



ARTIGO ORIGINAL

Carlos Enrique Daniel Lopez Pinto¹
André Luiz Atroch^{2*}
Juan Daniel Villacis Fajardo¹
Firmino José do Nascimento Filho²

¹ Universidade Federal do Amazonas – UFAM,
Av. General Rodrigo Octávio, 6.200,
69077-000, Manaus, AM, Brasil

² Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia
AM 10, Km 29, s/n, Caixa Postal 319,
69010-970, Manaus, AM, Brasil

*Autor correspondente:

E-mails: andre.atroch@embrapa.br

PALAVRAS-CHAVE

Paullinia cupana var. *sorbilis*
Genética quantitativa
Melhoramento genético
Interação genótipo x ambiente

KEYWORDS

Paullinia cupana var. *sorbilis*
Quantitative genetics
Genetic improvement
Genotype x environment interaction

Seleção de clones de guaranazeiro para adaptabilidade e estabilidade no estado do Amazonas

Selection of guarana clones for adaptability and stability in the state of Amazonas

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi estimar a adaptabilidade e estabilidade de 32 clones de guaranazeiro por meio de três métodos estatísticos, Lin & Binns, REML/BLUP e Annicchiarico. Os experimentos foram plantados em blocos completos casualizados, com duas repetições, três plantas por parcela e em espaçamento de 5 x 5 m. Durante o período de 1998 a 2010 os clones foram avaliados nos municípios de Iranduba, Maués e Manaus, em Amazonas. Os três métodos classificam os clones da mesma maneira. O clone 871 possui boa estabilidade, ampla adaptabilidade e alta produtividade em todos os métodos utilizados, sendo considerado um genótipo ideal para os ambientes favoráveis e desfavoráveis.

ABSTRACT: The objective of this study was to estimate the adaptability and stability of 32 guarana clones using three statistical methods, Lin & Binns, REML/BLUP and Annicchiarico. The experiments were planted with completely randomized block design with two replications, three plants per plot and spacing of 5 x 5 m. From 1998 to 2010, the clones were evaluated in the municipalities of Iranduba, Maués and Manaus, in Amazonas. The three methods ranked the clones in the same manner. Clone 871 shows good stability, wide adaptability and high yield with all methods used, and it is considered an ideal genotype for favorable and unfavorable environments.

1 Introdução

O guaraná (*Paullinia cupana* Kunth var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) é uma planta nativa de grande potencial econômico, apresentando características importantes para Amazônia brasileira, como a composição química de suas sementes, que contém alto teor de cafeína, além de teobromina, teofilina, entre outros constituintes químicos (Tfouni et al., 2007; Smith & Atroch, 2010). Estima-se que cerca de 45% da oferta nacional de sementes de guaraná seja absorvida pelos fabricantes de refrigerantes, enquanto os 55% restantes são comercializados em formas de xarope, bastão, pó e extrato, para o consumo interno, na indústria farmacêutica e para exportação.

O desenvolvimento das plantas é afetado por vários fatores ambientais, como as condições edafoclimáticas, os tratamentos culturais e a ocorrência de agentes patogênicos. Em um determinado ambiente, o fenótipo é o resultado da ação do genótipo sob a influência do meio (Cruz et al., 2003). Entretanto, quando se considera uma série de ambientes, a variação fenotípica é composta não apenas pela variância genotípica e ambiental, mas também pelos efeitos do ambiente (A), do genótipo (G) e da interação genótipo x ambiente (GxA). Este último efeito promove significativas diferenças no desempenho das cultivares estabelecidas em diferentes locais, tornando-se o principal complicador para a tomada de decisão pelos melhoristas de plantas.

