

Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 13 (5)

May 2021

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/14520211268>

Article link: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1268>



Estimativas de parâmetros genéticos e ganhos de seleção em progênies de maracujazeiro via metodologia REML/BLUP.

Estimates of genetic parameters and selection gains in progenies of passion fruit via methodology REML/BLUP.

Dhiego Perreira Krause

Universidade do Estado de Mato Grosso - Campus Tangará da Serra

Corresponding author

Leandro Rafael Fachi

Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Cuiabá

leandrofachi@hotmail.com

Edinéia Zulian Dalbosco

Universidade do Estado de Mato Grosso - Campus Tangará da Serra

Thiago Neto Valerio Campos

Universidade do Estado de Mato Grosso - Campus Tangará da Serra

Angélica Padilha Freitas

Universidade do Estado de Mato Grosso - Campus Tangará da Serra

Kecy Sena Lima

Universidade do Estado de Mato Grosso - Campus Tangará da Serra

Willian Krause

Universidade do Estado de Mato Grosso - Campus Tangará da Serra

Resumo: O objetivo deste trabalho foi estimar os parâmetros genéticos e prever o progresso genético via índices de seleção utilizando a metodologia REML/BLUP em uma população de maracujazeiro azedo sob seleção recorrente intrapopulacional. Foram avaliadas 118 famílias de irmãos completos (FIC) e três testemunhas adicionais distribuídas em delineamento de blocos casualizado (DBC) com 3 repetições e 3 plantas por parcela, sendo avaliadas 13 características relacionadas a planta e fruto. Foi realizado a estimação dos parâmetros genéticos pela metodologia REML/BLUP e empregados os índices de seleção aditivo (AD), multiplicativo (IM) e Mulamba e Mock (MM) para ranquear todos os indivíduos. Na avaliação dos parâmetros genéticos foram observadas magnitudes de herdabilidade média de progênies para as características: Ratio, comprimento do fruto, formato do fruto, dias para o florescimento e acidez total titulável, sendo observados altos valores de acurácias. Na estimativa de ganhos preditos, os maiores ganhos percentuais preditos para as características, número de frutos e produtividade, foram estimados quando utilizou o índice aditivo com os pesos aleatórios. Os índices de seleção do referente estudo, indicam possibilidade de sucesso no programa de melhoramento visando à seleção de características superiores para o Estado de Mato Grosso.

Palavras-chaves: *Passiflora edulis* Sims, melhoramento, modelos mistos.

Abstract: The aim of this work was to estimate genetic parameters and predict genetic progress via selection indexes using the REML / BLUP methodology in a population of sour passion fruit under recurrent intra-population selection. 118 families of complete siblings (FIC) and three additional witnesses distributed in a randomized block design (DBC) with 3 replicates and 3 plants per plot were evaluated, with 13 characteristics related to plant and fruit. The genetic parameters were estimated using the REML / BLUP methodology and the additive (AD), multiplicative (IM) and Mulamba and Mock (MM) selection indexes were used to rank all individuals. In the evaluation of genetic parameters, magnitudes of average heritability of progenies were observed for the characteristics: Ratio, fruit length, fruit shape, days for flowering and total

titratable acidity, with high accuracy values being observed. In the estimate of predicted gains, the highest percentage gains predicted for the characteristics, number of fruits and productivity, were estimated when using the additive index with the random weights. The selection indexes of the study refer to the possibility of success in the breeding program aiming at the selection of superior characteristics for the State of Mato Grosso.

Keywords: *Passiflora edulis* Sims, breeding, mixed models.

Introdução

Embora o maracujazeiro tenha alcançado significativa importância econômica no mercado brasileiro e internacional de frutas tropicais, a produtividade nacional ainda é considerada baixa, sendo estimada em apenas 14,900 kg/ha⁻¹, tendo o estado do Mato Grosso alcançado uma produtividade média de 16,501 kg/ha⁻¹ (IBGE, 2018). Embora a média obtida seja maior que a média nacional, ela está bem abaixo daquelas obtidas por cultivares geneticamente melhoradas obtidas pelos programas de melhoramento genético (Faleiro et al., 2011).

A baixa produtividade do maracujazeiro no estado do Mato Grosso bem como a menor qualidade de frutos é causada por vários fatores, dentre eles, a falta de tecnologias adaptadas para a região, os problemas fitossanitários, técnicas inadequadas de cultivo e a baixa utilização de cultivares melhoradas (Krause et al., 2012; Reis et al., 2018). Assim, há necessidade de implantação de programas de melhoramento genético para atender essa demanda.

