



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS
GENÉTICOS VEGETAIS



ALIRIO JOSÉ DA CRUZ NETO

**PARÂMETROS GENÉTICOS E ESTUDO DE ADAPTABILIDADE,
ESTABILIDADE EM HÍBRIDOS DE MARACUJAZEIRO-AMARELO**

FEIRA DE SANTANA – BA

2016

ALÍRIO JOSÉ DA CRUZ NETO

PARÂMETROS GENÉTICOS E ESTUDO DE ADAPTABILIDADE,
ESTABILIDADE EM HÍBRIDOS DE MARACUJAZEIRO-AMARELO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito para obtenção do título de mestre em Recursos Genéticos Vegetais.

Orientadora: Prof^a Dr^a. Adriana Rodrigues Passos

Coorientador: Dr. Onildo Nunes de Jesus (EMBRAPA/CNPMP)

FEIRA DE SANTANA – BA

2016

Ficha Catalográfica – Biblioteca Central Julieta Carteado

C96p Cruz Neto, Alírio José da
Parâmetros genéticos e estudo de adaptabilidade, estabilidade em híbridos de maracujazeiro-amarelo / Alírio José da Cruz Neto. – Feira de Santana, 2016.
64 p.: il.

Orientadora: Adriana Rodrigues Passos.
Coorientador: Onildo Nunes de Jesus.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, 2016.

1. *Passiflora edulis*Sims f. *flavicarpa*Deg. 2. Maracujá - Amarelo - Genética. I. Passos, Adriana Rodrigues, orient. II. Jesus, Onildo Nunes de, coorient. III. Título.

CDU: 582.842.7

COMISSÃO EXAMINADORA

**Simone Alves Silva
Prof.^a. Dr.^a da UFRB**

**Ronaldo Simão de Oliveira
Prof. Dr.^o da UEFS**

**Prof.^a. Dr.^a. Adriana Passos Rodrigues
Orientadora e Presidente da Banca**

FEIRA DE SANTANA – BA

2016

**A minha Mãe e Vó Raimunda (*in memoriam*) por toda educação,
esforço, sacrifício e amor, dedico esta conquista.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me abençoar todos os dias, dando forças para alcançar os meus objetivos.

A meus pais, pelo amor e dedicação. Serei sempre grato a minha Mãe por proporcionar, com muito sacrifício, o melhor em tudo para mim e minha irmã. A minha irmã, por todo amor, inspiração e por me dar mais uma razão de viver, minha sobrinha Maria Eduarda.

A minha noiva Mileide, pelo amor, apoio e cumplicidade em todos os momentos.

Aos meus familiares pelo carinho e apoio nos momentos de dificuldades.

A Família Coutinho, em especial a Tia Leci, pelo carinho e acolhimento, minha eterna gratidão.

Aos meus amigos, pelo companheirismo e apoio ao longo da caminhada em Cruz das Almas.

Aos meus Orientadores Adriana Passos e Onildo Nunes de Jesus pela oportunidade de aprendizado pessoal e profissional.

A equipe e amigos do Melhoramento Genético do Maracujá da Embrapa pelo apoio na realização deste projeto.

A Embrapa pelo espaço físico e oportunidade de desenvolvimento deste trabalho.

Ao programa de Pós Graduação em Recursos Genéticos Vegetais (UEFS), aos coordenadores, professores, funcionários e secretários.

E a todos que de alguma forma contribuíram para realização dessa conquista.

RESUMO

Os objetivos deste trabalho foram avaliar a adaptabilidade e estabilidade de 14 híbridos de maracujazeiro-amarelo, estimar os componentes genéticos de variância e de média via modelos mistos (REML/BLUP), estabelecer as correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais entre características do fruto de maracujazeiro em três ambientes. Foram avaliados 14 genótipos de maracujazeiro nos ambientes de Dom Basílio-BA, Rio de Contas-BA e Lençóis-BA, utilizando o delineamento experimental em blocos casualizados completos, com três repetições e nove plantas por parcela. A seleção genótipos baseou-se nos métodos da adaptabilidade dada pela média harmônica dos valores genéticos (MHVG), estabilidade pela performance relativa dos valores genéticos (PRVG) e seleção conjunta para adaptabilidade e estabilidade dada pela média harmônica da performance relativa dos valores genéticos (MHPRVG). Foram estimadas as correlação genotípica (r_G), fenotípica (r_F) e de ambiente (r_E) para cada ambiente. Foram avaliados os caracteres, número de frutos (NF); produtividade total acumulada (PR); massa do fruto (MF); comprimento de frutos (CF); diâmetro do fruto (DF); relação CF/DF; massa da casca (MC); espessura de casca (EC); massa da polpa (MP); rendimento de suco (RE); sólidos solúveis (SS); acidez titulável (AT) e RATIO (SS/AT). As estimativas de herdabilidade e os ganhos genéticos nos ambientes avaliados apresentaram boas perspectivas para seleção de genótipos superiores. Houve efeito pronunciado da interação GxE para a maioria dos caracteres, exceto CF, RE, SS, AT e SS/AT. De acordo com o critério MHPRVG os híbridos mais estáveis e adaptáveis nos ambientes de avaliação foram o BRS Gigante Amarelo, HFOP-09, H09-09, GP09-02, GP09-03 e BRS Sol do Cerrado. Em 88,88% dos casos as estimativas das correlações genotípicas foram maiores do que as fenotípicas nos três ambientes. Em lençóis as correlações genotípicas foram negativas entre NF x MF, DF, EC, MC, MP, SS e AT, divergindo dos demais ambientes. Nos ambientes de Dom Basílio e Rio de Contas a PR correlacionou se positivamente com MF, CF, DF e MC. Em todos os ambientes a seleção de frutos com maiores MF proporcionará maiores CF, DF, PC e PP e pela seleção do formato de frutos ovais menor espessura de casca. De modo geral, para as correlações entre características de importância agrônômica, como NF x PR, SS; MF x DF, MC, MP, RATIO; DF x MC, MP, RATIO; CF/DF x EC e MC x RATIO apresentaram o mesmo comportamento nos três ambientes de avaliação, exceto para características NF x MF, DF, EC, MC, MP e AT em Lençóis.

Termos de indexação: *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg., interação GxE, parâmetros genéticos, recomendação, lançamento, modelos mistos, seleção indireta.

ABSTRACT

The aims of this study were to evaluate the adaptability and stability of 14 yellow passion fruit plant hybrids and to estimate the genetic components of variance and average via mixed models (REML/BLUP), estimate the phenotypic, genotypic and environmental correlations between passion fruit characteristics in three environments. The selection of genotypes was based on methods of adaptability, as produced by the harmonic mean of genetic values (MHVG); of stability, as produced by the relative performance of genetic values (PRVG); and on a joint selection for both adaptability and stability, as produced by the harmonic mean of the relative performance of the genetic values (MHPRVG). The genetic correlations were estimated (r_G), phenotypic (r_F) and environment (r_E) for each environment. The following traits were evaluated: fruit number (FN); total cumulative productivity (TCP); fruit mass (FM); fruit length (FL); fruit diameter (FD); peel mass (PM); peel thickness (PT); pulp mass (PUM); juice yield (JY); soluble solids (SS); titratable acidity (TA); and SS/TA (RATIO). The estimates for heritability and the genetic gains in the evaluated environments were found to have good perspectives for the selection of superior genotypes, except for traits TCP, SS, and JY. There was a marked effect from the genotype x environment interaction (GxE) for most traits, except for FL, JY, SS, TA, and SS/TA. The most stable and adaptable hybrids in the evaluated environments were BRS *Gigante Amarelo* (BRS Yellow Giant), HFOP-09, H09-09, GP09-02, GP09-03, and BRS *Sol do Cerrado* (BRS Sun of *Cerrado*). In 88.88% of cases the estimates of genotypic correlations were higher than phenotypic in the three environments. In Lençóis genotypic correlations between FN x FM, FD, PT, PM, PUM, SS and TA, differed from the other environments. In Dom Basílio and Rio de Contas to TCP correlated positively with FM, FL, FD and PM. In all environments the selection of fruits with higher FM facilitating higher LF, FD, PM and PUM and the selection of the oval thinner peel fruit shape. In general, for correlations between traits of agronomic importance, such as FN x TCP, SS; FM x FD, PM, PUM, RATIO; FD x FM, PUM, RATIO; FL/FD x PT e FM x RATIO showed the same behavior in the three evaluation environments, except for characteristics FN x FM, FD, PT, PM, PUM e TA in Lençóis.

Index terms: *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg., GxE interaction, genetic parameters, recommendation, launch, mixed models, indirect selection.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1. Estimativas dos componentes de variância (REML) para as características: produtividade total acumulada (PR); massa do fruto (MF); comprimento de frutos (CF); diâmetro do fruto (DF); massa da casca (MC); espessura de casca (EC); massa da polpa (MP); rendimento de suco (RE); sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT) e RATIO (relação entre SS/AT)..... 32

Tabela 2. Estimativas dos componentes da média (BLUP) para os caracteres produtividade (PR), massa do fruto (MF), comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF), espessura de casca (EC), massa da casca (MC), massa da polpa (MP), rendimento de suco (RE) em 14 híbridos de maracujazeiro amarelo..... 35

Tabela 3. Estimativas de ganho genético predito livre da interação para os caracteres químicos dos frutos sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT (RATIO) em 14 híbridos de maracujazeiro amarelo..... 38

Tabela 4. Análise de *deviance* das características agrônômicas avaliadas em híbridos de maracujazeiros amarelo para as características: produtividade total acumulada (PR); massa do fruto (MF); comprimento de frutos (CF); diâmetro do fruto (DF); massa da casca (MC); espessura de casca (EC); massa da polpa (MP); rendimento de suco (RE); sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT)..... 39

Tabela 5. Estabilidade e adaptabilidade (MHPRVG x u) dos valores genotípicos de híbridos de maracujazeiro amarelo para os caracteres: produtividade (PR), massa do fruto (MF), comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF), espessura de casca (EC), massa da casca (MC), massa da polpa (MP), rendimento de suco (RE), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT (RATIO)..... 40

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica (r_F - diagonal superior) e genotípica (r_G - diagonal inferior) para as características número de frutos (NF), produtividade (PR), massa do fruto (MF), comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF), espessura de casca (EC), massa da casca (MC), massa da polpa (MP), rendimento de suco (RE), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT (RATIO).....58

Tabela 2. Estimativas dos coeficientes de correlação ambiental para as características: número de frutos (NF), produtividade (PR), massa do fruto (MF), comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF), espessura de casca (EC), massa da casca (MC), massa da polpa (MP), rendimento de suco (RE), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT (RATIO).....59

Tabela 3. Estimativas dos coeficientes de correlação genotípica nos três ambientes, desconsiderando os efeitos das interações GxE com base no modelos mistos REML/BLUP, para as características número de frutos (NF), produtividade (PR), massa do fruto (MF), comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF), espessura de casca (EC), massa da casca (MC), massa da polpa (MP), rendimento de suco (RE), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT (RATIO).....60

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	11
1.1. Aspectos morfológicos e importância econômica	11
1.2. Melhoramento genético do maracujazeiro	13
1.3. Parâmetros genéticos	15
1.4. Interação genótipo x ambiente, adaptabilidade e estabilidade	18
2. REFERÊNCIAS	20
CAPÍTULO 1	26
1. INTRODUÇÃO	28
2. MATERIAL E MÉTODOS	30
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4. CONCLUSÕES	41
5. REFERÊNCIAS	41
CAPÍTULO 2	45
1. INTRODUÇÃO	47
2. MATERIAL E MÉTODOS	49
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	51
4. CONCLUSÕES	56
5. REFERÊNCIAS	60
CONSIDERAÇÕES FINAIS	64

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1. Aspectos morfológicos e importância econômica

O maracujazeiro pertence ao gênero *Passiflora* L., numericamente o principal táxon da família Passifloraceae. É um gênero com expressiva diversidade, representado por aproximadamente 530 espécies (ULMER; MACDOUGAL, 2004; HANSEN et al., 2006), originário da América do Sul (VANDERPLANK, 1996), cujo maior centro de distribuição geográfica localiza-se no Centro-Norte do Brasil (LOPES, 1991). No estado da Bahia o gênero apresenta cerca de 30 espécies (NETO, 2008). Dentre as espécies de *Passiflora*, a *P. edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. é considerada de elevada importância em decorrência das suas características, propriedades e aceitação comercial. Quanto ao aspecto morfológico a espécie caracteriza-se como trepadeira sub-lenhosa com gavinhas axilares, glabra e com folhas trilobadas. As flores são axilares e solitárias, hermafroditas, brancas. Os Filamentos da coroa são púrpuras na base e brancos no ápice. O fruto apresenta baga globosa, com grande quantidade de sementes ovais, reticuladas e pretas (LIMA; CUNHA, 2004).

O maracujazeiro apresenta alta diversidade genética e é amplamente cultivado no Brasil, Equador, Colômbia, Peru, África do Sul e Austrália (MANICA e OLIVEIRA JUNIOR, 2005). O Brasil destaca-se como um grande produtor de maracujá, com a crescente demanda tanto no mercado de suco quanto de frutas. A maior exploração comercial é realizada com maracujá amarelo ou azedo, que compreende cerca de 95% dos pomares da produção nacional, devido seus frutos serem de sabor bastante forte e elevados teores de acidez e maior rendimento de suco, tornando-se bastante interessante tanto para o comércio *in natura*, como para o processamento industrial (GONÇALVES et al., 2007).

A cultura do maracujazeiro está em expansão no Brasil, e sua importância cresce a cada ano. Os dados comparativos do IBGE, referentes aos anos de 2003 a 2014, mostram um aumento da produção de 59% e área colhida de 61% (Figura 1). Em 2014, a produção brasileira foi de 823.284 toneladas, em uma área de 56.825 hectares, com destaque para a região Nordeste que lidera com 70,9% da produção nacional, seguida das regiões Sudeste (16,3%), Norte (6,2%), Sul (4,7%) e Centro-Oeste (2,0%) (Figura 2) (IBGE, 2014). O estado da Bahia apresentou produtividade de 12,43 t ha⁻¹, contribuindo com aproximadamente 46,30% da produção nacional e 65,31% da produção no Nordeste (IBGE, 2014). Os municípios baianos que se destacam com produção acima de 6.000 toneladas foram

Livramento de Nossa Senhora, Dom Basílio, Rio Real, Jandaíra, Rio de Contas, Jaguaquara, Itiruçu e Barra da Estiva (Figura 3). Esses municípios, em conjunto foram responsáveis por 23.375 ha de área cultivada e produção de 275.650 toneladas, correspondendo a 72,3% da produção baiana e 33,4% da brasileira.

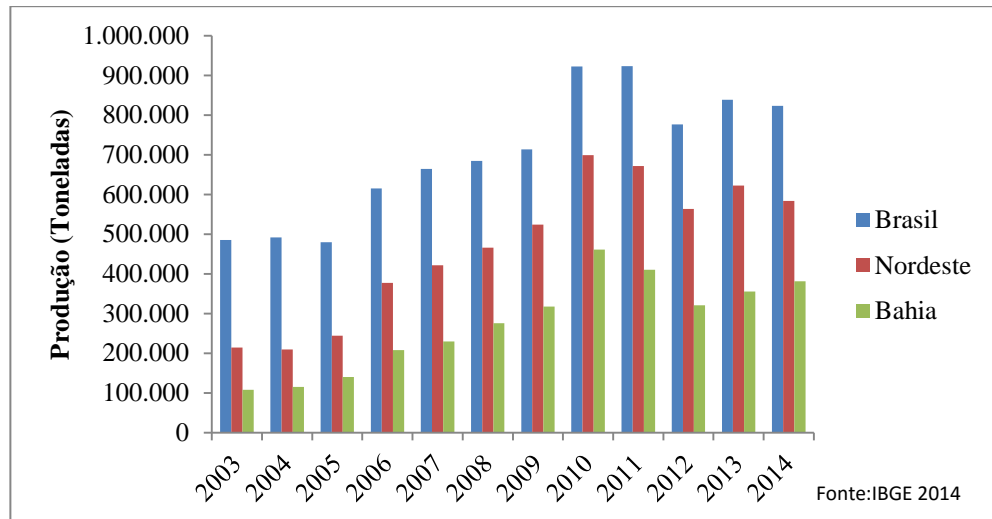


Figura 1. Evolução da produção de maracujá no Brasil, Nordeste e Bahia, no período de 2003 a 2014.

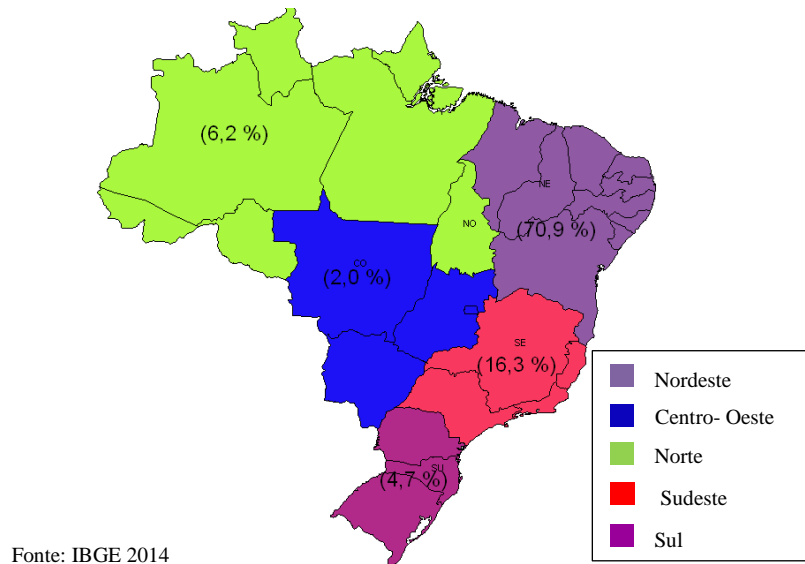


Figura 2. Contribuição de cada região do Brasil para a produção de maracujazeiro no Brasil.

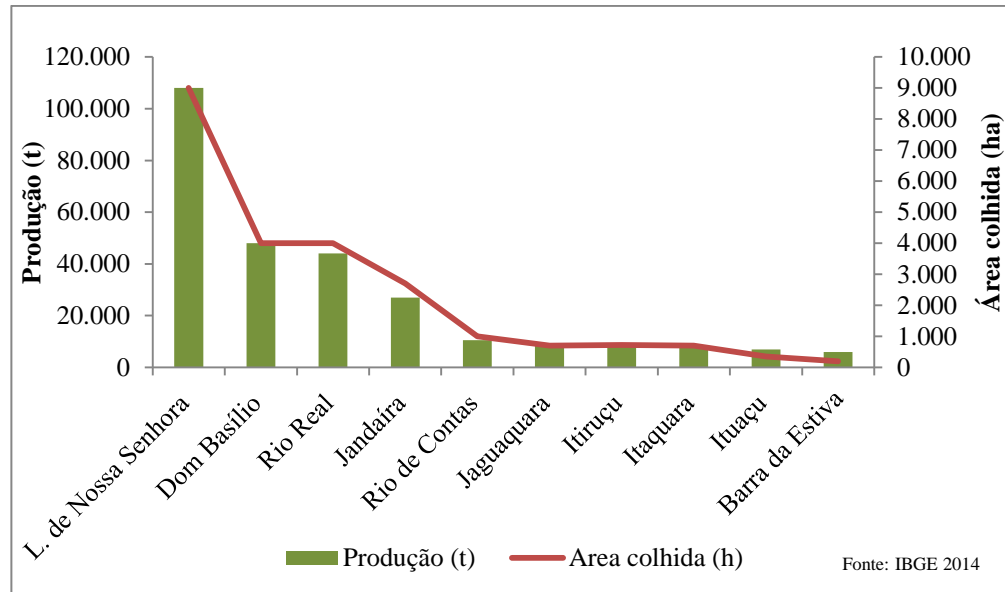


Figura 1. Quantidade produzida e área colhida dos dez principais municípios produtores de maracujá da Bahia (IBGE, 2014).

