

IMPORTÂNCIA DE CARACTERES MORFOAGRONÔMICOS NO GUARANAZEIRO POR COMPONENTES PRINCIPAIS

Nelson Felipe de Albuquerque Lins Neto ⁽¹⁾

André Luiz Atroch ^{(2)*}

Firmino José do Nascimento Filho ⁽³⁾

RESUMO – A análise da importância de caracteres tem permitido determinar caracteres de interesse de acordo com sua contribuição para a diversidade genética, permitindo ao melhorista concentrar esforços nos caracteres que foram mais importantes, diminuindo os custos de suas pesquisas. O objetivo deste trabalho é verificar as implicações da utilização da análise de importância de caracteres para eliminação destes no cálculo da distância genética entre clones de guaranazeiro. Foram avaliados 32 clones de guaranazeiro em três experimentos em blocos casualizados, com duas repetições e parcelas compostas por três plantas, em espaçamento 5x5 metros. As variáveis avaliadas foram produção, número de ramos e folhas por planta, comprimento do ramo e diâmetro do ramo. Os dados foram submetidos à análise de variância, cálculo da distância euclidiana média padronizada, calculada como medida da importância relativa dos caracteres estimada por meio da participação dos componentes relativos a cada característica, no total da dissimilaridade observada, e para o agrupamento dos clones, utilizou-se o método de Tocher. A produção é o caráter mais importante para a diversidade genética, seguida do número de ramos. O número de folhas é o caráter menos importante para a diversidade genética podendo ser descartado das avaliações seletivas com clones de guaranazeiro.

Palavras-chave: *Paullinia cupana*, guaraná, melhoramento, divergência genética.

IMPORTANCE OF MORPHOLOGICAL AND AGRONOMICAL CHARACTERS IN GUARANA BY MAIN COMPONENTS

ABSTRACT – The analysis of the importance of character has enabled determine traits of interest according to their contribution to the genetic diversity, allowing the breeder to concentrate on the characters that were more important, reducing the costs of their research. The objective of this study was to verify the implications of using the analysis of the importance of eliminating these characters for the calculation of genetic distance between clones of guaranazeiro. Thirty-two clones were evaluated in randomized block design experiments with two replications composed of three plants in 5x5 meter spacing. The variables evaluated were production for six years, the number of branches and leaves per plant, length and diameter of branch. Data were subjected to analysis of variance, followed by standardized mean Euclidean distance, calculated as a measure of the relative importance of characters, estimated through participation components for each trait, the total observed dissimilarity, and to the group of clones, we used the method of Tocher. The production is the most important character for genetic diversity, followed by the number of branches. The number of leaves is the least important character for genetic diversity and could be discard of selective evaluations with guarana clones.

Key words: *Paullinia cupana*, guarana, breeding, genetic divergence.

(1) Mestrando em Agronomia Tropical, PPGATR, Av. Gal. Rodrigo Otávio Jordão Ramos, nº3000, Universidade Federal do Amazonas, Setor Sul, Bloco Pós BioAgro, Secretaria do PGATR, 2º andar. E-mail: trilhasamazonicas@gmail.com.

(2) Engenheiro Agrônomo, Doutor em genética, conservação e biologia evolutiva, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM-010, km 29, Manaus, AM. andre.atroch@embrapa.br,

(3) Engenheiro Agrônomo, Doutor em genética e melhoramento vegetal, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM-010, km 29, Manaus, AM. firmino.filho@embrapa.br

INTRODUÇÃO

O Brasil é o único produtor mundial de guaraná e atende ao mercado nacional e internacional (NASCIMENTO FILHO et al., 2001).

Esta planta tem grande importância socioeconômica para muitas famílias amazônicas, pois complementa a renda de pequenos agricultores ao ser consorciada com a mandioca, uma das principais culturas que compõem a base alimentar destas famílias (HENMAN, 1981; ATROCH, 2009), possui alto valor nutricional e fonte de cafeína (TFOUNI et al., 2007), apresentando propriedades medicinais (BITTENCOURT et al., 2013; HAMERSKI et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2015; POMPORTES et al., 2014) e estimulantes (CAMPOS et al., 2011), sendo utilizada no preparo de bebidas energéticas (CARVALHO et al., 2006), produzidas a partir das sementes ou da síntese de bastão, pó ou xarope (SANTOS, 2007). No entanto, todo o cultivo comercial do guaranazeiro possui germoplasma originado no município amazonense de Maués, e os materiais genéticos que iniciaram o programa de melhoramento genético da Embrapa foram coletados em poucas populações de cultivo comercial, em locais próximos às cidades de Maués e de Manaus. Se considerarmos que o guaraná de Manaus também teve sua origem em Maués, a base genética tende ao estreitamento (ATROCH, 2009).