Na execução de programas de melhoramento genético o método REML associado à metodologia de modelos mistos (BLUP) é uma ferramenta flexível para a estimativas dos parâmetros genéticos (Resende, 2007). As principais vantagens do REML/BLUP são a possibilidade de correção simultânea dos efeitos ambientais, a possibilidade de comparar indivíduos ou variedades ao longo do tempo e espaço, a possibilidade de trabalhar com estruturas complexas de dados, estimação de componentes de variância, predição de valores genéticos, aplicabilidade de dados desbalanceados e a geração de estimativas e de predições mais concisas (Silva et al., 2017).

A análise de predição dos ganhos genéticos e estimativa dos componentes de variância via REML/BLUP podem ser obtidos por três diferentes índices (Aditivo, Multiplicativo Mulamba e Mock) (Resende, 2007). Os vários índices permitem adquirir resultados precisos, rápido e com maior acurácia para o melhoramento genético, porém, apesar da aplicabilidade dos índices de seleção ter sido reportada em diversas culturas, em maracujazeiro são poucos os estudos em uma população em seleção recorrente, daí a importância desse trabalho para a contribuição do melhoramento genético. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi estimar os parâmetros genéticos e prever o progresso genético via índices de seleção utilizando a metodologia REML/BLUP em uma população de maracujazeiro azedo sob seleção recorrente intrapopulacional.

Métodos

Delineamento e condução do experimento

O plantio do experimento foi realizado em setembro de 2014 na área experimental da Universidade do Estado de Mato Grosso, município de Tangará da Serra, MT (14°37' latitude e 57°29' longitude e altitude de 322 m). O clima da região é tropical apresentando estação seca e chuvosa bem definida, a precipitação média anual varia de 1300 a 2000 mm ano⁻¹, com temperatura anual variando de 16 a 36°C (Martins et al., 2010).

Foram avaliadas 118 famílias de irmãos completos (FIC) e três testemunhas adicionais, sendo um genótipo proveniente do programa de melhoramento genético do maracujazeiro azedo da UNEMAT denominado população UNEMAT S30 e as cultivares comerciais FB200 e BRS Rubi do Cerrado.

O delineamento foi em blocos casualizado com três repetições de três plantas por parcela. O espaçamento foi de 3,0 m entre plantas e de 3,0 m entre linhas de plantio a fim de possibilitar a mobilidade de maquinário dentro do experimento. O sistema de condução das plantas foi o de espaldeira vertical, com mourões de 2,5 m, espaçados de 6,0 m e com um fio de arame liso número 12 a partir de 2,0 m do solo. Os tratos culturais como irrigação, podas, controle de pragas e doenças foram os recomendados para a cultura do maracujazeiro azedo (Meletti & bruckner, 2001).

Características avaliadas

Foram avaliadas as seguintes características físicas e químicas: dias para o florescimento (DFL), produtividade (Prod) em kg ha⁻¹/ano, massa de frutos (MF), número de frutos (NF), comprimento médio dos frutos (CF), Diâmetro médio de frutos (DF), formato de fruto (FF), espessura média de casca (EC), rendimento de polpa (RP), coloração da polpa (CP), teor de sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), ratio (SST/ATT). As características produtividade e número de frutos foram avaliadas apenas no primeiro ano de cultivo. As características químicas e físicas dos frutos foram avaliadas no período de maio a setembro de 2015, utilizando nove frutos por parcela.

Análise estatística

Primeiramente foi realizada uma análise de deviance para testar os efeitos do modelo, seguindo as recomendações do modelo descrito de Viana e Resende (2014). Posteriormente foi realizada a análise de predição dos ganhos genéticos e estimativa dos componentes de variância via REML/BLUP. A partir dos valores genotípicos preditos, foram aplicados os índices aditivos (AD), multiplicativo (IM) e Mulamba e Mock (MM).

No índice AD foi realizado seis análises com pesos econômicos aleatórios de diferentes grandezas para as características principais NF, Prod

e MF: componentes de variação (h^2_{mp} e Acprog) e PA 1 (20, 100, 10), PA 2 (500, 500, 250), PA 3 (500, 1000, 500), PA 4 (1000, 1000, 500), PA 5 (1000, 5000, 500) e PA 6 (2000, 10000, 1000). Para as demais características o peso foi estabelecido 1. Tanto para o índice IM quanto para MM a direção “maior” estabelecida para as características NF, Prod, MF, CF, DF, FF, RP, CP, SST e ratio o sentido “menor” para as características DFL, EC e ATT.

