

# Adaptabilidade e estabilidade de clones de guaraná

Firmino José do Nascimento Filho<sup>(1)</sup>, André Luiz Atroch<sup>(1)</sup>, Cosme Damião Cruz<sup>(2)</sup>  
e Pedro Crescêncio Souza Carneiro<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Embrapa Amazônia Ocidental, Caixa Postal 319, CEP 69010-970 Manaus, AM. E-mail: [firmino.filho@cpaa.embrapa.br](mailto:firmino.filho@cpaa.embrapa.br), [andre.atroch@cpaa.embrapa.br](mailto:andre.atroch@cpaa.embrapa.br),

<sup>(2)</sup>Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Biologia Geral, Bioagro, Avenida P.H. Rolfs, s/nº, CEP 36571-000 Viçosa, MG. E-mail: [cdcruz@ufv.br](mailto:cdcruz@ufv.br), [carneiro@ufv.br](mailto:carneiro@ufv.br)

Resumo – O objetivo deste trabalho foi determinar parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípica de clones de guaraná (*Paullinia cupana*) no Estado do Amazonas. Foram instalados dez experimentos, em três municípios, nos quais foi avaliado o desempenho produtivo de 27 clones pré-selecionados de guaraná, durante quatro anos. Os experimentos foram instalados em blocos ao acaso, com duas repetições, com parcelas constituídas por três plantas espaçadas em 5x5 m. Foram avaliados quatro métodos de determinação de adaptabilidade e estabilidade. O método não paramétrico de Lin & Binns modificado apresentou resultados satisfatórios e discriminou os clones quanto ao desempenho nos ambientes favoráveis e desfavoráveis e quanto aos graus de estabilidade. O clone CMU871 destacou-se pela ampla adaptabilidade e elevada estabilidade fenotípica. Os clones CMU619 e CMU609 apresentaram adaptabilidade específica a ambientes favoráveis e desfavoráveis, respectivamente.

Termos para indexação: *Paullinia cupana*, interação genótipo x ambiente, métodos de análise.

## Adaptability and phenotypic stability in guarana clones

Abstract – The objective of this work was to determine parameters of adaptability and phenotypic stability of guarana clones (*Paullinia cupana*) in the state of Amazonas, Brazil. Ten trials were carried out in three counties, where 27 preselected guarana clones were evaluated in a four-year period. A randomized complete block design with two replicates were used, with plots formed by three plants spaced at 5x5 m. Four methods of adaptability and stability were evaluated. The nonparametric method of Lin & Binns modified showed satisfactory results and discriminated the clones performance both in favorable and unfavorable environments, and according to their stability levels. The CMU871 had good adaptability and high phenotypic stability. The CMU619 and CMU609 had specific adaptability to favorable and unfavorable environments, respectively.

Index terms: *Paullinia cupana*, genotype x environment interaction, analysis methods.

## Introdução

O Brasil é o único produtor mundial de guaraná e atende ao mercado nacional e internacional. Ao longo das últimas décadas, a área de cultivo do guaranzeiro expandiu-se além da fronteira da Amazônia. O guaraná é plantado comercialmente no Amazonas, Acre, Pará, Rondônia, Roraima, Bahia e Mato Grosso (Nascimento Filho et al., 2001).

Em razão dessa expansão, a cultura vem sendo submetida a diferentes condições de cultivo. Além disso, a pesquisa tem lançado novos clones, para obter alta produtividade e resistência a doenças (Nascimento Filho & Atroch, 2002). Para que se pudesse avaliar o comportamento dos clones em relação às variações ambientais, uma rede de ensaios de produtividade foi

estabelecida pela Embrapa Amazônia Ocidental, em 1996 (Nascimento Filho, 2003).

As dificuldades e peculiaridades da pesquisa em melhoramento genético com espécies perenes são descritas por Resende (2002) e, entre elas, destaca-se a utilização dos indivíduos selecionados para produção durante vários anos. A ocorrência da interação genótipos x ambientes em guaraná foi constatada por Nascimento Filho & Atroch (2002), no entanto há, ainda, a necessidade de se realizar estudos quanto à adaptabilidade e a estabilidade dos novos materiais disponíveis para plantio. Existe uma grande diversidade de métodos para avaliação da adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos.