Do ponto de vista produtivo, a variabilidade e a diversidade genética diminui a probabilidade de ocorrência de erosão genética, o que pode evitar, em casos extremos, por exemplo, a perda de todo um plantio, quando atacado por determinadas pragas ou doenças (SOUSA, 2001; CARVALHO et al., 2009; GUIMARÃES et al., 2011). Segundo Machado (2014), a perda dessa diversidade estaria relacionada com os processos de fome e miséria e, por esta razão, passou a fazer parte das agendas e estratégias dos países para a conservação e pesquisas sobre a biodiversidade.

Os programas de melhoramento de espécies perenes possuem um custo elevado de mão-de-obra e insumos para sua manutenção, pois em geral necessitam de grandes áreas para implantação dos experimentos, bem como a longa duração dos mesmos. Aliado ao fato de que diversas medições de diversos caracteres ao longo dos anos devem ser realizadas para que o processo seletivo seja concluído com eficiência e eficácia. Assim, os estudos com a análise da importância de caracteres têm permitido determinar caracteres de interesse de acordo com sua contribuição para a diversidade genética e eliminar aquelas com menor contribuição em diversas culturas, permitindo ao melhorista concentrar esforços nos caracteres que são mais importantes, diminuindo os custos de suas pesquisas, pela diminuição da mão-de-obra especializada na tomada de dados experimentais.

Para escolher quais variáveis contribuem mais para a diversidade genética as técnicas multivariadas são importantes para o estudo da divergência genética sendo uma das técnicas a de componentes principais descrita por Pearson (1901).

O cálculo da importância relativa dos caracteres é estimado como a contribuição dos componentes da distância genética no total da dissimilaridade observada relativos a cada característica. Uma das formas para se determinar a distância genética entre determinados genótipos é através dos métodos biométricos, onde são analisados pela estatística multivariada permitindo unificar múltiplas informações de um conjunto de caracteres (SUDRÉ et al., 2005).

Entre os métodos preditivos estão aqueles que quantificam a diversidade por meio de medidas de dissimilaridade, entre as quais se encontra a distância euclidiana, seguida de métodos aglomerativos para se estudar a diversidade entre os materiais avaliados (ELIAS et al., 2007). Na análise da importância de caracteres é possível classificar variáveis estudadas de acordo com sua contribuição para a diversidade genética e eliminar aquelas com menor contribuição (CRUZ, 2006).

Isto ficou evidenciado por Gopal (2001) em estudos com batata entre a primeira e a segunda geração clonal, onde verificou que havia pouca contribuição dos caracteres uniformidade de formato e uniformidade de tamanho para a variação populacional, sugerindo que estas poderiam ser descartadas de pesquisas posteriores. Assim como observado por Neder et al. (2013), Negreiros & Miqueloni (2013) e Rigon et al. (2013) em estudos com cactos, pimenteira e girassol, respectivamente, onde foi possível se determinar caracteres de interesse e descartar os demais, podendo, assim, concentrar os esforços nos caracteres que foram mais importantes, diminuindo os custos das pesquisas.

O objetivo deste trabalho é avaliar a contribuição relativa de caracteres morfoagronômicos na diversidade de clones de guaranazeiro do programa de melhoramento genético da Embrapa Amazônia Ocidental.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados 32 clones de guaranazeiros do programa de melhoramento genético da Embrapa Amazônia Ocidental entre as safras de 2006 e 2010, em um delineamento experimental em blocos casualizados com duas repetições, parcelas compostas por três plantas em linha, em espaçamento de 5m x 5m. As variáveis avaliadas para as características vegetativas, aos 12 meses de idades, foram a contagem do número de ramos por planta (NR), seguido da medição do comprimento do ramo principal (cm) (CR), mensuração do diâmetro do ramo principal (cm) (DR) e número de folhas por planta (NF). A produção média avaliada foi do período de 2006 a 2010, em kg/planta/ano.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) com efeito fixo e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade. O cálculo da medida da importância relativa dos caracteres foi estimado por meio da participação dos componentes da distância genética no total da dissimilaridade observada relativos a cada característica.