Na análise de predição dos ganhos genéticos e estimativa dos componentes de variância via REML/BLUP foi utilizado o modelo 147 e para os índices de seleção o modelo 101 do programa Selegen (Resende, 2007). Após a seleção das 30 melhores FIC por índice, foram estimados os ganhos de seleção (GS) com base nos valores fenotípicos das famílias selecionadas.

Foi realizado o índice de coincidência das 30 FIC selecionadas pelos índices de seleção. Para estimar o índice de coincidência, foi utilizado o método de Hamblin e Zimmermann (1986).

Resultados e discussão

Estimativas dos parâmetros genéticos

Na Tabela 1, são apresentados os valores de deviance, cujos resultados demonstram que não houve diferença significativa pelo teste de Qui-quadrado a 5% de probabilidade para as características massa fruto (MF), coloração de polpa (CP) e sólidos solúveis totais (SST). Todas as demais variáveis apresentaram significância, indicando a existência de variabilidade genética entre os genótipos avaliados, o que possibilita o sucesso na seleção de genótipos superiores.

Tabela 1. Análise de deviance para as características dias para o florescimento (DFL), número de fruto (NF), produtividade (Prod), massa de fruto (MF), comprimento do fruto (CF), diâmetro de fruto (DF), formato de fruto (FF), espessura de casca (EC), rendimento de polpa (RP), coloração de polpa (CP), teor de sólidos solúvel (SST), acidez total titulável (ATT) e ratio em famílias de irmãos completos de maracujazeiro. Tangará da Serra-MT, 2015.

Caract.	Efeito		LRT (χ^2)	Média
	Genótipo	Modelo completo		
DFL	2821,02	2796,15	24,87*	146,58
NF	7620,52	7610,49	10,02*	47602,26
PROD	6420,13	6413,87	6,26*	8997,99
MF	3066,72	3063,02	3,70 ^{ns}	191,12
CF	1798,58	1735,34	63,23*	92,74
DF	1446,31	1436,87	9,43*	79,33
FF	-1510,49	-1549,58	39,08*	1,17
EC	213,54	201,18	12,36*	6,39
RP	1773,64	1757,97	15,66*	41,68
CP	-104,52	-105,14	0,62 ^{ns}	4,95
SST	514,62	513,80	0,82 ^{ns}	11,74
ATT	-167,27	-188,19	20,92*	3,38
RATIO	27,19	6,98	20,21*	3,54

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste Qui-quadrado. LRT(χ^2): teste de razão de verossimilhança.

Na tabela 2 observa-se que as maiores estimativas para h^2_{mp} foram para Ratio, CF FF (0,706, 0,701 e 0,615,). Nessa situação, a seleção pode ser mais efetiva utilizando as informações das

progênies, visto que genótipos com estas características podem representar ganhos para fins agroindustriais. Em contrapartida, os menores valores foram estimados para SST, MF e PROD (0,130; 0,259 e 0,322). Baixos valores de h^2_{mp} para SST e MF também foram encontrados por Rocha (2014) para o maracujazeiro-azedo. Segundo Farias Neto e Resende (2001), baixas estimativas de herdabilidade podem ser devido a estreita base genética da população, uma vez que as progênies são provenientes de um pequeno número de plantas.

As duas características ligadas diretamente à produção e, portanto, consideradas as mais importantes, número de frutos (NF) e massa do fruto (MF), apresentaram estimativas de herdabilidade média de progênies de 0,387 e 0,259, respectivamente. Valores apresentados por Silva et al. (2009) para estimativas de herdabilidade no sentido amplo de 39,19% (NF) e 28,04% (PT), respectivamente, foram considerados baixos, para uma população estruturada sob o mesmo controle genético.

No entanto, não se pode concluir que os ganhos genéticos com a seleção serão menores, pois estimativas de valores de alta magnitude de herdabilidade podem ocorrer para caracteres de pequena variância genética, desde que a interferência ambiental na característica seja de pequena magnitude (Silva et al., 2012). De fato, estas características possivelmente foram as mais afetadas pelo ambiente, apresentando inclusive os maiores coeficientes de variação (Silva et al., 2009).

