 60 | 135 | 80 |
| 4 | 3 | 3 | 2 | 47 | 98 | 58 | 133 | 60 | 135 | 79 |
| 5 | 1 | 4 | 2 | 9 | 88 | 58 | 133 | 59 | 134 | 79 |
| 6 | 1 | 3 | 2 | 9 | 75 | 55 | 130 | 59 | 134 | 78 |
| 7 | 3 | 2 | 2 | 27 | 86 | 54 | 129 | 58 | 133 | 77 |
| 8 | 1 | 2 | 3 | 11 | 87 | 52 | 127 | 57 | 132 | 76 |
| 9 | 3 | 1 | 2 | 47 | 76 | 51 | 126 | 56 | 132 | 75 |
| 10 | 1 | 3 | 3 | 11 | 70 | 50 | 125 | 56 | 131 | 74 |
| 11 | 3 | 4 | 2 | 47 | 78 | 47 | 122 | 55 | 130 | 73 |
| 12 | 1 | 1 | 3 | 11 | 61 | 47 | 122 | 54 | 129 | 72 |
| 13 | 2 | 4 | 1 | 25 | 95 | 46 | 121 | 54 | 129 | 72 |
| 14 | 2 | 2 | 1 | 25 | 99 | 46 | 121 | 53 | 128 | 71 |
| 15 | 2 | 3 | 1 | 25 | 93 | 46 | 121 | 53 | 128 | 70 |

f: valor fenotípico individual ou medição de campo; a: efeito genético aditivo predito e u + a: valor genético aditivo predito ou média genotípica. Progênie-1: UNI-1; 2: UNI-2; 3: UNI-3 e 4: UNI-4.

TABELA 7. Estimativas de ganhos genéticos considerando os 15 melhores indivíduos, para os caracteres massa fresca do fruto (MFr) e massa fresca da casca (MC) avaliados em quatro safras. Janaúba, Minas Gerais, 2018.

| Ordem | Bloco | Safra | Progênie | Genótipo | f | a | u+a | Ganho | Nova Média | % Ganho |
|------------|-------|-------|----------|----------|-----|-----|------|-------|------------|---------|
| MFr | | | | | | | | | | |
| 1 | 3 | 4 | 2 | 47 | 607 | 922 | 1128 | 922 | 1128 | 446 |
| 2 | 3 | 3 | 2 | 47 | 411 | 836 | 1043 | 879 | 1086 | 425 |
| 3 | 3 | 2 | 2 | 47 | 309 | 782 | 989 | 847 | 1053 | 410 |
| 4 | 3 | 1 | 2 | 47 | 192 | 734 | 941 | 819 | 1025 | 396 |
| 5 | 1 | 4 | 3 | 11 | 533 | 661 | 868 | 787 | 994 | 381 |
| 6 | 2 | 1 | 2 | 30 | 414 | 537 | 743 | 745 | 952 | 361 |
| 7 | 1 | 2 | 3 | 11 | 311 | 527 | 734 | 714 | 921 | 346 |
| 8 | 1 | 3 | 3 | 11 | 162 | 492 | 698 | 686 | 893 | 332 |
| 9 | 1 | 1 | 3 | 11 | 103 | 482 | 689 | 664 | 870 | 321 |
| 10 | 2 | 2 | 2 | 30 | 347 | 458 | 665 | 643 | 850 | 311 |
| 11 | 1 | 4 | 1 | 5 | 610 | 457 | 664 | 626 | 833 | 303 |
| 12 | 1 | 2 | 2 | 9 | 405 | 454 | 661 | 612 | 818 | 296 |
| 13 | 1 | 4 | 1 | 3 | 535 | 451 | 657 | 600 | 806 | 290 |
| 14 | 2 | 4 | 2 | 30 | 331 | 441 | 648 | 588 | 795 | 285 |
| 15 | 2 | 3 | 2 | 30 | 295 | 435 | 641 | 578 | 785 | 280 |
| MC | | | | | | | | | | |
| 1 | 3 | 4 | 2 | 47 | 281 | 429 | 508 | 429 | 508 | 540 |
| 2 | 3 | 2 | 2 | 47 | 175 | 374 | 454 | 401 | 481 | 506 |
| 3 | 3 | 3 | 2 | 47 | 160 | 367 | 446 | 390 | 469 | 491 |
| 4 | 3 | 1 | 2 | 47 | 85 | 329 | 408 | 375 | 454 | 472 |
| 5 | 1 | 4 | 1 | 3 | 252 | 231 | 311 | 346 | 425 | 436 |
| 6 | 1 | 4 | 1 | 5 | 267 | 198 | 277 | 321 | 401 | 405 |
| 7 | 1 | 2 | 1 | 3 | 193 | 183 | 263 | 302 | 381 | 380 |
| 8 | 1 | 2 | 2 | 9 | 160 | 160 | 239 | 284 | 363 | 357 |
| 9 | 1 | 4 | 3 | 11 | 183 | 157 | 236 | 270 | 349 | 340 |
| 10 | 1 | 3 | 2 | 9 | 99 | 145 | 224 | 257 | 337 | 324 |
| 11 | 1 | 1 | 2 | 9 | 84 | 145 | 224 | 247 | 326 | 311 |
| 12 | 1 | 1 | 1 | 3 | 77 | 137 | 217 | 238 | 317 | 300 |
| 13 | 1 | 3 | 1 | 3 | 85 | 134 | 213 | 230 | 309 | 290 |
| 14 | 2 | 2 | 2 | 29 | 155 | 127 | 207 | 223 | 302 | 280 |
| 15 | 2 | 4 | 2 | 29 | 159 | 120 | 199 | 216 | 295 | 272 |

f: valor fenotípico individual ou medição de campo; a: efeito genético aditivo predito e u + a: valor genético aditivo predito ou média genotípica. Progênie-1: UNI-1; 2: UNI-2; 3: UNI-3 e 4: UNI-4.

TABELA 8. Estimativas de ganhos genéticos considerando os 15 melhores indivíduos, para os caracteres massa fresca da semente (MS) e massa fresca da polpa (MP) avaliados em quatro safras. Janaúba, Minas Gerais, 2018.

