



ARTIGO ORIGINAL

André Luiz Atroch^{1*}
Firmino José do Nascimento Filho¹
Marcos Deon Vilela de Resende^{2,3}

¹Empresa Brasileira de Pesquisa
Agropecuária – EMBRAPA, Embrapa Amazônia
Ocidental, Rod. AM 010, km 29, CP 319,
69010-970, Manaus, AM, Brasil

²Empresa Brasileira de Pesquisa
Agropecuária – EMBRAPA, Embrapa Florestas,
CP 319, 83411-000, Colombo, PR, Brasil

³Universidade Federal de Viçosa – UFV,
Viçosa, MG, Brasil

Autor Correspondente:

*E-mail: andre.atroch@embrapa.br

PALAVRAS-CHAVE

Melhoramento genético
Ganho de seleção
Valores genéticos
Modelos lineares mistos
Paullinia cupana

KEYWORDS

Plant breeding
Genetic gain
Genetic values
Linear mixed models
Paullinia cupana

Seleção genética simultânea de progênie de guaranzeiro para produção, adaptabilidade e estabilidade temporal

Simultaneous genetic selection of guarana progenies for yield, adaptability and temporal stability

RESUMO: A seleção simultânea para produtividade, adaptabilidade e estabilidade pode ser realizada por meio da média harmônica do desempenho relativo dos valores genéticos (MHPRVG) preditos. O objetivo deste trabalho foi selecionar progênie de meios irmãos de guaranzeiro quanto a esses três atributos, visando ao desenvolvimento de uma cultivar. Foram avaliadas 36 progênie de meios irmãos de guaranzeiro, em delineamento experimental de blocos ao acaso com duas repetições e seis plantas por parcela, dispostas em duas fileiras de três plantas, no espaçamento de 5 × 5 m. Os tratos culturais e adubações foram realizados conforme Embrapa. A produção de frutos das progênie foi medida em cinco anos consecutivos, de 2006 a 2010. O valor genético ($\mu+g+gem$), capitalizando o efeito médio da interação com anos de colheita, não deve ser considerado para seleção de genótipos superiores. Os critérios PRVG (estabilidade) e MHVG (adaptabilidade) geraram resultados similares para as cinco melhores progênie. O critério MHPRVG gerou resultados diferentes para as cinco melhores progênie em relação aos critérios PRVG e MHVG. O critério MHPRVG não coincide com aquele baseado em ($\mu+g+gem$) e é o que melhor se mostra adequado às condições deste experimento para selecionar as melhores progênie.

ABSTRACT: *Simultaneous selection for yield, adaptability, and temporal stability can be accomplished through the harmonic mean of the relative performance of predicted genetic values (HMRPGV). In this study, we aimed to select half-sib progenies of guarana regarding these three attributes for the development of a cultivar. Thirty six half-sib families of guarana were evaluated in a complete randomized block design with two replications and six plants per plot, with spacing of 5 × 5 m. Production system and fertilization were performed according to Embrapa. The production of progenies was measured in five consecutive years, from 2006 to 2010. The genetic value ($\mu+g+gem$) capitalizing the average effect of the interaction should be considered for genotype selection in environments with G×E interaction pattern different from the conduction of the experiment. The criteria RPGV (stability) and HMGV (adaptability) generated similar results for the top five progenies. The criterion HMRPGV generated different results for the top five progenies regarding criteria RPGV and HMGV. HMGV is the criterion that best fits the conditions of this experiment to select the best progenies.*

1 Introdução

A adoção de análises genético-estatísticas realizadas por modelos mistos (REML/BLUP) vem assumindo importante papel nos programas de melhoramento genético de diversas culturas na última década, em substituição ao modelo de análise de variância (Anova) proposto por Fischer, no início do século XX (MRODE, 2005). A importância do REML/BLUP reside no fato de que a avaliação genética, por meio da predição dos valores genéticos aditivos e genotípicos dos candidatos à seleção, propicia uma maior acurácia, eficiência e poder informativo do que o método da Anova (RESENDE, 2004).