Yates & Cochran (1938) propuseram o atualmente denominado método tradicional, que consiste em se

fazer uma análise conjunta dos experimentos, ou seja, analisar os diversos genótipos nos vários ambientes e, posteriormente, decompor as somas de quadrados de ambientes dentro de cada clone da soma de quadrados (SQ) devida aos ambientes adicionada à SQ da interação genótipos x ambientes. A variação de ambientes dentro de cada genótipo é usada como estimador da estabilidade, de modo que o genótipo que apresentar menor quadrado médio é considerado o mais estável (Cruz et al., 2004). Segundo Carneiro (1998), neste método é utilizado o conceito de estabilidade fenotípica. O método proposto por Eberhart & Russell (1969) baseia-se na análise de regressão linear, que mede a resposta de cada genótipo às variações ambientais. Os coeficientes de regressão de cada genótipo, em relação ao índice ambiental e os desvios dessa regressão representam, respectivamente, as estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade (Cruz et al., 2004). O método proposto por Cruz et al. (1989) é uma extensão do apresentado por Silva & Barreto (1985). A principal vantagem do método proposto por esses autores refere-se à simplicidade nos cálculos dos parâmetros que estimam o desempenho genotípico. No método de Lin & Binns (1988), o desempenho geral dos genótipos é definido como o quadrado médio da distância entre a média da cultivar e a resposta média máxima, para todos os locais de avaliação.

A escolha do método para a caracterização de genótipos quanto à adaptabilidade e estabilidade depende dos dados experimentais disponíveis, da precisão requerida e do tipo de informação desejada pelo melhorista (Cruz et al., 2004). É importante que se utilize mais de um método, pois cada um possui peculiaridades que podem contribuir para o aprimoramento da análise e, em alguns casos, os métodos podem ser complementares entre si (Pereira et al., 2009b). Alguns trabalhos com comparação entre métodos de determinação de adaptabilidade e estabilidade apresentam conclusões divergentes quanto à utilização conjunta dos métodos. Borges et al. (2000) pesquisaram feijão e indicaram os métodos de Lin & Binns (1988) e o de Annicchiarico (1992) para serem usados em conjunto, enquanto Silva & Duarte (2006), em estudo sobre soja, afirmaram que a utilização conjunta desses dois métodos não é aconselhável.

Estudos que tratam da estabilidade e adaptabilidade têm sido bastante testados em espécies anuais, como arroz (Atroch et al., 2000; Melo et al., 2005), milho (Carvalho et al., 2005) e feijão (Pereira et al., 2009a), porém são escassos quanto a culturas perenes, daí a importância de se realizar esse tipo de estudo sobre o guaraná.

O objetivo deste trabalho foi determinar parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípica de 27 clones de guaraná (*Paullinia cupana*) no Estado do Amazonas.

## Material e Métodos

Em 1996, foi implantada uma rede de ensaios composta de dez experimentos, em três municípios do Estado do Amazonas, em campos experimentais da Embrapa Amazônia Ocidental. Foram testados 27 clones de guaraná, durante dez anos, em diferentes condições ambientais. Os clones avaliados foram desenvolvidos pelo programa de melhoramento do guaranazeiro, da Embrapa Amazônia Ocidental, e provieram de matrizes de plantios comerciais e de ensaios de progênies, em que as melhores plantas selecionadas quanto à produção e quanto à resistência à antracnose (*Colletotrichum guaranicola* Albuquerque).

Para a definição dos municípios em que seriam instalados os experimentos, foram considerados aspectos como: condições edafoclimáticas; vegetação predominante, antes da implantação da cultura (capoeira, mata primária e mata secundária); e sistemas de cultivo (com ou sem o uso de adubação). Foram selecionados Manaus, Maués e Iranduba. As avaliações foram realizadas por quatro anos (1998, 1999, 2000 e 2001), o que resultou em maior variação ambiental, em razão das diferentes condições climáticas prevalentes em cada município, ao longo dos anos. Nos municípios selecionados, as diferentes vegetações predominantes e os sistemas de cultivo foram combinados da seguinte forma: ambiente 1 – Iranduba, mata secundária, com adubo; ambiente 2 – Iranduba, mata secundária, sem adubo; ambiente 3 – Manaus, mata secundária, com adubo; ambiente 4 – Manaus, mata secundária, sem adubo; ambiente 5 – Manaus, capoeira, com adubo; ambiente 6 – Manaus, capoeira, sem adubo; ambiente 7 – Maués, mata primária, com adubo; ambiente 8 – Maués, mata primária, sem adubo; ambiente 9 – Maués, capoeira, com adubo; ambiente 10 – Maués, mata primária, sem adubo.

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com duas repetições e três plantas, no espaçamento de 5x5 m por parcela.