Para isso, os dados foram padronizados da seguinte maneira:

$$x_{ij} = X_{ij}/S(X_j)$$

onde $S(X_j)$ é o desvio-padrão dos dados do j -ésimo caráter; posteriormente, foi calculada a distância euclidiana média:

$$d_{ii'} = \sqrt{1/n \sum_j (x_{ij} - x_{i'j})^2}$$

onde $d_{ii'}$ é a distância euclidiana média baseada em dados padronizados e n é o número de caracteres avaliados.

Foi obtida uma matriz quadrada de ordem cinco e em seguida, para o agrupamento dos clones, utilizou-se o método de Tocher, conforme Cruz (2006). Este método leva ao estabelecimento de grupos de forma que exista homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre grupos. Além disso, é uma técnica de otimização que agrupa os indivíduos mantendo o critério de que as distâncias intragrupos sejam sempre menores do que as distâncias intergrupos (CRUZ & REGAZZI, 1997).

Os autovalores foram estimados pelas raízes características de covariância e os autovetores estimados pelos elementos dos vetores característicos correspondentes.

Todas as análises foram realizadas com o auxílio dos programas computacionais Statistical Analysis System (SAS, 2000) e Genes (Cruz, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Há variação entre os clones para todas as variáveis conforme pode ser observado na Tabela 1 o que permite a seleção para esses caracteres. Pelo teste de comparação múltipla de

médias de Scott Knott a 5% de probabilidade, os clones 871 e 631 não diferem estatisticamente entre si quanto à produção (PROD), sendo estes os clones mais produtivos, seguidos do clone 626 como o segundo mais produtivo e do intervalo entre os clones 375 e 624, respectivamente, como o terceiro grupo de clones mais produtivos. Os demais clones dividem-se em outros três intervalos: 4 – (entre 610 e 609); 5 – (entre 861 e 611); 6 – (entre 276 e 862) (Tabela 1).

Tabela 1. Médias⁽¹⁾ das variáveis produção (PROD), número de ramos (NR), comprimento do ramo principal (CR), diâmetro do ramo (DR) e número de folhas (NF).

CLONE	PROD	NR	CR	DR	NF
871	14.011 a	5,46 d	79,90 a	1,79 a	30,09 c
631	13.430 a	5,75 d	70,44 b	1,70 a	30,05 c
626	12.609 b	5,64 d	76,86 a	1,80 a	25,51 d
375	9.922 c	5,86 d	59,92 d	1,72 a	28,19 c
612	9.409 c	8,64 b	66,48 c	1,88 a	36,66 b
882	9.240 c	4,90 e	79,39 a	1,82 a	22,68 d
619	9.083 c	7,31 c	78,59 a	1,82 a	36,40 b
624	8.805 c	4,88 e	55,09 d	2,32 a	24,75 d
610	8.297 d	6,70 c	71,55 b	1,70 a	25,82 d
227	7.878 d	11,71 a	82,86 a	2,29 a	51,68 a
609	7.820 d	4,88 e	66,07 c	1,74 a	23,93 d
861	7.364 e	5,85 d	63,00 c	1,79 a	28,87 c
605	7.310 e	5,67 d	61,26 c	1,69 a	24,05 d
300	7.304 e	8,50 b	61,97 c	1,70 a	33,47 c
613	7.222 e	9,23 b	65,27 c	1,84 a	36,47 b
607	7.120 e	6,24 c	67,83 c	1,95 a	23,73 d
388	6.900 e	7,02 c	67,88 c	1,76 a	29,66 c
274	6.810 e	11,63 a	74,11 b	1,93 a	49,73 a
223	6.783 e	11,07 a	71,32 b	1,96 a	46,87 a
385	6.655 e	3,64 e	55,66 d	1,81 a	16,57 e
217	6.647 e	8,03 c	66,30 c	2,11 a	37,73 b
224	6.634 e	12,23 a	85,05 a	2,13 a	52,19 a
222	6.604 e	10,95 a	73,95 b	2,00 a	48,26 a
225	6.601 e	11,28 a	77,12 a	2,06 a	52,00 a
611	6.412 e	8,90 b	68,81 c	2,03 a	32,90 c
276	6.279 f	11,28 a	71,17 b	1,89 a	44,88 a
228	6.076 f	10,93 a	73,45 b	1,99 a	46,16 a