| Ordem | Bloco | Safra | Progênie | Genótipo | f | a | u+a | Ganho | Nova Média | % Ganho |
|-----------|-------|-------|----------|----------|-----|-----|-----|-------|------------|---------|
| MS | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 3 | 2 | 9 | 38 | 42 | 59 | 42 | 59 | 246 |
| 2 | 3 | 3 | 2 | 47 | 37 | 41 | 58 | 41 | 58 | 243 |
| 3 | 1 | 2 | 2 | 9 | 35 | 40 | 57 | 41 | 58 | 241 |
| 4 | 3 | 1 | 2 | 47 | 30 | 38 | 55 | 40 | 57 | 236 |
| 5 | 3 | 4 | 2 | 47 | 23 | 37 | 54 | 39 | 56 | 233 |
| 6 | 1 | 1 | 2 | 9 | 22 | 37 | 54 | 39 | 56 | 230 |
| 7 | 3 | 2 | 2 | 47 | 21 | 36 | 53 | 39 | 56 | 228 |
| 8 | 1 | 4 | 2 | 9 | 16 | 36 | 53 | 38 | 55 | 226 |
| 9 | 3 | 4 | 1 | 45 | 31 | 30 | 47 | 37 | 54 | 221 |
| 10 | 1 | 4 | 1 | 5 | 34 | 29 | 45 | 37 | 54 | 216 |
| 11 | 3 | 2 | 1 | 45 | 27 | 28 | 45 | 36 | 53 | 211 |
| 12 | 3 | 3 | 1 | 45 | 25 | 27 | 44 | 35 | 52 | 207 |
| 13 | 3 | 1 | 1 | 45 | 24 | 27 | 44 | 34 | 51 | 203 |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 5 | 32 | 26 | 43 | 34 | 51 | 200 |
| 15 | 1 | 3 | 1 | 5 | 29 | 26 | 43 | 33 | 50 | 197 |
| MP | | | | | | | | | | |
| 1 | 3 | 4 | 2 | 47 | 303 | 479 | 587 | 479 | 587 | 446 |
| 2 | 1 | 4 | 3 | 11 | 309 | 474 | 582 | 477 | 584 | 443 |
| 3 | 3 | 3 | 2 | 47 | 213 | 433 | 541 | 462 | 570 | 430 |
| 4 | 3 | 2 | 2 | 47 | 181 | 409 | 516 | 449 | 556 | 418 |
| 5 | 1 | 2 | 3 | 11 | 184 | 367 | 474 | 432 | 540 | 402 |
| 6 | 3 | 1 | 2 | 47 | 66 | 365 | 473 | 421 | 529 | 392 |
| 7 | 1 | 3 | 3 | 11 | 88 | 333 | 440 | 409 | 516 | 380 |
| 8 | 1 | 1 | 3 | 11 | 32 | 331 | 438 | 399 | 506 | 371 |
| 9 | 1 | 4 | 1 | 3 | 259 | 253 | 361 | 383 | 490 | 356 |
| 10 | 1 | 2 | 1 | 3 | 272 | 247 | 355 | 369 | 477 | 343 |
| 11 | 1 | 2 | 2 | 9 | 210 | 217 | 325 | 355 | 463 | 330 |
| 12 | 1 | 3 | 1 | 3 | 181 | 214 | 322 | 344 | 451 | 320 |
| 13 | 1 | 4 | 1 | 5 | 310 | 209 | 316 | 333 | 441 | 310 |
| 14 | 1 | 1 | 2 | 9 | 98 | 203 | 311 | 324 | 431 | 301 |
| 15 | 1 | 4 | 2 | 9 | 169 | 196 | 304 | 315 | 423 | 293 |

f: valor fenotípico individual ou medição de campo; a: efeito genético aditivo predito e u + a: valor genético aditivo predito ou média genotípica. Progênie-1: UNI-1; 2: UNI-2; 3: UNI-3 e 4: UNI-4.

TABELA 9. Estimativas de ganhos genéticos considerando os 15 melhores indivíduos, para os caracteres número de sementes por fruto (Nse) e teor sólidos solúveis (SS) avaliados em quatro e três safras. Janaúba, Minas Gerais, 2018.

| Ordem | Bloco | Safra | Progênie | Genótipo | f | a | u+a | Ganho | Nova Média | % Ganho |
|------------|-------|-------|----------|----------|----|----|-----|-------|------------|---------|
| Nse | | | | | | | | | | |
| 1 | 3 | 4 | 1 | 43 | 80 | 44 | 91 | 44 | 91 | 92 |
| 2 | 1 | 3 | 2 | 9 | 86 | 43 | 91 | 43 | 91 | 91 |
| 3 | 2 | 3 | 2 | 27 | 81 | 42 | 90 | 43 | 90 | 91 |
| 4 | 3 | 1 | 1 | 43 | 86 | 41 | 88 | 42 | 90 | 90 |
| 5 | 3 | 3 | 1 | 43 | 62 | 40 | 88 | 42 | 89 | 89 |
| 6 | 2 | 4 | 1 | 25 | 72 | 40 | 87 | 42 | 89 | 88 |
| 7 | 2 | 2 | 2 | 27 | 73 | 39 | 87 | 41 | 89 | 87 |
| 8 | 2 | 1 | 2 | 27 | 79 | 39 | 87 | 41 | 88 | 87 |
| 9 | 1 | 2 | 2 | 9 | 71 | 39 | 87 | 41 | 88 | 86 |
| 10 | 1 | 1 | 2 | 9 | 58 | 38 | 85 | 41 | 88 | 86 |
| 11 | 2 | 4 | 2 | 27 | 42 | 37 | 85 | 40 | 88 | 85 |
| 12 | 3 | 3 | 2 | 47 | 80 | 37 | 85 | 40 | 87 | 84 |
| 13 | 3 | 2 | 1 | 43 | 47 | 37 | 84 | 40 | 87 | 84 |
| 14 | 1 | 4 | 2 | 9 | 37 | 37 | 84 | 40 | 87 | 83 |
| 15 | 2 | 3 | 1 | 25 | 68 | 37 | 84 | 39 | 87 | 83 |
| SS | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 2 | 3 | 12 | 28 | 3 | 33 | 10 | 39 | 34 |
| 2 | 1 | 2 | 3 | 13 | 26 | 3 | 33 | 8 | 37 | 26 |
| 3 | 1 | 2 | 3 | 11 | 25 | 3 | 33 | 7 | 36 | 23 |
| 4 | 2 | 2 | 3 | 34 | 25 | 3 | 33 | 6 | 35 | 20 |
| 5 | 2 | 2 | 3 | 33 | 25 | 3 | 33 | 6 | 35 | 19 |
| 6 | 2 | 2 | 3 | 31 | 25 | 3 | 33 | 5 | 35 | 18 |
| 7 | 2 | 2 | 3 | 32 | 25 | 3 | 33 | 5 | 34 | 17 |
| 8 | 1 | 2 | 3 | 15 | 23 | 3 | 33 | 5 | 34 | 16 |
| 9 | 1 | 2 | 3 | 14 | 20 | 3 | 33 | 5 | 34 | 16 |
| 10 | 3 | 2 | 3 | 54 | 28 | 2 | 32 | 4 | 34 | 15 |
| 11 | 3 | 2 | 3 | 53 | 27 | 2 | 32 | 4 | 34 | 14 |
| 12 | 3 | 2 | 3 | 55 | 26 | 2 | 32 | 4 | 34 | 14 |
| 13 | 3 | 4 | 3 | 52 | 22 | 0 | 30 | 4 | 33 | 13 |
| 14 | 3 | 1 | 3 | 52 | 26 | 0 | 30 | 4 | 33 | 12 |
| 15 | 1 | 3 | 4 | 18 | 33 | 0 | 30 | 3 | 33 | 12 |

f: valor fenotípico individual ou medição de campo; a: efeito genético aditivo predito e u + a: valor genético aditivo predito ou média genotípica. Progênie-1: UNI-1; 2: UNI-2; 3: UNI-3 e 4: UNI-4.

TABELA 10. Estimativas de ganhos genéticos considerando os 15 melhores indivíduos, para os caracteres produção média por planta (Pro) e comprimento médio das flores (CF) avaliados em quatro e três safras. Janaúba, Minas Gerais, 2018.