O termo adaptabilidade se refere à capacidade dos genótipos responderem positivamente à melhoria do ambiente e ao estímulo ambiental, enquanto estabilidade se refere à capacidade dos genótipos desempenharem um comportamento altamente previsível em função desse estímulo (Cruz et al., 2003). Esta diferenciação é importante na fase final de lançamento de cultivares, pois visa reduzir os efeitos da interação genótipo x ambiente pela identificação de genótipos de ampla adaptabilidade e de adaptabilidade a ambientes específicos, além de produtivos e estáveis.

Alguns métodos têm sido propostos para avaliar a adaptabilidade e estabilidade. O método de Lin & Binns (1988) é uma boa alternativa na avaliação desta última, pois não apresenta limitações do uso pela análise da regressão e possibilita a identificação de uma ou mais cultivares com produtividade próxima do valor máximo, nos vários ambientes testados (Cruz et al., 2003).

Outros métodos são as análises de *Restricted Maximum Likelihood/Best Linear Unbiased Prediction* (REML/BLUP) e de Annicchiarico (1992). O método REML/BLUP se baseia nas estimativas do desvio-padrão do comportamento genotípico e, quanto menor ele for, maior será a média harmônica de seus valores genotípicos ao longo dos ambientes (Resende, 2002).

O método de Annicchiarico (1992) utiliza o índice de confiança da performance de um determinado genótipo com relação à média do ambiente e estima a probabilidade deste em apresentar desempenho abaixo da média do ambiente.

O objetivo deste trabalho foi estimar a adaptabilidade e a estabilidade de 32 clones de guaranzeiro utilizando os métodos estatísticos de Lin & Binns (1988), Annicchiarico (1992) e REML/BLUP (Resende, 2002) e verificar se estes testes apresentam resultados semelhantes ou divergentes entre si quanto à classificação dos clones de guaranzeiro.

2 Material e Métodos

Foram utilizados os dados de produção, em g planta⁻¹ ano⁻¹, de experimentos plantados em três locais (Tabela 1), em delineamento de blocos ao acaso, com duas repetições, três plantas por parcela, no espaçamento 5 x 5 m, com 32 clones de guaranzeiro constantes na Tabela 2. A média de produção por clone foi obtida em 13 anos de cultivo consecutivos (1998 a 2010). A adubação e os tratamentos culturais foram aplicados de acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, 1998).

Tabela 1. Coordenadas geográficas dos locais onde foram conduzidos os experimentos: altitude, latitude, longitude. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, 2016.

Table 1. Geographic coordinates of the places where the experiments were conducted. Embrapa Western Amazon, Manaus, 2016.

Local	Altitude (m)	Latitude	Longitude
Manaus	92	03°06'07"	60°01'30"
Maués	25	03°23'01"	53°47'07"
Irlanduba	60	03°17'05"	60°11'10"

Foi realizada uma análise de variância conjunta de todo o período, adotando-se um modelo reduzido até as interações triplas dos fatores de variação, além de um teste de comparação múltipla de médias de Scott e Knott a 5% de probabilidade. Para o cálculo da adaptabilidade e estabilidade foram utilizados os métodos de Lin & Binns (1988), REML/BLUP (Resende, 2002) e Annicchiarico (1992).

Tabela 2. Clones de guaranzeiro avaliados nos experimentos nos anos de 1998 a 2010.

Table 2. Guarana clones evaluated in the experiments from 1998 to 2010.

Clone	Código	Clone	Código	Clone	Código
1	217	12	381	23	613
2	222	13	385	24	619
3	223	14	388	25	624
4	224	15	389	26	626
5	225	16	601	27	631
6	227	17	605	28	648
7	228	18	607	29	861
8	274	19	609	30	862
9	276	20	610	31	871
10	300	21	611	32	882
11	375	22	612		

Na metodologia de Lin & Binns (1988), o modelo para estimação dos parâmetros de estabilidade é dado por:

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^a (Y_{ij} - M_j)^2}{2n}$$

Em que:

P_i: índice de estabilidade do genótipo i;

Y_{ij}: produtividade do genótipo i no ambiente j;

M_j : Produtividade do genótipo com resposta máxima observada entre todos os genótipos no ambiente j ;
 n : número de ambientes.