O método REML, do inglês *restricted maximum likelihood* (máxima verossimilhança restrita ou residual), estima os componentes de variância e o BLUP, do inglês *best linear unbiased predictor* (melhor preditor linear não viesado), prediz os valores genotípicos (RESENDE, 2004, 2007). Nessa técnica, os valores genotípicos são assumidos como aleatórios, enquanto os efeitos de blocos, ambientes e outros podem ser considerados fixos ou aleatórios. O programa de melhoramento genético do guaranazeiro adotou essa técnica de análise a partir da década de 2000 em clones (ATROCH; RESENDE; NASCIMENTO FILHO, 2004) e em progênies (ATROCH et al., 2010, 2011).

Os programas de melhoramento genético, de um modo geral, possuem três fases: escolha dos pais que originarão a população base; seleção das progênies superiores, e avaliação das progênies em um maior número de ambientes possíveis. No caso do guaranazeiro, na fase final de seleção, os genótipos são avaliados em ensaios de valor de cultivo e uso (VCU), em vários locais, durante no mínimo cinco anos. Dessa forma, os genótipos em avaliação experimentam diversas condições ambientais e o estudo da adaptabilidade e da estabilidade desses materiais genéticos é de grande importância na tomada de decisão de quais materiais serão recomendados para plantio na região.

Diversos métodos para o estudo da adaptabilidade e da estabilidade fenotípica foram desenvolvidos nos últimos anos, para facilitar o entendimento das interações genótipos por ambientes, auxiliando o trabalho dos melhoristas de plantas no desenvolvimento e no lançamento de novas cultivares. O uso do método de modelos mistos REML/BLUP no estudo da adaptabilidade e da estabilidade é raro, porém tem sido utilizado em algumas culturas, como cana-de-açúcar (OLIVEIRA et al., 2005), eucalipto (PINTO JÚNIOR et al., 2006), cajueiro (MAIA et al., 2009), seringueira (VERARDI et al., 2009) e cenoura (SILVA et al., 2011).

A análise REML/BLUP baseia-se na seguinte 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. Desse modo, a seleção pelos maiores valores genotípicos da média harmônica dos valores genotípicos (MHVG) implica simultaneamente seleção para produtividade e estabilidade. A adaptabilidade refere-se ao desempenho relativo dos valores genotípicos (PRVG) através dos ambientes. Nesse caso, os valores genotípicos são expressos como proporção da média geral de cada ambiente e, posteriormente, obtém-se o valor médio dessa proporção através dos ambientes. A seleção

simultânea para produtividade, estabilidade e adaptabilidade, no contexto dos modelos mistos, é realizada pelo método da média harmônica do desempenho relativo dos valores genéticos preditos (MHPRVG), que permite selecionar simultaneamente pelos três atributos mencionados (RESENDE, 2004).

O objetivo deste trabalho foi selecionar progênies de meios irmãos de guaranazeiro simultaneamente quanto a produtividade, adaptabilidade e estabilidade temporal, visando ao desenvolvimento de uma cultivar de guaranazeiro com ampla adaptabilidade, boa estabilidade e alta produtividade para a agricultura.

2 Material e Métodos

O experimento foi implantado em abril de 2003, no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental em Maués - Amazonas (latitude de 3° 23' 56" S, longitude de 57° 40' 24" W e altitude de 18 m, num Latossolo Amarelo muito argiloso, de baixa fertilidade natural). O clima da região é do tipo Af, tropical chuvoso conforme classificação de Köppen, com temperatura média anual de 25,5 °C, média das máximas de 30,6 °C e média das mínimas de 21,3 °C, precipitação pluviométrica média anual de 2.070 mm e umidade média relativa do ar de 90%.

Foram avaliadas 36 progênies de meios irmãos de guaranazeiro, originadas de matrizes selecionadas entre 2.304 plantas da coleção de germoplasma da Embrapa Amazônia Ocidental, em delineamento experimental de blocos ao acaso, com duas repetições e seis plantas por parcela, dispostas em duas fileiras de três plantas, no espaçamento de 5 × 5 m. Os tratos culturais e adubações foram realizados conforme Embrapa (2005). A produtividade de frutos das progênies foi medida em cinco anos consecutivos, de 2006 a 2010 (em gramas de frutos frescos por planta por ano).