| Ordem | Bloco | Safra | Progênie | Genótipo | f | a | u+a | Ganho | Nova Média | % Ganho |
|------------|-------|-------|----------|----------|------|----|-----|-------|------------|---------|
| Pro | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 3 | 1 | 4 | 13.1 | 7 | 9 | 7 | 9 | 324 |
| 2 | 2 | 3 | 1 | 30 | 12.4 | 6 | 8 | 6 | 8 | 313 |
| 3 | 3 | 3 | 2 | 47 | 11.1 | 5 | 7 | 6 | 8 | 290 |
| 4 | 1 | 4 | 3 | 11 | 6.9 | 4 | 6 | 5 | 7 | 262 |
| 5 | 2 | 3 | 1 | 21 | 9.0 | 4 | 6 | 5 | 7 | 244 |
| 6 | 2 | 3 | 2 | 28 | 8.8 | 3 | 5 | 5 | 7 | 232 |
| 7 | 3 | 3 | 1 | 43 | 7.1 | 3 | 5 | 4 | 6 | 222 |
| 8 | 1 | 3 | 1 | 3 | 8.2 | 3 | 5 | 4 | 6 | 212 |
| 9 | 1 | 2 | 1 | 4 | 4.3 | 2 | 4 | 4 | 6 | 202 |
| 10 | 1 | 4 | 1 | 4 | 5.0 | 2 | 4 | 4 | 6 | 193 |
| 11 | 3 | 4 | 2 | 47 | 4.2 | 2 | 4 | 4 | 6 | 186 |
| 12 | 3 | 3 | 3 | 54 | 6.8 | 2 | 4 | 4 | 6 | 180 |
| 13 | 2 | 2 | 1 | 25 | 4.4 | 2 | 4 | 4 | 6 | 174 |
| 14 | 1 | 3 | 1 | 1 | 7.0 | 2 | 4 | 3 | 5 | 169 |
| 15 | 3 | 2 | 2 | 47 | 3.4 | 2 | 4 | 3 | 5 | 164 |
| CF | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 2 | 1 | 5 | 42 | 62 | 91 | 62 | 91 | 216 |
| 2 | 1 | 1 | 2 | 10 | 32 | 62 | 91 | 62 | 91 | 216 |
| 3 | 1 | 2 | 2 | 10 | 34 | 61 | 90 | 62 | 91 | 215 |
| 4 | 1 | 1 | 1 | 5 | 38 | 61 | 90 | 62 | 90 | 214 |
| 5 | 1 | 3 | 2 | 10 | 27 | 60 | 88 | 61 | 90 | 213 |
| 6 | 1 | 3 | 1 | 5 | 32 | 58 | 87 | 61 | 89 | 211 |
| 7 | 2 | 2 | 1 | 25 | 40 | 53 | 82 | 60 | 88 | 208 |
| 8 | 2 | 2 | 2 | 30 | 36 | 51 | 79 | 59 | 87 | 204 |
| 9 | 2 | 1 | 2 | 30 | 34 | 50 | 79 | 58 | 86 | 201 |
| 10 | 3 | 1 | 2 | 50 | 33 | 50 | 79 | 57 | 86 | 198 |
| 11 | 2 | 3 | 1 | 25 | 32 | 50 | 79 | 56 | 85 | 196 |
| 12 | 2 | 1 | 1 | 25 | 35 | 50 | 78 | 56 | 84 | 194 |
| 13 | 3 | 3 | 2 | 50 | 31 | 49 | 78 | 55 | 84 | 192 |
| 14 | 2 | 3 | 2 | 30 | 28 | 48 | 77 | 55 | 83 | 190 |
| 15 | 3 | 3 | 4 | 59 | 29 | 47 | 76 | 54 | 83 | 189 |

f: valor fenotípico individual ou medição de campo; a: efeito genético aditivo predito e u + a: valor genético aditivo predito ou média genotípica. Progênie-1: UNI-1; 2: UNI-2; 3: UNI-3 e 4: UNI-4.

TABELA 11. Estimativas de ganhos genéticos considerando os 15 melhores indivíduos, para os caracteres período da floração (PeF) e frutificação efetiva via polinização natural dos frutos (PN) avaliados em quatro e três safras. Janaúba, Minas Gerais, 2018.

| Ordem | Bloco | Safra | Progênie | Genótipo | f | a | u+a | Ganho | Nova Média | % Ganho |
|------------|-------|-------|----------|----------|----|---|-----|-------|------------|---------|
| PeF | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 1 | 3 | 11 | 34 | 2 | 32 | 2 | 32 | 6 |
| 2 | 2 | 1 | 1 | 21 | 32 | 2 | 32 | 2 | 32 | 6 |
| 3 | 2 | 1 | 1 | 24 | 33 | 2 | 32 | 2 | 32 | 6 |
| 4 | 1 | 2 | 2 | 9 | 27 | 1 | 32 | 2 | 32 | 6 |
| 5 | 3 | 3 | 4 | 57 | 29 | 1 | 31 | 2 | 32 | 5 |
| 6 | 1 | 2 | 2 | 8 | 24 | 1 | 31 | 2 | 32 | 5 |
| 7 | 2 | 3 | 4 | 36 | 35 | 1 | 31 | 1 | 32 | 5 |
| 8 | 2 | 3 | 4 | 37 | 35 | 1 | 31 | 1 | 32 | 5 |
| 9 | 2 | 3 | 4 | 39 | 35 | 1 | 31 | 1 | 31 | 5 |
| 10 | 2 | 3 | 4 | 40 | 35 | 1 | 31 | 1 | 31 | 5 |
| 11 | 3 | 3 | 1 | 41 | 34 | 1 | 31 | 1 | 31 | 4 |
| 12 | 1 | 1 | 3 | 13 | 33 | 1 | 31 | 1 | 31 | 4 |
| 13 | 2 | 3 | 1 | 23 | 35 | 1 | 31 | 1 | 31 | 4 |
| 14 | 2 | 2 | 4 | 38 | 24 | 1 | 31 | 1 | 31 | 4 |
| 15 | 2 | 2 | 3 | 32 | 30 | 1 | 31 | 1 | 31 | 4 |
| PN | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 2 | 1 | 25 | 75 | 4 | 25 | 4 | 25 | 20 |
| 2 | 1 | 2 | 1 | 4 | 75 | 4 | 25 | 4 | 25 | 19 |
| 3 | 3 | 1 | 4 | 59 | 75 | 3 | 24 | 4 | 25 | 18 |
| 4 | 3 | 1 | 3 | 60 | 71 | 3 | 24 | 4 | 24 | 17 |
| 5 | 1 | 2 | 1 | 2 | 60 | 3 | 24 | 3 | 24 | 17 |
| 6 | 2 | 2 | 1 | 21 | 50 | 3 | 24 | 3 | 24 | 16 |
| 7 | 2 | 3 | 3 | 34 | 38 | 3 | 23 | 3 | 24 | 15 |
| 8 | 2 | 1 | 3 | 32 | 45 | 3 | 23 | 3 | 24 | 15 |
| 9 | 3 | 2 | 1 | 44 | 50 | 3 | 23 | 3 | 24 | 15 |
| 10 | 3 | 2 | 1 | 41 | 50 | 3 | 23 | 3 | 24 | 14 |
| 11 | 3 | 3 | 3 | 55 | 40 | 2 | 23 | 3 | 24 | 14 |
| 12 | 1 | 1 | 3 | 13 | 36 | 2 | 23 | 3 | 24 | 14 |
| 13 | 1 | 2 | 1 | 5 | 50 | 2 | 23 | 3 | 24 | 14 |
| 14 | 3 | 2 | 4 | 56 | 60 | 2 | 23 | 3 | 24 | 14 |
| 15 | 1 | 2 | 4 | 20 | 60 | 2 | 23 | 3 | 24 | 13 |

f: valor fenotípico individual ou medição de campo; a: efeito genético aditivo predito e u + a: valor genético aditivo predito ou média genotípica. Progênie-1: UNI-1; 2: UNI-2; 3: UNI-3 e 4: UNI-4.