Para a análise REML/BLUP foi utilizado o seguinte modelo estatístico para avaliação genética, pelas maiores médias harmônicas dos valores genotípicos (MHPRVG):

$$Y = Xr + Zg + Wi + e$$

Em que:

Y : é o vetor de dados;

r : é o vetor dos efeitos das combinações repetição-local somado à média geral;

g : é o vetor dos efeitos genotípicos;

i : é o vetor dos efeitos da interação população x locais;

e : é o vetor de erros.

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

Na metodologia de Annicchiarico (1992), é estimado o índice de confiança (I_i) de um determinado cultivar apresentar desempenho abaixo da média do ambiente, de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$I_i = Y_i - Z_{(1-\alpha)} * S_i$$

Em que:

I_i : índice de confiança (%);

Y_i : média do genótipo i em porcentagem;

Z : percentil $(1-\alpha)$ à função de distribuição normal acumulada;

α : nível de significância;

S_i : desvio padrão dos valores percentuais.

Os métodos foram relacionados pela correlação de Spearman pelos principais parâmetros de adaptabilidade e estabilidade usados para classificar os genótipos.

As análises estatísticas empregadas neste trabalho foram realizadas com o auxílio dos programas Statistical Analysis System (SAS, versão 9.2), Aplicativo Computacional em Genética e Estatística (GENES) e Seleção Genética Computadorizada (Selegen) (Resende, 2007; Statistical Analysis System Institute, 2008; Cruz, 2013).

3 Resultados e Discussão

A análise de variância conjunta mostrou efeitos significativos ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F, para as fontes de variação: bloco; clone; ano; e interação ano x clone.

O coeficiente de variação (CV) que mede a precisão experimental foi de 95,10%, considerado alto para a cultura do guaranazeiro segundo a classificação de Atroch & Nascimento Filho (2005). Este coeficiente de variação foi similar ao encontrado nas pesquisas realizadas anteriormente com a cultura do guaraná por Atroch (2009), que chegou a 92%.

No cultivo de guaraná a frutificação é desuniforme, implicando que diversas colheitas por safra são necessárias para se obter a produção anual. Esta característica, juntamente com os erros de manuseio de colheita, normalmente eleva os coeficientes de variação de produção acima da média dos coeficientes de variação de outras culturas.

A presença de interação ano x clone significativa é um complicador para a seleção, pois o melhor clone em um ano não apresenta o mesmo desempenho em outro ano. Assim, existe a necessidade de se estudar a adaptabilidade e a estabilidade para selecionar os clones mais estáveis e adaptados para plantio no Amazonas.

Tabela 3. Médias dos treze anos de avaliação para a variável produção em g planta⁻¹ ano⁻¹. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, 2016.

Table 3. Averages of thirteen years of evaluation for the production in g plant⁻¹ year⁻¹. Embrapa Western Amazon, Manaus, 2016.

Ano	Média	Scott e Knott a 5%
2005	9.414,2	a
2006	9.121,9	a
2010	8.319,5	b
2008	7.845,5	b
2002	6.573,3	c
2007	6.454,1	c
2009	6.288,1	c
2004	5.887,2	d
2003	5.481,0	e
2001	4.788,1	f
2000	3.932,1	g
1999	3.251,3	h
1998	1.699,7	i

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Médias dos clones para a variável produção em g planta⁻¹ ano⁻¹. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, 2016.

Table 4. Averages of clones for production in g plant⁻¹ year⁻¹. Embrapa Western Amazon, Manaus, 2016.