As plantas começaram a produzir no segundo ano do plantio das mudas (1998) e, a partir daí, iniciou-se a avaliação da produção de sementes secas por planta, com base na massa fresca de frutos maduros por planta. Nesse valor, estão incluídas as massas da ráquis (parte central do cacho) e das sementes com arilo. Para se obter apenas o peso das sementes secas, fez-se a conversão do peso de toda essa massa pelo uso da relação 6:1.

No presente trabalho, as avaliações do desempenho produtivo e as variações do grupo de clones de guaraná, quanto às diferentes condições de cultivo, foram feitas com base nas estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, por meio de quatro métodos: Tradicional (Yates & Cochran, 1938); Eberhart & Russell (1969); Lin & Binns (1988); e Cruz et al. (1989), modificado, proposto por Carneiro (1998). As análises foram realizadas com o programa GENES (Cruz, 2001).

## Resultados e Discussão

A análise de variância evidenciou efeitos significativos ( $p < 0,01$ ) do ambiente, de clones e da interação ambiente x clone sobre a produtividade de sementes secas por planta.

Verificou-se que os índices ambientais alcançaram uma variação bastante acentuada, nas diferentes condições de cultivo do guaraná, e que houve influência dos anos de avaliação (fator imprevisível) sobre o comportamento produtivo do

grupo de clones testados (Tabela 1). Levando-se em consideração apenas a produção total, à exceção do ambiente 3, todas as condições de cultivo em que se complementou a fertilidade do solo com a adubação recomendada à cultura apresentaram índices ambientais positivos. O ambiente 4 e o ambiente 8 também apresentaram índices positivos, mesmo sem adubação complementar. No caso do ambiente 8, uma explicação possível seria o maior conteúdo de material orgânico presente nesse ambiente.

A estreita relação dos índices ambientais com a produtividade de sementes secas por planta (Tabela 1) permitiu a classificação dos ambientes em favoráveis (índices positivos) ou desfavoráveis (índices negativos). Nos ambientes favoráveis, as produções médias de sementes secas por planta se mantiveram acima da média geral. Os ambientes mais e menos favoráveis para a cultura foram, respectivamente, os ambientes 7 e 10.

Pela análise de estabilidade realizada pelo método Tradicional, verificou-se que os clones CMU601, CMA228 e CMA223 figuraram entre os mais estáveis, mas foram os menos produtivos, enquanto os clones CMU619, CMU871 e CMU631 estiveram entre os mais instáveis e foram os mais produtivos (Tabela 2). Isto mostra que os clones que apresentaram variância mínima entre os ambientes foram, em geral, os menos produtivos e, portanto, de alta estabilidade, porém sem interesse para o melhoramento com vistas ao incremento de produtividade.

Pela ordenação dos clones, de acordo com seus parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, extraídos da estatística  $P_1$  do método de Lin & Binns

**Tabela 1.** Médias de produtividade de sementes secas alcançadas pelos 27 clones de guaraná, avaliados em dez ambientes no Estado do Amazonas, e seus respectivos índices ambientais (I. Amb.), para a classificação dos ambientes em favoráveis e desfavoráveis ao cultivo do guaranzeiro, nos anos de 1998, 1999, 2000, 2001.

Ambiente	1998		1999		2000		2001		Total	
	Média	I. Amb.	Média	I. Amb.	Média	I. Amb.	Média	I. Amb.	Média	I. Amb.
01-Iranduba - mata secundária, com adubo	267,57	-22,67	469,02	-25,06	425,44	-138,05	1.067,73	342,8	557,44	174,49
02-Iranduba - mata secundária, sem adubo	238,25	-51,99	553,81	59,74	610,21	46,72	498,47	-226,46	453,70	-240,47
03-Manaus - mata secundária, com adubo	246,76	-43,48	305,54	-188,53	685,66	122,17	502,14	-222,79	435,03	-315,16
04-Manaus - mata secundária, sem adubo	265,09	-25,15	323,20	-170,87	824,23	260,74	964,09	239,17	571,97	232,61
05-Manaus - capoeira, com adubo	497,98	207,74	468,90	-25,17	518,31	-45,18	672,44	-52,49	539,41	102,37
06-Manaus - capoeira, sem adubo	216,55	-73,69	438,50	-55,57	471,55	-91,95	579,05	-145,87	426,41	-349,61
07-Maués - mata primária, com adubo	627,52	337,28	875,14	381,07	636,36	72,87	921,03	196,11	765,02	1.004,80
08-Maués - mata primária, sem adubo	169,82	-120,42	654,14	160,07	690,44	126,95	697,85	-27,08	553,06	156,99
09-Maués - capoeira, com adubo	270,55	-19,69	626,91	132,84	567,33	3,84	839,48	114,55	576,07	249,01
10-Maués - capoeira, sem adubo	102,31	-187,93	225,55	-268,52	205,39	-358,11	506,98	-217,95	260,06	-1.015,04
Média geral	290,24	0,00	494,07	0,00	563,49	0,00	724,93	0,00	513,82	0,00