Quanto ao contexto social, a produção de maracujá nestes municípios é realizada por pequenas propriedades (1 a 4 hectares), formado por agricultores familiares, que utilizam o maracujá como principal fonte de renda. É uma cultura que possui forte apelo social na região por empregar uma grande quantidade de mão de obra e uma fonte contínua de renda. Nos municípios os cultivos são, essencialmente, voltados para o mercado *in natura*, onde se exigem frutos com massa superior a 200 g, cor bem amarelada, isentos de problemas fitossanitários e injúrias físicas (NEGREIROS et al., 2007).

O programa de melhoramento do maracujá da Embrapa Mandioca e Fruticultura vêm desenvolvendo pesquisas com utilização de híbridos de maracujazeiro-amarelo. Os resultados produzidos com estes novos híbridos mostraram-se superiores a algumas variedades comerciais utilizadas pelos pequenos produtores. Assim, a utilização destes genótipos, com garantia de maiores rendimentos e boa qualidade de fruto, comprovada nas condições edafoclimáticas do estado da Bahia, podem vir a alavancar a passicultura na região.

1.2. Melhoramento genético do maracujazeiro

Dentro da família Passifloraceae o gênero *Passiflora* é o maior e mais representativo da família, e grande parte dessas espécies estão presentes em todo território brasileiro. Essa expressiva variabilidade confere ao país a posição de grande centro de diversidade genética do maracujazeiro, tornando possível diversos trabalhos para o melhoramento genético da espécie

(GONÇALVES et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2008; REIS et al., 2011). A exploração dos recursos genéticos do gênero *Passiflora*, pelos programas de melhoramento genético pode contribuir significativamente para o desenvolvimento de novas variedades.

A obtenção de híbridos mais produtivos, com características físicas e químicas, bem como resistência ou tolerância aos principais problemas fitossanitários tem sido os principais objetivos do melhoramento genético. O estado da Bahia, apesar de ser o principal produtor nacional de maracujá, apresenta cultivos com produtividade média baixa (12,43 t ha⁻¹), comparado ao potencial de produção da cultura, estimado em 40 a 50 t ha⁻¹ (MELETTI et al., 2000).

O desenvolvimento de genótipos superiores e formação de uma população capaz de suprir as exigências do mercado, com relação às diversas características de interesse agrônomo é o objetivo de qualquer programa de melhoramento genético. No caso do maracujazeiro, objetiva-se à obtenção de genótipos com elevada produtividade, boa qualidade de frutos e resistência a pragas e doenças (OLIVEIRA et al., 2008). Quanto às exigências do mercado, podem variar de acordo com o destino final do produto. Para o mercado de frutas frescas, almejam-se frutos com grandes dimensões, com bom rendimento de polpa. Quando destinado à indústria, os frutos devem expressar alto teor de sólidos solúveis (acima de 13°brix), casca fina e rendimento de polpa acima de 33% da massa total do fruto (NASCIMENTO et al., 1999; OLIVEIRA et al., 2008).

A condução de programas de melhoramento de qualquer cultura deve-se levar em consideração o sistema reprodutivo da espécie, uma vez que a existência de cruzamentos e autofecundações podem proporcionar estruturas genéticas distintas (FERREIRA et al., 2004). Em que pese o maracujazeiro apresentar uma estrutura floral típica de planta hermafrodita, constitui planta alógama, auto incompatível, com grande variabilidade a ser explorada (BRUCKNER et al., 2002). Nesse contexto, vários são os métodos de melhoramento aplicáveis ao maracujazeiro, com a finalidade de aumentar a frequência de alelos favoráveis ou da exploração do vigor híbrido (MELETTI et al., 2000).

O desenvolvimento de híbridos tem sido uma prática de melhoramento recente utilizada nos programas de maracujazeiro-amarelo (NEVES et al., 2013). Devendo-se considerar, também, o uso de seleção massal estratificada por ser de fácil aplicação a cultura, e a seleção recorrente por proporcionarem aumento da frequência de alelos favoráveis, sem reduzir a variabilidade genética da população (REIS et al., 2011; FREITAS et al., 2012). No momento atual, o uso de híbridos de maracujazeiro intraespecíficos e interespecíficos tem

sido uma prática adotada pelos programas de melhoramento para o desenvolvimento de novas variedades com características promissoras.

Hibridações interespecíficas, também, têm sido relatadas com um método promissor (FALEIRO et al., 2005; JUNQUEIRA et al., 2008). Embora em alguns trabalhos, esses híbridos apresentaram problemas relacionados a macho esterilidade, viabilidade de pólen, falta de adaptação e suscetibilidade a algumas doenças de parte aérea (OLIVEIRA; RUGGIERO, 1998; FALEIRO et al., 2005). A hibridação, quando bem sucedida, favorece a recombinação gênica dentro da espécie para obtenção de novos genótipos superiores de maracujazeiro-amarelo (SANTOS, 2013).

Dentre os métodos de seleção, a obtenção de progênies de meio-irmãos não exige controle de polinização, e esta pode ser realizada de forma não controlada. Por outro lado, a obtenção de progênies de irmãos completos exige um maior controle nos cruzamentos entre os genótipos selecionados (BRUCKNER et al., 2002). A obtenção de compostos a partir de cruzamentos, também pode ser uma boa estratégia de melhoramento. Cruzamentos recíprocos podem ser realizados entre variedades ou populações livres, basta que estes apresentem boa capacidade geral de combinação (HALLAUER; MIRANDA FILHO, 1988).

A Embrapa Mandioca e Fruticultura vêm desenvolvendo híbridos, através de cruzamentos com parentais selecionados, com características agronômicas desejáveis como alta produtividade, uniformidade na produção, alto rendimento de polpa com acidez e doçura aceitáveis e tolerância às principais doenças (NEVES et al., 2013). Esses híbridos vêm sendo avaliados em polos de produção na Bahia, visando seleção e recombinação de novas cultivares para os passicultores do Estado. Outras linhas de ação desenvolvida pelo programa é a hibridação interespecífica seguida de ciclos de retrocruzamentos para a incorporação de genes de interesse agrônomo de espécies silvestres em variedades comerciais.

O conhecimento sobre a variabilidade genética é a base para o melhoramento. Essa variabilidade pode ser acessada por meio das estimativas dos parâmetros genéticos que permitem descrever os níveis de variação genética entre progênies e híbridos, para que as melhores estratégias de seleção sejam adotadas (SEBBENN et al., 1994; FREITAS et al., 2006).

1.3. Parâmetros genéticos

A escolha dos métodos de melhoramento, depende essencialmente do conhecimento dos mecanismos genéticos responsáveis pela herança do caráter sob seleção (RESENDE,

2002). A utilização das estimativas dos parâmetros genéticos fornece informações para as ações dos programas de melhoramento genético, uma que vez, estas estimativas promovem o conhecimento sobre a natureza da ação gênica envolvida na transmissão dos caracteres (RESENDE, 2002).

A variância ambiental, fenotípica e genética, ganho genético, herdabilidade no sentido amplo e restrito, e as correlações com outras características, são os parâmetros genéticos que mais interessam aos programas de melhoramento (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992; RESENDE, 2002) e podem ser obtidos da análise de variância conforme delineamentos genéticos (VIANA; GONÇALVES, 2005).

A variância genotípica pode ser dividida em variância genética aditiva, dominância e epistática (VENCOVSKY, 1969). A variância genotípica aditiva está atribuída aos efeitos médios dos genes, já variância da dominância reflete as interações entre alelos de um mesmo loco e a variância epistática está atribuída as interações entre alelos de locos diferentes (VIANA; GONÇALVES, 2005). A variância genética aditiva é o fator mais importante das propriedades genéticas de uma população, sendo a principal causa da semelhança entre parentes. A sua importância está no fato de que mostra para um determinado caráter, o potencial da população para fins de seleção e melhoramento (NAMKOONG, 1979; FALCONER, 1987). Por outro lado, a variância genética de dominância é levada em consideração quando almeja-se explorar a heterose ou vigor híbrido (CRUZ e REGAZZI, 2001).

A herdabilidade mede o nível da correspondência entre o fenótipo e o valor genético que, em última instância, terá papel importante quanto a influenciar na próxima geração (FALCONER, 1972; VENCOVSKY e BARRIGA 1992). É o parâmetro genético de maior importância e aplicação nos programas de melhoramento de plantas. Sua compreensão norteia sobre os procedimentos e estratégias a serem adotadas nas etapas do desenvolvimento de uma cultivar (FALCONER, 1987). Na herdabilidade no sentido amplo é considerada a variabilidade genética total em relação à fenotípica, e a herdabilidade no sentido restrito apenas é considerada a porção da variância genética aditiva em relação à fenotípica (HANSON, 1963; FALCONER, 1972). A herdabilidade no sentido restrito é a mais explorada pelos programas de melhoramento que tem como alvo de estudo espécies de reprodução cruzada, como o é o caso do maracujazeiro-amarelo (VIANA e GONÇALVES, 2005). Por outro lado, a herdabilidade no sentido amplo, é utilizada para plantas de propagação assexuada, em que o genótipo é herdado integralmente pelos descendentes (SOUZA JÚNIOR, 2001; VIANA; GONÇALVES, 2005).

Altos valores para as estimativas de herdabilidade indicam boas possibilidades de ganho, revelando que o controle genético pode ser alto e com pouca influência ambiental nos fenótipos. Desta forma, tais valores acrescentam informações valiosas para os melhoristas no estabelecimento eficiente de esquemas de cruzamentos e no processo seletivo (DUDLEY e MOLL, 1969; GONÇALVES et al., 2007).

Além da herdabilidade é importante conhecer como as diferentes características sob seleção se correlacionam já que os programas de melhoramento levam em consideração várias características simultâneas. Os conhecimentos dessas associações genéticas podem contribuir para a melhor escolha dos procedimentos corretos de seleção, podendo maximizar o ganho genético por geração (SANTOS; VENCOVSKY, 1986; OLIVEIRA et al., 2010). Assim, ao selecionar outro caráter de alta herdabilidade, de fácil medição, de fácil identificação e que apresenta alta correlação como caráter desejado, o melhorista poderá obter progressos mais rápidos em relação ao uso de seleção direta (CARVALHO et al., 1999; CRUZ et al., 2004).

No caso do maracujazeiro, Bruckner et al. (2002) considera a necessidade de obter índices indiretos para produtividade de maracujá, em virtude da produção contínua, o que torna a avaliação de plantas bastante trabalhosa. Além disso, a qualidade do fruto está relacionada a várias características físicas, sendo importante determinar a magnitude desta relação visando seleção de frutos com características melhores e assim facilitando as avaliações dos programas de melhoramento.

A correlação fenotípica reflete a associação fenotípica entre caracteres de um indivíduo, sendo obtida pela combinação entre as covariâncias genéticas e ambientais (FALCONER; MACKAY, 1996). A correlação genotípica reflete a porção genética da correlação fenotípica, sendo a única de natureza herdável. Dessa forma, é utilizada para nortear os programas de melhoramento genéticos, uma vez que as correlações fenotípicas são atribuídas a fatores genéticos e ambientais. Entretanto, apenas as associações de natureza genética são herdáveis (FALCONER, 1987; FERREIRA et al., 2003). Em virtude das associações entre o genótipo e o ambiente serem bastante pronunciadas, as correlações fenotípicas acabam por expressar pouco valor prático para os programas de melhoramento (OLIVEIRA et al., 2010). Podendo levar, em alguns casos, a inferências equivocadas pelo melhorista, sendo necessário diferenciar entre os diferentes fenótipos os que apresentam causas genéticas e ambientais (ALMEIDA, 1988; OLIVEIRA et al., 2010).

A partir do conhecimento proporcionado pelos parâmetros genéticos o melhorista obtém informações que podem auxiliar no desenvolvimento e lançamento de novas cultivares.

1.4. Interação genótipo x ambiente, adaptabilidade e estabilidade

A expressão do fenótipo é resultado da ação do genótipo sob influência do ambiente. Quando se consideram vários ambientes, observa-se que além dos efeitos do genótipo e do meio, há também o efeito causado pela interação destes dois fatores (RESENDE, 2007). Para os programas de melhoramento, a existência de interações Genótipo x Ambiente (GxE) é um inconveniente quando este apresenta ampla adaptabilidade, pois dificulta o ganho genético, bem como o desenvolvimento e recomendação de novos híbridos (SILVA et al., 2014).

A interação (GxE) trata-se da oscilação da performance de um genótipo em um determinado ambiente, onde o melhor material em um ambiente possa não ser em outro (RESENDE, 2007). Neste contexto, o ambiente compreende clima, solo, grau de insolação, época de plantio e colheita, adubação, quantidade e distribuição de chuvas, variações de temperatura, entre outros (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992). A importância do estudo da interação GxE reside no fato de tornar possível a seleção de genótipos com adaptação específica ou diversa, a escolha de locais de seleção e a determinação do número ideal de ambientes e de genótipos a serem avaliados durante a seleção dos genótipos promissores (FOX et al., 1997; PINTO JUNIOR et al., 2006).

A avaliação de cultivares em diversos ambientes tem como objetivo verificar o comportamento diferenciado diante das variações dos ambientes nos quais os experimentos estão instalados. A análise da interação GxE, não assegura informações confiáveis sobre desempenho de cada genótipo em várias condições ambientais (ROSADO et al., 2012). Quando o objetivo é identificar genótipos com comportamentos previsíveis em vários ambientes, faz necessário promover estudos sobre adaptabilidade e estabilidade, para que ocorra a recomendação de novas variedades e equívocos de avaliação sejam minimizados (OLIVEIRA et al., 2014).

A estabilidade fenotípica está relacionada à escolha de materiais que sejam menos afetados por variações do ambiente, ou seja, o material genético apresenta um comportamento altamente previsível em função do ambiente (VENCOVSKY; BARRIGA 1992; CRUZ et al., 2004). E a adaptabilidade, fundamenta-se na identificação de genótipos com a capacidade de aproveitar vantajosamente o estímulo do ambiente (CRUZ et al., 2004).

Existem vários modelos para comparar estabilidade e adaptabilidade de genótipos no ambiente, e a definição da melhor metodologia de análise reside, principalmente, na quantidade de ambientes estudados, dentre a qualidade dos dados (OLIVEIRA et al., 2014). Vários são os métodos disponíveis, Yates; Cochran, (1938), Eberhart e Russell (1966), o não

paramétrico proposto por Lin; Binns (1988) e modelos mistos REML/BLUP (ATROCH et al., 2013; RESENDE, 2002).

A metodologia dos modelos mistos é aquele que contém efeitos fixos e aleatórios no mesmo modelo, independentemente da média geral e do erro experimental, sempre classificados como fixos e aleatórios (RESENDE, 2002). A metodologia REML/BLUP fundamenta-se na relação: quanto menor for o desvio padrão do comportamento genotípico através dos ambientes, maior será a média harmônica de seus valores genotípicos através dos ambientes (ATROCH et al., 2013).

O REML (máxima verossimilhança restrita ou residual) estima os componentes de variância e parâmetros genéticos para situação de dados desbalanceados e de heterogeneidade de variâncias, enquanto que o BLUP (melhor preditor linear não viesado) prediz os valores genotípicos (RESENDE, 2004; ATROCH et al., 2013). No REML/BLUP a predição dos valores genéticos aditivos e genotípicos dos candidatos à seleção, propicia uma maior acurácia experimental. Bem como, modela os efeitos fixos e aleatórios, simultaneamente, e em casos de dados desbalanceados as estimativas dos efeitos de tratamento são mais precisas, sendo mais eficiente que o método da ANOVA (RESENDE, 2004; ATROCH et al., 2013). Deste modo, o uso de modelos mistos (REML/BLUP) vem assumido importância no melhoramento de algumas culturas, como: café (PETEK et al., 2008), cupuaçu (MAIA et al., 2011), mamão (OLIVEIRA et al., 2014) e guaraná (ATROCH et al., 2011, 2013). Visando à estimativa de parâmetros genéticos importantes (RESENDE, 2004; ATROCH et al. 2013), como também na estimação da adaptabilidade e estabilidade genéticas.

Para estimar a adaptabilidade e estabilidade os valores gerados pelo método REML/BLUP são concomitantes aos ordenamentos gerados pela estatística média harmônica dos valores genéticos (MHVG), pela performance relativa dos valores genéticos (PRVG), e pela média harmônica da performance relativa dos valores genéticos (MHPRVG) (RESENDE, 2004). De modo que MHVG refere-se à seleção a estabilidade. A adaptabilidade implica no desempenho relativo através dos ambientes (PRVG) e a MHPRVG, refere-se à seleção simultânea para estabilidade e adaptabilidade (RESENDE, 2004; PINTO JÚNIOR et al., 2006). O método da MHPRVG baseia-se na análise dos valores genotípicos por meio de modelos mistos, permitindo a seleção de genótipos através da consideração conjunta da estabilidade e adaptabilidade. Ademais, o modelo fornece dados na própria grandeza da característica avaliada, facilitando as interpretações dos resultados, já que tais valores observados são de natureza genética (ROSADO et al., 2012).

As metodologias de seleção que unificam a estabilidade e a adaptabilidade em uma única estatística são consideradas mais eficientes a aquelas usam apenas a produção como critério de seleção (RESENDE, 2007; VERARDI et al., 2009) como o proposto pelo método da MHPRVG.

No caso do maracujazeiro, são poucos os relatos sobre os trabalhos realizados sobre o tema (VIANA et al., 2004; MORAES et al., 2005; SANTOS et al., 2015) e fruto de avaliação em diferentes ambientes, ressaltando a importância do presente trabalho. Dessa forma, o uso do modelo misto pode contribuir para aumentar a eficiência no programa de melhoramento do maracujazeiro, subsidiando a seleção e a recomendação de genótipos superiores para o cultivo em diferentes condições ambientais no estado da Bahia.

2. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. H. B. **Heterose e correlações em plantas branquicas e normais de jerimum caboclo (*Cucurbita máxima* Duchesne)**. 1988. 95p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- ATROCH, A. L.; NASCIMENTO FILHO, F. J.; RESENDE, M. D. V. 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.
- ATROCH, A. L. et al. Avaliação e seleção de progênies de meios-irmãos de guaranazeiro. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 53, n. 2, p. 123-130, 2011.
- BRUCKNER, C. H et al. Maracujazeiro. In: BRUCKNER, C.H. **Melhoramento de fruteiras tropicais**. Viçosa: UFV, 2002. p. 373-409.
- CARVALHO, C. G. P.; OLIVEIRA, V. R.; CRUZ, C. D.; CASALI, V. W. D. Análise de trilha sob multicolinearidade em pimentão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, p.603-613, 1999.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2º edição. Viçosa: UFV. 2001. 390p.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004.
- DUDLEY, J. W.; MOLL, R. H. Interpretation and use of estimation of heritability and genetic variances in plant breeding. **Crop Science**, v. 2, n. 3, p. 257-262, 1969.