Ordem	Clones	Média	Scott Knott a 5%
1	871	11596,1	a
2	626	9686,0	b
3	631	8933,2	b
4	612	8056,0	c
5	619	7935,6	c
6	375	7635,1	c
7	882	7532,9	c
8	610	7025,9	d
9	624	6954,2	d
10	861	6894,4	d
11	300	6272,0	e
12	388	6260,7	e
13	605	5814,7	e
14	217	5533,9	e
15	607	5391,5	f
16	609	5371,0	f
17	611	5310,1	f
18	227	5287,1	f
19	385	5233,7	f
20	274	5164,5	f
21	648	5032,4	f
22	224	4980,2	f
23	613	4968,7	f

Tabela 4. Continuação...**Table 4.** Continued...

Ordem	Clones	Média	Scott Knott a 5%
24	381	4865,6	f
25	222	4849,5	f
26	601	4812,4	f
27	225	4771,7	f
28	223	4753,1	f
29	276	4689,9	f
30	228	4628,3	f
31	389	4601,8	f
32	862	4510,1	F

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

A comparação dos treze anos de avaliação do cultivo de guaraná, no período de 1998 a 2010, se encontra na Tabela 3, em que os anos de 2005 e 2006 tiveram as melhores médias de produtividade, e o ano de 1998 obteve a menor, pois neste ano as avaliações da produção da planta ainda se encontravam em fase inicial. Verificou-se também que a partir do ano 2002 a produção aumentou, reduzindo-se nos anos seguintes (2007, 2008, 2009), e finalmente recuperando-se em 2010.

Os resultados das médias de produção para os 32 clones avaliados se encontram na Tabela 4. O clone 871 apresentou a maior produtividade média dentre os 13 anos avaliados, sendo recomendado pela Embrapa com a denominação comercial BRS Maués em 1999, por sua resistência a doenças e alta produtividade. Por outro lado, os clones 389 e 862 foram os clones de pior desempenho produtivo.

Tabela 5. Estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade obtidos pelo método de Lin & Binns (1988) para produção (g planta⁻¹ ano⁻¹) de 32 clones de guaraná, avaliados em 13 anos. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, 2016.**Table 5.** Estimation of the adaptability and stability parameters obtained by the method of Lin & Binns (1988) for the production (g plant⁻¹ year⁻¹) of 32 guarana clones evaluated at 13 years. Embrapa Western Amazon, Manaus, 2016.

Clone	Média	Pi Geral	Clone	Pi (+) Favorável	Clone	Pi (-) Desfavorável
871	11648,00	1169435,15	871	2097614,71	871	86559,00
626	9099,53	8052981,23	631	6522250,00	626	6134273,16
631	9118,30	10017942,38	626	9697588,14	861	6963555,25
612	7524,84	13592068,57	375	16881891,14	882	8658049,16
882	7334,00	14757754,15	612	16959392,85	388	8847054,16
619	7667,38	16251501,76	882	19986072,71	619	9529322,50
375	7527,23	16825075,76	619	22013369,71	612	9663523,58
610	6855,61	17694756,80	624	22686566,21	610	9761780,75
624	6890,76	18036488,76	610	24494450,57	624	12611398,41
861	6808,07	20270315,65	861	31676110,28	300	12891123,58
388	6052,07	24761283,96	605	32827409,64	631	14096250,16
605	5724,00	25667818,23	609	33436432,07	375	16758791,16
300	6170,53	26166096,96	227	36233181,21	605	17314961,58
607	5312,00	28867043,76	607	36488456,21	611	19728050,25
609	5170,30	29655494,00	300	37544645,57	607	19975395,91
217	5425,84	30345065,53	217	38343473,21	601	20720687,08
385	5004,38	31333922,73	388	38402052,35	389	20778745,16
611	5127,15	31401824,65	385	39728135,07	381	20945945,16
274	4927,84	32497977,15	222	41236549,64	217	21013589,91
227	4975,92	32956021,73	611	41407917,00	385	21540675,00
381	4675,53	34832207,07	274	41514287,67	274	21978948,25
224	4696,46	34900513,46	613	42555730,92	648	22309199,66
601	4586,46	34998856,38	223	42898191,00	862	22546361,00
222	4671,53	35325429,69	276	43403801,64	224	24066143,33
613	4464,61	36377778,38	225	43607673,28	609	25244399,58
648	4461,69	36734234,69	224	44187116,42	222	28429123,08
225	4446,07	36878700,8	228	45669140,07	225	29028232,91
276	4429,53	36916938,07	381	46734717,28	227	29132669,00
223	4376,23	37787331,73	601	47237287,21	613	29170167,08
389	4322,84	38274759,34	648	49098550,42	276	29348930,58
862	4284,53	38578196,65	862	52319770,07	228	31645624,08
228	4166,61	39196748,07	389	53271342,92	223	31824662,58