(1988) modificado (Carneiro, 1998), pôde-se observar que, de maneira geral, a produtividade dos clones esteve inversamente relacionada às suas estimativas de  $P_i$  (Tabela 3). Nessa tabela, é possível observar clones que apresentaram elevada adaptabilidade e estabilidade, como o CMU871, com produções acima das médias de cada ambiente; e, também, clones com adaptabilidade específica, com produção acima da média do ambiente em apenas um tipo de ambiente, como o CMU619. Os clones CMA276, CMA224 e o CMU609 apresentaram produtividade em ambiente desfavorável acima da produtividade observada em ambiente favorável e podem ser indicados para a condição de ambiente desfavorável.

Pelo método de Eberhart & Russell (1969), verificou-se que os clones CMU871, CMU619 e CMU300 foram os mais produtivos, apresentaram adaptabilidade a ambientes favoráveis e tiveram alta previsibilidade (Tabela 4). Este resultado concorda com

os obtidos pela avaliação da estatística  $P_i$  (Tabela 3), do método Lin & Binns (1988).

O clone CMA224 foi o único que atendeu à maioria dos parâmetros do método de Cruz et al. (1989), mas, em razão de sua baixa média de produtividade de sementes secas por planta (Tabela 5), não se constituiu em clone ideal, conforme preconizaram os autores desse método. Porém, os clones CMU871 e CMU300 são opções para a indicação como genótipos para plantio, pois, apesar de terem tido um comportamento imprevisível, evidenciado pelo desvio da regressão estatisticamente diferente de zero, eles foram altamente responsivos à melhoria do ambiente ( $\hat{b}_{1i} + \hat{b}_{2i} > 1$ ), ou seja, são adaptados aos ambientes favoráveis, com  $R^2$  acima de 80%. O genótipo ideal não foi identificado pelo método de Cruz et al. (1989).

Os métodos utilizados no presente trabalho, à exceção do método Tradicional, mostraram resultados semelhantes no que concerne à identificação dos materiais superiores, com destaque para o clone CMU871, que apresentou boa produtividade, ampla adaptabilidade e elevada estabilidade fenotípica, e com destaque também para os clones CMU619 e CMU609, que apresentaram adaptabilidade específica a ambientes favoráveis e desfavoráveis, respectivamente.

Os métodos que utilizam a regressão são de interpretação mais difícil e possuem algumas restrições (Crossa, 1990). Resultados com outras culturas, obtidos por Oliveira et al. (2006), Albrecht et al. (2007) e Pereira et al. (2009a), relataram a limitação do método de Cruz et al. (1989) para identificar o genótipo ideal, o que corrobora os resultados encontrados no presente estudo, para este método.

O método não paramétrico de Lin & Binns (1988), modificado por Carneiro (1998), apresenta resultados satisfatórios e com maior facilidade de interpretação, além de discriminar melhor os clones quanto ao desempenho tanto nos ambientes favoráveis quanto nos desfavoráveis. Este resultado concorda com o obtido por Atroch et al. (2000), que indicaram o método de Lin & Binns para uso futuro nos programas de melhoramento do arroz; concorda, ainda, com os resultados de Pereira et al. (2009a, 2009b), para indicação do uso em feijoeiro-comum.

**Tabela 2.** Estimativas do parâmetro de estabilidade, obtido pelo método Tradicional, e da produção média total por planta dos 27 clones de guaraná, avaliados em dez ambientes no Estado do Amazonas, nos anos de 1998, 1999, 2000, 2001.