TABELA 12. Estimativas de ganhos genéticos considerando os 15 melhores indivíduos, para os caracteres frutificação efetiva via polinização artificial dos frutos (PA) e pH avaliados em três safras. Janaúba, Minas Gerais, 2018.

| Ordem | Bloco | Safra | Progênie | Genótipo | f | a | u+a | Ganho | Nova Média | % Ganho |
|-----------|-------|-------|----------|----------|-----|------|------|-------|------------|---------|
| PA | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 100 | 10 | 87 | 10 | 87 | 13 |
| 2 | 3 | 1 | 1 | 43 | 100 | 9 | 86 | 10 | 87 | 12 |
| 3 | 1 | 1 | 2 | 9 | 100 | 9 | 86 | 9 | 86 | 12 |
| 4 | 2 | 3 | 3 | 33 | 100 | 9 | 86 | 9 | 86 | 12 |
| 5 | 1 | 3 | 3 | 14 | 100 | 9 | 86 | 9 | 86 | 12 |
| 6 | 1 | 3 | 3 | 15 | 100 | 8 | 85 | 9 | 86 | 12 |
| 7 | 3 | 3 | 3 | 52 | 100 | 8 | 85 | 9 | 86 | 11 |
| 8 | 1 | 1 | 2 | 6 | 100 | 8 | 85 | 9 | 86 | 11 |
| 9 | 1 | 3 | 3 | 12 | 100 | 8 | 85 | 9 | 86 | 11 |
| 10 | 3 | 1 | 1 | 41 | 100 | 8 | 85 | 9 | 86 | 11 |
| 11 | 3 | 3 | 3 | 55 | 100 | 7 | 84 | 8 | 85 | 11 |
| 12 | 3 | 1 | 1 | 42 | 100 | 7 | 84 | 8 | 85 | 11 |
| 13 | 1 | 3 | 3 | 11 | 100 | 7 | 84 | 8 | 85 | 11 |
| 14 | 3 | 1 | 2 | 50 | 100 | 7 | 84 | 8 | 85 | 10 |
| 15 | 3 | 3 | 4 | 58 | 100 | 6 | 83 | 8 | 85 | 10 |
| pH | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 2 | 3 | 34 | 6 | 0.07 | 5.43 | 0.07 | 5 | 1 |
| 2 | 2 | 3 | 3 | 34 | 6 | 0.06 | 5.43 | 0.06 | 5 | 1 |
| 3 | 1 | 2 | 3 | 14 | 6 | 0.06 | 5.42 | 0.06 | 5 | 1 |
| 4 | 1 | 2 | 3 | 15 | 6 | 0.06 | 5.42 | 0.06 | 5 | 1 |
| 5 | 1 | 3 | 3 | 14 | 6 | 0.06 | 5.42 | 0.06 | 5 | 1 |
| 6 | 3 | 3 | 1 | 43 | 6 | 0.06 | 5.42 | 0.06 | 5 | 1 |
| 7 | 2 | 2 | 3 | 33 | 5 | 0.06 | 5.42 | 0.06 | 5 | 1 |
| 8 | 3 | 2 | 3 | 55 | 6 | 0.05 | 5.41 | 0.06 | 5 | 1 |
| 9 | 1 | 3 | 3 | 12 | 6 | 0.05 | 5.41 | 0.06 | 5 | 1 |
| 10 | 3 | 3 | 3 | 55 | 6 | 0.05 | 5.41 | 0.06 | 5 | 1 |
| 11 | 2 | 3 | 3 | 33 | 6 | 0.05 | 5.41 | 0.06 | 5 | 1 |
| 12 | 1 | 1 | 3 | 14 | 6 | 0.04 | 5.41 | 0.06 | 5 | 1 |
| 13 | 1 | 2 | 3 | 12 | 5 | 0.04 | 5.40 | 0.05 | 5 | 1 |
| 14 | 3 | 2 | 3 | 52 | 6 | 0.04 | 5.40 | 0.05 | 5 | 1 |
| 15 | 3 | 2 | 3 | 51 | 6 | 0.04 | 5.40 | 0.05 | 5 | 1 |

f: valor fenotípico individual ou medição de campo; a: efeito genético aditivo predito e u + a: valor genético aditivo predito ou média genotípica. Progênie-1: UNI-1; 2: UNI-2; 3: UNI-3 e 4: UNI-4.

TABELA 13. Estimativas de ganhos genéticos considerando os 15 melhores indivíduos, para o caráter acidez titulável (AT) avaliados em três safras. Janaúba, Minas Gerais, 2018.

| Ordem | Bloco | Safra | Progênie | Genótipo | f | a | u+a | Ganho | Nova Média | % Ganho |
|-----------|-------|-------|----------|----------|------|------|------|-------|------------|---------|
| AT | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 1 | 4 | 36 | 0.52 | 0.06 | 0.42 | 0.06 | 0.42 | 17 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 8 | 0.50 | 0.05 | 0.42 | 0.06 | 0.42 | 16 |
| 3 | 1 | 2 | 2 | 9 | 0.49 | 0.05 | 0.41 | 0.05 | 0.42 | 15 |
| 4 | 1 | 1 | 3 | 13 | 0.47 | 0.04 | 0.40 | 0.05 | 0.41 | 14 |
| 5 | 3 | 1 | 4 | 59 | 0.49 | 0.04 | 0.40 | 0.05 | 0.41 | 14 |
| 6 | 2 | 3 | 1 | 25 | 0.38 | 0.04 | 0.40 | 0.05 | 0.41 | 13 |
| 7 | 2 | 1 | 3 | 33 | 0.44 | 0.03 | 0.40 | 0.05 | 0.41 | 13 |
| 8 | 2 | 1 | 3 | 32 | 0.44 | 0.03 | 0.40 | 0.04 | 0.41 | 12 |
| 9 | 1 | 1 | 3 | 12 | 0.45 | 0.03 | 0.40 | 0.04 | 0.41 | 12 |
| 10 | 1 | 3 | 4 | 18 | 0.38 | 0.03 | 0.39 | 0.04 | 0.40 | 12 |
| 11 | 1 | 1 | 3 | 15 | 0.44 | 0.03 | 0.39 | 0.04 | 0.40 | 11 |
| 12 | 2 | 3 | 3 | 31 | 0.38 | 0.03 | 0.39 | 0.04 | 0.40 | 11 |
| 13 | 1 | 3 | 1 | 4 | 0.36 | 0.03 | 0.39 | 0.04 | 0.40 | 11 |
| 14 | 2 | 2 | 2 | 26 | 0.44 | 0.03 | 0.39 | 0.04 | 0.40 | 10 |
| 15 | 2 | 2 | 1 | 23 | 0.44 | 0.02 | 0.39 | 0.04 | 0.40 | 10 |

f: valor fenotípico individual ou medição de campo; a: efeito genético aditivo predito e u + a: valor genético aditivo predito ou média genotípica. Progênie-1: UNI-1; 2: UNI-2; 3: UNI-3 e 4: UNI-4.

Os caracteres que obtiveram maiores ganhos genéticos foram NF, MC, MP e MFr. Em contrapartida os caracteres pH, PeF, PA, AT, PN e SS apresentaram os menores ganhos genéticos.

Considerando-se os caracteres que apresentaram os maiores controles genéticos, observamos que para CF houve ganho genético variando de 189 a 216%, elevando a média do caráter. Para esse caráter destacaram-se as progênies UNI-1 e UNI-2, e, os genótipos que apresentaram maiores ganhos genéticos foram, 5 e 10 nas safras 3 e 2, respectivamente.

Para Nse os genótipos que obtiveram maiores ganhos foram encontrados nas progênies UNI-1 e UNI-2, elevando a média da população em 83 a 92%. A média da população original passará de 47 para 87 a 91 sementes/fruto na população melhorada. Os indivíduos apresentaram os maiores ganhos foram 43,9 e 27 nas safras 4, 3 e 3, respectivamente.

Para a característica de massa do fruto, a progênie UNI-2 ocupou as primeiras posições, com maiores frequências dos genótipos 47 e 30. Para mesma característica a progênie UNI-3 com coloração da casca vermelha também se destacou entre os 15 selecionadas, com o genótipo 11, apresentando novas médias de 994 a 870 g, sendo ranqueado nas quatro safras.

Os caracteres de comprimento (CFr) e diâmetro de frutos (DFr) são bem apreciadas pelo consumidor no momento da aquisição do produto. Observaram-se que as progênies UNI-2 e UNI-3 destacaram-se, verificando as maiores frequências entre os 15 maiores ganhos para ambos caracteres, obtendo novas médias superiores em relação a média geral, destacando os genótipos 11 e 47 (CFr e DFr) e 9 (DFr).