- EBERHART, S. A.; RUSSEL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v. 6, p. 36-40, 1966.
- FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1987. p. 279.
- FALCONER, D. S. **Introducción a la genética cuantitativa**. México: Ediciones CECSA, 1972. p. 430.
- FALCONER, D. S.; MACKAY, F. C. **Introduction to Quantitative Genetics**. Longman, New York. 1996. p. 464.
- FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. **Maracujá**: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, v. 1, 2005. p. 677.
- FERREIRA, M. A. J. F et al. Implicações da expressão sexual e do sistema reprodutivo de melancia em programas de pré-melhoramento. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 65). 24 p. 2004.
- FERREIRA, M. A. J. F. et al. Correlações genotípicas, fenotípicas e de ambiente entre dez caracteres de melância e suas implicações para o melhoramento genético. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 438-442, 2003.
- FOX, P. N.; CROSSA, J.; ROMAGOSA, I. Multi-environment testing and genotype environment interaction. In: KEMPTON, R. A.; FOX, P. N. (Ed.). *Statistical methods for plant variety evaluation*. New York: Chapman & Hall, 1997. p. 117-138.
- FREITAS, J. P. X. et al. Avaliação de recursos genéticos de maracujazeiro-amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.46, p.1013-1020, 2012.
- FREITAS, M. L M. et al. Parâmetros genéticos em progênies de polinização aberta de *Cordia trichotoma* (Vell.) ex Steud. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 18, n. único, p. 95-102, 2006.
- GONÇALVES, G. M et al. Seleção e herdabilidade na predição de ganhos genéticos em maracujá-amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, p.193-198, 2007.
- HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative genetics in maize breeding**. Iowa State: University Press, Ames, 1988.
- HANSEN, A. K et al. Phylogenetic relationships and chromosome number evolution in Passiflora. **Systematic Botany**, v.31, p. 138-150, 2006.
- HANSON, W. D. Heritability. In: HANSON, W. D.; ROBINSON, H. F. (Ed.). **Statistical genetics and plant breeding**. Washington, DC: National Academy of Science, 1963. p. 125-139.

- IBGE. **Banco de Dados Agregados**: produção agrícola municipal. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acesso: 05 jan 2016.
- JUNQUEIRA, K. P et al. Confirmação de híbridos interespecíficos artificiais no gênero *Passiflora* por meio de marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, p.191-196, 2008.
- LIMA, A. A.; CUNHA, M. A. P. **Maracujá: produção e qualidade na passicultura**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, cap. 1, p.13-36, 2004.
- LIN, C. S.; BINNS, M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 68, p. 193-198, 1988.
- LOPES, S. C. Citogenética do maracujá, *Passiflora* spp. In: SÃO JOSÉ, A. R., FERREIRA, F. R.; VAZ, R. L. (Ed.) A cultura do maracujá no Brasil. Jaboticabal: FUNEP, p. 201-209, 1991.
- MAIA, M. C. C et al. Seleção de clones experimentais de cupuaçu para características agroindustriais via modelos mistos. **Revista Agroambiente**, n. 5, p. 35-43, 2011.
- MANICA, I.; OLIVEIRA JUNIOR, M. E. Maracujá no Brasil. In: MANICA, I. (Ed.) **Maracujá-doce: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes. 2005. p. 11-33.
- MELETTI, L. M. M.; SANTOS, R. R. ; MINAMI, K. Melhoramento do maracujazeiro-amarelo: obtenção do composto IAC-27. **Scientia Agricola**, v.56, p.491-498, 2000.
- MORAES, M. C et al. Genetic and phenotypic parameter estimates for yield and fruit quality traits from a single wide cross in yellow passion fruit. **Hort. Science**, Alexandria, v. 40, n. 7, p. 1978-1981, 2005.
- NAMKOONG, G. **Introduction to quantitative genetics in forestry**. Washington: USDA. Forest Service. 1979, p. 342.
- NASCIMENTO, T. B.; RAMOS, J. D.; MENEZES, J. B. Características físicas do maracujá-amarelo produzido em diferentes épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.34, n.12, p.2353-2358, 1999.
- NEGREIROS, J. R. S.; ARAÚJO NETO, S. E. ; ÁLVARES, V. S.; LIMA, V.A.; OLIVEIRA, T.K. Caracterização de frutos de progênes de meios irmãos de maracujazeiro amarelo em Rio Branco – Acre. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v.30, p.431-437, 2007.
- NETO, E. M. C. Análise semântica dos nomes comuns atribuídos às espécies de *Passiflora* (Passifloraceae) no Estado da Bahia, Brasil. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 3, n. 2, p. 86-94. 2008.

- NEVES, C. G.; NUNES, O. J.; LEDO, C. A. S.; OLIVEIRA, E. J. Avaliação agronômica de parentais e híbridos de maracujazeiro- amarelo. **Revista Brasileira Fruticultura**. Jaboticabal, v.35, n.1, p.191-198, 2013.
- 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.
- OLIVEIRA, E. J.; LIMA, D. S.; LUCENA, R. S.; MOTTA, T. B. N.; DANTAS, J. L. L. Correlações genéticas e análise de trilha para número de frutos comerciais por planta em mamoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, p.855-862, 2010.
- OLIVEIRA, E. J.; SANTOS, V. S.; LIMA, D. S.; MACHADO, M. D.; LUCENA, R. S.; MOTTA, T. B. N.; CASTELLEN, M. S. Seleção em progênies de maracujazeiro-amarelo com base em índices multivariados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, p.1543-1549, 2008.
- OLIVEIRA, J. C.; RUGGIERO, C. Aspectos sobre o melhoramento do maracujazeiro amarelo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO, 5., 1998, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, p. 291-310, 1998.
- PETEK, M. R.; SERA, T.; FONSECA, I. C. D. B. Prediction of genetic additive values for development of a coffee cultivar with increased rust resistance. **Bragantia**, v. 67(1), p. 133–140, 2008.
- PINTO JÚNIOR, J. E.; STURION, J. A.; RESENDE, M. D. V.; RONZELLI JÚNIOR, P. Avaliação simultânea de produtividade, adaptabilidade e estabilidade de *Eucalyptus grandis* em distintos ambientes do Estado de São Paulo. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 53, p. 79-108, 2006.
- REIS, R. V.; OLIVEIRA, E.J.; VIANA, A. P.; PEREIRA, T. N. S. Diversidade genética em seleção recorrente de maracujazeiro-amarelo detectada por marcadores microssatélites, **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 46, p. 51–57, 2011.
- RESENDE, M. D. V. de; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 3, p. 182-194, 2007.
- RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 975 p.
- RESENDE, M. D. V. **Métodos estatísticos ótimos na análise de experimentos de campo**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 100 p. (Documentos).

- ROSADO, A. M.; ROSADO, T. B.; ALVES, A. A.; LAVIOLA, B. G.; BHERING, L. L. Seleção simultânea de clones de eucalipto de acordo com produtividade, estabilidade e adaptabilidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.47, p.964-971, 2012.
- SANTOS, E. A. **Melhoramento do maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis Sims*) visando à resistência ao Cowpea aphid-borne mosaic vírus**. 2013. 143 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF.
- SANTOS, E. A.; VIANA, A. P. P.; FREITAS, J. C. O.; RODRIGUES, D. L.; TAVARES, R. F.; PAIVA, C. L.; SOUZA, M. M. Genotypes selection by REML/BLUP methodology in a segregating population from na interspecific *Passiflora* spp. crossing. **Euphytica**, p. 1-11, 2015.
- SANTOS, J.; VENCOVSKY, R. Correlação fenotípica e genética entre alguns caracteres agronômicos do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Prática**, v.10, p.265-272, 1986.
- SEBBENN, A. M.; PIRES, C. L. S.; ROSA, P. R. F. Variação genética em progênies de meios-irmãos de *Pinus caribaea* Mor. var. *bahamensis* Bar. et Gol. na Região de Bebedouro-SP. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 6, n. único, p. 63-73, 1994.
- SILVA, P. R.; BISOGNIN, D. A.; LOCATELLI, A. B.; STORCK, L. Adaptability and stability of corn hybrids grown for high grain yield. **Acta Scientiae**, Maringá, v.36, p. 175-181, 2014.
- SOUZA JÚNIOR, C. L. **Melhoramento de espécies alógamas**. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; INGLIS, M. C. V. (Org.). Recursos genéticos e melhoramento de plantas. Rondonópolis: Fundação Mato Grosso, 2001. p.159-200.
- ULMER, T.; MACDOUGAL, J.M. ***Passiflora: passion flowers of the world***. Portland Oregon Timber Press, 2004. p. 430.
- VANDERPLANK, J. ***Passion flowers***. 2 ed. Cambridge: The MIT, 224p. 1996.
- VENCOVSKY, R. **Genética quantitativa**. In: KERR, W. E. (Coord.). Melhoramento e genética. São Paulo: Melhoramentos, 1969. p. 17-37.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496 p.
- VERARDI, C. K.; RESENDE, M. D. V.; COSTA, R. B.; GONÇALVES, P. S. Adaptabilidade e estabilidade de produção de borracha e seleção em progênies de seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 10, p. 1277-1282, 2009.
- VIANA, A. P.; GONÇALVES, G. M. Genética quantitativa aplicada ao melhoramento genético do maracujazeiro. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.

(Ed.). Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2005.p.243-274.

VIANA, A. P.; PEREIRA, T. N. S.; PEREIRA, M. G.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; SOUZA, M. M.; MALDONADO, J.F.M. Parâmetros genéticos em populações de maracujazeiro-amarelo. **Revista Ceres**. Viçosa, v.51, p.541-551, 2004.

YATES, F.; COCHRAN, W. G. The analysis of group experiments. **Journal of Agricultural Science**, Bangkok, v. 28, p. 556–580, 1938.

CAPÍTULO 1

PARÂMETROS GENÉTICOS, ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE PARA SELEÇÃO DE HÍBRIDOS DE MARACUJAZEIRO-AMARELO VIA REML/BLUP

PARÂMETROS GENÉTICOS, ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE PARA A SELEÇÃO DE HÍBRIDOS DE MARACUJAZEIRO-AMARELO VIA REML/BLUP

Alírio José da Cruz Neto¹, Onildo Nunes de Jesus², Raul Castro Carriello Rosa², Eder Jorge de Oliveira² e Adriana Passos Rodrigues¹

⁽¹⁾Universidade Estadual de Feira de Santana. Av. Transnordestina, s/n, Bairro Novo Horizonte Campus Universitário, CEP 44036-900. Feira de Santana, BA, Brasil. E-mail: alirioneto@hotmail.com, adrianarpassos@yahoo.com.br ⁽²⁾Embrapa Mandioca e Fruticultura, Rua Embrapa, s/nº, Caixa Postal 007, CEP 44380-000 Cruz das Almas, BA. E-mail: onildo.nunes@embrapa.br, raul.rosa@embrapa.br, eder.oliveira@embrapa.br

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar a adaptabilidade e estabilidade de híbridos de maracujazeiro amarelo e estimar os componentes genéticos de variância e de média via modelos mistos (REML/BLUP). Foram avaliados 14 genótipos de maracujazeiro em Dom Basílio, Rio de Contas e Lençóis-BA, utilizando o delineamento experimental em blocos casualizados completos, com três repetições e nove plantas por parcela. Foram avaliados os caracteres, produtividade total acumulada (PR); massa do fruto (MF); comprimento de frutos (CF); diâmetro do fruto (DF); massa da casca (MC); espessura de casca (EC); massa da polpa (MP); rendimento de suco (RE); sólidos solúveis (SS); acidez titulável (AT) e Ratio (SS/AT). A seleção de genótipos baseou-se nos métodos da adaptabilidade dada pela média harmônica dos valores genéticos (MHVG), estabilidade pela performance relativa dos valores genéticos (PRVG) e seleção conjunta para adaptabilidade e estabilidade dada pela média harmônica da performance relativa dos valores genéticos (MHPRVG). As estimativas de herdabilidade e os ganhos genéticos nos ambientes avaliados, apresentaram boas perspectivas para seleção de genótipos superiores, exceto para as características PR, SS e RE. Houve efeito pronunciado da interação genótipo por ambiente (GxE) para a maioria dos caracteres, exceto CF, RE, SS, AT e SS/AT. O critério MHPRVG gerou o mesmo agrupamento dado pelos parâmetros PRVG e MHVG, sendo que os híbridos mais estáveis e adaptáveis nos ambientes de avaliação foram o BRS Gigante Amarelo, HFOP-09, H09-09, GP09-02, GP09-03 e BRS Sol do Cerrado.

Termos de indexação: *P. edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg., interação GxE, melhoramento genético, novas cultivares, modelos mistos.

Genetic parameters, adaptability and stability to selection of yellow passion fruit hybrids by REML / BLUP

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the stability and adaptability of hybrids of yellow passion fruit and estimate the genetic components of variance and average via mixed models (REML/BLUP). They evaluated 14 genotypes of passion fruit in Dom Basilio, Rio de Contas and Lençóis-BA, using a randomized block design with three replicates and nine plants per plot. The traits, total cumulative productivity (PR); fruit mass (FM); fruits length (FL); fruit diameter (FD); mass of the shell (MS); shell thickness (ST); pulp mass (PM); juice yield (JY); soluble solids (SS) and titratable acidity (TA). The genotypes selection was based on the methods of adaptability given by the harmonic mean of the breeding values (MHVG) stability by the relative performance of the breeding values (PRVG) and joint selection for adaptability and stability given by the harmonic mean of the relative performance of the breeding values (MHPRVG). Estimates of heritability and genetic gains in the evaluated environments, showed good prospects for selection of superior genotypes, except for the PR, SS and JY. There was pronounced effect of genotype by environment (GxE) for most characters except FL, JY, SS, TA and (SS/TA). The MHPRVG criteria generated the same grouping given by PRVG and MHVG parameters and the most stable hybrids and adaptable in the evaluation environments were BRS Gigante Amarelo, HFOP-09, H09-09, GP09-02, GP09-03 and BRS Sol Cerrado.

Index terms: *P. edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg., GxE interaction, breeding, mixed models.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se como um grande produtor de maracujá de casca amarela ou roxa (*Passiflora edulis* Sims), e a demanda têm crescido tanto no mercado de suco processado, quanto de consumo *in natura* (GONÇALVES et al., 2007). A produção brasileira foi de 823.284 toneladas, em uma área de 56.825 ha, com destaque para a região Nordeste com 74,20% desta produção (IBGE, 2014). O estado da Bahia contribui com aproximadamente 46,3% da produção nacional e 65,3% da produção no Nordeste (IBGE, 2014). Apesar desse destaque, a produtividade na Bahia é considerada baixa (12,43 t ha⁻¹), comparado ao potencial de produtividade da cultura estimado em 40 a 50 t ha⁻¹ (FREITAS et al., 2011).

Dentre os fatores que limitam a produtividade do maracujazeiro destaca-se o uso de variedades locais pouco produtivas e de origem genética desconhecida. Por outro lado, de modo geral, os programas de melhoramento genético do maracujazeiro visam o desenvolvimento de variedades mais produtivas e com resistência a doenças, no intuito de serem utilizadas no sistema de produção da cultura. Para o aumento da produtividade é essencial conhecer os componentes de variância para uma melhor predição de valores genéticos e maximizar a acurácia da seleção (FARIAS NETO; REZENDE, 2001). Além disso, para ter sucesso na seleção e identificação de genótipos promissores é essencial avaliar o desempenho agrônômico dos genótipos em vários locais. Nessas avaliações, os genótipos estão sujeitos a interação genótipo por ambiente (GxE) que reflete em comportamento diferenciado dos indivíduos nos locais de avaliação. A existência de interações GxE é um fator complicador para o desenvolvimento de novos híbridos com ampla adaptabilidade, pois há um ranqueamento variável nos diversos ambientes de avaliação (SILVA et al., 2014). É importante que na indicação de variedades, os genótipos sejam mais estáveis e adaptados às condições ambientais adversas da região para onde estiverem sendo desenvolvidos (CRUZ et al., 2004; SILVA et al., 2014).

A estabilidade fenotípica está relacionada à escolha de genótipos menos afetados pelas variações do ambiente, enquanto a adaptabilidade se fundamenta na identificação de genótipos com comportamentos previsíveis e que sejam ajustáveis às variações ambientais (CRUZ et al., 2004). Atualmente existem vários modelos para avaliar a estabilidade e adaptabilidade de genótipos (OLIVEIRA et al., 2014). Contudo, o método REML/BLUP tem sido bastante utilizado neste tipo de estudo, pois a avaliação genética é feita por meio da predição dos valores genotípicos dos candidatos à seleção que proporciona maior acurácia experimental, sendo um método mais eficiente que a análise de variância, principalmente em casos de dados desbalanceados e heterogeneidade de variância (RESENDE, 2004).

O REML estima os componentes de variância e parâmetros genéticos, enquanto que, o BLUP prediz os valores genotípicos (RESENDE, 2004). O uso deste modelo vem assumido importância no melhoramento de plantas visando à estimativa de parâmetros genéticos importantes, como também na avaliação da adaptabilidade e estabilidade genéticas de plantas perenes (ATROCH et al., 2013).

Os valores genéticos preditos podem ser utilizados para estimar a adaptabilidade e estabilidade dos genótipos com uso da média harmônica dos valores genéticos (MHVG) e performance relativa dos valores genéticos (PRVG), respectivamente. Além disso, a média harmônica da performance relativa dos valores genéticos (MHPRVG) permite estimar a

adaptabilidade e estabilidade de forma conjunta em um único parâmetro (RESENDE, 2004). Estes métodos têm sido utilizados com sucesso em milho, batata-doce e caju cujos, trabalhos demonstraram a superioridade em relação aos métodos convencionais (CARVALHO et al., 2013; BORGES et al., 2010; MAIA et al., 2009).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a estabilidade e adaptabilidade de 14 híbridos de maracujazeiro-amarelo e estimar os componentes genéticos da variância e da média via modelos mistos, em ensaios realizados em três locais no estado da Bahia.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados 14 genótipos, sendo nove oriundos de cruzamentos entre parentais selecionados, pelo Programa de Melhoramento Genético do Maracujazeiro da Embrapa Mandioca e Fruticultura (GP09-02, GP09-03, HFOP08, HFOP09, H09-02, H09-07, H09-09, H09-14 e H09-30), e cinco testemunhas comerciais (BRS Sol do Cerrado, BRS Rubi do Cerrado, BRS Gigante Amarelo, FB200 e FB300). O plantio foi realizado em julho de 2013 em três polos produtores do Estado da Bahia: Dom Basílio (13°45'36"S, 41°46'15"W; 200m), Rio de Contas (3°34'44"S, 41°48'39"W; 1300m) e Lençóis (12°36'24.26" S, 41°20'59.86"W, 402 m). Os tratamentos culturais seguiram as recomendações para a cultura do maracujazeiro (BORGES et al., 2003).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados completos com 14 tratamentos distribuídos em três repetições com nove plantas na parcela. O espaçamento utilizado foi de 2,5 m entre linhas e 2,0 m entre plantas. O sistema de condução utilizado foi de espaldeira vertical com fio de arame nº 12 a 2,0 m de altura. Foram avaliados os caracteres agrônômicos, produtividade total acumulada (PR), expressa em $t\ ha^{-1}$. Para os caracteres físico-químicos dos frutos foram considerados cinco frutos por parcela e aferidas as seguintes características: comprimento de fruto (CF) em cm; diâmetro de fruto (DF) em cm; espessura de casca (EC) em mm; massa do fruto (MF) em g; massa da casca (MC) em g; massa da polpa (MP) em g; sólidos solúveis (SS), em °Brix, avaliado através de um refratômetro digital; acidez total titulável (AT), em mg de ácido cítrico por 100 mL de suco, determinada através de titulação com NaOH a $0,1\ mol\ L^{-1}$; rendimento de suco (RE) dada pela razão MF/MP e o RATIO obtido pela relação entre SS/AT.