Clone	Estimativa da estabilidade	Produção média (gramas por planta)
CIR217	2.327.631,60	647,08
CMA222	2.096.001,27	407,56
CMU609	924.453,84	363,61
CMA225	977.640,86	348,06
CMA227	1.317.709,76	431,89
CMA228	553.680,50	316,40
CMA274	840.977,97	421,60
CMA276	1.783.916,15	518,02
CMU601	406.941,57	320,02
CMU605	321.454,09	416,65
CMU607	972.719,31	428,41
CMU610	932.070,65	551,72
CMU624	938.140,45	554,68
CMA223	822.632,48	325,26
CMA224	1.539.002,84	386,28
CMU611	1.229.348,99	422,30
CMU612	2.279.899,02	574,67
CMU619	8.262.060,39	764,39
CMU626	1.421.439,09	595,37
CMU631	3.737.832,53	707,88
CMU861	3.977.706,66	658,80
CMU871	7.501.859,69	1.014,23
CMU882	2.084.945,15	511,39
CMU862	998.602,11	396,46
CMU375	1.957.170,11	637,29
CMU388	2.674.050,23	479,18
CMU300	3.294.920,34	673,84
Média geral		513,82

**Tabela 3.** Estimativas das médias de produção de sementes secas dos 27 clones de guaraná, avaliados por quatro anos em dez ambientes do Estado do Amazonas, e de seus parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, expressos na estatística  $P_i$ , obtida pelo método de Lin & Binns (1988), modificado por Carneiro (1998), de acordo com a favorabilidade dos ambientes à produção do guaranazeiro.

Clone	Média geral (g por planta)	$P_i$ geral	Média dos ambientes favoráveis (g por planta)	$P_i$ favorável	Média dos ambientes desfavoráveis (g por planta)	$P_i$ desfavorável
CMU871	1.014,23	772.774,99	1.298,24	770.331,96	588,22	776.439,53
CMU619	764,39	2.505.059,84	1.096,01	2.081.889,27	266,96	3.139.815,70
CMU300	673,84	3.164.491,08	784,31	4.077.208,77	508,14	1.795.414,54
CIR217	647,08	3.402.645,18	784,93	4.469.220,66	440,29	1.802.781,96
CMU861	658,80	3.691.139,51	743,33	5.506.338,45	532,01	968.341,10
CMU375	637,29	3.953.749,94	751,93	5.651.109,50	465,34	1.407.710,61
CMU631	707,89	3.956.195,72	777,84	6.097.875,48	602,96	743.676,08
CMU626	595,37	4.169.910,84	670,68	5.830.787,09	482,41	1.678.596,47
CMU612	574,67	4.530.069,62	668,19	6.083.487,17	434,39	2.199.943,30
CMU610	551,72	4.616.042,30	581,08	6.949.411,63	507,67	1.115.988,29
CMU624	554,68	4.782.837,66	612,91	6.804.665,18	467,34	1.750.096,40
CMU882	511,39	5.057.969,53	629,39	6.580.556,19	334,39	2.774.089,55
CMA276	518,02	5.562.112,23	486,96	8.577.434,51	564,61	1.039.128,80
CMA227	431,89	5.676.538,93	521,88	7.691.953,68	296,91	2.653.416,81
CMU388	479,18	5.810.104,76	592,87	7.800.502,77	308,64	2.824.507,74
CMU611	422,30	5.918.139,84	518,63	7.906.934,90	277,82	2.934.947,24
CMA274	421,60	6.123.794,76	479,16	8.596.851,22	335,25	2.414.210,08
CMU605	416,65	6.225.424,38	441,40	9.020.429,08	379,52	2.032.917,33
CMA222	407,55	6.474.621,60	522,78	8.619.676,36	234,71	3.257.039,47
CMU607	428,42	6.544.839,41	461,16	9.578.226,66	379,30	1.994.758,54
CMU862	396,46	6.661.129,56	421,72	9.638.455,76	358,56	2.195.140,26
CMA224	386,28	6.828.538,48	366,82	10.261.016,50	415,48	1.679.821,44
CMA225	348,06	7.026.457,47	381,34	10.375.308,56	276,51	2.929.169,09
CMA228	316,40	7.529.962,34	372,46	10.348.983,01	232,31	3.301.431,33
CMA223	325,26	7.534.482,39	381,34	10.375.308,56	241,16	3.273.243,14
CMU601	320,02	7.591.423,35	360,30	10.576.106,17	259,60	3.114.399,13
CMU609	363,61	7.866.466,89	311,29	11.897.122,96	442,09	1.820.482,78
Média geral	517,98		597,18		399,17	

**Tabela 4.** Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, relativos ao método de Eberhart & Russell (1969), referentes à produção total de sementes secas por planta de 27 clones de guaraná, avaliados por quatro anos em dez ambientes do Estado do Amazonas.