5 DISCUSSÃO

5.1 Estimativas dos parâmetros genéticos

O presente estudo indicou que para a grande maioria dos caracteres avaliados foi observada uma baixa contribuição da variância genética entre progênes e conseqüentemente uma importante contribuição da variância ambiental foi observada. O predomínio dos efeitos ambientais, de forma especial para efeitos residuais temporários, ocorreu provavelmente em função da natureza dos caracteres avaliados neste estudo. Grande parte caracteriza-se por serem quantitativos, controlados por genes de pequeno efeito no qual o ambiente tende a exercer maior influência na expressão fenotípica (ATROCH *et al.*, 2013; ALMEIDA, 2017). Outro fator a ser considerado está no fato de que as plantas no presente estudo foram submetidas às variações climáticas marcantes entre safras (seca e chuvosa), e ainda destacamos a fase de transição entre a juvenilidade e a fase adulta em que as plantas avaliadas se encontravam.

De acordo com Sacramento *et al.* (2009) em anonáceas a produção inicia a partir do segundo ou terceiro ano após o plantio, este período é caracterizado pelo estágio juvenil, e apenas depois do quarto ou quinto ano ocorre produções satisfatórias e a estabilização da mesma. Na fase de transição é muito comum observar variações significativas em termos fisiológicos e metabólicos que impactam diretamente na expressão do fenótipo, contribuindo para que os potenciais fenotípicos sejam expressos em diferentes magnitudes ao longo dos anos (ALMEIDA, 2017).

Dentre os caracteres avaliados o comprimento médio das flores (CF) apresentou bom controle genético com grande possibilidade de ganho. O CF em geral não é um caráter avaliado com frequência. Mas na pinheira, estudos anteriores demonstraram uma forte correlação entre o comprimento das flores e os caracteres físicos dos frutos, isto é, quanto maior o comprimento da flor, maiores serão as dimensões físicas dos frutos (diâmetro, comprimento e número de sementes) (NIETSCHE *et al.*, 2003a).

Os resultados indicaram uma forte influência dos fatores ambientais sobre os genótipos. Em termos práticos isso significa que não houve um bom controle ambiental nas parcelas experimentais. Dois fatores podem estar contribuindo para esse resultado: (1) o

pequeno tamanho das parcelas no experimento e (2) a alogamia da espécie em virtude da dicogamia protogínica. Resende e Duarte (2007) averiguaram que com os números de repetições normalmente empregados, entre dois e quatro, não é possível atingir níveis desejados de acurácia para a maioria dos caracteres de interesse. Isso porque, sob baixo número de repetições, uma acurácia de 90% apenas poderia ser conseguida para caracteres de elevado coeficiente de determinação genética ($h^2 \geq 0,60$), fato que é improvável de ser realidade para caracteres quantitativos, assim, para os caracteres de produção, pelo menos seis repetições são necessárias ($h^2 < 40\%$). Mas vale ressaltar, que o aumento do número de plantas por parcela em espécies perenes pode levar a impossibilidade de realizar os ensaios, principalmente pela maior demanda de maiores áreas e recursos.

Não foi possível observar uma grande variação de grande parte dos caracteres nas progênies de uma safra para outra. Os caracteres CF, MFr, DFr e CFr, os mais importantes, mantiveram seu desempenho ao longo das quatro safras avaliadas. Este resultado é muito positivo e permite identificar os melhores genótipos ao longo das avaliações.

O valor da variância dos efeitos permanentes (V_{perm}) observada no estudo para o NFr e PeF evidenciaram a existência de diferença nas plantas ao longo dos anos de colheitas, em grande parte pela influência do ambiente, safra. Segundo Resende (2002) em plantas perenes existe efeitos ambientais permanentes, que estão presentes na cova/parcela em todas as mensurações realizadas no indivíduo. Uma das formas mais eficazes de reduzir é por meio de um manejo cuidadoso, possibilitando, que o valor do coeficiente de repetibilidade torne-se o mais próximo da estimativa da herdabilidade.

O coeficiente de determinação dos efeitos de parcela (C^2_{parc}) foram elevados para os caracteres NF, PeF, PA, NFr, Pro e CFr, evidenciando uma alta variabilidade entre as parcelas, dentro dos blocos, além de haver alta correlação ambiental entre os indivíduos, dentro da parcela. O conhecimento deste coeficiente permite ao melhorista inferir sobre a qualidade experimental (SILVA, 2015; MIRANDA *et al.*, 2015), quanto maior for esse coeficiente, maior será a variação ambiental (PIMENTEL *et al.*, 2014). Em contrapartida, os baixos valores dos C^2_{parc} e dos C^2_{perm} para os caracteres CF, PN, DFr, MP, SS, pH e AT indicam segundo Borges *et al.* (2017) uma boa precisão experimental e acurácia em relação à avaliação conjunta dos dados. Segundo Atroch *et al.* (2013), o rg_{med} de alta magnitude, observadas para a maioria dos caracteres no presente estudo, pode indicar que as progênies têm desempenho bastante semelhante entre os anos, o que facilita a seleção ao longo dos anos.

Valor de estimativa de herdabilidade apresentando alta magnitude, como observado para CF, revelou que o controle genético para esse caractere pode ser elevado e com pouca influência ambiental, além de revelar excelentes perspectivas para seleção precoce neste trabalho para este caráter. Em outro estudo, Silva *et al.* (2007), ao avaliarem o rendimento e qualidade do fruto em progênies de pinheira, observaram valores de estimativa de herdabilidade de 47, 64 e 60% para DFr, CFr e MFr, respectivamente, distintos das estimativas observadas no presente trabalho. Segundo Resende (2002), para caracteres quantitativos são comuns herdabilidades individuais de baixa magnitude, que geralmente conduzem a moderada magnitude das herdabilidades em nível de média de progênies. Devemos ressaltar ainda que as estimativas dos parâmetros genéticos são únicos para cada localidade, delineamento experimental e genótipos. Segundo Almeida (2017) para espécies perenes, valores de pequena e média magnitude para herdabilidade são esperados, pois, são suscetíveis a variações climáticas ao longo dos anos.

Nos casos em que os parâmetros genéticos estimados são de baixa magnitude, a adoção de métodos estatísticos apropriados se torna fundamental. De acordo com Almeida (2017), a análise estatística via modelo misto (REML/BLUP) permite excelentes estimativas mesmo apresentando baixos valores de herdabilidade. Segundo Figueiredo *et al.* (2015), esta abordagem considera os efeitos aleatórios do modelo estatístico associado às observações fenotípicas, e ajusta os dados aos efeitos fixos e ao número desigual de informações na parcela.

Os valores de repetibilidade superiores a 60% para a massa de sementes, período de floração e comprimento das flores indicaram uma regularidade da expressão dessas características de uma safra para outra indicando um bom controle genético (RESENDE, 2002; NEGREIROS *et al.*, 2008). Nesse contexto, pode-se inferir que o CF pode ser utilizado como características desejáveis em métodos simples de melhoramento de pinheira, a exemplo da seleção fenotípica simples, com boas perspectivas de se obter ganhos genéticos, em apenas três safras avaliadas.

Segundo Almeida (2017) são necessárias várias avaliações em espécies perenes, principalmente quando se trata de caracteres referentes à produtividade, para que a seleção dos genótipos seja realizada de forma segura. De acordo com Laviola *et al.* (2012), após o quarto ano de colheita as plantas perenes detêm uma boa estabilidade de produção. Em anonáceas Manica *et al.* (2003) relatam que a produção começa depois do segundo ou terceiro ano de plantio, aumentando gradativamente até atingir produção máxima com sete a oito anos

de crescimento em campo no sequeiro. Entretanto em regiões irrigadas a produção máxima é antecipada.

Considerando os resultados obtidos a recomendação é dar prosseguimento nas avaliações para estimação dos componentes de variância das progênies de meios-irmãos avaliadas em campo. Os trabalhos futuros permitirão verificar o comportamento dos genótipos na fase adulta, auxiliando no processo de seleção.