Tabela 6. Estimativas de produtividade, adaptabilidade e estabilidade de valores genéticos da produção ($\text{g planta}^{-1} \text{ano}^{-1}$) em 32 clones de guaranazeiro pelo método REML/BLUP, avaliados em 13 anos. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, 2016.

Table 6. Productivity, adaptability and stability of genetic values of the production ($\text{g plant}^{-1} \text{year}^{-1}$) in 32 guarana clones by the REML / BLUP method, evaluated at 13 years. Embrapa Western Amazon, Manaus, 2016.

Ordem	Clones	MHPRVG*MG
1	871	11367,87
2	631	8704,61
3	626	8433,16
4	619	7770,77
5	375	7220,29
6	612	7194,35
7	861	6881,62
8	624	6824,89
9	882	6805,89
10	610	6748,56
11	300	6285,64
12	388	5905,27
13	605	5564,52
14	217	5211,22
15	607	5136,17
16	611	5107,99
17	274	4832,69
18	385	4728,48
19	609	4634,09
20	224	4566,99
21	227	4428,32
22	601	4412,31
23	222	4411,72
24	381	4291,14
25	648	4164,38
26	225	4105,04
27	862	4085,54
28	276	3974,93
29	223	3961,57
30	228	3734,92
31	389	3715,61
32	613	3537,34

MG: média geral.

De acordo com os parâmetros de estabilidade extraídos da estatística P_i do método de Lin & Binns (1988), o clone 871 demonstrou ser o mais estável em todos os ambientes, o mais vantajoso na média geral, em ambientes favoráveis e desfavoráveis (Tabela 5). Destaca-se ainda o clone 626, cujas estimativas de P_i revelaram ser o segundo melhor clone em estabilidade geral (considerado assim estável), pois baixas

estimativas de P_i indicam boa estabilidade em ambientes diversos. Os clones 626, 861 e 871 se classificaram também como os mais estáveis em ambientes desfavoráveis.

Nascimento Filho et al. (2009) mostraram resultados semelhantes em clones de guaraná pelo mesmo método de Lin & Binns, indicando que o clone 871 foi o único bem adaptado a todos os ambientes, favoráveis e desfavoráveis. Atroch et al. (2013) indicaram o método de Lin & Binns para uso futuro nos programas de melhoramento de arroz, e Pereira et al. (2009) indicaram o método para uso em feijoeiro comum.

Pela análise REML/BLUP (Tabela 6) verificou-se que o clone 871 foi superior aos demais em função da produtividade, adaptabilidade e estabilidade. Os clones 631 e 626 também apresentaram tais parâmetros como maiores simultaneamente, indicando alto valor para futuros cultivos comerciais e concordando com Atroch et al. (2013).

Em estudo de 36 progênies de guaraná, Atroch et al. (2013) consideram que a estabilidade e adaptabilidade em conjunto com a produtividade (MHPRVG) deve ser o critério mais importante para seleção das melhores progênies. Maia et al. (2009) também indicam o critério MHPRVG na rotina do programa de melhoramento do cajueiro.