Clone	Média (g por planta)	$\hat{\beta}_{ii}$	Variância dos desvios da regressão	$R^2$
CIR217	647,08	1,44 <sup>ns</sup>	312.669,10 <sup>ns</sup>	49,65
CMA222	407,56	1,19 <sup>ns</sup>	391.443,60 <sup>*</sup>	37,41
CMU609	363,61	-0,28 <sup>**</sup>	148.959,20 <sup>ns</sup>	4,72
CMA225	348,06	0,96 <sup>ns</sup>	-85.745,76 <sup>ns</sup>	52,58
CMA227	431,89	1,32 <sup>ns</sup>	-146.517,97 <sup>ns</sup>	73,02
CMA228	316,40	0,86 <sup>ns</sup>	-264.343,29 <sup>ns</sup>	73,61
CMA274	421,60	0,89 <sup>ns</sup>	-121.944,25 <sup>ns</sup>	52,53
CMA276	518,02	0,31 <sup>ns</sup>	627.508,12 <sup>**</sup>	2,93
CMU601	320,02	0,56 <sup>ns</sup>	-216.141,02 <sup>ns</sup>	43,04
CMU605	416,65	0,53 <sup>ns</sup>	-254.889,14 <sup>ns</sup>	49,32
CMU607	428,41	0,13 <sup>*</sup>	195.471,94 <sup>ns</sup>	0,94
CMU610	551,72	0,60 <sup>ns</sup>	66.076,85 <sup>ns</sup>	21,30
CMU624	554,68	0,76 <sup>ns</sup>	2.652,90 <sup>ns</sup>	33,83
CMA223	325,26	0,74 <sup>ns</sup>	-53.546,84 <sup>ns</sup>	36,69
CMA224	386,28	0,79 <sup>ns</sup>	322.192,75 <sup>ns</sup>	22,75
CMU611	422,30	0,96 <sup>ns</sup>	57.598,45 <sup>ns</sup>	41,56
CMU612	574,67	1,28 <sup>ns</sup>	425.178,54 <sup>*</sup>	39,83
CMU619	764,39	3,11 <sup>**</sup>	1.267.739,16 <sup>**</sup>	65,27
CMU626	595,37	0,56 <sup>ns</sup>	355.910,68 <sup>*</sup>	12,15
CMU631	707,88	0,59 <sup>ns</sup>	1.646.667,39 <sup>**</sup>	5,20
CMU861	658,80	1,34 <sup>ns</sup>	1.326.456,12 <sup>**</sup>	25,23
CMU871	1.014,23	3,25 <sup>**</sup>	562.919,29 <sup>**</sup>	78,45
CMU882	511,39	1,20 <sup>ns</sup>	377.049,49 <sup>*</sup>	38,30
CMU862	396,46	0,45 <sup>ns</sup>	151.690,77 <sup>ns</sup>	11,30
CMU375	637,29	0,81 <sup>ns</sup>	547.522,31 <sup>*</sup>	18,79
CMU388	479,18	0,80 <sup>ns</sup>	959.647,35 <sup>**</sup>	13,16
CMU300	673,84	1,85 <sup>*</sup>	433.315,64 <sup>*</sup>	57,92
Média geral	513,82			

<sup>ns</sup>Não significativo. \* e \*\*Significativo pelo teste F a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente. Para  $\hat{\beta}_{ii}$ , \* e \*\*significativo pelo teste F, a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

**Tabela 5.** Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, obtidas pelo método de Cruz et al. (1989), referentes à produção total de sementes secas por planta de 27 clones de guaraná, avaliados por quatro anos em dez ambientes do Estado do Amazonas.