5.2 Análise de estabilidade e adaptabilidade

As análises de estabilidade e adaptabilidade realizadas nas quatro safras indicou uma convergência entre os métodos de MHVG, PRVG e MHPRVG, para CFr, DFr, MFr e MC, MS, NSe e SS. Já para os caracteres avaliados em três safras os critérios MHVG, PRVG e MHPRVG apresentaram resultados concordantes para CF, PeF, PA, pH e AT.

Quando ocorre concordância entre os métodos para estimativas de estabilidade e adaptabilidade genotípica (MHVG, PRVG e MHPRVG) há uma indicação que a utilização desses critérios de seleção, pode propiciar um refinamento na seleção, na inferência de predições seguras sobre os valores genéticos e simultaneamente para estabilidade e adaptabilidade (RESENDE, 2007). Segundo Verardi *et al.* (2009) esse resultado é indicativo de que predições seguras sobre valores genéticos podem ser feitas com um único critério de seleção contemplando todos os atributos (MHPRVG).

Em contrapartida, quando os três parâmetros divergem, segundo Atroch *et al.* (2013), os resultados de um critério não servem para selecionar outro critério. O melhorista deverá escolher um dos três critérios de acordo com o interesse, visando capitalizar adaptabilidade e estabilidade. Quando o ranqueamento das progênies difere entre os parâmetros de MHVG e PRVG, Cruz Neto (2016) recomenda-se utilizar o método de seleção simultânea, via estabilidade e adaptabilidade, que será tanto maior quanto menor for o desvio padrão do desempenho genotípico entre os ambientes/safras (ZENI NETO *et al.*, 2008).

Os estudos de adaptabilidade e estabilidade são essenciais no momento da seleção de genótipos menos afetados pelas variações ambientais e que mantenham ao mesmo tempo um bom desempenho relativo nos diferentes ambientes e safras (RESENDE, 2007). Sempre que possível o melhorista deve utilizar o critério de seleção simultânea. Essa estratégia se mostra

mais eficaz para selecionar as melhores progênies pelo seu valor genotípico com penalização dos materiais genéticos instáveis e capitalizando a adaptabilidade dos materiais mais estáveis (RESENDE, 2007).

5.3 Análise dos componentes de Média (BLUP Individual)

As novas médias da população melhorada foram maiores que as médias da população inicial para todos os caracteres avaliados. Este resultado é bastante promissor, pois segundo Silva (2015) quando isso ocorre aumentam as possibilidades de se encontrar, dentro destas populações, indivíduos que acrescentem alelos favoráveis para estas características. Dessa forma, os melhores genótipos selecionados nesse estudo têm potencial para serem utilizados como genitores em novos cruzamentos, dando continuidade ao programa de melhoramento, como também serem clonados, visando ao lançamento de uma nova cultivar de pinheira (PINTO *et al.*, 2005).

Das características avaliadas o controle genético observado para o caráter comprimento das flores foi alto. Nos programas de melhoramento os valores genotípicos altos devem ser priorizados, pois são os verdadeiros valores a serem preditos e os valores de nova média são predições de médias futuras quando as cultivares forem plantadas em cultivos comerciais (BORGES *et al.*, 2010). Considerando o ranqueamento realizado, o genótipo 5, pertencente a progênie UNI-1 foi o que obteve o maior ganho quando avaliado na safra 2. Esta característica é muito relevante para espécie, visto que estudos anteriores indicaram a forte correlação com o pegamento, incremento dos atributos físicos e qualidade dos frutos. Ao selecionarmos os genótipos mais promissores os ganhos genéticos nas futuras gerações será mais provável (NIETSCHÉ *et al.*, 2003a).

Outra característica alvo nos programas de melhoramento de anonáceas está na redução do número de sementes por fruto. Valor de Nse elevado é uma característica indesejável, sendo preferível um número de semente baixo (10 sementes) ou ausente para seleção (PINTO *et al.*, 2005). Os resultados encontrados no presente estudo são considerados altos. Estudos anteriores já identificaram correlações fenotípicas fortes e positivas entre número de sementes por fruto, comprimento das flores e as dimensões físicas dos frutos (NIETSCHÉ *et al.*, 2003b; PEREIRA *et al.*, 2003). O desafio futuro será gerar materiais

recombinantes por meio da seleção de parentais divergentes e hibridações, buscando encontrar na progênie frutos com boas características físicas e químicas e com baixo número de sementes.

A nova média geral referente às dimensões físicas dos frutos (CFr, DFr, MFr e MP) incrementou em todas as progênies avaliadas. Os resultados com apenas um ciclo de avaliação permitiram ganhos genéticos significativos. Considerando os quinze primeiros indivíduos que apresentaram os melhores ganhos genéticos podemos destacar os seguintes genótipos: 47 (UNI-2), 11 (UNI-3) em todas as safras avaliadas.

Embora a produção seja um caráter quantitativo, no presente estudo também foi possível observar um ganho genético entre os genótipos avaliados. Novamente se destacaram os genótipos: 47 (UNI-2) e 11 (UNI-3) e da progênie UNI-1, o genótipo4.

Considerando os resultados do presente trabalho alguns genótipos, em especial o 47 (UNI-2), 11 (UNI-3) e o genótipo 5 (UNI-1) são bastante promissores para dar continuidade ao programa, revelando ótimas perspectivas para seleção precoce, já que o tempo é um fator crítico nos programas de melhoramento genético de espécies perenes, por envolverem espécies de ciclos longos, são demorados e onerosos (MASSARO *et al.*, 2010) e a seleção precoce é uma importante opção para reduzir esse tempo.

Vale ressaltar a importância do prosseguimento desse trabalho com esses genótipos, já que o experimento foi conduzido durante o período que compreende a fase de juvenildade da espécie. Deste modo, avaliações futuras com ênfase na produção e produtividade, serão extremamente importantes para fornecer mais subsídios e maior confiança no processo de seleção da melhor família e dos melhores indivíduos dentro de cada família.

Em razão da alogamia apresentada pela espécie, as plantas são altamente heterozigotas e, apresentam ampla variabilidade genética na maioria das características. Como é uma planta perene, a propagação clonal (assexuada) é indicada em relação à seminífera (sexuada), pois possibilita a manutenção da qualidade dos frutos e um incremento na produtividade em um curto espaço de tempo. Assim, após os procedimentos de seleção, a propagação vegetativa pode tornar-se uma importante ferramenta para a obtenção dos cultivares clonais (LASHERMES *et al.*, 1996).

6 CONCLUSÕES

De modo geral, com exceção do CF, observam-se maiores efeitos ambientais do que genéticos para as características avaliadas nas progênes de pinheira.

Houve concordância entre os métodos MHVG, PRVG e MHPRVG para CFr, DFr, MFr, MC, MS, Nse, SS, CF, PeF, PA, pH e AT, na discriminação dos genótipos com alta adaptabilidade e estabilidade.

Os indivíduos selecionados obtiveram a nova média superior à média da população inicial em todos os caracteres avaliados.

Os genótipos: 47 da progênie UNI-2, 11 da progênie UNI-3 e o 5 da progênie UNI-1 apresentam grande potencial para novos ciclos de hibridação e seleção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C. L. P. de. **Índices multivariados e BLUP multisafras na seleção de genótipos de goiabeira**. 2017. 86 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas)- Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF Campos Dos Goytacazes, 2017.

AOAC - Association of Official Analytical Chemistral. **Official methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 11. ed. Washington: AOAC, 1992. 1115 p.

APG III. Angiosperm Phylogeny Group. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, Oxford , v.61, p.105-12, 2009.

ARAÚJO FILHO, G. C.; ANDRADE, O. M. S.; CASTRO, F. A. de; SÁ, F. T. de. **Instruções técnicas para o cultivo da ateira**. Fortaleza, EMBRAPA. (Instruções Técnicas, 1), 1998. 1-9 p.