Foi utilizado o seguinte modelo estatístico para as análises genético-estatísticas, conforme Resende (2007) (Equação 1):

$$y = Xm + Za + Wp + Qi + Ts + e \quad (1)$$

em que: y = vetor de dados; m = vetor dos efeitos das combinações medição-repetição (assumidos como fixos) somado à média geral; a = vetor dos efeitos genéticos aditivos individuais (assumidos como aleatórios); p = vetor dos efeitos de parcela (aleatórios); i = vetor dos efeitos da interação genótipos × medições (aleatórios); s = vetor dos efeitos de ambiente permanente nas plantas (aleatórios); e = vetor de erros ou resíduos (aleatórios).

As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

O vetor m contempla todas as medições em todas as repetições e ajusta simultaneamente para os efeitos de repetições, medição e interação repetição × medição.

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

3 Resultados e Discussão

A produtividade média do experimento para o período é considerada alta (5.206,49 g/planta/ano) (Tabela 1), tendo em vista que a produtividade para seleção de genótipos superiores no programa de melhoramento genético do guaranazeiro da Embrapa Amazônia Ocidental encontra-se em 6.000 gramas/planta/ano, conforme Atroch (2002).

A variância genética entre progênies (V_g) foi uma pequena fração (2,84%) da variância fenotípica, como também foi a variância ambiental entre parcelas (V_{parc}) (4,45%); por outro lado, as variâncias dos efeitos permanentes (V_{perm}) e residual (V_e) contribuíram mais para a variância fenotípica (V_f), sendo 42,71 e 49,10%, respectivamente. A variância da interação genótipos \times medições (V_{gm}) foi a que menos contribuiu para a variância fenotípica (V_f), 0,88% (Tabela 1). A variância genética foi pequena, provavelmente porque a base genética dos clones que originaram as progênies é estreita, segundo Nascimento Filho et al. (2001). A característica produtividade, caráter controlado por vários genes, é grandemente influenciada pelo ambiente; assim, a variância residual tende a ser alta.

A baixa herdabilidade individual entre plantas (h^2_a) equivaleu a 0,112 e encontra-se dentro do esperado para o caráter produção, corroborando os resultados obtidos por Atroch et al. (2010, 2011), para o caráter produtividade. O coeficiente de determinação dos efeitos de parcelas (c^2_{parc}) sobre a produtividade foi de baixa magnitude, indicando uma baixa variação ambiental entre parcelas dentro do bloco. O coeficiente de determinação dos efeitos da interação

genótipos \times medições (c^2_{gm}) sobre a produção foi de baixa magnitude, indicando uma baixa variação na produtividade das progênies de um ano para outro. O coeficiente de determinação dos efeitos permanentes (c^2_{perm}) foi de baixa magnitude, indicando uma baixa influência na variação da produtividade. De um modo geral, os coeficientes apresentados no trabalho são esperados para a característica produtividade, implicando no processo seletivo pelo qual se deve escolher a melhor estratégia para obter maiores ganhos na seleção, ou seja, seleção no nível de progênies ou de indivíduos dentro de progênies, de acordo com o objetivo final de desenvolver variedades de polinização aberta e/ou clones. A correlação genética através das medições (rg_{med}) foi de alta magnitude (0,76), indicando que as progênies tiveram desempenho bastante semelhante entre os anos, o que facilita a seleção ao longo dos anos.

A repetibilidade (r) para o caráter produtividade foi de baixa magnitude, concordando com as estimativas obtidas por Nascimento Filho et al. (2009). O coeficiente de repetibilidade representa o valor máximo que a herdabilidade no sentido amplo pode atingir. Quando a variância dos efeitos permanentes do ambiente é minimizada, a repetibilidade aproxima-se da estimativa da herdabilidade (CRUZ; REGAZZI, 2004). Se o valor da estimativa da repetibilidade for baixo, é necessário calcular a média de várias observações para alcançar a mesma eficiência de seleção. Na seleção das progênies para os valores genéticos livres da interação ($\mu+g$), obteve-se uma classificação das progênies em função dos componentes das médias, destacando-se as progênies 29, 22, 10, 21 e 9 (Tabela 2). Os ganhos genéticos obtidos com a seleção das referidas progênies foi de 24,92; 21,42; 17,81; 16,84, e 15,94%, respectivamente, sendo considerados altos. Esses ganhos representam um forte impacto no sistema produtivo do guaranazeiro no Amazonas, podendo elevar a produtividade estadual atual de 150 kg de sementes secas por hectare para 392 kg ha^{-1} a 439 kg ha^{-1} , com o uso dos cinco melhores genótipos aqui identificados. Os valores negativos dos efeitos genéticos (g) indicam que os genótipos estão abaixo da média geral e devem ser descartados da seleção, se considerada somente a produtividade (Tabela 2).