Clone	Média nos ambientes (g por planta)			(H0: $b_1 = 1$ )	$\hat{b}_{2i}$	(H0: $b_1 + b_2 = 1$ )	Variância dos desvios da regressão	R <sup>2</sup> (%)
	Geral	Desfavorável	Favorável	$\hat{b}_{1i}$	$\hat{b}_{1i} + \hat{b}_{2i}$			
CIR217	647,08	440,29	784,94	1,75 <sup>ns</sup>	-1,36	0,40 <sup>ns</sup>	1.273.442 <sup>ns</sup>	57,45
CMA222	407,56	234,71	522,78	1,33 <sup>ns</sup>	-0,63	0,70 <sup>ns</sup>	1.635.804*	39,30
CMU609	363,61	442,09	311,29	-0,24**	-0,19	-0,43 <sup>ns</sup>	1.127.886 <sup>ns</sup>	5,11
CMA225	348,06	276,51	395,76	0,60 <sup>ns</sup>	1,56	2,16 <sup>ns</sup>	286.449 <sup>ns</sup>	77,21
CMA227	431,89	296,91	521,88	1,21 <sup>ns</sup>	0,45	1,66 <sup>ns</sup>	431.173 <sup>ns</sup>	74,55
CMA228	316,40	232,31	372,46	0,74 <sup>ns</sup>	0,51	1,25 <sup>ns</sup>	154.690 <sup>ns</sup>	78,27
CMA274	421,60	335,25	479,16	0,86 <sup>ns</sup>	0,14	1,00 <sup>ns</sup>	510.700**	52,77
CMA276	518,02	564,61	486,96	0,27 <sup>ns</sup>	0,15	0,42 <sup>ns</sup>	2.223.629 <sup>ns</sup>	3,05
CMU601	320,02	259,60	360,30	0,41 <sup>ns</sup>	0,64	1,05 <sup>ns</sup>	246.694 <sup>ns</sup>	52,85
CMU605	416,65	379,52	441,40	0,38 <sup>ns</sup>	0,67	1,05 <sup>ns</sup>	152.749 <sup>ns</sup>	63,04
CMU607	428,41	379,30	461,15	0,44 <sup>ns</sup>	-1,34	-0,90*	1.011.071 <sup>ns</sup>	19,16
CMU610	551,72	507,67	581,08	0,57 <sup>ns</sup>	0,13	0,70 <sup>ns</sup>	940.926 <sup>ns</sup>	21,48
CMU624	554,68	467,34	612,90	0,89 <sup>ns</sup>	-0,57	0,31 <sup>ns</sup>	756.440 <sup>ns</sup>	37,29
CMA223	325,26	241,16	381,34	0,55 <sup>ns</sup>	0,82	1,37 <sup>ns</sup>	584.116 <sup>ns</sup>	44,77
CMA224	386,28	415,48	366,81	0,09*	3,03	3,13**	362.729 <sup>ns</sup>	81,67
CMU611	422,30	277,82	518,63	1,12 <sup>ns</sup>	-0,71	0,41 <sup>ns</sup>	859.851 <sup>ns</sup>	45,60
CMU612	574,67	434,38	668,19	1,35 <sup>ns</sup>	-0,33	1,03 <sup>ns</sup>	1.750.364*	40,29
CMU619	764,39	266,96	1.096,01	3,29**	-0,75	2,54*	3.619.323**	65,93
CMU626	595,37	482,40	670,68	0,42 <sup>ns</sup>	0,61	1,02 <sup>ns</sup>	1.558.791*	14,71
CMU631	707,88	602,96	777,84	1,13 <sup>ns</sup>	-2,35	-1,22**	3.856.031**	19,76
CMU861	658,80	532,01	743,32	1,04 <sup>ns</sup>	1,31	2,35 <sup>ns</sup>	3.607.090**	29,47
CMU871	1.014,23	588,22	1.298,24	3,06**	0,85	3,91**	1.987.876**	79,39
CMU882	511,39	334,39	629,39	1,46 <sup>ns</sup>	-1,13	0,33 <sup>ns</sup>	1.491.461†	44,36
CMU862	396,46	358,56	421,72	0,45 <sup>ns</sup>	-0,01	0,44 <sup>ns</sup>	1.138.761 <sup>ns</sup>	11,31
CMU375	637,29	465,34	751,93	1,23 <sup>ns</sup>	-1,83	-0,59*	1.620.098*	35,62
CMU388	479,18	308,64	592,87	1,02 <sup>ns</sup>	-0,98	0,04 <sup>ns</sup>	2.864.527**	16,68
CMU300	673,84	508,14	784,30	1,55 <sup>ns</sup>	1,31	2,86*	1.566.388*	63,02
Média geral	513,82	393,80	593,83					

<sup>ns</sup>Não significativo. \* e \*\*Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. Para  $\hat{b}_{1i}$  e  $(\hat{b}_{1i} + \hat{b}_{2i} > 1)$ , <sup>ns</sup>não significativo; \* e \*\*significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

## Conclusões

1. O método não paramétrico de Lin & Binns, modificado por Carneiro, apresenta resultados satisfatórios e maior facilidade de interpretação, além de discriminar melhor os clones quanto ao desempenho tanto em ambientes favoráveis quanto em desfavoráveis.

2. Entre os clones com ampla adaptabilidade, destaca-se o CMU871, com elevada estabilidade fenotípica.

3. Os clones CMU619 e CMU609 apresentam adaptabilidade específica a ambientes favoráveis e desfavoráveis, respectivamente.