ARAÚJO, J. F.; ARAÚJO, J. F.; ALVES, A. A. C. **Instruções técnicas para o cultivo da pinha (*Annona squamosa* L.)**. Salvador, EBDA, (EBDA. Circular Técnica, 7), 1999. 44p.

ATROCH, A. L.; NASCIMENTO FILHO, F. J. do; RESENDE, M. D. V. de; LOPES, R.; CLEMENT, C. R. Avaliação e seleção de progênies de meios-irmãos de guaranazeiro. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, Pará, v. 53, n. 2, p. 123-130, 2010.

ATROCH, A. L.; NASCIMENTO FILHO, F. J. do; RESENDE, M. D. V. de. Seleção genética simultânea de progênies de guaranazeiro para produção, adaptabilidade e estabilidade temporal. **Revista de Ciências Agrárias**, Recife, v. 56, n. 4, p. 347-352, 2013.

BORGES, C. V.; FERREIRA, F. M.; SOUZA, V. F. de; ATROCH, A. L.; ROCHA, R. B. Seleção entre e dentro de progênies para a produção de frutos de pupunha. **Revista de Ciências Agrárias**, Recife, v. 60, n. 2, p. 177-184, 2017.

BORGES, V.; FERREIRA, P. V.; SOARES, L.; SANTOS, G. M.; SANTOS, A. M. M. Seleção de clones de batata-doce pelo procedimento REML/BLUP. **Acta Scientiae**, Maringá, v.32, n.4, 2010.

BRAGA SOBRINHO, R. Produção integrada de Anonáceas no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. especial, p. 102-107, 2014.

BRUCKNER, C. H. **Perspectivas do melhoramento genético do maracujazeiro. Maracujá: temas selecionados.** Porto Alegre: Cinco Continentes Editora, 1997. 25-46 p.

CARVALHO, C. R. L.; MANTOVANI, D. M. B.; CARVALHO, P. R. N.; MORAES, R. M. de. **Análises químicas de alimentos.** Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1990. 121p.

CARVALHO, P. S. de; BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E.; ALVES, M. A.; MELO NETO, M. L. de. Avaliação de genótipos de pinheira (*Annona squamosa* L.) no Vale do Rio Moxotó III. Características de crescimento e produção – 1992 a 1997. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n.1, p.27-30, 2000.

CAVALCANTE, I. H. L.; MARTINS, A. B. G.; OLIVEIRA, I. V. M.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z. Características de frutos de cinco variedades de caqui madurados em la planta o en post cosecha. **Revista de Biología e Ciências da Terra**, Sergipe, v.7, n.2, p. 201-209, 2007.

CAVALCANTE, I. H. L.; MOURA, M. C. S.; ROCHA, L. F.; JÚNIOR, G. B. S.; MARTINS, L. V.; SILVA, R. R. S. Seleção preliminar de genótipos de pinheira em Bom Jesus-PI. **Revista de Ciências Agrárias**, Recife, v. 34, p. 173–181, 2011.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** v.2. Viçosa: UFV, 2006. 585p.

CRUZ NETO, A. J. da. **Parâmetros genéticos e estudo de adaptabilidade, estabilidade em híbridos de maracujazeiro-amarelo.** 2016. 65 f. il. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2016.

DEGENHARDT, J.; DUCROQUET, J. P.; GUERRA, M. P.; NODARI, R. O. Variação fenotípica de características de frutos em duas famílias de meios-irmãos de Goiabeira Serrana (*Acca sellowiana* Berg.) de um pomar comercial em São Joaquim, SC. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.475-479, 2003.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa.** Viçosa, UFV: Impr. Univ., 1987. 279 p.

FERNANDES, J. S. C.; RESENDE, M. D. V.; STURION, J. A.; MACCARI JR, A. Estudo comparativo de delineamentos experimentais para estimativas de parâmetros genéticos em erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. – Hil.). **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.5, p.663- 671, 2004.

FERRÃO, R. G.; CRUZ, C. D.; FERREIRA, A.; CECON, P. R.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; CARNEIRO, P. C. S.; SILVA, M. F. Parâmetros genéticos em café Conilon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília v.43, p.61-69, 2008.

FIGUEIREDO, A. G.; VON PINHO, R. G.; SILVA, H. D.; BALESTRE, M. Application of mixed models for evaluating stability and adaptability of maize using unbalanced data. **Euphytica**, Holanda, v. 202, n.3, p.393-409, 2015.

GUIMARÃES, J. F. R.; NIETSCHKE, S.; COSTA, M. R.; MOREIRA, G. B. R.; PEREIRA, M. C. T.; VENDRAME, W. Genetic diversity in sugar apple (*Annona squamosa* L.) by using RAPD markers. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n.3, p.428-431, 2013.

KAVATI, R. Embalagem e comercialização. In: SÃO JOSÉ, A.R.; SOUZA, I. V. B.; MORAIS, O. M.; REBOUÇAS, T. N. H. **Anonáceas: produção e mercado**. Vitória da Conquista: UESB/DFZ, p. 257- 262, 1997.

KAVATI, R. **Apostila de curso sobre a cultura da fruta-do-conde**, Campinas, 1998. 15p.

KAVATI, R. Embalagem e comercialização. In: SÃO JOSÉ, A.R.; SOUZA, I. V. B.; MORAIS, O. M.; REBOUÇAS, T. N. H. **Anonáceas: produção e mercado**. Vitória da Conquista: UESB/DFZ, p. 257- 262, 1997.

KIIL, L. H. P.; COSTA, J. G. da. Biologia floral e sistema de reprodução de *Annona squamosa* L. (Annonaceae) na região de Petrolina-PE. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, p.851-856, 2003.

LASHERMES, P.; COUTURON, E.; MOREAU, N.; PAILLARD, M.; LOUARN, J. Inheritance and genetic mapping of self-incompatibility in *Coffea canephora* Pierre. **Theoretical and Applied Genetics**, Alemanha, v.93, p.458-462, 1996.

LAVIOLA, B. G.; ALVES, A. A.; GURGEL, F. D.; ROSADO, T. B.; COSTA, R. D.; ROCHA, R. B.; BHERING, L. L. Estimate of genetic parameters and predicted genetic gains with early selection of physic nut families. **Ciência Agrotecnológica**, Lavras, v.36, p.163-170, 2012.

LEMOS, E. E. P. de. A produção de anonáceas no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, edição especial, p. 077-085, 2014.

LEMOS, E. E. P. de; CAVALCANTI, R. L. R. R. Mecanismos para resistência ao estresse hídrico em pinheira (*Annona squamosa* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 10., 1989, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBF, 1989. 431-434 p.

LEON, J. **Botânica de los cultivos tropicales**. San José: IICA, 1987.

LEON, J. **Botânica de los cultivos tropicales**. 3.ed. São José, Costa Rica: IICA, 2000. 50p.

MAIA, M. C. C.; RESENDE, M. D. V. de.; PAIVA, J. R. de; CAVALCANTE, J. J. V.; BARROS, L. de M. Seleção simultânea para produção, adaptabilidade e estabilidade genotípica em clones de cajueiro via modelos mistos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiás, v.39, p.43-50, 2009.

MAIA, M. C. C.; RESENDE, M. D. V. de; OLIVEIRA, L. C.; VASCONCELOS, L. F. L.; LIMA NETO, J. F. P. Análise genética em genótipos de manga rosa via REML/BLUP. **Revista Agrotecnologia**, Goiás, v.5, n.1, p.1-16, 2014.

MANICA, I.; ICUMA, I. M.; JUNQUEIRA, K. P.; OLIVEIRA, M. A. S.; CUNHA, M. M.; OLIVEIRAJR, M. E.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ALVES, R. T. **Frutas Anonáceas: Ata ou Pinha, Atemólia, Cherimólia e Graviola**. Tecnologia de Produção, Pós-Colheita, Mercado. Porto Alegre: Ed. Cinco Continentes, 2003. 596p.