O valor genético ($\mu+g+gem$), para a média dos anos, capitalizando o efeito médio da interação (Tabela 2), mostrou resultados diferentes do método que capitaliza produtividade, adaptabilidade e estabilidade, simultaneamente (MHPRVG) (Tabela 3). Em estudo do cajueiro, Maia et al. (2009) encontraram resultados diferentes destes, pois os valores genotípicos ($\mu+g+gem$) geraram resultados similares aos valores de MHPRVG.

De acordo com o critério produtividade e adaptabilidade (PRVG), as cinco melhores progênies foram 29, 10, 21, 9 e 30; pelo critério produtividade e estabilidade (MHVG), as cinco progênies superiores foram 1, 29, 10, 9 e 21. Tem concordância sobre as progênies 29, 10, 21 e 9, ou seja, pelos critérios PRVG e MHVG, é possível selecionar as quatro progênies superiores com um alto grau de segurança (Tabela 3). Esses dois critérios apresentaram resultados concordantes com o critério ($\mu+g+gem$) (Tabela 2). Entretanto, utilizando-se o critério MHPRVG, nenhuma das cinco melhores progênies coincide com as cinco primeiras dos critérios PRVG e MHVG. A estabilidade temporal é importante para o produtor interessado

Tabela 1. Estimativas dos componentes de variância (REML individual) para o caráter produtividade de frutos frescos, médias dos cinco anos de avaliação.

Componentes de variância*	Estimativas (g/planta/ano)
V_g	1.259.663,82
V_{parc}	1.972.119,39
V_{gm}	391.367,56
V_{perm}	18.924.236,99
V_e	21.758.376,13
V_f	44.305.763,89
h^2_g	0,028 \pm 0,014
h^2_a	0,112
c^2_{parc}	0,044
c^2_{gm}	0,008
c^2_{perm}	0,427
r	0,50 \pm 0,058
rg_{med}	0,76
Média geral	5.206,49

* V_g – variância genética entre progênies; V_{parc} – variância ambiental entre parcelas; V_{gm} – variância da interação genótipos \times medições; V_{perm} – variância dos efeitos permanentes; V_e – variância residual temporária; V_f – variância fenotípica individual; h^2_g – herdabilidade individual entre progênies; h^2_a – herdabilidade individual entre plantas; c^2_{parc} – coeficiente de determinação dos efeitos de parcelas; c^2_{gm} – coeficiente de determinação dos efeitos da interação genótipos \times medições; c^2_{perm} – coeficiente de determinação dos efeitos permanentes; r – repetibilidade individual; rg_{med} – correlação genética através das medições; Média geral – Média geral do experimento.

Tabela 2. Estimativas dos componentes de média (BLUP individual) para o caráter produtividade de frutos frescos, média dos anos.