381	5.887 f	5,08 e	50,70 d	1,37 a	16,00 e
601	5.881 f	5,90 d	71,30 b	1,67 a	25,83 d
648	5.811 f	6,72 c	68,00 c	1,52 a	25,67 d
389	5.480 f	4,43 e	69,86 b	1,44 a	16,31 e
862	5.295 f	7,53 c	69,32 b	1,67 a	25,63 d

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras iguais e na mesma coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

O método de agrupamento de Tocher possibilita a divisão dos 32 clones em cinco grupos distintos. O primeiro grupo contendo 15 clones, o segundo 12, o terceiro três, o quarto e o quinto contendo apenas um clone (Tabela 2).

Tabela 2. Agrupamento de 32 clones de guaranazeiro pelo método de Tocher utilizando a distância euclidiana média padronizada envolvendo as variáveis produção (PROD), número de ramos (NR), comprimento do ramo principal (CR), diâmetro do ramo principal (DR) e número de folhas (NF).

GRUPO	CLONES														
< 1 >	222	228	223	274	276	225	224	227	611	217	613	612	619	388	300
< 2 >	861	605	609	607	610	601	862	648	375	389	385	882			
< 3 >	871	626	631												
< 4 >	624														
< 5 >	381														

Dentre os grupos formados, o grupo 3 destaca-se por apresentar os três clones mais produtivos, indicando que os clones mais produtivos são próximos geneticamente.

Na matriz de correlação genética entre os cinco caracteres avaliados, a maior correlação é observada entre os caracteres número de ramos (NR) e número de folhas (NF) (0,95), seguida de diâmetro do ramo principal (DR) e número de folhas (NF) (0,65) e comprimento do ramo principal (CR) e número de folhas (NF) (0,58) (Tabela 3). As menores correlações são obtidas entre a variável produção (PROD) e as demais variáveis, sendo que produção (PROD) e número de folhas (NF) e produção (PROD) e número de ramos (NR), são inversamente proporcionais. Isto reforça os resultados obtidos anteriormente por Nascimento Filho (2003), que diz que a planta de guaraná apresenta grande sensibilidade fotossintética e que a produção pode ser diminuída devido ao grande número de ramos e de folhas causando auto sombreamento.

Tabela 3. Matriz de correlação genética entre os caracteres produção (PROD), número de ramos (NR), comprimento do ramo (CR) diâmetro do ramo (DR) e número de folhas (NF) avaliados em 32 clones de guaranzeiro da Embrapa Amazônia Ocidental.

VARIAVEIS	PROD	NR	CR	DR	NF
PROD	1	-0,3087	0,2168	0,0267	-0,1166
NR		1	0,5052	0,5542	0,9532
CR			1	0,3392	0,5805
DR				1	0,6546
NF					1

De acordo com os dados avaliados referentes às cinco variáveis (PROD, NR, CR, DR e NF), com relação às estimativas dos autovalores (AV) correspondentes aos primeiros componentes principais, suas variâncias associadas e os coeficientes de ponderação (autovetores), o primeiro componente sozinho é responsável por quase 57% da explicação sobre a variabilidade existente, ou seja, mais da metade do total, e o segundo, 23,87% (Tabela 4).

Tabela 4. Estimativa dos autovalores (AV) correspondentes às percentagens de variação explicadas pelos componentes principais e respectivos autovetores (coeficiente de ponderação) para cinco variáveis em 32 clones de guaraná do BAG da Embrapa Amazônia Ocidental ⁽¹⁾.