O método REML/BLUP, sendo um modelo misto, fornece resultados que são interpretados diretamente como valores genotípicos, já penalizados ou capitalizados pelas estimativas de estabilidade e adaptabilidade (Carbonell et al., 2007; Verardi et al., 2009).

O critério MHPRVG em relação à média geral apresenta a vantagem de fornecer resultados na própria escala e medição do caráter, os quais podem ser interpretados diretamente como valores genéticos (Sturion & Resende, 2005). Sua importância para o melhoramento genético está na seleção e recomendação de genótipos com produção estável ao longo dos anos (Dias et al., 1998; Carvalho, 1999). O método da média harmônica da performance relativa dos valores genotípicos (MHPRVG) facilita, por suas propriedades, de modo singular a seleção de genótipos superiores (Resende, 2004).

Pelo método de Annicchiarico (1992), observou-se que o clone 871 foi o mais bem adaptado e estável em todos os ambientes, com índice de confiança (I_i) geral de 184,56, e 175,51 e 195,49 nos ambientes favoráveis e desfavoráveis, respectivamente, mantendo sua produtividade e comportando-se de maneira previsível em condições ambientais diversas (Tabela 7).

Este método estima a probabilidade de um determinado cultivar apresentar desempenho abaixo da média do ambiente. São poucos os resultados desse método na literatura, pois ele é ainda recente. Trabalhos com esse método foram realizados com milho por Annicchiarico et al. (1992) na Itália e por Gonçalves (1997) no Brasil, em arroz por Atroch et al. (2013) e em feijão-caupi por Oliveira et al. (2015), também no Brasil.

Os métodos avaliados neste trabalho foram relacionados pela correlação de Spearman (Tabela 8). Observaram-se altas correlações entre todos os métodos, ou seja, os três classificam os genótipos da mesma forma, no que diz respeito aos parâmetros de adaptabilidade, estabilidade e produtividade. Os métodos de Lin & Binns (1988) e Annicchiarico (1992), e de Lin & Binns (1988) e REML/BLUP apresentaram alta correlação negativa entre si, enquanto Annicchiarico e REML/BLUP apresentaram alta correlação positiva, sendo todas estas consideradas significativas pelo teste t (Tabela 8).

Tabela 7. Estimativa do índice de confiança de Annicchiarico (*Ii*) para produção (g planta⁻¹ ano⁻¹) de 32 clones de guaranazeiro, avaliados em 13 anos. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, 2016.

Table 7. Estimation of the Annicchiarico confidence index (*Ii*) for production (g plant⁻¹ year⁻¹) of 32 guaraná clones, evaluated in 13 years. Embrapa Western Amazon, Manaus, 2016.

Clone	Média	Ii Geral	Clone	Ii Desfavorável	Clone	Ii Favorável
871	11648,00	184,56	871	195,49	871	175,51
631	9118,30	142,84	619	147,81	631	158,04
626	9099,53	135,95	861	141,26	626	153,83
619	7667,38	129,50	300	130,12	375	122,40
375	7527,23	119,54	631	126,76	612	121,49
612	7524,84	117,22	610	118,06	619	116,41
861	6808,07	114,65	626	116,97	624	115,03
624	6890,76	112,66	375	115,37	882	112,41
882	7334,00	111,09	388	112,58	610	105,51
610	6855,61	111,05	612	112,47	861	97,10
300	6170,53	105,68	624	109,63	605	95,49
388	6052,07	97,32	882	109,29	607	90,07
605	5724,00	92,00	217	102,05	609	89,15
217	5425,84	89,09	611	88,43	300	88,07
607	5312,00	85,45	605	87,86	388	86,74
611	5127,15	85,20	274	83,36	385	86,66
274	4927,84	80,36	607	80,86	227	84,61
385	5004,38	79,07	224	74,34	611	82,39
609	5170,30	76,69	381	73,97	217	79,78
227	4975,92	75,95	601	72,15	222	78,32
224	4696,46	75,94	385	71,23	223	78,29
222	4671,53	74,37	222	70,64	274	77,55
601	4586,46	73,99	862	69,81	224	77,25
381	4675,53	73,81	227	66,16	613	75,91
648	4461,69	69,81	648	65,94	601	75,58
862	4284,53	68,94	609	64,41	276	75,36
225	4446,07	68,69	389	64,11	225	74,86
276	4429,53	67,08	225	61,53	228	73,35
223	4376,23	66,96	276	58,39	381	73,27
389	4322,84	65,59	223	55,09	648	73,03
228	4166,61	63,46	228	52,89	862	67,88
613	4464,61	62,86	613	49,83	389	67,22