Ordem	Progênie	Componentes de médias*				
		g	$\mu+g$	Ganho (g/planta/ano) (% ganho)	Nova média	$\mu+g+gem$
1	29	1.297,47	6.503,96	1.297,47 (24,92%)	6.503,96	6.584,59
2	22	753,27	5.959,77	1.025,37 (19,69%)	6.321,87	6.006,58
3	10	731,65	5.938,15	927,47 (17,81%)	6.133,96	5.983,61
4	21	724,74	5.931,23	876,78 (16,84%)	6.083,28	5.976,27
5	9	642,79	5.849,28	829,98 (15,94%)	6.036,48	5.889,23
6	8	550,83	5.757,32	783,46 (15,04%)	5.989,95	5.791,55
7	4	540,07	5.746,56	748,69 (14,38%)	5.955,18	5.780,12
8	30	512,00	5.718,49	719,10 (13,81%)	5.925,59	5.750,31
9	20	504,86	5.711,36	695,30 (13,35%)	5.901,79	5.742,73
10	3	486,30	5.692,79	674,40 (12,95%)	5.880,89	5.723,02
11	33	386,71	5.593,21	648,25 (12,45%)	5.854,74	5.617,24
12	32	356,47	5.562,96	623,93 (11,98%)	5.830,43	5.585,11
13	17	352,08	5.558,57	603,02 (11,58%)	5.809,51	5.580,45
14	11	328,66	5.535,15	583,42 (11,20%)	5.789,92	5.555,57
15	26	244,23	5.450,72	560,81 (10,77%)	5.767,30	5.465,90
16	23	-25,27	5.181,22	524,18 (10,06%)	5.730,67	5.179,65
17	25	-74,70	5.131,79	488,95 (9,39%)	5.695,44	5.127,15
18	34	-92,68	5.113,81	456,64 (8,77%)	5.663,13	5.108,05
19	36	-92,79	5.113,69	427,72 (8,21%)	5.634,21	5.107,93
20	15	-104,61	5.101,88	401,10 (7,70%)	5.607,59	5.095,38
21	16	-157,52	5.048,98	374,50 (7,19%)	5.580,99	5.039,19
22	14	-247,85	4.958,64	346,21 (6,65%)	5.552,71	4.943,24
23	12	-339,91	4.866,58	316,38 (6,07%)	5.522,88	4.845,46
24	2	-340,78	4.865,71	289,00 (5,55%)	5.495,49	4.844,53
25	19	-403,33	4.803,16	261,31 (5,02%)	5.467,80	4.778,09
26	27	-410,15	4.796,34	235,48 (4,52%)	5.441,97	4.770,85
27	13	-462,28	4.744,22	209,64 (4,03%)	5.416,13	4.715,49
28	1	-475,43	4.731,06	185,17 (3,55%)	5.391,67	4.701,52
29	7	-491,46	4.715,04	161,84 (3,11%)	5.368,33	4.684,49
30	35	-509,17	4.697,32	139,47 (2,68%)	5.345,97	4.665,68
31	18	-590,82	4.615,67	115,91 (2,23%)	5.322,41	4.578,96
32	6	-597,01	4.609,48	93,63 (1,79%)	5.300,13	4.572,38
33	31	-628,56	4.577,93	71,75 (1,38%)	5.278,25	4.538,87
34	5	-727,74	4.478,76	48,23 (0,09%)	5.254,73	4.433,54
35	24	-757,05	4.449,44	25,23 (0,05%)	5.231,72	4.402,40
36	28	-883,02	4.323,47	0,00 (0,00%)	5.206,49	4.268,59

*g – efeito genético; $\mu+g$ – valores genéticos livres da interação; $\mu+g+gem$ – valores genéticos para a média dos anos.

na receita ao longo dos anos (STURION; RESENDE, 2005), enquanto que, para o melhoramento, a sua importância está na seleção e na recomendação de genótipos com produção estável ao longo dos anos (DIAS et al., 1998; CARVALHO, 1999).

De acordo com o critério em que se capitaliza a produtividade das progênie em função da adaptabilidade e da estabilidade (MHPRVG), observa-se que a progênie 19 foi superior às demais, e as progênie 18, 31 e 6 possuem também maior produtividade, ampla adaptabilidade (capacidade de resposta à melhoria do ambiente) e boa estabilidade, simultaneamente (Tabela 3). Isso indica que esses genótipos possuem alto valor

para cultivos comerciais. Esses resultados não concordam com os obtidos pelos critérios de PRVG e MHVG. Nesse sentido, as correlações de Spearman entre PRVG e MHVG (0,14), entre PRVG e MHPRVG (-0,07), e entre MHVG e MHPRVG (-0,12), considerando-se todas as progênie avaliadas, mostram que os resultados de um critério não servem para selecionar para outro critério, devendo-se, nesse caso, ser escolhido um dos três critérios de acordo com o interesse do melhorista em capitalizar produtividade, adaptabilidade e estabilidade.