As estimativas dos componentes de variância foram calculadas com base no método de Máxima Verossimilhança Restritiva (REML) e foram preditos os valores genéticos pela Melhor Predição Linear não Viesada (BLUP). Os valores genotípico livres da interação (u+g)

de cada híbrido foram obtidos somando-se cada efeito genotípico (g) à média geral do experimento (u). O ganho genético equivaleu à média dos vetores dos efeitos genéticos preditos para os híbridos selecionados. A média geral somada (u) ao ganho genético resultou na nova média da população melhorada. As estimativas dos parâmetros genéticos, a adaptabilidade (PRVG - desempenho relativo dos valores genéticos), a estabilidade (MHVG - média harmônica dos valores genéticos) e adaptabilidade e estabilidade (MHPRVG - média harmônica do desempenho relativo dos valores genéticos) foram obtidos por modelos mistos (REML/BLUP), utilizando-se o software genético-estatístico SELEGEN (RESENDE, 2007) e utilizando o modelo delineamento em blocos completos em vários locais e uma observação por parcela (modelo 54). A predição dos valores genéticos segue o modelo estatístico $y = Xr + Zg + Wi + e$, em que y é o vetor de dados, “ r ” é o vetor dos efeitos de repetição (assumidos como fixos) somados à média geral, “ g ” é o vetor dos efeitos genotípicos (assumidos como aleatórios), “ i ” é vetor dos efeitos da interação genótipo x ambiente (aleatórios) e “ e ” é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos (RESENDE, 2007).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Parâmetros genéticos e média genotípica

As estimativas dos parâmetros genéticos são importantes no direcionamento dos programas de melhoramento, pois predizem os valores genéticos e maximizam a seleção, auxiliando no processo seletivo para recomendação de novos materiais comerciais (MAIA et al., 2009; FARIAS NETO; REZENDE, 2001). As estimativas de componentes de variância estão apresentadas na Tabela 1. De modo geral, a variância genotípica (V_g), entre os híbridos analisados, apresentou baixa contribuição para a variância fenotípica (V_f), variando de 11,44 a 35,05% para as características produtividade (PR) e massa da casca (MC), respectivamente. As variâncias dos efeitos residuais (V_e) foram as que mais contribuíram para a V_f , com variação de 45,71 a 75,90% para DF e SS, respectivamente. Em virtude dos caracteres avaliados serem de natureza quantitativa e, por conseguinte, altamente influenciáveis pelo ambiente a variância residual tende a ser elevada (ATROCH et al., 2013). Estudos realizados com clones de eucaliptos (ROSADO et al., 2012) e guaranazeiro (ATROCH et al., 2013) também expressaram maiores contribuições da variância residual para variância fenotípica. Na cultura do maracujá, Santos et al. (2015) relataram valores mais elevados de variância ambiental para as características números de frutos e massa dos frutos. Em populações de

maracujazeiro-amarelo, Viana et al. (2003) relataram contribuição de 64% a 48% (comprimento e diâmetro fruto) para variância ambiental.

Tabela 1. Estimativas dos componentes de variância (REML) para as características: produtividade total acumulada (PR); massa do fruto (MF); comprimento do fruto (CF); diâmetro do fruto (DF); massa da casca (MC); espessura de casca (EC); massa da polpa (MP); rendimento de suco (RE); sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT) e RATIO (relação entre SS/AT).

Caracteres	Parâmetros											
	% da V_f			V_f	h^2_g	h^2_{mg}	A_{cgen}	c^2_{int}	r_{gloc}	$CV_{gi\%}$	$CV_{e\%}$	Média (u)
	V_g	V_{int}	V_e									
PR	11,44	23,12	65,44	66,58	0,11±0,08	0,43	0,66	0,23	0,33	10,41	24,88	26,53
MF	28,10	21,60	50,29	1241,94	0,28±0,13	0,69	0,83	0,22	0,57	8,27	11,06	226,00
CF	31,91	12,77	55,32	0,47	0,31±0,14	0,75	0,86	0,13	0,70	3,96	5,31	9,63
DF	34,29	20,00	45,71	0,35	0,35±0,15	0,75	0,87	0,20	0,64	4,21	4,73	8,37
EC	30,77	15,38	53,85	1,04	0,30±0,14	0,74	0,86	0,15	0,67	8,23	10,83	6,89
MC	35,05	18,94	46,01	490,77	0,35±0,15	0,75	0,87	0,19	0,65	10,88	12,46	120,58
MP	18,65	19,65	61,69	206,13	0,18±0,11	0,58	0,76	0,20	0,49	9,09	16,52	68,24
RE	13,28	11,97	74,75	15,96	0,13±0,09	0,52	0,72	0,12	0,53	4,96	11,78	29,32
SS	12,05	12,05	75,90	0,83	0,12±0,09	0,50	0,71	0,12	0,51	2,47	6,11	13,03
AT	30,00	10,00	60,00	0,20	0,31±0,14	0,75	0,87	0,11	0,74	6,62	9,03	3,78
RATIO	25,62	11,90	62,48	0,22	0,25±0,12	0,70	0,84	0,12	0,68	6,59	10,30	3,62

V_g : variância genotípica. V_{int} : variância da interação genótipo x ambiente. V_e : variância residual. V_f : variância fenotípica individual. $h^2_g = h^2$: herdabilidade de parcelas individuais no sentido amplo, ou seja, dos efeitos genotípicos totais. h^2_{mg} : herdabilidade da média de genótipo, assumindo sobrevivência completa. A_{cgen} : acurácia da seleção de genótipos, assumindo sobrevivência completa. $c^2_{int} = c_2$: coeficiente de determinação dos efeitos da interação genótipo x ambiente. r_{gloc} : correlação genotípica entre o desempenho nos vários ambientes. $CV_{gi\%}$: coeficiente de variação genotípica. $CV_{e\%}$: coeficiente de variação residual. u: Média geral do experimento.

A variância da interação GxE (V_{int}) foi a que menos contribuiu para a V_f , variando de 10,00 a 23,12%, para as características AT e PR, respectivamente (Tabela 1). Baixa magnitude da interação GxE (V_{int}), indica uniformidade no desempenho dos genótipos em função das variações ambientais e, desta forma, aponta maior ou menor adaptabilidade e estabilidade genética dos indivíduos (MAIA et al., 2009; ROSADO et al., 2012). Esse resultado pode ser confirmado por meio da elevada correlação genotípica (0,64 a 0,74 para DF a AT, respectivamente) entre o desempenho nos vários ambientes (r_{gloc}). Por outro lado, os menores valores observados de r_{gloc} (0,33 a 0,57) expressaram GxE (V_{int}) mais acentuada (Tabela 1).

Os coeficientes de variação residual (CV_e) variaram de 4,73% a 24,88% para DF e PR, respectivamente (Tabela 1). Em outras fruteiras, como o cajueiro foram relatados valores de

CV_e próximos de 34% (MAIA et al., 2009). Além disso, em maracujazeiro-azedo, Oliveira et al. (2008) relataram CV_e variando de 4,76% (CF) a 20,48% (NF). Embora a adoção de maior número de repetições possa contribuir para maior controle ambiental e redução no coeficiente de variação residual, os valores de CV_e observados no presente trabalho são considerados de baixa magnitude para características quantitativas, indicando boa precisão experimental (ROSADO et al., 2012).

O coeficiente de variação genotípica (CV_{gi}) é importante para melhoramento, uma vez que indica a amplitude de variação genética de uma característica. O CV_{gi} apresentou baixas magnitudes, variando de 2,47% para a variável sólidos solúveis (SS), a 10,88% para a massa da casca (MC) (Tabela 1). Em trabalhos com maracujá, Viana et al. (2003) encontraram variação de 0,00 a 52,78% de coeficiente de variação genotípica, entre as características porcentagem de suco e número de frutos. Os parâmetros CV_e e CV_{gi} apresentam grande relevância na tomada de decisão em um programa de melhoramento que envolve seleção, pois tem reflexo direto na estatística acurácia (RESENDE; DUARTE 2007). A acurácia seletiva (A_{cgen}) que é a raiz quadrada da h^2_{mg} e reflete a correlação entre o valor genotípico verdadeiro e aqueles valores estimados (RESENDE, 2002), e os altos valores indicam existência de variância genética entre os genótipos (Maia et al., 2014). A acurácia pode ser classificada como muito alta ($A_{cgen} \geq 0,90$), alta ($0,70 \leq A_{cgen} < 0,90$), moderada ($0,50 \leq A_{cgen} < 0,70$) e baixa ($A_{cgen} < 0,50$) (RESENDE; DUARTE, 2007). Desse modo, altas acurácias (0,71 a 0,87) foram observadas para a maioria dos caracteres avaliados, exceção para a variável PR (0,66), que apresentou acurácia mediana, reflexo do maior valor para o CV_e e menor h^2_{mg} (Tabela 1).

A herdabilidade de parcelas individuais no sentido amplo (h^2_g) expressa a variação genética presente entre os genótipos, bem como subsidia na definição dos métodos de melhoramento adequados para uso nos programas de melhoramento (RESENDE, 2002). Para as variáveis estudadas, os valores de h^2_g variaram de 0,11 para PR a 0,35 para DF e MC e foram associados a altos desvios (Tabela 1), indicando que a seleção individual pode não ser efetiva. Santos et al. (2015) em progênies interespecíficas encontraram resultados similares ao do presente estudo, com exceção para as características MP e SS que foram 0,61 e 0,62, respectivamente, indicando a possibilidade de sucesso na seleção individual com esses dois caracteres. As estimativas da herdabilidade média dos genótipos (h^2_{mg}) foram de maior magnitude e observou-se variações de 0,43 a 0,75 (Tabela 1). Os caracteres que apresentaram os maiores valores de h^2_{mg} (0,69 a 0,75) foram MF, RATIO, EC, CF, DF, AT e MC. Com exceção da MF que foi muito similar (67,78), os demais caracteres foram superiores ao

observados por Viana et al. (2003) ao avaliarem populações de maracujazeiro-amarelo em dois ambientes distintos. Oliveira et al. (2008) observaram valores de herdabilidade no sentido restrito em médias de progênies de meios irmão, acima de 0,50, para as variáveis CF e MF. Moraes et al. (2005) encontraram valor de h^2_{mg} superior para CF e SS e inferior para MF e DF ao avaliarem uma população F_1 . Altas estimativas de h^2_{mg} demonstram um bom controle genético do caráter e alto potencial para a seleção de genótipos superiores. Assim, nesses híbridos as variações observadas são também de natureza genética, o que propiciou elevadas taxas de acurácia seletiva, para a maioria das características agrônômicas. Entretanto, as características PR, SS, RE e MP apresentaram valores medianos com 0,43, 0,50, 0,53 e 0,58, respectivamente (Tabela 1). Esses valores refletem a baixa variância genética e alta variância ambiental, em virtude dos maiores valores observados para a variância residual de 61,69 a 75,90% (Tabela 1), e com isso tendem a apresentar baixas h^2_g , h^2_{mg} e acurácias, e consequentemente menores ganhos genéticos para esses caracteres. Em progênies de maracujazeiro, Oliveira et al. (2008) encontraram valores de 0,28 para h^2_{mg} para a característica RE.

As diferenças observadas nos valores das estimativas de herdabilidade são aceitáveis, já que é uma estimativa mutável de acordo com vários fatores, destacando a estrutura genética da população avaliada (SANTOS et al., 2015) e as mudanças nos parâmetros genéticos e fenotípicos. Esse último, condicionadas a característica estudada, ao método de estimação, a diversidade da população, ambiente de avaliação, tamanho da amostra e acurácia experimental (HALLAUER; MIRANDA FILHO 1988; FALCONER, 1996; BERNARDO, 2002). É importante destacar que as inferências dos parâmetros genéticos definidos neste trabalho são provenientes da avaliação de genótipos em três ambientes distintos e com isso, gera estimativas mais confiáveis (RESENDE e DIAS, 2000) e maximiza os ganhos genéticos na presença da interação genótipo x ambiente (COSTA et al., 2002). A população estudada trata-se de genótipos em fase final de avaliação, onde houve seleção de material genético que atendesse tanto o mercado *in natura* como para a indústria de processamento. No entanto, mesmo nestas condições, os genótipos ainda apresentaram variabilidade genética que pode ser utilizada para a seleção, cruzamentos visando aumento de frequência de alelos favoráveis.

Tabela 2. Estimativas de ganho genético predito livre da interação (BLUP) para os caracteres para os caracteres produtividade (PR), massa do fruto (MF), comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF), espessura de casca (EC), massa da casca (MC), massa da polpa (MP), rendimento de suco (RE) em 14 híbridos de maracujazeiro amarelo.

Genótipos	Produtividade total acumulada (PR)				Massa do Fruto (MF)				Comprimento do Fruto (CF)				Diâmetro do fruto (DF)			
	g	u + g	Ganho	Nova Média	g	u + g	Ganho	Nova Média	g	u + g	Ganho	Nova Média	g	u + g	Ganho	Nova Média
GP09-03	1,66	28,19	<u>2,06</u>	28,58	-1,19	224,81	10,29	236,29	0,48	10,11	<u>0,55</u>	10,18	0,01	8,37	0,21	8,58
HFOP-08	-0,68	25,85	0,94	27,47	-2,97	223,04	7,44	233,44	-0,13	9,50	0,19	9,82	-0,01	8,35	0,16	8,53
HFOP-09	-1,31	25,22	0,74	27,26	13,81	239,82	<u>23,06</u>	249,06	0,15	9,78	<u>0,36</u>	9,99	0,02	8,39	<u>0,29</u>	8,66
H09-30	-3,78	22,74	0,00	26,53	16,40	242,40	<u>27,69</u>	253,69	-0,44	9,19	0,00	9,63	0,63	8,99	<u>0,63</u>	8,99
FB300	-1,88	24,65	0,52	27,04	-6,51	219,50	6,04	232,05	0,04	9,67	0,27	9,90	-0,24	8,13	0,09	8,46
H09-09	2,12	28,65	<u>2,26</u>	28,78	1,71	227,72	<u>14,60</u>	240,61	0,22	9,85	<u>0,41</u>	10,04	0,01	8,38	0,25	8,62
BRS-SC	0,98	27,51	<u>1,65</u>	28,17	-2,13	223,87	8,74	234,74	-0,32	9,31	0,10	9,73	0,13	8,50	<u>0,36</u>	8,73
H09-14	0,76	27,29	1,40	27,93	0,20	226,21	12,20	238,21	-0,23	9,40	0,15	9,78	0,14	8,51	<u>0,44</u>	8,81
FB200	-2,44	24,09	0,29	26,82	-24,65	201,36	0,00	226,00	-0,38	9,25	0,03	9,66	-0,50	7,87	0,00	8,37
BRS-GA	2,39	28,92	<u>2,39</u>	28,92	38,97	264,97	<u>38,97</u>	264,97	0,62	10,25	<u>0,62</u>	10,25	0,55	8,91	<u>0,59</u>	8,95
BRS- Rubi	1,08	27,60	<u>1,81</u>	28,34	-7,10	218,91	4,85	230,85	0,07	9,70	0,31	9,94	-0,20	8,17	0,13	8,49
H09-07	0,61	27,13	1,30	27,83	-15,24	210,76	1,90	227,90	-0,32	9,31	0,07	9,70	-0,28	8,09	0,04	8,41
H09-02	-0,33	26,19	1,12	27,65	-13,44	212,56	3,32	229,33	-0,07	9,56	0,23	9,86	-0,25	8,12	0,06	8,43
GP09-02	0,81	27,34	1,51	28,03	2,12	228,12	<u>17,83</u>	243,83	0,32	9,95	<u>0,47</u>	10,10	-0,01	8,36	0,18	8,55
Genótipos	Espessura de casca (EC)				Massa da casca (MC)				Massa da polpa (MP)				Rendimento de suco (RE)			
	g	u + g	Ganho	Nova Média	g	u + g	Ganho	Nova Média	g	u + g	Ganho	Nova Média	g	u + g	Ganho	Nova Média
GP09-03	-0,18	6,71	0,34	7,22	1,06	121,64	8,81	129,40	-0,62	67,62	3,03	71,28	-0,22	29,10	0,55	29,87
HFOP-08	0,36	7,24	<u>0,57</u>	7,45	2,61	123,19	10,11	130,69	-4,27	63,97	1,04	69,28	-1,04	28,28	0,20	29,52
HFOP-09	0,44	7,32	<u>0,64</u>	7,52	7,38	127,97	<u>15,43</u>	136,02	4,48	72,72	<u>7,93</u>	76,17	0,41	29,73	0,74	30,06
H09-30	1,00	7,88	<u>1,00</u>	7,88	15,68	136,26	<u>19,46</u>	140,04	0,68	68,92	3,55	71,80	-0,81	28,51	0,43	29,75
FB300	0,09	6,98	0,41	7,30	-8,37	112,22	<u>3,95</u>	124,54	1,38	69,62	4,03	72,28	0,80	30,12	<u>0,94</u>	30,25
H09-09	-0,35	6,54	0,21	7,09	-2,09	118,50	7,45	128,04	2,26	70,51	<u>5,29</u>	73,53	0,76	30,08	<u>0,87</u>	30,19
BRS-SC	-0,30	6,58	0,27	7,15	-3,97	116,61	5,19	125,77	1,68	69,92	<u>4,57</u>	72,81	1,00	30,31	<u>1,00</u>	30,32
H09-14	0,48	7,37	<u>0,74</u>	7,62	5,68	126,27	<u>11,61</u>	132,19	-2,94	65,30	1,52	69,76	-1,02	28,30	0,31	29,63
FB200	-0,36	6,52	0,15	7,04	-19,08	101,50	0,00	120,59	-4,45	63,79	0,61	68,86	1,01	30,33	<u>1,01</u>	30,33
BRS-GA	0,24	7,12	0,47	7,35	23,24	143,83	<u>23,24</u>	143,83	11,37	79,61	<u>11,37</u>	79,61	0,17	29,49	0,64	29,96
BRS- Rubi	0,28	7,17	<u>0,51</u>	7,40	6,05	126,63	<u>13,09</u>	133,67	-7,97	60,27	0,00	68,24	-2,66	26,66	0,00	29,32
H09-07	-0,54	6,35	0,06	6,94	-12,96	107,62	1,47	122,05	-2,36	65,88	1,96	70,21	0,43	29,75	0,80	30,12
H09-02	-0,73	6,15	0,00	6,89	-11,44	109,15	2,67	123,26	-2,27	65,98	2,44	70,69	0,37	29,69	0,70	30,01
GP09-02	-0,42	6,46	0,11	6,99	-3,78	116,81	6,20	126,79	3,03	71,28	<u>6,29</u>	74,54	0,78	30,10	<u>0,90</u>	30,22

, efeito genotípico; u+g, valor genotípico predito médio nos ambientes. BRS Sol do Cerrado (BRS-SC); BRS Gigante Amarelo (BRS-GA). Os cinco melhores híbridos, para cada característica avaliada, estão sublinhados.