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, condicionada 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).

A acurácia seletiva refere-se à correlação entre o valor genotípico verdadeiro do material genético e aquele estimado ou predito a partir das informações dos experimentos de campo, sendo tanto maiores quanto menores os desvios absolutos entre esses valores (Costa et al., 2008). Os valores de acurácia encontrados variaram entre 0,142 (CP) a 1,098 (Ratio). De acordo com a classificação de Resende e Duarte (2007), esta estatística varia de 0 a 1, sendo classificada como muito alta ($Ac \geq 0,90$), alta ($0,70 \leq Ac < 0,90$), moderada ($0,50 \leq Ac < 0,70$) e baixa ($Ac < 0,50$).

A qualidade da avaliação genotípica deve ser inferida referencialmente com base na acurácia. Neste estudo, os maiores valores foram obtidos para Ratio, CF, FF, DFL e ATT respectivamente, enquanto estimativas de baixa magnitude foram observadas para SST (0,361) e CP (0,142). De acordo Resende e Duarte (2007), a acurácia acima de 90% só é possível para caracteres com alta herdabilidade.

Valores de acurácia maiores que 0,70 são suficientes para propiciar uma inferência precisa sobre o valor genético das progênies. Por ser uma medida associada à precisão na seleção, a acurácia é o principal elemento do progresso genético que pode ser alterado pelo homem, visando maximizar o ganho genético (Resende, 2002).

Tabela 2. Estimativas de parâmetros genéticos para as características dias para o florescimento (DFL), número de fruto (NF), produtividade (Prod), massa de fruto (MF), comprimento do fruto (CF), diâmetro de fruto (DF), formato de fruto (FF), espessura de casca (EC), rendimento de polpa (RP), coloração de polpa (CP), teor de sólidos solúvel (SST), acidez total titulável (ATT) e ratio em famílias de irmãos completos de maracujazeiro azedo.

Características	Parâmetros genéticos ^{1/}	
	h^2_{mp}	A_{cprog}
DFL	0,534	0,731
NF	0,387	0,622
PROD	0,322	0,567
MF	0,259	0,509
CF	0,701	0,838
DF	0,378	0,615
FF	0,615	0,784
EC	0,419	0,647
RP	0,456	0,675
CP	0,337	0,142
SST	0,130	0,361
ATT	0,504	0,710
RATIO	0,706	1,098

^{1/}herdabilidade média de progênies (h^2_{mp}); acurácia de seleção (A_{cprog}).

Estimativa de ganhos

A Tabela 3 contém as estimativas dos ganhos percentuais preditos para o índice de seleção de Mulamba e Mock, índice Multiplicativo e o índice clássico aditivo, nesse último, utilizando como pesos econômicos: herdabilidade média de progênies (h^2_{mp}), acurácia de seleção (A_{cprog}) e os pesos aleatórios (PA) atribuídos por tentativas, sendo a seleção praticada nas características DFL, NF, Prod, MF, CF, DF, FF, EC, PR, CP, SS, ATT e RATIO.

Os pesos aleatórios PA 1 a PA 6 atribuídos para o índice aditivo (AD), demonstraram valores semelhantes para todas as variáveis. Vale destacar que para PA 5 e PA 6, os ganhos obtidos nas características avaliadas foram iguais, sendo que os pesos atribuídos para PA 6 (2000, 10000, 1000) foi o dobro para PA 5 (1000, 5000, 500) para as características NF, Prod e MF, respectivamente. No entanto, os ganhos podem ser considerados superiores para estas variáveis, sendo de 16,38%, 14,02% e 0,20%, respectivamente (Tabela 2), na qual, nesta última o ganho pode ser considerado estável.

A característica MF não diferiu significativamente pelo teste de Qui-quadrado a 5% de probabilidade, indicando a não existência de variabilidade genética. No entanto, a média original (191,12 g) está dentro dos limites aceitáveis para o mercado consumidor (Tabela 1). Esse resultado superou aos encontrados por Hafle et al. (2009), Nogueira Filho et al. (2010) e Cunha (2013), que obtiveram 161,6, 156, e 123,8 g em média de massa do fruto para maracujazeiro azedo enxertado.