Tabela 8. Correlação de Spearman entre os métodos de Lin & Binns, Annicchiarico e REML/BLUP. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, 2016.

Table 8. Spearman correlation between the methods of Lin & Binns, Annicchiarico and REML/BLUP. Embrapa Western Amazon, Manaus, 2016.

Variáveis	Número de dados	Correlação
Pi Geral x <i>Ii</i>	32	-0,968**
Pi Geral x MHPRVG	32	-0,969**
<i>Ii</i> x MHPRVG	32	0,998**

** Significativo pelo teste *t* ao nível de 1% de probabilidade.

Assim, qualquer um dos três métodos pode ser utilizado para avaliar a adaptabilidade e estabilidade de clones de guaranazeiro, sendo a escolha do melhorista definida pelo nível de detalhe da informação desejada. Os métodos podem ser usados individualmente ou combinados em duplas e até mesmo os três em conjunto, pois algumas de suas informações são complementares.

4 Conclusões

Os três métodos classificam os clones da mesma maneira. O clone 871 possui boa estabilidade, ampla adaptabilidade e maior produtividade em todos os métodos utilizados, sendo considerado um genótipo ideal.

Referências

ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. *Journal of Genetics & Breeding*, v. 46, n. 3, p. 269-278, 1992.

ATROCH, A. L. Avaliação e seleção de progênies de meios irmãos de guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) utilizando caracteres morfo-agronômicos. 2009. 72 f. Tese (Doutorado em Genética, Conservação e Biologia Evolutiva) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2009.