Os valores genotípicos devem ser priorizados pelos programas de melhoramento, pois são os verdadeiros valores a serem preditos e os valores de nova média são predições para os cultivos comerciais que os híbridos deverão adquirir (BORGES et al., 2010). Na Tabela 2 e 3 estão apresentados os efeitos genotípicos (g), valores genotípicos livres da interação (u+g), ganhos genéticos e a nova média dos 14 híbridos avaliados. Alguns efeitos genotípicos negativos (-g) foram identificados em alguns híbridos e para a maioria das características avaliadas. Esses valores indicam que os híbridos estão abaixo da média geral (u) e no processo seletivo seriam descartados, pois pode não carregar em seus genomas complementos gênicos desejáveis, inferindo que os materiais interagem de forma significativa com o ambiente, o que é indesejável para o lançamento de novas variedades (MAIA et al., 2009).

Para a característica produtividade total acumulada (PR), 57% dos híbridos foram superiores à média geral (u) dos ensaios que foi de 26,53 t ha⁻¹ (Tabela 2). Os genótipos BRS Gigante Amarelo (BRS-GA), H09-09, GP09-03, BRS Rubi do Cerrado (BRS-Rubi) e BRS Sol do Cerrado (BRS-SC) foram, nesta ordem, os cinco melhores ranqueados para essa característica, com média de 27,51 a 28,92 t ha⁻¹ com ganho variando de 3,7 a 9,0% (Tabela 2). Esses ganhos podem representar um forte impacto no setor produtivo da passicultura, já que, os valores observados para PR superaram a média nacional e a do estado da Bahia com 14,48 e 11,96 t ha⁻¹, respectivamente (IBGE, 2014).

A massa do fruto (MF) é um atributo importante para o mercado *in natura*, pois frutos maiores são os preferidos do consumidor (NEGREIROS et al., 2007). Nesse sentido, os cinco melhores genótipos ranqueados para essa característica foram BRS Gigante Amarelo (BRS-GA), H09-30, HFOP-09, GP09-02 e H09-09, apresentando ganhos de 14,60 a 38,97 g, respectivamente (Tabela 2).

As características comprimento (CF) e diâmetro de frutos (DF) são bem apreciadas pelo consumidor no momento da aquisição do produto, pois apresentam maior número de sementes e, conseqüentemente, maior rendimento de suco (NEGREIROS et al., 2007). Porém, é desejável que este atributo, também, esteja associado à redução da espessura da casca, e levado em consideração na seleção de novas variedades (NEVES et al., 2013). Entre os cinco melhores, destacaram-se os híbridos HFOP-09 e BRS Gigante Amarelo (BRS-GA), com ganhos de 0,36 e 0,62 para CF e 0,29 e 0,59 para DF, respectivamente (Tabela 2). Para a característica espessura de casca (EC) e massa da casca (MC) houve ganho, respectivamente, de 0,51 a 1,0 e de 11,61 a 23,24, com destaque para os genótipos H09-30, HFOP-09, H09-14 e BRS Rubi do Cerrado (BRS-Rubi) que sobressaíram para as duas características (Tabela 2). O BRS Gigante Amarelo (BRS-GA) destacou-se com o maior ganho para MC com 23,24

(Tabela 2). O valor de massa da casca e espessura da casca elevados, são características indesejáveis por não contribuir para o rendimento do suco, principalmente para frutos destinados ao processamento industrial (MELETTI et al., 2000; MEDEIROS et al., 2009).

A massa da polpa livre de sementes (MP) e o rendimento de suco (RE) são características bem apreciadas pela indústria de suco, que preconizam rendimento mínimo de 33% (NASCIMENTO et al., 1999). Para a característica MP, os híbridos que apresentaram os maiores ganhos genéticos foram BRS Gigante Amarelo (BRS-GA), HFOP-09, GP09-02, H09-30 e BRS Sol do Cerrado (BRS-SC), com resultados variando de 4,57 a 11,34 (Tabela 2). Esses materiais superaram a média geral do experimento (68,24 g), variando de 72,81 a 79,61 g para a nova média predita. Para o rendimento de suco, os genótipos que apresentaram melhor classificação foram: FB200, BRS Sol do Cerrado (BRS-SC), FB300, GP09-02 e H09-09, com variação de 30,19 a 30,33 (Tabela 2). Destaque para os genótipos H09-09, BRS Sol do Cerrado (BRS-SC) e GP09-02 que também apresentaram ganhos para massa de polpa e rendimento de suco.

Para os sólidos solúveis, a média genotípica foi semelhante à nova média predita, podendo estar associado com ganhos baixos, de 0,0 a 0,39 (Tabela 3). Ainda assim, os genótipos H09-30, FB200, H09-07, BRS Sol do Cerrado (BRS-SC) e HFOP09 apresentaram maiores ganhos para esta característica (Tabela 3).

A acidez dos frutos (AT) é uma característica desejável pela agroindústria, uma vez que frutos mais ácidos não favorecem o surgimento de microrganismos indesejáveis, conferindo melhor conservação do produto, como também a redução da adição de acidificantes (FREITAS et al., 2011). Os valores observados para característica AT ficaram acima do estabelecido pelo Ministério da agricultura de 2,5% (BRASIL, 2003). Os genótipos em ordem decrescente de ganho genético foram H09-30, BRS Gigante Amarelo (BRS-GA), HFOP-09, HFOP-08 e H09-14 (Tabela 3). Com a variável RATIO é possível avaliar o sabor dos frutos, uma vez que ele expressa a relação entre os açúcares e ácidos (FREITAS et al., 2011). Os cinco melhores híbridos foram H09-07, BRS Rubi do Cerrado (BRS-Rubi), FB200, GP09-02, BRS Sol do Cerrado (BRS-SC), com nova média predita variando de 3,83 a 3,93 (Tabela 3).

Tabela 3. Estimativas de ganho genético predito livre da interação para os caracteres químicos dos frutos sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT (RATIO) em 14 híbridos de maracujazeiro amarelo.

Genótipos	Sólidos solúveis				Acidez titulável				RATIO			
	g	u + g	Ganho	Nova Média	g	u + g	Ganho	Nova Média	g	u + g	Ganho	Nova Média
GP09-03	0,03	13,06	0,16	13,18	0,04	3,82	0,19	3,96	-0,05	3,57	0,12	3,74
HFOP-08	-0,03	13,00	0,14	13,16	0,12	3,90	<u>0,26</u>	4,03	-0,16	3,46	0,05	3,67
HFOP-09	0,08	13,10	<u>0,23</u>	13,26	0,18	3,96	<u>0,30</u>	4,08	-0,14	3,48	0,09	3,71
H09-30	0,39	13,41	<u>0,39</u>	13,41	0,43	4,20	<u>0,43</u>	4,20	-0,22	3,40	0,03	3,65
FB300	0,03	13,06	0,17	13,20	-0,09	3,68	0,10	3,88	0,05	3,67	0,16	3,79
H09-09	0,03	13,06	0,20	13,23	0,03	3,81	0,16	3,94	-0,04	3,58	0,14	3,76
BRS-SC	0,10	13,13	<u>0,27</u>	13,30	-0,02	3,75	0,13	3,90	0,06	3,68	<u>0,21</u>	3,83
H09-14	-0,16	12,87	0,11	13,13	0,05	3,83	<u>0,21</u>	3,99	-0,16	3,47	0,07	3,69
FB200	0,37	13,40	<u>0,38</u>	13,41	0,01	3,79	0,15	3,92	0,22	3,84	<u>0,26</u>	3,88
BRS-GA	-0,35	12,68	0,00	13,03	0,29	4,07	<u>0,36</u>	4,14	-0,37	3,25	0,00	3,62
BRS- Rubi	-0,18	12,85	0,08	13,11	-0,32	3,45	0,00	3,78	0,25	3,87	<u>0,28</u>	3,90
H09-07	0,21	13,24	<u>0,32</u>	13,35	-0,24	3,54	0,05	3,83	0,30	3,93	<u>0,30</u>	3,93
H09-02	-0,31	12,72	0,03	13,06	-0,19	3,59	0,08	3,85	0,05	3,67	0,18	3,81
GP09-02	-0,21	12,82	0,06	13,08	-0,29	3,49	0,02	3,80	0,22	3,84	<u>0,25</u>	3,87

g, efeito genotípico; u+g, valor genotípico predito médio nos ambientes. BRS Sol do Cerrado (BRS-SC); BRS Gigante Amarelo (BRS-GA). Os cinco melhores híbridos, para cada característica avaliada, estão sublinhados.

Análise de estabilidade e adaptabilidade

A Tabela 4 apresenta as informações da análise de *deviance* entre os genótipos para os caracteres avaliados. Foram observadas diferenças significativas a 1 e 5% nos resultados da *deviance* entre os genótipos para os caracteres comprimento de fruto (CF), diâmetro de fruto (DF), espessura de casca (EC), massa da casca (MC), acidez titulável (AT), RATIO (SS/AT), produtividade total acumulada (PR) e massa de polpa (MP). Quanto a interação GxE, apenas as variáveis CF, RE, SS, AT e RATIO não apresentaram diferenças significativas, indicando que para esses caracteres os efeitos da interação não foram pronunciados (Tabela 4). Estudos realizados com progênies de meios irmão de maracujazeiro avaliados em dois ambientes no Rio de Janeiro também verificaram ausência de GxE para os mesmos caracteres (OLIVEIRA et al., 2008).

O estudo detalhado da interação GxE permite selecionar os melhores genótipos para as diferentes condições ambientais, sendo contemplado pela estimação da adaptabilidade e da estabilidade fenotípica (SILVA et al., 2014) que permitem a identificação de genótipos com comportamento previsíveis a variações do ambiente, consequentemente, apresentam pequena variação na interação GxE (SILVA et al., 2014; MAIA et al., 2009).

Tabela 4. Análise de *deviance* das características agronômicas avaliadas em híbridos de maracujazeiros amarelo para as características: produtividade total acumulada (PR); massa do fruto (MF); comprimento de frutos (CF); diâmetro do fruto (DF); massa da casca (MC); espessura de casca (EC); massa da polpa (MP); rendimento de suco (RE); sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT).

Efeito	PR	MF	CF	DF	EC	MC	MP	RE	SS	AT	RATIO
Genótipo	614,23*	939,79 ^{ns}	31,24**	-14,98**	121,24**	826,93**	742,45*	454,27 ^{ns}	113,02 ^{ns}	-64,96**	-49,13**
GxE	618,00*	940,74**	25,54 ^{ns}	-16,19**	117,00*	824,73**	743,44*	453,37 ^{ns}	112,37 ^{ns}	-72,08 ^{ns}	-53,83 ^{ns}

ns, ** e *, não significativo, significativo a 1% e 5%, respectivamente.

Em virtude dos baixos valores encontrados de 0,33 a 0,57 (Tabela 1) para a correlação genotípica entre o desempenho nos vários ambientes (r_{gloc}), verifica-se a necessidade de se estudar sua adaptabilidade e estabilidade baseado nos modelos mistos (MAIA et al., 2009).

A estabilidade (MHVG) indica a previsibilidade de manutenção de um determinado caráter frente aos diversos ambientes, enquanto a adaptabilidade pode ser predita por meio do método da Performance Relativa dos Valores Genéticos (PRVG), que avalia a resposta de cada genótipo em relação ao estímulo ambiental (MAIA et al., 2009; RESENDE, 2004). Os resultados desses dois parâmetros não divergiram, indicando que os genótipos selecionados para adaptabilidade são os mesmos para estabilidade. Desta forma, foi utilizado o método de seleção simultânea, via estabilidade e adaptabilidade, que no contexto dos modelos mistos, pode ser realizada pelo método da Média Harmônica da Performance Relativa dos Valores Genéticos preditos (MHPRVG) que será tanto maior quanto menor for o desvio padrão do desempenho genotípico entre os ambientes (ZENI NETO et al., 2008). Além de gerar resultados na própria grandeza ou escala dos caracteres avaliados, sendo interessante na formação de populações de melhoramento e, principalmente, na recomendação de materiais para plantios comerciais (ROSADO et al., 2012). Nesse sentido, para seleção dos melhores híbridos adotou-se a seleção baseada nos cinco melhores MHPRVG.

A depender da característica avaliada os genótipos foram ranqueados de forma diferente pelo método MHPRVG. Considerando todos os caracteres estudados, destacaram os híbridos BRS Gigante Amarelo (BRS-GA) e HFOP-09, seguido pelo H09-09, GP09-02 e GP09-03 e BRS Sol do Cerrado (Tabela 5). No entanto, os caracteres mais relevantes para a recomendação ou lançamento de um híbrido são a produtividade, massa do fruto, comprimento e diâmetro do fruto e o rendimento de suco. Para a característica produtividade (PR) obtiveram a melhor resposta aos estímulos ambientais e mantiveram-se a produção frente aos ambientes diversos, os híbridos BRS Gigante Amarelo (BRS-GA), GP09-03, H09-

09, BRS Sol do Cerrado (BRS-SC) e H09-14. Para a variável massa do fruto destacaram os genótipos BRS Gigante Amarelo (BRS-GA), H09-30, HFOP-09, GP09-02 e H09-09. Frutos com maiores comprimentos e ou diâmetros tendem a apresentarem maior massa de casca e espessura de casca, características não apreciadas, principalmente pela indústria, pois influenciam negativamente na massa da polpa e no rendimento de suco (NEGREIROS et al., 2007; FREITAS et al., 2011). No entanto, os híbridos BRS Gigante Amarelo (BRS-GA), HFOP-09, H09-09 e BRS Sol do Cerrado (BRS-SC) apresentaram, também, maior massa de polpa, indicando que esta associação nem sempre é válida (Tabela 5).

Tabela 5. Estabilidade e adaptabilidade (MHPRVG x u) dos valores genotípicos de híbridos de maracujazeiro amarelo para os caracteres: produtividade (PR), massa do fruto (MF), comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF), espessura de casca (EC), massa da casca (MC), massa da polpa (MP), rendimento de suco (RE), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT (RATIO).

Genótipos	MHPRVG x média (u)										
	PR	MF (g)	CF (cm)	DF (mm)	EC (mm)	MC (g)	MP (g)	RE (%)	SS (°brix)	AT (%)	RATIO
GP09-03	<u>29,44</u>	223,74	<u>10,21</u>	8,37	6,68	121,79	67,56	29,02	13,03	3,81	3,55
HFOP-08	25,46	221,48	9,44	8,37	<u>7,30</u>	123,00	62,78	27,85	13,03	<u>3,93</u>	3,44
HFOP-09	23,87	<u>244,08</u>	<u>9,82</u>	<u>8,37</u>	<u>7,37</u>	<u>129,03</u>	<u>74,38</u>	29,90	<u>13,16</u>	<u>3,97</u>	3,44
H09-30	20,43	<u>246,34</u>	9,15	<u>9,12</u>	<u>8,06</u>	<u>138,67</u>	68,93	28,15	<u>13,55</u>	<u>4,27</u>	3,37
FB300	23,34	216,96	9,63	8,12	7,02	110,94	70,29	<u>30,49</u>	13,03	3,66	3,69
H09-09	<u>28,91</u>	<u>228,26</u>	<u>9,92</u>	8,37	6,47	118,17	<u>70,97</u>	<u>30,20</u>	13,03	3,81	3,59
BRS-SC	<u>28,38</u>	223,74	9,24	<u>8,54</u>	6,54	115,76	<u>70,29</u>	<u>30,49</u>	<u>13,16</u>	3,74	3,69
H09-14	<u>27,85</u>	226,00	9,34	<u>8,54</u>	<u>7,44</u>	<u>126,61</u>	64,15	27,85	12,77	<u>3,85</u>	3,44
FB200	22,55	194,36	9,15	7,78	6,47	97,67	62,10	<u>30,49</u>	<u>13,55</u>	3,78	<u>3,88</u>
BRS-GA	<u>30,24</u>	<u>275,72</u>	<u>10,30</u>	<u>9,04</u>	7,16	<u>148,32</u>	<u>83,26</u>	29,61	12,51	<u>4,12</u>	3,19
BRS- Rubi	27,85	216,96	9,73	8,12	<u>7,23</u>	<u>127,82</u>	57,32	25,80	12,77	3,40	<u>3,91</u>
H09-07	27,32	205,66	9,24	8,03	6,27	104,91	64,83	29,90	<u>13,29</u>	3,51	<u>3,98</u>
H09-02	25,46	207,92	9,53	8,03	5,99	106,11	64,83	29,90	12,64	3,55	<u>3,69</u>
GP09-02	27,85	<u>228,26</u>	<u>10,02</u>	8,37	6,40	115,76	<u>72,34</u>	<u>30,20</u>	12,77	3,44	<u>3,88</u>
Média geral (u)	26,53	226,00	9,63	8,37	6,89	120,58	68,24	29,32	13,03	3,78	3,62

BRS Sol do Cerrado (BRS-SC); BRS Gigante Amarelo (BRS-GA). Os cinco melhores híbridos, para cada característica avaliada, estão sublinhados.

As propriedades químicas dos frutos, como sólidos solúveis, acidez titulável e RATIO são bem apreciadas pela indústria de sucos. Polpa de maracujá com maiores níveis de açúcares resulta em menor quantidade de frutos para obtenção de suco concentrado a 50° Brix (OLIVEIRA et al., 2008; FREITAS et al., 2011). Valores altos de acidez no suco de maracujazeiro constituem uma característica de importância para o processamento da fruta,

em virtude da possibilidade de redução da adição de acidificantes (NASCIMENTO et al., 1999). O RATIO é considerado uma das formas mais práticas de se avaliar o sabor dos frutos. Ademais, a acidez é decisiva para o RATIO, uma vez que se for mais elevada diminui o valor dessa relação (FREITAS et al., 2011). Para essas variáveis não foram observadas ganhos expressivos o que justifica a semelhança entre os valores genotípicos livre da interação (u +g) e a nova média. Além disso, as características químicas não apresentaram valores significativos para a interação GxE com base na análise de *deviance* (Tabela 4), dessa forma os genótipos apresentaram comportamento semelhantes nos ambientes avaliados. Este comportamento também pode ser verificado pelos baixos valores observados no parâmetro c^2_{int} desses caracteres (Tabela 1).

4. CONCLUSÕES

1. A herdabilidade média dos genótipos para seis caracteres avaliados (MF, RATIO, EC, CF, DF, AT e MC), nos três ambientes, apresentam valores de média a alta magnitude, o que ainda indica a existência de variabilidade suficiente para a seleção de genótipos superiores, mesmo se tratando de híbridos em fase final de validação.
2. Houve interação GxE para a maioria dos caracteres, exceto para os caracteres comprimento do fruto, rendimento de suco, sólido solúvel, acidez titulável e RATIO.
3. Os híbridos mais estáveis e adaptáveis aos ambientes de avaliação, e que podem ser recomendados para o plantio em polos de produção de maracujá na Bahia são BRS Gigante Amarelo (BRS-GA) e BRS Sol do Cerrado (BRS-SC).
4. Os híbridos HFOP-09, H09-09, GP09-02 e GP09-03 são mais estáveis e adaptáveis e promissores ao lançamento para os polos de produção de maracujá na Bahia.