O uso do índice de aditivo com os pesos aleatórios (PA 1 ao PA 6), resultou em ganhos insatisfatórios para as características CF, DF, FF, EC, ATT e Ratio, o que não inviabiliza sua utilização como alternativa de seleção de progênies superiores para posterior recombinação. Os ganhos, embora negativos, foram muito reduzidos, não alterando significativamente a média populacional. Oliveira et al. (2008), encontraram resultados semelhantes, embora o índice aditivo tenha possibilitado a obtenção de maiores ganhos em relação ao peso e ao número de frutos de progênies de meios-irmãos de maracujazeiro-azedo por planta, houve ganho negativo para alguns caracteres.

Comparando os pesos econômicos do índice de seleção aditivo evidenciou que o emprego do PA obteve melhores ganhos para as características de interesse econômico. Na utilização do h^2_{mp} e A_{cprog} os ganhos para NF e Prod foram inferiores à 7,14% e 7,33% respectivamente, enquanto para o emprego do PA demonstrou o dobro, sendo resultados superiores à 15,62% e 13,65%, respectivamente. Para Silva et al. (2012b), avaliando o mesmo índice, observaram que os melhores resultado foi apresentado quando utilizaram os pesos aleatórios.

Para o índice multiplicativo os valores permitiram a obtenção de ganhos positivos e satisfatórios nas características principais NF (14,00%), Prod (12,24%), resultados semelhantes ao índice aditivo, podendo ser utilizado na seleção destes caracteres para o programa de melhoramento em maracujazeiro azedo. No índice de seleção de Mulamba e Mock os ganhos foram positivos para as características NF (7,51%), Prod (7,40%) e MF (0,48%), no entanto, foram abaixo dos ganhos obtidos pelo índice de SH (AP) e IM.

Teixeira et al. (2012) demonstraram que o índice de soma de ranks é mais adequado na seleção de progênies e obtenção de progressos superiores com distribuição de ganhos balanceados entre as características em relação a outros índices fenotípicos, resultado discordante ao encontrado nesse estudo. Pedrozo et al. (2009) compararam a eficiência de três índices de seleção construídos de componentes de variância estimados e valores genotípicos preditos pela metodologia REML/BLUP, em três populações de cana-de-açúcar. Em que, os autores concluíram que o índice multiplicativo foi o que mostrou maior eficiência na seleção de genótipos superiores desta cultura.

A coincidência entre as FIC selecionadas variou de 33,3% a 100% para os índices de seleção avaliados (Tabela 4). As melhores taxas de

coincidências foram observadas no índice de seleção aditivo (PA), com a utilização dos pesos aleatórios, sendo superiores 96,3%. A coincidência entre os índices não paramétricos de Mulamba e Mock e o índice Multiplicativo foram inferiores a 66,7%. Quanto

maior o coeficiente de coincidência entre dois índices de seleção, maior será a concordância dos resultados entre eles (Pedrozo et al., 2009).

Tabela 3. Estimativas dos ganhos de seleção percentuais para as características dias para o florescimento (DFL), número de fruto (NF), produtividade (Prod), massa de fruto (MF), comprimento do fruto (CF), diâmetro de fruto (DF), formato de fruto (FF), espessura de casca (EC), rendimento de polpa (RP), coloração de polpa (CP), teor de sólidos solúvel (SST), acidez total titulável (ATT) e ratio em 118 FIC de maracujazeiro azedo.

Caract.	Ganhos de Seleção ^{1/} (%)									
	Índice Aditivo								MM	IM
	h ² mp	Acprog	PA 1	PA 2	PA 3	PA 4	PA 5	PA 6		
DFL	-3,14	-4,08	-4,95	-4,64	-4,64	-4,64	-4,95	-4,95	-3,65	-1,13
NF	4,29	7,14	16,38	15,62	15,62	15,62	16,38	16,38	7,51	14,00
Prod	5,08	7,33	14,02	13,65	13,65	13,65	14,02	14,02	7,40	12,24
MF	1,59	1,56	0,20	1,25	1,25	1,25	0,20	0,20	0,48	1,15
CF	3,09	1,85	-1,44	-1,37	-1,37	-1,37	-1,44	-1,44	1,38	0,15
DF	0,55	0,36	-0,36	-0,40	-0,40	-0,40	-0,36	-0,36	0,16	0,05
FF	1,84	1,04	-0,71	-0,58	-0,58	-0,58	-0,71	-0,71	0,96	0,04
EC	-0,60	-0,76	0,49	0,46	0,46	0,46	0,49	0,49	0,18	0,98
PR	1,71	2,83	1,11	1,00	1,00	1,00	1,11	1,11	1,73	1,62
CP	0,35	0,37	0,45	0,37	0,37	0,37	0,45	0,45	0,94	0,05
SST	0,22	0,31	0,05	0,09	0,09	0,09	0,05	0,05	0,22	0,17
ATT	1,45	1,04	0,27	0,45	0,45	0,45	0,27	0,27	-2,08	2,15
Ratio	-0,94	0,38	-0,09	-0,11	-0,11	-0,11	-0,09	-0,09	4,13	-2,22