Tabela 3. Seleção de progênies de guaranazeiro com base em Produtividade e Adaptabilidade (PRVG), Produtividade e Estabilidade (MHVG), e Produtividade, Adaptabilidade e Estabilidade (MHPRVG) de valores genéticos preditos.

Produtividade e Adaptabilidade –PRVG				Produtividade e Estabilidade – MHVG			Produtividade, Adaptabilidade e Estabilidade – MHPRVG			
Ord	Prog	PRVG	PRVG.MG	Ord	Prog	MHVG	Ord	Prog	MHPRVG	MHPRVG.MG
1	29	1,81	9.429,39	1	1	4.483,99	1	19	4,49	23.374,06
2	10	1,57	8.187,47	2	29	3.866,76	2	18	4,22	21.951,22
3	21	1,44	7.516,30	3	10	3.302,38	3	31	2,31	12.013,96
4	9	1,43	7.478,77	4	9	2.908,49	4	6	2,14	11.143,66
5	30	1,38	7.201,54	5	21	2.884,69	5	5	1,46	7.593,45
6	22	1,35	7.056,28	6	30	2.747,11	6	29	1,45	7.565,75
7	8	1,34	6.975,86	7	17	2.630,19	7	24	1,33	6.942,99
8	17	1,33	6.915,22	8	8	2.583,46	8	10	1,32	6.857,51
9	20	1,32	6.901,45	9	20	2.561,96	9	21	1,29	6.710,00
10	4	1,30	6.796,72	10	22	2.547,38	10	9	1,26	6.579,40
11	3	1,25	6.514,07	11	4	2.465,34	11	22	1,26	6.564,33
12	11	1,22	6.375,84	12	3	2.234,24	12	30	1,24	6.469,33
13	33	1,21	6.314,10	13	11	2.231,80	13	8	1,23	6.423,82
14	32	1,19	6.203,12	14	33	2.111,01	14	20	1,22	6.342,37
15	26	1,17	6.077,12	15	32	2.047,77	15	4	1,22	6.338,10
16	36	1,11	5.788,80	16	26	2.018,17	16	28	1,21	6.290,98
17	23	0,99	5.201,32	17	36	1.978,51	17	3	1,20	6.247,99
18	15	0,96	4.987,70	18	23	1.398,52	18	17	1,19	6.236,32
19	34	0,94	4.907,71	19	15	1.259,67	19	33	1,17	6.108,93
20	25	0,91	4.749,74	20	34	1.139,85	20	11	1,16	6.064,42
21	1	0,90	4.707,68	21	25	915,21	21	32	1,15	6.026,73
22	16	0,87	4.542,65	22	14	811,76	22	26	1,13	5.896,24
23	14	0,86	4.494,23	23	16	761,68	23	36	1,07	5.555,53
24	2	0,79	4.133,54	24	2	421,55	24	23	0,99	5.198,69
25	27	0,78	4.048,29	25	27	355,82	25	15	0,95	4.981,92
26	12	0,75	3.937,97	26	12	100,64	26	34	0,93	4.872,26
27	13	0,71	3.703,51	27	13	-44,78	27	1	0,90	4.694,79
28	35	0,69	3.596,47	28	7	-293,62	28	25	0,88	4.580,67
29	7	0,68	3.566,18	29	35	-378,41	29	14	0,82	4.271,04
30	19	0,67	3.514,48	30	18	-557,13	30	16	0,81	4.234,96
31	18	0,64	3.340,41	31	19	-584,19	31	2	0,61	3.197,46
32	6	0,62	3.212,38	32	31	-807,69	32	27	0,56	2.912,29
33	31	0,61	3.202,00	33	6	-911,22	33	12	0,24	1.229,01
34	5	0,52	2.735,86	34	5	-1.861,64	34	13	-0,14	-757,74
35	24	0,47	2.444,25	35	24	-2.762,21	35	7	-2,94	-15.307,08
36	28	0,38	2.009,28	36	28	-4.194,29	36	35	-10,72	-55.813,57

Ord: ordem; Prog: progênies; MG: média geral.

4 Conclusões

A seleção com base no valor genético ($\mu+g+gem$), capitalizando o efeito médio da interação, não coincide com a seleção baseada no critério MHPRVG.