- ATROCH, A. L.; NASCIMENTO FILHO, F. J. Classificação do coeficiente de variação na cultura do guaranazeiro. *Revista de Ciências Agrárias*, n. 43, p. 43-48, 2005.
- ATROCH, A. L.; NASCIMENTO FILHO, F.; RESENDE, M. D. V. Seleção genética simultânea de progênies de guaranazeiro para produção, adaptabilidade e estabilidade temporal. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 56, n. 4, p. 347-352, 2013. doi: 10.4322/rca.2013.052.
- CARBONELL, S. A. M.; CHIORATO, A. F.; RESENDE, M. D.; DIAS, L. A. S.; BERALDO, A. L. A.; PERINA, E. F. Estabilidade de cultivares e linhagens de feijoeiro em diferentes ambientes no estado de São Paulo. *Bragantia*, v. 66, n. 2, p. 193-201, 2007. doi: 10.1590/S0006-87052007000200003.
- CARVALHO, C. G. P. *Repetibilidade e seleção de híbridos de cacauzeiro*. 1999. 176 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.
- CRUZ, C. D. GENES: software para análise de dados em estatística experimental e em genética quantitativa. *Acta Scientiarum*, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013. doi: 10.4025/actasciagr.v35i3.21251.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S.; REGAZZI, A. J. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2003. v. 2. 585 p.
- DIAS, L. S.; SOUZA, C. A. S.; AUGUSTO, S. G.; SIQUEIRA, P. R.; MÜLLER, M. W. Performance and temporal stability analyses of cacao cultivars in Linhares, Brasil. *Plantations, Recherche, Développement*, v. 5, n. 5, p. 343-355, 1998.
- EMBRAPA. *Sistema de produção para guaraná*. 3. ed. Manaus: Embrapa-CPAA, 1998. 34p.
- GONÇALVES, F. M. A. *Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho avaliadas em "safreina" no período de 1993 a 1995*. 1997. 86 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.
- LIN, C. S.; BINNS, M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. *Canadian Journal of Plant Science*, v. 68, n. 1, p. 193-198, 1988. doi: 10.4141/cjps88-018.
- 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.
- NASCIMENTO FILHO, F. J.; ATROCH, A. L.; CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. Adaptabilidade e estabilidade de clones de guaraná. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 44, n. 9, p. 1138-1144, 2009. doi: 10.1590/S0100-204X2009000900011.
- OLIVEIRA, I. J.; FONTES, J. R. A.; ROCHA, M. M. Seleção de genótipos de feijão-caupi para adaptabilidade e estabilidade produtiva no estado do Amazonas. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 58, n. 3, p. 292-300, 2015. doi: 10.4322/rca.1751.
- PEREIRA, H. S.; MELO, L. C.; DEL PELOSO, M. J.; FARIA, L. C.; COSTA, J. G. C.; CABRERA DÍAZ, J. L.; AUGUSTÍN RAVA, C.; WENDLAND, A. Comparação de métodos de análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em feijoeiro-comum. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 44, n. 4, p. 374-383, 2009. doi: 10.1590/S0100-204X2009000400007.
- RESENDE, M. D. V. *Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes*. Brasília, DF: 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.
- RESENDE, M. D. V. *O software Selegen-REML/Blup*. Campo Grande: Embrapa Pantanal, 2007. 305 p.
- SMITH, N.; ATROCH, A. L. Guaraná's journey from regional tonic to aphrodisiac and global energy drink. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, v. 7, n. 3, p. 279-283, 2010. doi: 10.1093/ecam/nem162.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. *SAS/Stat®9.2: user's guide: introduction to statistical modeling with SAS/Stat software (book excerpt)*. Cary: SAS, 2008. 60 p.
- 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. *Pesquisa Florestal Brasileira*, n. 50, p. 37-51, 2005.
- TFOUNI, S. A. V.; CAMARGO, M. C. R.; VITORINO, S. H. P.; MENEGÁRIO, T. F.; TOLEDO, M. C. F. Contribuição do guaraná em pó (*Paullinia cupana*) como fonte de cafeína na dieta. *Revista de Nutrição*, v. 20, n. 1, p. 63-68, 2007. doi: 10.1590/S1415-52732007000100007.
- VERARDI, C. K.; RESENDE, M. D. V.; COSTA, R. B.; GONÇALVES, P. S. Adaptabilidade e estabilidade da produção de borracha e seleção em progênies de seringueira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 44, n. 10, p. 1277-1282, 2009. doi: 10.1590/S0100-204X2009001000010.

Contribuição dos autores: Carlos Enrique Daniel Lopez Pinto realizou a tabulação dos dados e a escrita do trabalho científico, que é extraído de sua tese de doutorado; André Luiz Atroch foi orientador do primeiro autor em sua tese de doutorado; Juan Daniel Villacis Fajardo contribuiu na tabulação dos dados; Firmino José do Nascimento Filho coletou os dados e co-orientou o primeiro autor em sua tese de doutorado.

Agradecimentos: A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, pelo apoio de infraestrutura e logística, bem como por disponibilizar sua equipe de pesquisadores ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, para orientação de seus alunos pós-graduandos.

Fontes de financiamento: À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pelo fornecimento de bolsa de doutorado para Carlos Daniel e Juan Villacis; à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), pelo financiamento do custeio e investimento do projeto de pesquisa "Melhoramento genético do guaranazeiro", que originou os dados utilizados nesse trabalho.

Conflito de interesse: Os autores declaram que não há conflito de interesse.