Componentes Principais	Estimativa de variância			Autovetores				
	AV	V (%)	VA (%)	PROD	NR	CR	DR	NF
PROD	2,85	56,92	56,92	-0,0748	0,5525	0,4043	0,4427	0,5741
NR	1,19	23,87	80,79	0,8710	-0,2230	0,4265	0,0895	-0,0413
CR	0,63	12,6	93,39	0,1806	-0,1321	-0,6006	0,7674	-0,0180
DR	0,31	6,15	99,54	-0,4333	-0,4036	0,5418	0,4473	-0,3945
NF	0,02	0,46	100	-0,1240	-0,6816	-0,0162	-0,0840	0,7160

⁽¹⁾ AV: autovalores; V: variância; VA(%) variância acumulada; PROD: produção; NR: número de ramos; CR: comprimento do ramo principal; DR: diâmetro do ramo principal; NF: número de folhas.

Segundo Cruz & Regazzi (1997), os resultados recomendados para o acúmulo dos dois primeiros componentes principais é de 70% ou mais da variância total. Neste caso, quando acumulados os dois primeiros componentes principais, este valor chega a 80,79%, ou mais de três quartos do total, ultrapassando os valores recomendados pelos autores.

Outra forma de avaliação destes resultados foi estabelecida por López & Hidalgo (1994), onde a seleção dos componentes principais, ou de maior contribuição, deve ser realizada quando seu autovalor for maior que 1,00. Neste caso, o primeiro e segundo componentes apresentaram autovalor superior a 1,00, sendo estes $AV_1 = 2,85$ e $AV_2 = 1,19$, respectivamente. Portanto, estes seriam os componentes mais importantes para a diversidade genética.

Para o primeiro componente principal, as variáveis de maior contribuição para discriminação dos clones são o número de folhas (NF) e número de ramos (NR). Já no segundo componente, destacam-se a produção (PROD) e o número de folhas (NF), sendo estes os de maior e de menor valor, respectivamente, dentre os autovetores para este componente. Assim,

as análises indicam que as variáveis mais importantes nos processos seletivos entre os clones de guaraná são a produção (PROD) e o número de ramos (NR).

Por outro lado, a variável menos importante é o número de folhas, dentre os cinco componentes principais, obtendo autovalor inferior a 0,5% e o maior autovetor negativo entre NR e NF. Dessa forma, pode se afirmar que o número de folhas (NF) é a variável que menos contribui para a diversidade genética, sendo esta, portanto, passiva de descarte nas avaliações no processo seletivo de clones de guaranazeiro do programa de melhoramento genético da Embrapa Amazônia Ocidental.

CONCLUSÕES

A produção é o caráter mais importante para a diversidade genética, seguida do número de ramos.

O número de folhas é o caráter menos importante para a diversidade genética podendo ser descartado das avaliações seletivas com clones de guaranazeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATROCH, A.L. Avaliação e seleção de progênies de meios irmãos de guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) utilizando caracteres morfo-agronômicos. 2009. 72p. Tese (Doutorado) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.
- BITTENCOURT, L. S.; MACHADO, D.C.; MACHADO, M.M.; SANTOS, G.F.F.; ALGARVE, T.D.; MARINOWIC, D.R.; RIBEIRO, E.E.; SOARES, F.A.A.; BARBISAN, F.; ATHAYDE, M.L.; CRUZ, I.B.M. The protective effects of guaraná extract (*Paullinia cupana*) on fibroblast NIH-3T3 cells exposed to sodium nitroprusside. *Journal of Food and Chemical Toxicology*. v.53, p.119-125, 2013.
- CARVALHO, J.M.; MAIA, G.A.; SOUSA, P.H.M.; RODRIGUES, S. Perfil dos principais componentes em bebidas energéticas: cafeína, taurina, guaraná e glucoronolactona. *Revista Instituto Adolfo Lutz*, v.65, n.2, p.78-85, 2006.
- CARVALHO, J.M.F.C.; SILVA, M.M.A.; MEDEIROS, M.J.L. Perda e conservação dos recursos genéticos vegetais. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. 19p. (Embrapa Algodão. Documentos, 221).
- HAMERSKI, L.; SOMNER, G.V.; TAMAIO, N. *Paullinia cupana* Kunth (Sapindaceae): A review of its ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology. *Journal of Medicinal Plants Research*, v.7, n.30, p.2221-2229, 2013.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. Métodos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV, 1997. 390p.
- CRUZ, C.D. Programa Genes: Biometria. Viçosa: UFV, 2006. 382p.
- CRUZ, C.D. Programa Genes. Aplicativo computacional para análises genéticas e estatísticas. Versão 7.0, 2009.
- ELIAS, H.T.; VIDIGAL, M.C.G.; GONELA, A.; VOGT, G.A. Variabilidade genética em germoplasma tradicional de feijão-preto em Santa Catarina. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.42, n.10, p.1443-1449, 2007.
- GOPAL, J. Genetic parameters and character associations for family selection in potato breeding programmes. *Journal of Genetics and Breeding*, v.55, p.201-208, 2001.
- GUIMARÃES, M.N.K.; RESENDE, T.D.; LOBO, J.; OLIVEIRA, S.F. Entendendo a variação genética. *Revista da Sociedade Brasileira de Genética*. v.1. p.56-66, 2011.
- HENMAN, A.R. Guarana (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*): ecological and social perspectives on an economic plant of the central amazon basin. *Journal of Ethnopharmacology*. v.6, p.311-338, 1981.
- LÓPEZ, J.A.; HIDALGO, M.D. Análisis de componentes principales y análisis factorial. In: ATO, M.; LÓPEZ, J.J. (eds). *Fundamentos de estadística com Systat*. Addison Wesley Ibero-Americana. 1994. p. 457-503.