^{1/}Índice Aditivo (AD): h²mp, Acprog, PA 1 (20, 100, 10), PA 2 (500, 500, 250), PA 3 (500, 1000, 500), PA 4 (1000, 1000, 500), PA 5 (1000, 5000, 500) e PA 6 (2000, 10000, 1000), Mulamba e Mock (MM), Multiplicativo (IM).

Tabela 4. Índice de coincidência das 30 FIC selecionadas de maracujazeiro azedo pelos índices de seleção via modelos mistos.

Índices de seleção ^{1/}	Acprog	PA 1	PA 2	PA 3	PA 4	PA 5	PA 6	MM	IM
h ² mp	88,9	33,3	37	37	37	33,3	33,3	63	40,7
Acprog		44,4	48,1	48,1	48,1	44,4	44,4	66,7	48,1
PA 1			96,3	96,3	96,3	100	100	48,1	66,7
PA 2				100	100	96,3	96,3	48,1	70,4
PA 3					100	96,3	96,3	48,1	70,4
PA 4						96,3	96,3	48,1	70,4
PA 5							100	48,1	66,7
PA 6								48,1	66,7
MM									40,7

^{1/}Índice Aditivo (AD): h²mp, Acprog, PA 1 (20, 100, 10), PA 2 (500, 500, 250), PA 3 (500, 1000, 500), PA 4 (1000, 1000, 500), PA 5 (1000, 5000, 500) e PA 6 (2000, 10000, 1000), Mulamba e Mock (MM), multiplicativo (IM).

Conclusão

Na avaliação dos parâmetros genéticos, foram observadas magnitudes de herdabilidade média para as características Ratio, CF, FF, DFL e ALT, apresentando altos valores de acurácias indicando excelente possibilidade para seleção de plantas utilizando a metodologia REML/BLUP.

Os maiores ganhos percentuais preditos para as principais característica (NF e Prod) foram estimados quando utilizou os índices aditivos com os pesos aleatórios.

Na comparação dos pesos econômicos para o índice aditivo, observou-se que os pesos aleatórios foram superiores aos pesos atribuídos pelos parâmetros genéticos (h²mp, Acprog).

Os índices de seleção no referente estudo indicam possibilidades de sucesso no programa de melhoramento visando à seleção de características superiores.

Acknowledgements

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Mato Grosso (FAPEMAT) pelo financiamento deste projeto de pesquisa e concessão da bolsa de mestrado.

Referências

- CUNHA M. Produtividade e características de frutos de pomares de maracujá implantados com sementes originais e reaproveitadas do híbrido BRS Gigante Amarelo. 2013. 55f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade de Brasília, Brasília, 2013.
- COSTA, M. M. et al. Analysis of direct and indirect selection and indices in soybean segregating populations. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v. 8, p. 47-55, 2008. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/70342/2-s2.0-46849083910.pdf?ssequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 01 out 2020.