Os ganhos genéticos obtidos com a seleção das quatro melhores progênies – 29, 22, 10 e 21, de 24,92; 21,42; 17,81 e 16,84%, respectivamente – são considerados altos.

Referências

- ATROCH, A. L. Aspectos gerais da cultura do guaraná. *Foods and Food Ingredients Journal of Japan*, v. 204, p. 53- 59, 2002.
- ATROCH, A. L.; RESENDE, M. D. V.; NASCIMENTO FILHO, F. J. Seleção clonal em guaranazeiro via metodologia de modelos lineares mistos (REML/BLUP). *Revista de Ciências Agrárias*, n. 41, p. 193-201, 2004.

- ATROCH, A. L.; NASCIMENTO FILHO, F. J.; RESENDE, M. D. V.; LOPES, R.; CLEMENT, C. R. Avaliação e seleção de progênies de meios-irmãos de guaranazeiro. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 53, n. 2, p. 123-130, 2010. <http://dx.doi.org/10.4322/rca.2011.017>
- ATROCH, A. L.; NASCIMENTO FILHO, F. J.; RESENDE, M. D. V.; LOPES, R.; CLEMENT, C. R. Predição de valores genéticos na fase juvenil de progênies de meios irmãos de guaranazeiro. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 54, n. 1, p. 73-79, 2011. <http://dx.doi.org/10.4322/rca.2011.040>
- CARVALHO, C. G. P. *Repetibilidade e seleção de híbridos de cacauzeiro*. 1999. 176 f. Tese (Doutorado)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2004. 480 p.
- DIAS, L. S.; SOUZA, C. A. S.; AUGUSTO, S. G.; SIQUEIRA, P. R.; MULLER, M. W. Performance and temporal stability analyses of cacao cultivars in Linhares, Brasil. *Plantations, Recherche, Development*, n. 5, p. 343-355, 1998.
- EMBRAPA. *Sistema de produção para o guaraná*. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2005. 34 p. (Documentos, n. 13).
- MAIA, M. C. C.; RESENDE, M. D. V.; PAIVA, J. R.; CAVALCANTI, J. J. V.; BARROS, L. M. Seleção simultânea para produção, adaptabilidade e estabilidade genotípicas em clones de cajueiro, via modelos mistos. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 39, n. 1, p. 43-50, 2009.
- MRODE, R. A. *Linear models for the prediction of animal breeding values*. 2nd ed. Wallingford: CABI, 2005.
- NASCIMENTO FILHO, F. J.; ATROCH, A. L.; SOUSA, N. R.; GARCIA, T. B.; CRAVO, M. S.; COUTINHO, E. F. Divergência genética entre clones de guaranazeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 36, n. 3, p. 501-506, 2001. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2001000300014>
- NASCIMENTO FILHO, F. J.; ATROCH, A. L.; CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. Repetibilidade da produção de sementes em clones de guaraná. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 44, n. 6, p. 605-612, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2009000600009>
- OLIVEIRA, R. A.; DAROS, E.; BESPALHOK FILHO, J. C.; ZAMBON, J. L. C.; IDO, O. T.; WEBER, H.; RESENDE, M. D. V.; ZENI NETO, H. Genotypic evaluation and selection of sugarcane clones in three environments in the state of Paraná. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v. 5, n. 4, p. 426-434, 2005.
- 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.
- RESENDE, M. D. V. *Métodos estatísticos ótimos na análise de experimentos de campo*. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 100 p. (Documentos).
- RESENDE, M. D. V. *O Software SELEGEN-REML/BLUP*. Campo Grande: Embrapa Pantanal, 2007. 305 p. (Documentos).
- SILVA, G. O.; CARVALHO, A. D. F.; VIEIRA, J. V.; BENIN, G. Verificação da adaptabilidade e estabilidade de populações de cenoura pelos métodos AMMI, GGE biplot e REML/BLUP. *Bragantia*, v. 70, n. 3, p. 494-501, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052011005000003>
- STURION, J. A.; RESENDE, M. D. V. Seleção de progênies de ervamate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) para produtividade, estabilidade e adaptabilidade temporal de massa foliar. *Boletim de Pesquisa Florestal*, n. 50, p. 37-51, 2005.
- 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. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2009001000010>