- OLIVEIRA, K.S.; BUSS, C.; TOVO, C.V. Association of caffeine intake and liver fibrosis in patients with chronic hepatitis c. *Archives of Gastroenterology Journal*. v.52, n.1, p.1-8, 2015.
- CAMPOS, M.P.O.; HASSAN, B.J.; RIECHELMANN, R.; GIGLIO, A. D. Fadiga relacionada ao câncer: uma revisão. *Revista da Associação Médica Brasileira*, v.57, n.2, p. 211-219, 2011.
- MACHADO, A.T. Construção histórica do melhoramento genético de plantas: do convencional ao participativo. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.9, n.1, p.35-50, 2014.
- 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.
- NASCIMENTO FILHO, F.J. 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.
- NEDER, D.G.; COSTA, F.R.; EDVAN, R.L.; SOUTO FILHO, L.T. Correlations and path analysis of morphological and yield traits of cactus pear accessions. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v.13, p.203-207, 2013.
- NEGREIROS, J.R.S.; MIQUELONI, D.P. Divergência genética de populações de *Piper hispidinervum* com base em caracteres morfoagronômicos. *Pesq. Agropec. Trop.*, v.43, n.2, p.209-217, 2013.
- PEARSON, K. On lines and planes of closest fit to systems of points in space. *Philos. Mag.*, v.2, p.559-572, 1901.
- POMPORTES, L.; DAVRANCHE, K.; BRISSWALTER, I.; HAYS, A.; BRISSWALTER, J. Heart Rate Variability and Cognitive Function Following a Multi-Vitamin and Mineral Supplementation with Added Guarana (*Paullinia cupana*). *Human Nutrition Journal*, v.7, p.197-208, 2014.
- RIGON, C.A.G.; RIGON, J.P.G.; CAPUANI, S. Parâmetros genéticos entre caracteres quantitativos no girassol como critério de seleção para produtividade de aquênios. *Bioscience Journal*, v.29, n.5, p.1120-1125, 2013.
- SANTOS, J.D. Guaraná: Proposta de preço mínimo Safra 2006/2007. CONAB. Brasília, DF. 2007. p.165-171.
- SAS INSTITUTE. SAS user's guide. Version 9.0. Cary: SAS Institute, 2000. 584p.
- SOUSA, N.R. Processos genético-evolutivos e os recursos fitogenéticos. In: SOUSA, N. R.; SOUZA, A. das G. C. (Org.). Recursos fitogenéticos na Amazônia Ocidental: conservação, pesquisa e utilização. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2001. p.19-26.
- SUDRÉ, C.P.; RODRIGUES, R.; RIVA, E.M.; KARASAWA, M.; AMARAL JÚNIOR, A.T. Divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão utilizando técnicas multivariadas. *Horticultura Brasileira*, v.23, n.1, p.22-27, 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 Nutrição*, v.20, n.1, p.63-68, 2007.