5. REFERÊNCIAS

- ATROCH, A. L.; NASCIMENTO FILHO, F. J.; RESENDE, M. D. V. 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.
- BERNARDO, R. **Breeding for Quantitative Traits in Plants**. Woodbury, MN, USA: Stemma Press, 2002.

- BORGES, A. L.; RODRIGUES, M. G. V.; LIMA, A. A.; ALMEIDA, I. E.; CALDAS, R. C. Produtividade e qualidade de maracujá-amarelo irrigado, adubado com nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 259-262, 2003.
- 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.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa Nº 12 de 4 de Setembro de 2003. **Diário Oficial**. Brasília, Seção1, p.72-76, 2003.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L. Medidas do grau de precisão experimental em ensaios de competição de cultivares de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 44, n. 2, p. 111-117, 2009.
- CARVALHO, E.; V. Adaptability and stability of corn hybrids in Tocantins. **Journal of Biotechnology**. v. 4, n. 1, p. 24-30, 2013.
- COSTA, R. B.; RESENDE, M. D. V.; GONÇALVES, P. S.; SILVA, M. A. Individual multivariate REML/BLUP in the presence of genotype x environment interaction in rubber tree (*Hevea*) breeding. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. Viçosa, v. 2, n. 1, p. 131-140, 2002.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 3. ed. 2004.
- FALCONER, D. S.; MACKAY, F. C. **Introduction to Quantitative Genetics**. Longman, New York. p. 464, 1996.
- FARIAS NETO, J. T.; RESENDE, M. D. V. Aplicação da metodologia de modelos mistos (reml/blup) na estimação de componentes de variância e predição de valores genéticos em pupunheira (*bactrisgasipaes*). **Revista Brasileira Fruticultura**. Jaboticabal, v.23, n.2, p. 320-324, 2001.
- FREITAS, J. P. X.; OLIVEIRA, E. J.; CRUZ NETO, A. J.; SANTOS, L. R. Avaliação de recursos genéticos de maracujazeiro-amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.46, p.1013-1020, 2011.
- GONÇALVES, G. M.; PIO VIANA, A.; BEZERRA NETO, F. V.; PEREIRA, M. G.; PEREIRA, T. N. S. Seleção e herdabilidade na predição de ganhos genéticos em maracujá-amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.42, p.193-198, 2007.
- HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative genetics in maize breeding**. Iowa State: University Press, Ames, 1988.

- IBGE. Banco de Dados Agregados: produção agrícola municipal. **Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acesso: 16 julho 2015.
- MAIA, M. C. C.; RESENDE, M. D. V.; PAIVA, J. R.; CAVALCANTI, J. J. V.; BARROS, L. M. B. Seleção simultânea para produção, adaptabilidade e estabilidade genóticas em clones de cajueiro, via modelos mistos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v.39, p.43-50, 2009.
- MEDEIROS, S. A. F.; YAMANISHI, O. K.; PEIXOTO, J. R.; Pires, M. C.; JUNQUEIRA, N. T. V.; RIBEIRO, J. G. B. L. Caracterização físicoquímica de progênies de maracujá-roxo e maracujá-azedo cultivados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v.31, p.492-499, 2009.
- MELETTI, L. M. M.; SANTOS, R. R.; MINAMI, K. Melhoramento do maracujazeiro-amarelo: obtenção do cultivar 'composto IAC-27'. **ScientiaAgricola**. Piracicaba, v.57, n.3, p.491-498, 2000.
- NASCIMENTO, T. B.; RAMOS, J.D.; MENEZES, J.B. Características físicas do maracujá-amarelo produzido em diferentes épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.34, n.12, p.2353-2358, 1999.
- NEGREIROS, J. R. S.; ARAÚJO NETO, S. E. ; ÁLVARES, V. S.; LIMA, V.A.; OLIVEIRA, T.K. Caracterização de frutos de progênies de meios irmãos de maracujazeiro amarelo em Rio Branco – Acre. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v.30, p.431-437, 2007.
- NEVES, C. G.; NUNES, O. J.; LEDO, C. A. S.; OLIVEIRA, E. J. Avaliação agronômica de parentais e híbridos de maracujazeiro- amarelo. **Revista Brasileira Fruticultura**. Jaboticabal, v.35, n.1, p.191-198, 2013.
- 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.
- OLIVEIRA, E. J.; SANTOS, V. S.; LIMA, D. S.; MACHADO, M. D.; LUCENA, R. S.; MOTTA, T. B. N.; CASTELLEN, M. S. Seleção em progênies de maracujazeiro-amarelo com base em índices multivariados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.43, p.1543-1549, 2008.
- RESENDE, M. D. V.; DIAS, L. A. S. Aplicação da metodologia de modelos mistos (REML/BLUP) na estimação de parâmetros genéticos e predição de valores genéticos aditivos e genotípicos em espécies frutíferas. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.22, p.44-52, 2000.

- RESENDE, M. D. V. **Métodos estatísticos ótimos na análise de experimentos de campo**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 100 p. (Documentos).
- RESENDE, M. D. V. **Software SELEGEM – REML/BLUP: sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos**. Colombo: Embrapa Florestas, p 359, 2007.
- RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Embrapa Informação Tecnológica. Colombo: Embrapa Florestas, Brasília, p.975, 2002.
- RESENDE, M.D.V.; DUARTE, J.B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.37, n.3, p.182-194, 2007.
- ROSADO, A. M.; ROSADO, T. B.; ALVES, A. A.; LAVIOLA, B. G.; BHERING, L. L. Seleção simultânea de clones de eucalipto de acordo com produtividade, estabilidade e adaptabilidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.47, p.964-971, 2012.
- SANTOS, E. A.; VIANA, A. P.; P. FREITAS, J. C. O.; RODRIGUES, D. L.; TAVARES, R. F.; PAIVA, C. L.; SOUZA, M. M. Genotypes election by REML/BLUP methodology in a segregating population from na interspecific *Passiflora* spp. crossing. **Euphytica**, p. 1-11, 2015.
- SILVA, P. R.; BISOGNIN, D. A.; LOCATELLI, A. B.; STORCK, L. Adaptability and stability of corn hybrids grown for high grain yield. **Acta Scientiae**, Maringá, v.36, p. 175-181, 2014.
- VIANA, A. P.; PEREIRA, T. N. S.; PEREIRA, M. G.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; SOUZA, M. M.; MALDONADO, J.F.M. Parâmetros genéticos em populações de maracujazeiro-amarelo. **Revista Ceres**. Viçosa, v.51, p.541-551, 2003.
- 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**, v.9, p.425-430, 2008.

CAPÍTULO 2

ESTIMATIVAS DE CORRELAÇÕES EM HÍBRIDOS DE MARACUJAZEIRO-AMARELO AVALIADOS EM TRÊS AMBIENTES NO ESTADO DA BAHIA

ESTIMATIVAS DE CORRELAÇÕES EM HÍBRIDOS DE MARACUJAZEIRO-AMARELO AVALIADO EM TRÊS AMBIENTES NO ESTADO DA BAHIA

Alírio José da Cruz Neto¹, Onildo Nunes de Jesus², Raul Castro Carriello Rosa², Idália Souza dos Santos³, Adriana Passos Rodrigues¹

⁽¹⁾Universidade Estadual de Feira de Santana. Av. Transnordestina, s/n, Bairro Novo Horizonte Campus Universitário, CEP 44036-900. Feira de Santana, BA, Brasil. E-mail: alirioneto@hotmail.com, adrianarpassos@yahoo.com.br ⁽²⁾Embrapa Mandioca e Fruticultura, Rua Embrapa, s/nº, Caixa Postal 007, CEP 44380-000 Cruz das Almas, BA. E-mail: onildo.nunes@embrapa.br, ⁽³⁾Estudante de Licenciatura em Biologia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas-Ba, E-mail: idaliasouza@gmail.com

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi estimar as correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais entre características do fruto de maracujazeiro-amarelo em três ambientes. Foram estimadas as correlações genotípica (r_G), fenotípica (r_F) e de ambiente (r_E) por cada ambiente. Foram avaliados 14 híbridos de maracujazeiro em Dom Basílio, Rio de Contas (sistema convencional) e Lençóis-BA (sistema orgânico), utilizando o delineamento experimental em blocos casualizados completos, com três repetições e nove plantas por parcela. Foram avaliados os caracteres, número de frutos (NF); produtividade total acumulada (PR); massa do fruto (MF); comprimento de frutos (CF); diâmetro do fruto (DF); relação DF/CF; massa da casca (MC); espessura de casca (EC); massa da polpa (MP); rendimento de suco (RE); sólidos solúveis (SS); acidez titulável (AT) e RATIO (SS/AT). Em 88,88% dos casos as estimativas das correlações genotípicas foram maiores do que as fenotípicas nos três ambientes. Nos ambientes de Dom Basílio e Rio de Contas a PR correlacionou-se positivamente com MF, CF, DF e MC. Em todos os ambientes a seleção de frutos com maiores MF proporcionará maiores CF, DF, MC e MP e pela seleção do formato de frutos ovais menor espessura de casca. De modo geral, para as correlações entre NF x PR, SS; MF x DF, MC, MP, RATIO; DF x MC, MP, RATIO; CF/DF x EC e MC x RATIO apresentaram o mesmo comportamento nos três ambientes de avaliação, exceto para características NF x MF, DF, EC, MC, MP, e AT em Lençóis, que apresentaram correlações negativas.

Termos de indexação: *P. edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg., melhoramento, REML/BLUP, seleção indireta, ganho com seleção

CORRELATIONS ESTIMATES IN HYBRIDS OF PASSION FRUIT IN THREE ENVIRONMENTS IN STATE OF BAHIA

ABSTRACT – The objective of this study was to estimate the phenotypic, genotypic and environmental correlations between passion fruit characteristics in three environments. We estimated the genotypic correlation (r_G), phenotypic (r_F) and Environment (r_E) for each environment. 14 passion fruit plant genotypes were evaluated in Dom Basílio, Rio de Contas, and Lençóis-BA, through the use of randomized block design with three repetitions and nine plants per plot. The following traits were evaluated: Fruit number (FN) total cumulative productivity (TCP); fruit mass (FM); fruit length (FL); fruit diameter (FD); FL/FD; peel mass (PM); peel thickness (PT); pulp mass (PUM); juice yield (JY); soluble solids (SS); titratable acidity (TA); and SS/TA (RATIO). In 88.88% of cases the estimates of genotypic correlations were higher than phenotypic in the three environments. In Dom Basílio environments and Rio de Contas to TCP correlated positively with FM, FL, FD and PM. In all environments the selection of fruits with higher FM facilitating higher FL, FD, PM and PUM and the selection of the oval thinner peel thickness fruit shape. In general, for correlations between traits of agronomic importance, such as FN x TCP, SS; FM x FD, PM, PUM, RATIO; FD x FM, PUM, RATIO; FL/FD x PT e FM x RATIO showed the same behavior in the three evaluation environments, except for characteristics FN x FM, FD, PT, PM, PUM, SS e TA in Lençóis, that showed negative correlations.

Index terms: *P. edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg., breeding, REML/BLUP, indirect selection, gain with selection.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca como maior produtor mundial de maracujá-amarelo, com produção de 823.284 toneladas, em uma área de 56.825 ha (IBGE, 2014), com destaque para a região Nordeste com 70,9% desta produção. O estado da Bahia contribui com aproximadamente 46,3% da produção nacional e 65,3% da produção no Nordeste (IBGE, 2014). No entanto, a produtividade média nacional é considerada baixa (14,48 t ha⁻¹), em virtude de problemas fitossanitários, manejo inadequado e baixa utilização de cultivares melhoradas (GONÇALVES et al., 2007). A disponibilidade de variedades e híbridos comerciais com alto desempenho agrônômico é prejudicada devido à carência de estudos e

desenvolvimento de variedades mais adaptadas aos diferentes climas dos polos de produção de maracujá (GONÇALVES et al., 2007; PIMENTEL et al., 2008).

Os programas de melhoramento do maracujazeiro visam à obtenção de híbridos que apresentem alta produtividade, boa qualidade de frutos e resistência as principais doenças (OLIVEIRA et al., 2011). A Embrapa Mandioca e Fruticultura dispõem de uma grande quantidade de genótipos, que foram utilizados para o desenvolvimento de híbridos a partir de cruzamentos intraespecíficos de maracujazeiro-amarelo. Estes híbridos mostraram-se promissores, e vêm sendo testados em diferentes ambientes do estado da Bahia, para que possam suprir as exigências do mercado da região com relação a características de interesse agrônomico. Além disso, esses genótipos poderão compor novos ciclos de seleção visando aumentar a frequência de alelos favoráveis e obtenção de uma população melhorada para obtenção de novos híbridos. Desta forma, estudos dos parâmetros genéticos são necessários para identificar a natureza da ação gênica envolvida na transmissão dos caracteres e assim, nortear as melhores estratégias de melhoramento.

A seleção de genótipos superiores depende do conhecimento da variabilidade genética disponível e como as diferentes características sob seleção estão correlacionadas (OLIVEIRA et al., 2011). O entendimento da relação genética entre as variáveis pode contribuir para direcionar as ações dos programas de melhoramento, uma vez que grande parte das estratégias desenvolvidas por melhoristas estão atreladas ao estudo da associação simultânea dos caracteres (UDENSI e IKPEME, 2012; EL- MOHSEN et al., 2012). Portanto, é importante conhecer os efeitos em uma variável quando a seleção é praticada em outra, principalmente quando se realiza a seleção simultânea de caracteres quando estes apresentam baixa herdabilidade, ou problemas de aferição (CARVALHO et al., 1999; NEGREIROS et al., 2007; ADEKOYA et al., 2014). Dessa forma, o uso da seleção indireta, permite obter sucesso mais rápido e melhoria nos ganhos nos programas de melhoramento genético (CARVALHO et al., 1999).

As correlações genóticas, fenotípicas e ambientais, geralmente, determinam as correlações existentes entre as características (FERREIRA et al., 2003). A correlação fenotípica é determinada por fatores genéticos e ambientais. A correlação ambiental é responsável pela correspondência de características de baixa herdabilidade e tem pouco valor prático no melhoramento genético. Por outro lado, a correlação genotípica tem maior valor prático para conduzir os programas de melhoramento, haja vista que corresponde a porção genética da correlação fenotípica de natureza herdável (VENCOVSKY; BARRIGA,1992; FERREIRA et al., 2003).

No caso do maracujazeiro, a qualidade dos frutos depende de várias características como comprimento e diâmetro do fruto e massa da polpa (OLIVEIRA et al., 2011). A seleção dos melhores frutos de maracujazeiro poderá ser realizada a partir de características agronômicas que tenham maior relação sobre a qualidade dos frutos. Alguns trabalhos verificaram a relação existente entre o tamanho do fruto e o rendimento de suco (AKAMINE e GIROLAMI, 1959; FERREIRA et al., 1975; ALBUQUERQUE et al., 2002; NEGREIROS et al., 2007). Apesar de existir estudos desta natureza para o maracujazeiro amarelo, ainda não há relatos de estudos feitos em vários ambientes de avaliação, tão pouco adotando sistema de produção convencional e orgânico. Sabe-se que o ambiente exerce forte influência na manifestação do fenótipo e, desta forma, pode-se alterar as relações existentes entre os caracteres sob avaliação e seleção.

O objetivo deste trabalho foi estimar as correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais entre características do fruto de maracujazeiro-amarelo em três ambientes distintos, para nortear o programa melhoramento na obtenção de genótipos mais produtivos, que apresentem frutos mais pesados e com maior rendimento de polpa.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados 14 genótipos, sendo nove oriundos de cruzamentos entre parentais selecionados, pelo Programa de Melhoramento Genético do Maracujazeiro da Embrapa Mandioca e Fruticultura (GP09-02, GP09-03, HFOP08, HFOP09, H09-02, H09-07, H09-09, H09-14 e H09-30), e cinco testemunhas comerciais (BRS Sol do Cerrado, BRS Rubi do Cerrado, BRS Gigante Amarelo, FB200 e FB300). O plantio foi realizado em julho de 2013 em três polos produtores do Estado da Bahia: Dom Basílio (13°45'36"S, 41°46'15"W; 200m), Rio de Contas (3°34'44"S, 41°48'39"W; 1300m) e Lençóis (12°36'24.26" S, 41°20'59.86"W, 402 m). Os tratos culturais seguiram as recomendações para a cultura do maracujazeiro (BORGES et al., 2003).

Os ensaios localizados em Dom Basílio e Rio de Contas foram no sistema convencional. O ensaio localizado em Lençóis (Fazenda Bioenergia Orgânicos) foi realizado em sistema orgânico de produção. No sistema convencional foram realizadas conforme as recomendações para a cultura do maracujazeiro (BORGES et al., 2003) e para o sistema orgânico seguiu as orientações da Lei nº. 10.831 de 23/12/03 (BRASIL, 2003). O delineamento foi em blocos casualizados completos com 14 tratamentos distribuídos em três repetições com nove plantas na parcela. O espaçamento utilizado foi de 2,5 m entre linhas e

2,0 m entre plantas. O sistema de condução utilizado foi de espaldeira vertical com fio de arame nº 12 a 2,0 m de altura.

Foram avaliados os caracteres agronômicos, número de frutos por parcela (NF) e produtividade (PR), expressa em t ha⁻¹. Para os caracteres físico-químicos dos frutos foram considerados cinco frutos por parcela e aferidas as seguintes características: comprimento de fruto (CF) em cm; diâmetro de fruto (DF) em cm; espessura de casca (EC) em mm; massa do fruto (MF) em g; massa da casca (MC) em g; massa da polpa (MP) em g; sólidos solúveis (SS), em °Brix, avaliado através de um refratômetro digital; acidez total titulável (AT), em mg de ácido cítrico por 100 mL de suco, determinada através de titulação com NaOH a 0,1 mol L⁻¹; rendimento de suco (RE) dada pela razão MF/MP e o RATIO obtido pela relação entre SS/AT.

Foi estimada a correlação genotípica (r_G), fenotípica (r_F) e de ambiente (r_E) para cada ambiente. As estimativas dos coeficientes r_G , r_F e r_E foram obtidas mediante análises de covariâncias, combinando os dados dos treze caracteres em todas as formas possíveis (CRUZ; REGAZZI, 1994). Por meio das seguintes expressões: $r_F = \frac{PMT_{XY}}{\sqrt{QMT_x \cdot QMT_y}}$, $r_G = \frac{\hat{\sigma}_{gxy}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{gx}^2 \hat{\sigma}_{gy}^2}}$ e

$$r_E = \frac{PMR_{XY}}{\sqrt{QMR_x \cdot QMR_y}}$$

$$\text{sendo: } \hat{\sigma} = \frac{PMT_{xy} - PMR_{xy}}{r}, \hat{\sigma}_{gx}^2 = \frac{QMT_x - QMR_x}{r}, \hat{\sigma}_{gy}^2 = \frac{QMT_y - QMR_y}{r}$$

Sendo:

PMT_{xy} e PMR_{xy} : produtos médios associados aos efeitos de tratamentos e resíduo, respectivamente, em relação às características x e y;

- QMT_x e QMT_y : quadrados médios associados aos efeitos de tratamentos das características x e y, respectivamente;

- QMR_x e QMR_y : quadrados médios associados aos efeitos de resíduos das características x e y, respectivamente;

- $\hat{\sigma}_{gxy}$: estimativa da covariância genotípica entre as características x e y;

- $\hat{\sigma}_{gx}^2$ $\hat{\sigma}_{gy}^2$: estimativa das variâncias genotípicas das características x e y, respectivamente.