## Referências

ALBRECHT, J.C.; VIEIRA, E.A.; SILVA, M.S. e; ANDRADE, J.M.V. de; SCHEEREN, P.L.; TRINDADE, M. da G.; SOARES SOBRINHO, J.; SOUSA, C.N.A. de; REIS, W.P.; RIBEIRO JÚNIOR, W.Q.; FRONZA, V.; CARGINI, A.; YAMANAKA, C.H. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de trigo irrigado

no Cerrado do Brasil Central. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.1727-1734, 2007.

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

ATROCH, A.L.; SOARES, A.A.; RAMALHO, M.A.P. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de arroz de sequeiro testadas no Estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.24, p.541-548, 2000.

BORGES, L.C.; FERREIRA, D.F.; ABREU, A.F.B.; RAMALHO, M.A.P. Emprego de metodologias de avaliação da estabilidade fenotípica na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, v.47, p.89-102, 2000.

CARNEIRO, P.C.S. **Novas metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. 1998. 168p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CARVALHO, H.W.L. de; CARDOSO, M.J.; LEAL, M. de L. da S.; SANTOS, M.X. dos; TABOSA, J.N.; SOUZA, E.M. de. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.471-477, 2005.

CROSSA, J. Statistical analysis of multilocation trials. **Advances in Agronomy**, v.44, p.55-85, 1990.

- CRUZ, C.D. **Programa GENES**: aplicativo computacional em genética e estatística. Versão Windows. Viçosa: UFV, 2001. 648p.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2004. 480p.
- CRUZ, C.D.; TORRES, R.A. de A.; VENCOSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva e Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, v.12, p.567-580, 1989.
- EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Yield and stability for a 10-line diallel of single-cross and double-cross maize hybrids. **Crop Science**, v.9, p.357-361, 1969.
- LIN, C.S.; BINNS, M.R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, v.68, p.193-198, 1988.
- MELO, P.G.S.; MELO, L.C.; SOARES, A.A.; LIMA, L.M. de; REIS, M. de S.; JULIATTI, F.C.; CORNÉLIO, V.M.O. Study of the interaction genotypes x environments in the selection process of upland rice. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.5, p.38-46, 2005.
- NASCIMENTO FILHO, F.J. do. **Interação genótipos x ambientes, adaptabilidade, estabilidade e repetibilidade em clones de guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke)**. 2003. 182p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- NASCIMENTO FILHO, F.J. do; ATROCH, A.L. Guaranazeiro. In: BRUKNER, C.H. (Ed.). **Melhoramento de fruteiras tropicais**. Viçosa: UFV, 2002. p.291-307.
- NASCIMENTO FILHO, F.J. do; GARCIA, T.B.; SOUSA, N.R.; ATROCH, A.L. Recursos genéticos de guaraná. In: SOUSA, N.R.; SOUZA, A. das G.C. de (Ed.). **Recursos fitogenéticos na Amazônia Ocidental: conservação, pesquisa e utilização**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2001. p.128-141.
- OLIVEIRA, G.V.; CARNEIRO, P.C.S.; CARNEIRO, J.E. de S.; CRUZ, C.D. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de feijão-comum em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.257-265, 2006.
- PEREIRA, H.S.; MELO, L.C.; DEL PELOSO, M.J.; FARIA, L.C. de; COSTA, J.G.C. da; DÍAZ, J.L.C.; RAVA, C.A.; WENDLAND, A. Comparação de métodos de análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em feijoeiro-comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.374-383, 2009a.
- PEREIRA, H.S.; MELO, L.C.; FARIA, L.C. de; DEL PELOSO, M.J.; COSTA, J.G.C. da; RAVA, C.A.; WENDLAND, A. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijoeiro-comum com grãos tipo carioca na Região Central do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.29-37, 2009b.
- RESENDE, M.D.V. de. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 975p.
- SILVA, J.G.C.; BARRETO, J.N. Aplicação da regressão linear segmentada em estudos da interação genótipo x ambiente. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 1.; REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 30., 1985, Piracicaba. **Anais**. Campinas: Fundação CARGILL, 1985. p.49-50.
- SILVA, W.C.J. e; DUARTE J.B. Métodos estatísticos para estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.23-30, 2006.
- YATES, F.; COCHRAN, W.G. The analysis of group of experiments. **Journal of Agricultural Science**, v.28, p.556-80, 1938.

---

Recebido em 26 de janeiro de 2009 e aprovado em 11 de agosto de 2009