MASSARO, R. A. M.; BONINE, C. A. V.; SCARPINATI, E. A.; PAULA, R. C. Viabilidade de aplicação da seleção precoce em testes clonais de *Eucalyptus* spp. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 4. p. 597- 609, 2010.

MARIGUELE, K. H.; RESENDE, M. D. V.; VIANA, J. M. S.; SILVA, F. F.; SILVA, P. S. L.; KNOP, F. C. Methods of longitudinal data analysis for the genetic improvement of sugar apple. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, p.1657–1664, 2011.

MARTINS, I. S.; CRUZ, C. D.; ROCHA, M. G. B.; REGAZZI, A. J.; PIRES, I. E. Comparação entre os processos de seleção entre e dentro de seleção combinada em progênies de *Eucalyptus grandis*. **Revista Cerne**, Lavras, v.11, n.1, p.14-21, 2005.

MENDES, D. S.; PEREIRA, M. C. T.; NIETSCHE, S.; SILVA, J. F.; ROCHA, J. S.; MENDES, A. H.; XAVIER, H. R. A.; SANTOS, R. C. Phenological characterization and

temperature requirements of *Annona squamosa* L. in the Brazilian semiarid region. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.89, p.1-12, 2017.

MIRANDA, A. C.; MORAES, M. L. T.; SILVA, P. H. M.; SEBBEN, A. M. Ganhos genéticos na seleção pelo método do índice multi-efeitos em progênies de polinização livre de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 43, n.105, p.203-209, 2015.

MISTRO, J. C. **Estimativas de parâmetros genéticos visando o melhoramento do café robusta (*Coffea canephora* Pierre ex. A. Froehner)**. 2013. 152 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2013.

MODESTO, Z. M. M.; SIQUEIRA, N. J. B. **Botânica**. São Paulo: EPU, 1981. 167p.

NEGREIROS, J. R. da S.; SARAIVA, L. L.; OLIVEIRA, T. K.; ÁLVARES, V. S.; RONCATTO, G. Estimativas de repetibilidade de caracteres de produção em laranjeiras-doce no Acre. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.12, p.1763-1768, 2008.

NEGREIROS, J. R. da S. **Seleção combinada, massal e entre e dentro, análise de trilha e repetibilidade em progênies de meios-irmãos de maracujazeiro (*Passiflora ora edulis* f. *flavicarpa*)**. 2006. 128f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

NIETSCHE, S.; PEREIRA, M. C. T.; SANTOS, F. S.; XAVIER, A. A.; CUNHA, L. de M. V. da; NUNES, C. F.; SANTOS, F. A. Polinização artificial de flores de pinha (*Annona squamosa* L.) de diferentes tamanhos. **Revista Ceres**, Viçosa, v.50, n. 290, p.489- 496, 2003a.

NIETSCHE, S.; PEREIRA, M. C. T.; ROCHA, M. V.; DURÃES, N. N.; MOTA, W. F.; GONÇALVES, V. D.; BRAZ, L. C.; ABREU, S. C. de.; LIMA, C. de. Diferentes horários de polinização artificial no pegamento e qualidade de frutos de pinheira (*Annona squamosa* L.) no norte de Minas Gerais. **Unimontes Científica**, Montes Claros, v.5, n.1, 2003b.

OLIVEIRA, E. J.; FRAIFE FILHO, G. A.; FREITAS, J. P. X. Desempenho produtivo e interação genótipo x ambiente em híbridos e linhagens de mamoeiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 2, p. 402-410, 2014.

PEREIRA, M. C. T.; NIETSCHE, S.; SANTOS, F. S.; XAVIER, A. A.; CUNHA, L. de M. V. da; NUNES, C. F.; SANTOS, F. A. Effect of artificial pollination improving fruit set and quality of sugar apple (*Annona squamosa* L.) fruits. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.2, 2003.

PEREIRA, M. C. T.; NIETSCHE, S.; COSTA, M. R.; CRANE, J. H.; CORSATO, C. D. A.; MIZOBUTSI, E. H. 2011. **Anonáceas: pinha, atemoia e graviola** . Informe Agropecuário. Belo Horizonte, v.32, n.264, p.26-34, 2011.

PIMENTEL, A. J. B.; GUIMARÃES, J. F. R.; SOUZA, M. A.; RESENDE, M. D. V. de; MOURA, L. M.; ROCHA JURIOR, A. S. C.; RIBEIRO, G. Estimation of genetic parameters and prediction of additive genetic value for wheat by mixed models. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.49, p.882-890, 2014.

PINTO, A. C. de Q.; CORDEIRO, M. C. R.; ANDRADE, S. R. M.; FERREIRA, F. R.; FILGUEIRAS, H. A. de C.; ALVES, R. E.; KINPARA, D. I. **Annona species**. International Centre for Underutilised Crops, University of Southampton, UK, 2005. 284p.

PIRES, I. E. **Eficiência da seleção combinada no melhoramento genético de *Eucalyptus* spp.** 1996. 116 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

PIZA JR, C. T.; KAVATI, R. Situação atual e perspectivas da cultura de anonáceas no Estado de São Paulo. In: SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B.; MORAIS, O. M.; REBOUÇAS, T. N. H. **Anonáceas, produção e mercado**. Vitória da Conquista: URSB, 1997. p.184-95.

PÚBLIO-FILHO, W. M. **Caracterização agrônômica de quatro famílias de meios-irmãos de pinheira no Norte de Minas Gerais**. 2016. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, 2016.

RESENDE, M. D. V. de. Avanços da genética biométrica florestal. In: ENCONTRO SOBRE TEMAS DE GENÉTICA E MELHORAMENTO, 14., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Esalq, 1997. 20-46 p.

RESENDE, M. D. V. de. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Embrapa Informação Tecnológica. Colombo: Embrapa Florestas, Brasília, 2002. 975 p.

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

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

SACRAMENTO, C. K.; MOURA, J. I. L.; COELHO JR, E. Graviola. In: SANTOS-SEREJO, J. et al. (Eds) **Fruticultura Tropical: frutas regionais e exóticas**, Embrapa. 2009, 95-132 p.

SÃO JOSÉ, A. R.; PIRES, M. de M.; FREITAS, A. L. G. E. de; RIBEIRO, D. P.; PEREZ, L. A. A. Atualidades e perspectivas das Anonáceas no mundo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 1, p. 86-93, 2014.

SCALOPPI JUNIOR, E. J. **Propagação de espécies de Annonaceae com estacas caulinares**. 2007. 87f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal)- UNESP/FCAV, Jaboticabal, 2007.

SILVA, L. E. da. **Variabilidade e estimação de parâmetros genéticos via modelos mistos em canafístula**. 2015. 54f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2015.

SILVA, M. A. **Métodos de seleção**. Viçosa-MG: UFV, 1982. 51 p.

SILVA, P. S. L.; ANTONIO, R. F.; MARIGUELE, K. H.; SILVA, K. M. B.; LIMA, L. K. de; SILVA, J. S. do V. Estimates of genetic parameters for fruit yield and quality in custard apple progenies. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n.3, p.550-558, 2007.

VERARDI, C. K.; RESENDE, M. D. V. de; COSTA, R. B.; GONÇALVES, P. S. Adaptability, stability and progenies selection of rubber. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, p.1277–1282, 2009.

ZENI-NETO, H.; OLIVEIRA, R. A.; DAROS, E.; BESPALHOK FILHO, J. C.; ZAMBON, J. L. C.; IDO, O. T.; WEBER, H. Seleção para produtividade, estabilidade e adaptabilidade de clones de cana-de-açúcar em três ambientes no Estado do Paraná via modelos mistos. **Scientia Agraria**, Paraná, v.9, p.425-430, 2008.