Foi empregado o teste t por meio da expressão: $t = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \sqrt{n-1}$, para examinar a significância estatística das estimativas ao nível de 1% e 5% de probabilidade e a significância das correlações genotípicas foi avaliada pelo *bootstrap* com mil simulações. A correlação genotípica foi estimada com base no valor genotípico dos três ambientes de avaliação e livre da interação genotípico ambiente, utilizando o programa SELEGEN modelo

54 (RESENDE, 2007). As análises estatísticas foram realizadas no programa GENES. As análises foram realizadas com o auxílio do programa Genes (CRUZ, 2006).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas 31 (39,7%), 27 (34,6%) e 42 (53,5%) correlações fenotípicas significativas pelo teste *t* e/ou pelo *bootstrap*, nos ambientes de Dom Basílio, Rio de Contas e Lençóis, respectivamente (Tabela 1). Segundo a classificação proposta por Carvalho et al. (2004) os valores dos coeficientes de correlação variando de 0,30 a 0,60 são classificadas como mediana, 0,60 a 0,90 como fortes e maiores que 0,90 como fortíssimas. Nesse sentido, considerando todos os ambientes foram observadas 100 correlações fenotípicas significativas, com valores de estimativas variando de 0,44 a 0,94. Em 55% das correlações fenotípicas significativas, os valores das estimativas foram superiores a 0,60, indicando forte correlação.

Em relação às correlações fenotípicas e genotípicas, verificou-se similaridade entre os pares de características, sejam em relação aos sinais, a magnitude e/ou ao nível de significância. Em 88,88% dos pares de características, as correlações genotípicas foram superiores as correlações fenotípicas, indicando maior contribuição da variância genética na expressão dos caracteres, o que é favorável ao processo de seleção (EL-MOHSEN et al., 2012). Quando a correlação fenotípica é maior que a genotípica, indica que a associação não foi atribuída apenas aos genes, mas também a influência favorável do ambiente, o que não foi observado no presente trabalho (EL-MOHSEN et al., 2012). Os resultados encontrados neste trabalho corroboram com os obtidos por Espitia et al. (2008), Oliveira et al. (2011) com maracujazeiro amarelo, Silva et al., (2007); Oliveira et al. (2010) com mamão, Arshad et al. (2006); Showkat et al. (2010) com soja e El- Mohsen et al. (2012) com trigo. Em decorrência dessa similaridade e do maior valor prático nos trabalhos de melhoramento de plantas, somente as correlações genotípicas serão analisadas com maiores detalhes.

Em relação às correlações genotípicas significativas, observou-se variação de 0,61 a 1,00, indicando forte correlação de acordo com Carvalho et al. (2004) (Tabela 1). Notou-se ainda, em alguns casos, que a correlação genotípica foi superior a 1,0, tal fato pode estar associado ao erro experimental, que pode ter influenciado essas estimativas, mas que não inviabiliza os resultados obtidos (MISTRO et al., 2007). Nesse sentido, para efeito de discussão esses valores estimados acima de 1,0 serão considerados iguais a 1,0.

Em 193 (82,4%) dos casos a correlação genotípica foi superior a ambiental. Em apenas 41 (17,5%) delas, a correlação ambiental foi maior que a genotípica, indicando que

houve maior contribuição ambiental para essas características (Tabela 2). Considerando os três ambientes observaram-se 70 correlações ambientais significativas. Aproximadamente 70,08% das correlações ambientais ficaram abaixo de 0,30, indicando fraca associação e maior contribuição dos fatores genéticos nas correlações entre os caracteres (FERREIRA et al., 2003). Por outro lado, verificou-se que nos três ambientes as correlações ambientais significativas, variaram de 0,33 a 0,93 entre as características NF x PR; PR x MF; MF x CF, DF, MC, MP; CF x DF, MC, MP; DF x MC, MP; MP x RE; AT x RATIO. Também verificaram-se correlações significativas nos ambientes de Dom Basílio e Lençóis entre as características CF x CF/DF; PR x MP; SS x MP, RE. Nos ambientes de Rio de Contas e Lençóis entre as características PR x CF, DF, MC; MC x RE. Correlações significativas foram observadas nos ambientes de Dom Basílio e Rio de Contas entre AT x MP e RE; RATIO x SS, indicando que estas correlações foram mais influenciadas pelos ambientes do que as demais (Tabela 2).

A correlação genotípica entre o NF e o PR ($r_G = 0,77$ a $0,97$) foi positiva e altamente significativa, destacando uma variação de 0,77 a 0,96, nos três ambientes. Estes resultados já eram esperados, uma vez que a produtividade é influenciada diretamente pelo número de frutos, conforme também encontrado por Moraes et al. (2005); Linhales et al. (2007). Apenas no ambiente de Lençóis houve correlação genotípica, significativa e negativa nas características DF, EC, MC, MP, SS e AT com NF (Tabela 1).

No ambiente de Lençóis, foi utilizado o sistema orgânico de produção, o que pode justificar a diferença nas correlações genotípicas observadas, frente aos demais ambientes que adotaram o manejo convencional. Portanto, neste ambiente a seleção com base no NF proporcionará efeitos negativos em MF, DF, EC, MC, MP, SS e AT. A redução no tamanho dos frutos pode estar associada a maior competição entre estes por fotoassimilados, em função do aumento de número de frutos, conforme verificado por Pimentel et al. (2008) em maracujazeiro-amarelo. Gonçalves et al. (2007) encontraram correlação significativa e negativa entre NF x MF, CF e DF em frutos de maracujazeiro-amarelo para o ambiente de Campos dos Goytacazes no sistema convencional de plantio. Em estudos com genótipos de maracujazeiro Neves et al. (2013) encontraram correlação negativa entre NF e MF no sistema convencional de plantio. Morgado et al. (2010) encontrou correlações fenotípicas negativas e significativas entre NF e SST no sistema convencional de plantio. Por outro lado, a característica NF apresentou correlação genotípica significativa e positiva ($r_G = 0,65$) com RATIO, indicando que o aumento no NF influencia diretamente no balanço de açúcares e acidez dos frutos de maracujazeiro.

A característica PR apresentou correlação genotípica significativa e positiva entre MF, CF e MC nos ambientes de Dom Basílio e Rio de Contas, exceto em Lençóis que apresentou correlações negativas para todas estas características, exceto para CF que não apresentou correlação significativa (Tabela 1). No ambiente de Dom Basílio a característica PR apresentou correlação significativa entre DF e MP. Esses resultados indicam que, no sistema orgânico de produção, a seleção de genótipos mais produtivos implicará, também, na diminuição dos frutos o que é indesejável no processo de melhoramento do maracujazeiro.

As correlações genotípicas positivas entre PR e MF eram esperadas, uma vez que a produtividade estimada é obtida pelo produto entre o número de frutos por planta e massa do fruto. Estes resultados corroboram as correlações encontrados por Morgado et al. (2010) em maracujazeiro-amarelo. Altas correlações genotípicas negativas e significativas foram observadas entre PR e SS nos três ambientes ($r_G = -0,76$ a $-1,0$), indicando que o aumento da produção reduz substancialmente o acúmulo de açúcares totais nos frutos de maracujazeiro. Neves et al. (2013) encontrou fraca correlação genotípica para PR x SS ($r_G = 0,28$), diferente das altas correlações encontradas neste trabalho.

A característica MF também apresentou correlação genotípica positiva e significativa com CF, DF, EC, MC e MP. A correlação entre MF e CF apresentou altas magnitudes nos ambientes de Dom Basílio ($r_G = 0,90$) e Rio de Contas ($r_G = 0,78$) e não significativa em Lençóis. Já as correlações entre MF x DF, MC e MP foram significativas para todos os ambientes com valores variando de 0,82 a 0,97, indicando forte correlação entre os pares destas características (Tabela 1). Correlações entre MF x DF, CF foram observadas por Negreiros et al. (2007) e MF x DF por Moraes et al. (2005). Essas correlações são importantes, pois indicam que a seleção de plantas com maiores MF poderá ser feita a partir da medição do DF, ainda no campo, sem necessidade de pesá-los, contribuindo para que o processo de seleção seja dinâmico e de baixo custo (NEGREIROS et al., 2007).

A seleção de genótipos com frutos de maiores massas implicará em maiores massa de polpa, mas não leva ao aumento do rendimento de suco (RE), indicando que frutos maiores não necessariamente terão maior quantidade de polpa (OLIVEIRA et al., 2011), como pode ser observada pela ausência de correlações significativas entre MF e RE. Entretanto, deve-se considerar que a seleção baseada nessas características promove aumento em MC, o que é indesejável, uma vez que a redução desta variável é um dos objetivos da seleção. No entanto, se o aumento MC vir acompanhado também de maior RE, torna-se uma relação interessante, pois maior MC esta associada a maior tempo de prateleira e resistência ao transporte. Apesar da correlação genotípica MP x RE variar de 0,34 a 0,70, as mesmas não foram significativas.

Esses resultados podem estar associados à correlação ambiental alta e significativa ($r_E = 0,75$ a $0,82$).

Foi encontrada correlação significativa e positiva entre MF e AT, nos ambientes de Dom Basílio ($r_G = 0,69$) e Lençóis ($r_G = 0,80$), indicando que nestes locais o aumento da massa do fruto contribuiu para o aumento da acidez. Morgado et al. (2010) encontraram correlações fenotípicas negativas entre as características MF e AT, discordando dos resultados encontrados neste trabalho. Portanto, a seleção de materiais com acidez mais elevada sem a utilização de métodos de titulação pode tornar mais barato o processo de seleção, uma vez que a acidez elevada no suco de maracujazeiro constitui uma característica de importância para o processamento da fruta, em virtude da possibilidade de redução da adição de acidificantes (NASCIMENTO et al., 1999). Já a associação entre MF e RATIO foi significativa e negativa em todos os ambientes (variando $-0,67$ a $-1,28$).

Além das correlações genotípicas existentes entre CF x PR e MF. Para a característica CF, observou-se correlação positiva e significativa desta com CF/DF ($r_G = 0,92$) e MC ($r_G = 0,66$) em Rio de Contas, com EC ($r_G = 0,83$) e MP ($r_G = 0,98$) em Dom Basílio e SS ($r_G = -1,28$) em Lençóis (Tabela 1).

Frutos com maiores comprimentos e diâmetro tendem a apresentar maior massa de casca e espessura de casca, comprovadas pelas elevadas correlações genotípicas positivas entre o DF com MC ($r_G = 0,82$ a $0,99$) nos três ambientes. Também foram observadas correlações significativas e negativas entre DF x RATIO para os três ambientes ($r_G = -0,7$ a $-1,21$). Oliveira et al. (2010) em trabalhos realizados com mamoeiro, observaram estimativas de correlação entre as dimensões do fruto e o RATIO, indicando a possibilidade de sucesso na seleção de genótipos com maior equilíbrio no sabor dos frutos. Foram observadas correlações genotípicas negativas entre DF x CF/DF ($r_G = -0,92$ e $r_G = -0,89$) e positivas DF x AT ($r_G = 0,83$ e $r_G = 0,98$), DF x EC ($r_G = 0,83$ e $r_G = 0,79$) e DF x MP ($r_G = 0,77$ e $r_G = 0,64$) para os ambientes de Dom Basílio e Lençóis, respectivamente (Tabela 1), indicando que a seleção de genótipos com maiores diâmetros de frutos implicará em genótipos com frutos mais achatados, maior massa de polpa e acidez nos ambientes de Dom Basílio e Lençóis, mas também no aumento da espessura de casca que é um atributo inconveniente para seleção. Estes resultados corroboram com Negreiros et al. (2007), que encontrou correlação positiva entre DF e MF, MP, MC e EC.

Não foram encontradas correlações significativas entre o rendimento de suco (RE) e os caracteres MF, CF, DF, MC e MP contrariando a que já foi relatado por Negreiros et al.

(2007); Morgado et al. (2010). Provavelmente a menor variabilidade nos híbridos avaliados, quanto a esses caracteres, pode ter influenciado nesses resultados.

A razão CF/DF expressa o formato do fruto, onde valores mais próximos de 1,0 apresentam formatos arredondados. Os valores de correlação genotípica foram negativos entre CF/DF x EC nos três ambientes e CF/DF x MC em Dom Basílio ($r_G = -0,62$) e Lençóis ($r_G = -0,77$), indicando que frutos ovais tendem a apresentar menor espessura e massa da casca nos determinados ambientes. Para as características químicas (SS, AT) apenas em Lençóis foram identificadas correlações significativas e negativa com CF/DF e positiva entre CF/DF x RATIO ($r_G = 0,80$). As estimativas de correlação negativa entre SS e AT x CF/DF, podem ser um inconveniente no processo de seleção, uma vez que frutos com maiores concentrações de açúcares e mais ácidos são desejáveis a cultura do maracujazeiro.

Observou-se correlações genotípicas positivas entre EC x MC ($r_G = 1,14$ e $r_G = 0,80$), EC x AT ($r_G = 0,96$ e $r_G = 0,77$) e negativas entre EC x RATIO ($r_G = -0,85$ e $r_G = -0,70$), nos ambientes de Dom Basílio e Lençóis, respectivamente. Tais estimativas corroboram com a idéia de que frutos que apresentam maior espessura de casca (EC) tendem a possuir maior massa da casca (MC). O RATIO, também, foi influenciado negativamente pela massa da casca (MC), onde se observa altas correlações negativas nos três locais de avaliação, já no ambiente de Dom Basílio ($r_G = 0,78$) e Lençóis ($r_G = 0,91$), a MC correlacionou positivamente com AT. As altas correlações observadas entre MC e AT, podem justificar as correlações negativas entre MC x RATIO e RATIO x AT, uma vez que o RATIO é obtido através do balanço de açúcares e acidez. Porém, em estudos com maracujá não foi encontrado relação entre MC e RATIO (MORGADO et al., 2010).

As características de massa de polpa (MP) e rendimento de suco (RE) são características importantes para a indústria de suco. As únicas correlações significativas com esses caracteres foram observadas para MP x RATIO ($r_G = -0,93$) e RE x SS ($r_G = 0,99$) em Rio de Contas. Por outro lado, foi observada uma correlação forte e positiva de entre SS x AT ($r_G = 0,96$), neste mesmo local, e AT apresentou correlação negativa com RATIO ($r_G = -0,68$ a $0,93$) em todos os ambientes.

As correlações genotípicas foram estimadas considerando os três ambientes, livres da interação GxE, com base no modelo mistos (REML/BLUP). De modo geral, as estimativas de correlações genotípicas apresentaram a mesma tendência, sejam em magnitudes, níveis de significância e relação ao sinal, comparado às estimativas genotípicas dos três ambientes separadamente. Observou-se que 39,7% das estimativas variaram de 0,53 a 0,91 e 29,48% das

correlações foram superiores a 0,60, indicando o forte grau de associação entre os pares de caracteres (Tabela 3).

De modo geral, para algumas características as correlações genóticas não diferiram em função do ambiente de avaliação e apresentaram a mesma tendência em relação à magnitude, sinal ou significância, como NF x PR, SS; MF x DF, MC, MP, RATIO; DF x MC, MP, RATIO; CF/DF x EC, MC x RATIO. Por outro lado, verificaram-se que algumas correlações genóticas diferiram em relação aos ambientes de avaliação como no ambiente de Lençóis foram observadas correlações negativas entre NF x MF, DF, EC, MC, MP e PR x MF, DF, MC que pode estar associado aos efeitos modificadores deste ambiente em relação aos demais.

As estimativas de correlações permitem prever o comportamento de uma determinada característica quando se realiza a seleção com base em outra. Sabe-se ainda que a interação do genótipo com o ambiente pode alterar as correlações entre os caracteres (FALKENHAGEN, 1989; LESSA et al., 2012). As correlações genéticas são dependentes dos fatores ambientais, mas não são levados em consideração por muitos programas de melhoramento, que promovem estudos considerando apenas um ambiente (FALKENHAGEN, 1989). Dessa forma, estudos que promovam análises de correlações entre características em diversos ambientes poderão auxiliar no entendimento da natureza destas interações.

4. CONCLUSÕES

1. As correlações entre características de importância agrônômica, como NF x PR, SS; MF x DF, MC, MP, RATIO; DF x MC, MP, RATIO; CF/DF x EC. MC x RATIO apresentaram o mesmo comportamento nos três ambientes de avaliação, exceto para algumas características no ambiente de Lençóis, como NF x MF, DF, EC, MC, MP e AT.
2. A correlação genotípica foi maior do que a correlação fenotípica na maior parte das associações, demonstrando que os fatores genéticos contribuíram mais do que os de ambiente para as correlações.
3. No ambiente de Lençóis (sistema orgânico) existe correlação genotípica negativa entre NF x MF, DF, EC, MC, MP e AT, diferentemente dos demais ambientes que utilizam o sistema convencional (Dom Basílio e Rio de Contas). Nos ambientes de Dom Basílio e Rio de Contas

à seleção a partir da produção poderá gerar ganhos via resposta correlacionada por seleção da MF, CF, DF e MC.

4. A seleção de frutos com maiores CF, DF, MC e MP poderá ser realizada a partir dos frutos com maior MF em todos os ambientes avaliados.
5. A seleção de frutos com menor espessura de casca poderá ser realizada ainda em campo a partir de frutos com formato oval.
6. Algumas características de interesse agrônomo que apresentam correlações negativas requer a utilização de métodos de seleção mais apurados, que não negligenciem estas características importantes na seleção dos híbridos promissores.

Tabela 1. Estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica (r_F - diagonal superior) e genotípica (r_G - diagonal inferior) para as características número de frutos (NF), produtividade (PR), massa do fruto (MF), comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF), espessura de casca (EC), massa da casca (MC), massa da polpa (MP), rendimento de suco (RE), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT (RATIO).