- FALCONER, D. S.; MACKAY, F. C. Introduction to Quantitative Genetics. Longman, New York. 1996. p. 464.
- FALEIRO, F. G. et al. Germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro: histórico e perspectivas. Planaltina: Embrapa Cerrados, p. 36, 2011. Disponível em:<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/76032/1/doc-307.pdf>> Acesso em: 01 out 2020.
- FARIAS NETO, J. T. de; RESENDE, M. D. V. de. Aplicação da metodologia de modelos mistos (REML/BLUP) na estimação de componentes de variância e predição de valores genéticos em pupunheira (*Bactrisgasipaes*). Revista Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 320-324, 2001. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452001000200024>
- HAFLE, O. M. et al. Produtividade e qualidade de frutos do maracujazeiro-amarelo submetido à poda de ramos produtivos. Revista Brasileira de Fruticultura v. 31, n.3, p. 763-770, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452009000300020>
- HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J. B. Quantitative genetics in maize breeding. 2.ed. Ames: Iowa State University Press, 1988. 468p.
- HAMBLIN, J.; ZIMMERMAN, M. J. O. Breeding common bean for yield mixtures. Plant Breeding Reviews, v. 4 p. 245-272, 1986.
- HENDERSON, C. R. Sire evaluation and genetic trends. In: ANIMAL BREEDING AND GENETICS SYMPOSIUM IN HONOR OF J. LUSH, 1973, Champaign. Proceedings... Champaign: American Society of Animal Science, 1973. p.10-41.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Quantidade produzida, valor da produção, área plantada e área colhida da lavoura permanente no ano de 2018. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 set. 2019.
- KRAUSE, W. et al. Ganho de seleção no melhoramento genético intrapopulacional do maracujazeiro-amarelo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 47, n. 1, p. 51-57, 2012. Disponível em:< <https://www.scielo.br/pdf/pab/v47n1/47n01a08.pdf>> Acesso em: 01 out 2020.
- MARTINS, J. A. et al. Probabilidade de precipitação para a microrregião de Tangará da Serra, Estado do Mato Grosso. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 40, n. 3, p. 291-296, 2010. Disponível em:< <https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/6365/7571>>. Acesso em: 01 out 2020.
- MELETTI, L. M. M.; BRUCKNER, C. H. Melhoramento genético. In: Bruckner, C. H.; PIKANÇO, M.C. (Ed.). Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. p. 345-385.
- MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. Egyptian Journal of Genetics and Cytology, v. 7, p. 40-51, 1978.
- NOGUEIRA FILHO, G. C. et al. Desenvolvimento e produção das plantas de maracujazeiro amarelo produzidas por enxertia hipocotiledonar sobre seis porta-enxertos. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 535-543, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452010005000071>
- 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, n. 11, p. 1543-1549, 2008.
- PEDROZO, C. A.; BENITES, F. R. G.; BARBOSA, M. H. P.; RESENDE, M. D. V.; SILVA, F. L. Eficiência de índices de seleção utilizando a metodologia REML/BLUP no melhoramento da cana-de-açúcar. Scientia Agrária, v. 10, p. 31-36, 2009.
- REIS, R. V. DOS et al. Diversidade genética em seleção recorrente de maracujazeiro-amarelo detectada por marcadores microsatélites. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 46, n. 1, p. 51-57, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000100007>
- RESENDE, M. D. V. de. Software SELEGEN-REML/BLUP: sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos. Manual do usuário. 1 ed. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 359p.
- RESENDE, M. D. V. de. Genética biométrica e estatística: no melhoramento de plantas perenes. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975p.
- 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.
- ROCHA, M. R. Estratégias de seleção no melhoramento genético do maracujazeiro azedo. 2014. 60f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Viçosa, Rio Paranaíba, 2014.
- 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. DOI 10.1007/s10681-015-1367-6
- SILVA, M. D. M., VIANA, A. Alternativas de seleção em população de maracujazeiro-azedo sob seleção recorrente intrapopulacional. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 525-531,2012. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452012000200026>.
- SILVA, M. G. M. et al. Biometria aplicada ao melhoramento intrapopulacional do maracujazeiro amarelo. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 43, n. 3, p. 493-499. 2012b.
- SILVA, M. G. M.; VIANA, A. P.; GONÇALVES, G. M.; AMARAL JUNIOR, A. T.; PEREIRA, M.G. Seleção recorrente intrapopulacional no maracujazeiro amarelo: Alternativa de capitalização de ganhos genéticos. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 33, p. 170-176, 2009. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542009000100024>.
- SILVA, V. B.; DAHER, R. F.; SOUZA, Y. P.; CASSARO, S.; MENEZES, B. R. S.; GRAVINA, L. M.; TARDIN, F. D; Prediction of genetic gains by selection indices using mixed models in elephant grass for energy purposes. Genetics

and Molecular Research, v. 16, n. 3, 2017.
<http://dx.doi.org/10.4238/gmr16039781>

TEIXEIRA, D. H. L.; OLIVEIRA, M. S. P. de; GONCALVES, F. M. A.; NUNES, J. A. R. Índices de seleção no aprimoramento simultâneo dos componentes da produção de frutos em açaizeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 47, n. 2, p. 237-243, 2012.

VIANA, A. P.; RESENDE, M. D. V. Genética quantitativa no melhoramento de fruteiras. Rio de Janeiro: Interciência, 2014. 296p.