		NF	PR	MF	CF	DF	CF/DF	EC	MC	MP	RE	SS	AT	RATIO
NF	D. Basílio	1	0,83**	0,19	0,27	0,17	-0,01	-0,04	0,08	0,31	0,28	-0,46	-0,02	-0,20
	Rio Contas	1	0,82**	0,16	0,35	0,16	0,28	-0,58*	0,20	0,13	-0,05	-0,20	-0,23	0,07
	Lençóis	1	0,92**	-0,75**	0,02	-0,73**	0,74**	-0,57*	-0,71**	-0,53*	0,11	-0,54*	-0,73**	0,52*
PR	D. Basílio	0,77*	1	0,70*	0,59*	0,59*	-0,25	0,33	0,53*	0,68**	0,32	-0,43	0,31	-0,47*
	Rio Contas	0,85*	1	0,62*	0,67**	0,57*	0,41	-0,40	0,66**	0,48	-0,10	-0,31	-0,05	-0,24
	Lençóis	0,96**	1	-0,44	0,32	-0,49*	0,68**	-0,45	-0,43	-0,25	0,16	-0,71**	-0,63*	0,33
MF	D. Basílio	0,20	0,77**	1	0,68**	0,89**	-0,50*	0,64*	0,86**	0,82**	0,20	-0,14	0,56*	-0,57*
	Rio Contas	0,25	0,87*	1	0,75**	0,87**	0,32	0,05	0,89**	0,84**	0,13	-0,09	0,35	-0,50*
	Lençóis	-0,87**	-0,70*	1	0,49*	0,91*	-0,58*	0,58*	0,94**	0,80**	-0,06	0,02	0,63*	-0,65*
CF	D. Basílio	0,52	0,95**	0,90*	1	0,45	0,19	0,40	0,53*	0,66*	0,26	-0,15	0,34	-0,37
	Rio Contas	0,46	0,84*	0,78*	1	0,55*	0,83**	-0,40	0,67**	0,65*	0,02	-0,27	-0,08	-0,20
	Lençóis	0,00	0,23	0,44	1	0,25	0,36	0,01	0,44	0,50	0,07	-0,68*	-0,09	-0,23
DF	D. Basílio	0,24	0,73*	0,93**	0,50	1	-0,79**	0,58*	0,80**	0,70**	0,13	0,06	0,59*	-0,54*
	Rio Contas	0,04	0,78	0,94*	0,47	1	0,00	0,12	0,87**	0,58*	-0,06	-0,10	0,34	-0,47*
	Lençóis	-0,83*	-0,68*	0,94**	0,18	1	-0,81**	0,63*	0,94**	0,57*	-0,26	0,09	0,80**	-0,76**
CF/DF	D. Basílio	-0,02	-0,38	-0,63*	-0,11	-0,92**	1	-0,34	-0,50*	-0,31	0,03	-0,18	-0,39	0,32
	Rio Contas	0,45	0,57	0,47	0,92**	0,09	1	-0,54*	0,22	0,40	0,07	-0,23	-0,32	0,09
	Lençóis	0,83**	0,80**	-0,72*	0,29	-0,89**	1	-0,58*	-0,64*	-0,26	0,28	-0,50*	-0,83**	0,60*
EC	D. Basílio	0,12	0,61	0,84**	0,83*	0,83**	-0,52	1	0,89**	0,18	-0,44*	-0,01	0,65*	-0,59*
	Rio Contas	-1,05**	-0,64	-0,09	-0,57	0,01	-0,61*	1	0,22	-0,21	-0,36	0,04	0,05	0,03
	Lençóis	-0,72*	-0,59	0,75*	-0,05	0,79**	-0,78*	1	0,68**	0,22	-0,41	0,16	0,60*	-0,54*
MC	D. Basílio	0,07	0,61*	0,88**	0,65	0,82**	-0,62*	1,14**	1	0,43	-0,29	-0,16	0,57*	-0,59*
	Rio Contas	0,21	0,80*	0,88*	0,66*	0,92*	0,33	0,12	1	0,50*	-0,31	-0,30	0,13	-0,40
	Lençóis	-0,83**	-0,66*	0,97**	0,41	0,99**	-0,77*	0,80*	1	0,57*	-0,36	-0,04	0,69**	-0,71**
MP	D. Basílio	0,34	0,78*	0,84**	0,98**	0,77**	-0,40	0,31	0,49	1	0,72	-0,11	0,41	-0,41
	Rio Contas	0,31	0,75	0,82*	0,69	0,56	0,54	-0,39	0,44	1	0,61*	0,13	0,48*	-0,51*
	Lençóis	-0,72*	-0,56	0,86*	0,46	0,64*	-0,42	0,48	0,68*	1	0,55*	0,02	0,38	-0,42
RE	D. Basílio	0,38	0,39	0,20	0,59	0,19	0,08	-0,58	-0,28	0,70	1	0,04	0,04	0,00
	Rio Contas	-0,07	-0,08	-0,08	-0,07	-0,27	0,05	-0,49	-0,57	0,49	1	0,56*	0,53*	-0,17
	Lençóis	0,19	0,17	-0,21	0,01	-0,44	0,41	-0,39	-0,47	0,34	1	0,09	-0,15	0,13
SS	D. Basílio	-1,21**	-1,00**	-0,30	-0,24	0,13	-0,23	-0,01	-0,20	-0,44	-0,44	1	0,04	0,44
	Rio Contas	-0,69	-0,76*	-0,13	-0,45	-0,22	-0,37	0,18	-0,52	0,29	0,99**	1	0,55*	0,18
	Lençóis	-0,83*	-1,17**	0,04	-1,28**	0,11	-0,71*	0,38	0,07	-0,25	-0,34	1	0,33	0,05
AT	D. Basílio	-0,20	0,35	0,69*	0,82	0,83**	-0,52	0,96**	0,78*	0,42	-0,23	-0,18	1	-0,87**
	Rio Contas	-0,39	0,02	0,53	-0,21	0,51	-0,45	-0,04	0,25	0,57	0,58	0,96**	1	-0,69**
	Lençóis	-0,87**	-0,80**	0,80*	-0,09	0,98**	-1,01**	0,77*	0,91*	0,49	-0,37	0,39	1	-0,90**
RATIO	D. Basílio	-0,18	-0,58	-0,67**	-0,71	-0,70*	0,44	-0,85*	-0,72*	-0,48	0,06	0,55	-0,93**	1
	Rio Contas	-0,18	-1,08**	-1,12**	-0,38	-1,21**	0,15	0,46	-1,14**	-0,93*	0,09	-0,43	-0,68	1
	Lençóis	0,65*	0,41	-0,87*	-0,46	-1,03**	0,80*	-0,70*	-0,99**	-0,64	0,29	0,05	-0,90*	1

** e * :Significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade pelo test t ou pelo teste bootstrap com mil simulações respectivamente.

Tabela 2. Estimativas dos coeficientes de correlação ambiental para as características: número de frutos (NF), produtividade (PR), massa do fruto (MF), comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF), espessura de casca (EC), massa da casca (MC), massa da polpa (MP), rendimento de suco (RE), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT (RATIO).

		NF	PR	MF	CF	DF	CF/DF	EC	MC	MP	RE	SS	AT	RATIO
NF	D. Basílio	1,00	0,93**	0,24	0,08	0,05	0,01	-0,31	0,12	0,28	0,17	0,19	0,28	-0,25
	Rio Contas	1,00	0,80**	0,08	0,22	0,26	-0,07	-0,02	0,20	-0,05	-0,03	0,28	-0,06	0,19
	Lençóis	1,00	0,79**	-0,11	0,11	0,02	0,07	0,07	-0,05	-0,08	-0,02	0,17	-0,13	0,14
PR	D. Basílio		1,00	0,54*	0,26	0,22	0,06	-0,30	0,33	0,48**	0,21	0,22	0,23	-0,24
	Rio Contas		1,00	0,34*	0,40*	0,38*	0,02	-0,03	0,49*	0,13	-0,12	0,22	-0,13	0,21
	Lençóis		1,00	0,48*	0,53*	0,45**	0,18	-0,02	0,38*	0,41*	0,16	0,19	-0,12	0,13
MF	D. Basílio			1,00	0,57*	0,63**	0,10	-0,18	0,67**	0,75**	0,26	0,17	0,10	-0,21
	Rio Contas			1,00	0,84**	0,82**	-0,02	0,24	0,90**	0,86**	0,38*	-0,04	0,13	-0,14
	Lençóis			1,00	0,67**	0,77**	0,10	0,00	0,86**	0,74**	0,19	-0,04	0,09	-0,07
CF	D. Basílio				1,00	0,54*	0,68**	-0,09	0,58*	0,33*	-0,02	-0,09	-0,17	0,00
	Rio Contas				1,00	0,88*	0,19	0,09	0,81**	0,67**	0,24	0,11	0,23	-0,11
	Lençóis				1,00	0,59*	0,65**	0,13	0,54*	0,56*	0,13	0,07	-0,08	0,12
DF	D. Basílio					1,00	-0,24	-0,36*	0,66**	0,39*	0,01	-0,06	-0,24	0,02
	Rio Contas					1,00	-0,29	0,26	0,83**	0,60*	0,14	0,01	0,18	-0,17
	Lençóis					1,00	-0,23	-0,07	0,73**	0,54*	0,07	0,05	-0,04	0,15
CF/DF	D. Basílio						1,00	0,21	0,10	0,01	-0,07	-0,12	-0,04	-0,01
	Rio Contas						1,00	-0,40*	-0,10	0,09	0,21	0,20	0,10	0,11
	Lençóis						1,00	0,24	0,00	0,15	0,07	-0,03	-0,07	0,00
EC	D. Basílio							1,00	-0,12	-0,26	-0,21	-0,01	-0,09	0,10
	Rio Contas							1,00	0,38*	0,07	-0,15	-0,16	0,20	-0,27
	Lençóis							1,00	0,28	-0,28	-0,49**	-0,27	0,09	-0,16
MC	D. Basílio								1,00	0,12	-0,43**	-0,15	-0,22	-0,09
	Rio Contas								1,00	0,59*	0,00	-0,05	-0,02	-0,03
	Lençóis								1,00	0,36*	-0,23	-0,29	-0,07	0,03
MP	D. Basílio									1,00	0,82**	0,43*	0,41*	-0,22
	Rio Contas									1,00	0,75**	-0,07	0,36*	-0,33*
	Lençóis									1,00	0,78**	0,38*	0,16	-0,06
RE	D. Basílio										1,00	0,51*	0,49*	-0,11
	Rio Contas										1,00	0,05	0,46*	-0,34*
	Lençóis										1,00	0,53*	0,15	-0,06
SS	D. Basílio											1,00	0,33*	0,32*
	Rio Contas											1,00	0,02	0,55*
	Lençóis											1,00	0,24	0,07
AT	D. Basílio												1,00	-0,73**
	Rio Contas												1,00	-0,79**
	Lençóis												1,00	-0,92**
RATIO	D. Basílio													1,00
	Rio Contas													1,00
	Lençóis													1,00

** e * :Significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade pelo test *t* ou pelo teste bootstrap com mil simulações, respectivamente.

Tabela 3. Estimativas dos coeficientes de correlação genotípica nos três ambientes, desconsiderando os efeitos das interações GxE com base no modelos mistos REML/BLUP, para as características número de frutos (NF), produtividade (PR), massa do fruto (MF), comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF), espessura de casca (EC), massa da casca (MC), massa da polpa (MP), rendimento de suco (RE), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT (RATIO).

	NF	PR	MF	CF	DF	CF/DF	EC	MC	MP	RE	SS	AT	RATIO
NF	1,00	0,83	-0,32	0,25	-0,34	0,44	-0,63	-0,31	-0,19	0,04	-0,37	-0,56	0,36
PR		1,00	0,21	0,62	0,08	0,40	-0,38	0,16	0,24	-0,04	-0,63	-0,31	0,00
MF			1,00	0,53	0,89	-0,30	0,56	0,91	0,80	-0,09	-0,30	0,66	-0,80
CF				1,00	0,20	0,62	-0,10	0,40	0,56	0,04	-0,63	-0,01	-0,28
DF					1,00	-0,64	0,63	0,88	0,60	-0,19	-0,10	0,73	-0,79
CF/DF						1,00	-0,58	-0,40	-0,04	0,19	-0,39	-0,59	0,42
EC							1,00	0,76	0,08	-0,58	0,15	0,67	-0,63
MC								1,00	0,48	-0,48	-0,29	0,64	-0,78
MP									1,00	0,51	-0,22	0,47	-0,56
RE										1,00	0,21	0,00	0,12
SS											1,00	0,30	0,18
AT												1,00	-0,87
RATIO													1,00

5. REFERÊNCIAS

- ADEKOYA, M. A.; ARIYO, O. J.; KEHINDE, O. B.; ADEGBITE, A. E. Correlation and path analyses of seed yield in okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) grown under different cropping seasons. **Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science**, v. 37, n. 1, p. 39-49, 2014.
- AKAMINE, E. K.; GIROLAMI, G. Pollination and fruit set in the yellow passion fruit. **Honolulu: University of Hawaii**, (Technical bulletin, 39), p. 44, 1959.
- ALBUQUERQUE, A. S. et al. Possibilidade de seleção indireta para peso do fruto e rendimento em polpa em maracujá (*Passiflora edulis* Sims). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17, 2002, Belém. Anais...Belém: Embrapa, 2002.
- ARSHAD M.; ALI N.; GHAFOR A. B. Character correlation and path coefficient in soybean *Glycine max* (L.) Merrill. **Pakistan Journal Botany**, Karachi, v. 38 n. 1 p. 121-130, 2006.
- BORGES, A. L. et al. Produtividade e qualidade de maracujá-amarelo irrigado, adubado com nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 2, p. 259-262, 2003.

- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa N° 12 de 4 de Setembro de 2003. **Diário Oficial**. Brasília, Seção1, p.72-76, 2003.
- CARVALHO, C. G. P.; OLIVEIRA, V. R.; CRUZ, C. D.; CASALI, V. W. D. Análise de trilha sob multicolinearidade em pimentão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.34, n.4, p.603-613, 1999.
- CARVALHO, F.I.F.; LORENCETTI, C.; BENIN, G. **Estimativas e implicações da correlação no melhoramento vegetal**. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária - UFPel, 2004. 141p.
- CARVALHO, F. I. F.; LORENCETTI, C.; BENIN, G. **Estimativas e implicações da correlação no melhoramento vegetal**. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária - UFPel, 2004. 141p.
- CRUZ, C. D., REGAZZI, A.J. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, p.390, 1994.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes: biometria**. Viçosa: UFV, 2006. 382p.
- EL-MOHSEN, A. A.; HEGAZY, S. R. A.; TAHA, M. H. Genotypic and phenotypic interrelationships among yield and yield components in Egyptian bread wheat genotypes. **Journal of Plant Breeding and Crop Science** 4, p. 9-16, 2012.
- ESPITIA, M.; ARAMENDIZ, H.; CARDONA, C. Correlaciones para algunas propiedades físicas y químicas del fruto y jugo de maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener). **Agronomía Colombiana**. 26(2), p. 292-299, 2008.
- FALKENHAGEN, E. R. Influences of testing sites on the genetic correlations in open-pollinated family traits of *Pinus elliottii* in South Africa. *Theor Appl Genet*, v 77, p. 873-880, 1989.
- FERREIRA, F. R. et al. Correlações fenotípicas entre diversas características do fruto do maracujá amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 3. Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, p. 481-489, 1975.
- FERREIRA, M. A. J. F. et al. Correlações genotípicas, fenotípicas e de ambiente entre dez caracteres de melância e suas implicações para o melhoramento genético. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 438-442, 2003.
- GONÇALVES, G. M. et al. Seleção e herdabilidade na predição de ganhos genéticos em maracujá-amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.42, p.193-198, 2007.

- IBGE. Banco de Dados Agregados: produção agrícola municipal. **Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acesso: 05 janeiro 2016.
- LESSA, L. S. et al. Vegetative traits and their effects on production of banana evaluated in three cycles. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 4, p. 1098-1104, 2012.
- LINHALES, H. **Seleção em famílias de irmãos completos de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Deg.*) no segundo ano de produção**. 2007. 72p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- MISTRO, J. C. et al. Estimativas de correlações genóticas e fenotípicas entre caracteres de café arábica. Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Águas de Lindóia, SP. **Anais**. Brasília, 2007.
- MORAES, M. C. et al. Genetic and phenotypic parameter estimates for yield and fruit quality traits from a single wide cross in yellow passion fruit. **Hort Science**, Alexandria, v. 40, n. 7, p. 1978-1981, 2005.
- MORGADO, D. M. A. et al. Correlações fenotípicas em características físico-químicas do maracujazeiro-azedo. **Acta Agronômica**. v. 59, n.4, p. 457-461, 2010.
- NASCIMENTO, T. B.; RAMOS, J. D.; MENEZES, J. B. Características físicas do maracujá-amarelo produzido em diferentes épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.34, n.12, p.2353-2358, 1999.
- NEGREIROS, J. R. et al. Relations among physical fruit traits and pulp content in yellow passion fruit. **Revista Brasileira de Fruticultura**, n. 29, p. 546-549, 2007.
- NEVES, C. G. et al. Avaliação Agronômica de parentais e Híbridos de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, n. 35, p. 191-198, 2013.
- OLIVEIRA, E. J. et al. Correlações genéticas e análise de trilha para número de frutos comerciais por planta em mamoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p. 855-862, 2010.
- OLIVEIRA, E. J. et al. Estimativas de correlações genóticas e fenotípicas em germoplasma de maracujazeiro. *Bragantia*, Campinas, v.70, n.2, p.255-261, 2011.
- PIMENTEL, L. D. et al. Seleção precoce de maracujazeiro pelo uso da correlação entre dados de produção mensal e anual. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.1303-1309, 2008.
- RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 3, p. 182-194, 2007.

SHOWKAT, M.; TYAGI, D. Correlation and path analysis of some quantitative traits in soybean (*Glycine max* L. Merrill). **Research Journal of Agricultural Sciences**, v. 1, p. 102-106, 2010.

SILVA, F. F. et al. Genotypic correlations of morpho-agronomic traits in papaya and implications for genetic breeding. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.7, p.345-352, 2007.

UDENSI, O.; IKPEME, E. V. Correlation and Path Coefficient Analyses of Seed Yield and its Contributing Traits in *Cajanus cajan* (L.) Millsp. **American Journal of Experimental Agriculture**, n 2, p. 351-358, 2012.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. *Genética Biométrica no Melhoramento*. Ribeirão Preto: SBG, p. 496, 1992.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A utilização da metodologia dos modelos mistos (REML/BLUP) permitiu auxiliar na melhor seleção de híbridos produtivos, estáveis e adaptáveis aos ambientes de avaliação, e que podem ser recomendados para o plantio em polos de produção de maracujá na Bahia são BRS Gigante Amarelo (BRS-GA), BRS Sol do Cerrado (BRS-SC), HFOP-09, H09-09, GP09-02 e GP09-03.
- A utilização dos parâmetros genéticos pode ser uma ferramenta valiosa para a seleção de genótipos de maracujazeiro amarelo, permitindo o conhecimento da estrutura genética da população avaliada. Os híbridos avaliados referem-se a um conjunto de genótipos em fase final de validação. As análises realizadas permitiram identificar valores de mediano a alto de herdabilidade nos três ambientes para a maioria das características avaliadas, indicando que existe variabilidade suficiente para obtenção de ganhos em novos ciclos de seleção.
- Os estudos de correlações entre características de importância agrônômica em diversos ambientes devem ser levados em consideração pelos programas de melhoramento genético, uma vez que os resultados observados apresentaram divergência nas correlações genotípicas entre os ambientes avaliados, como observado no ambiente de Lençóis entre características NF x MF, DF, EC, MC, MP e AT. Ademais, as correlações genotípicas superaram as correlações ambientais, demonstrando que os fatores genéticos contribuíram mais do que os de ambiente para as correlações. As associações entre as características NF x PR; PR x MF; MF x CF, DF, MC, MP; CF x DF, MC, MP; DF x MC e MP; MP x RE; AT x RATIO, também apresentaram correlação ambiental forte, indicando que o ambiente também exerce influência na expressão dos caracteres o que pode dificultar a seleção indireta.