

ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA A GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE GUARANÁ (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke)¹

Carmen Célia Costa da CONCEIÇÃO²
Milton Guilherme da Costa MOTA³
Armando Kouzo KATO⁴

RESUMO: As sementes de guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) perdem a viabilidade de germinação rapidamente após a colheita, e apresentam um processo de germinação lento e desuniforme, contribuindo para uma baixa eficiência para produção de mudas. Por isto, há interesse na obtenção de cultivares com germinação mais rápida e uniforme. Neste trabalho estimaram-se parâmetros genéticos para a capacidade e velocidade de emergência em progênies do banco de germoplasma da Embrapa/Amazônia Oriental. Tomaram-se 100 sementes de cada 28 progênies de polinização livre e instalou-se um experimento em blocos ao acaso com duas repetições em condições naturais de canteiro. Com os dados de germinação, estimaram-se a percentagem e o índice médio de velocidade de emergência (IVE). As estimativas de variâncias genéticas e ambientais, herdabilidade e índice b mostraram que a maior parte da variabilidade presente entre as progênies foi devido aos efeitos genéticos. Pelas estimativas de ganho genético esperado entre progênies, é possível obter-se ganho de seleção para capacidade e velocidade de emergência, sendo que o ganho foi mais expressivo quando se considerou o Índice de Velocidade de Emergência.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Variabilidade, Herdabilidade, Ganho Genético, Emergência.

ESTIMATIVES OF GENETIC PARAMETERS TO SEEDS GERMINATION OF GUARANÁ (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke)

ABSTRACT: After harvest, the guaraná seeds (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) lose very fast its germination viability, showing a very low and varied germination process, conducting to a low efficiency of shoot production. Thus, a faster and more uniform germination variety would be very interesting. In this work, genetic parameters were considered in order to determine the ability and velocity of emergency in the progenies of the Germoplasm Bank (Embrapa Amazônia Oriental). The experiment included twenty-eight progenies of free polinization in an experiment of randomized blocks design, with two replicates, conducted in natural conditions of bed. The germination data were used to calculate the percentage and the average index of emergency velocity (IVE). The genetic and environmental variance, the herdability and the "b" index estimatives showed that the highest part of the variation among the progenies was due to the genetic effects. Based on the genetic expect estimatives gain among the progenies, it is possible select varieties with better germination process using the ability and velocity of emergency. It was also observed that the estimatives to IVE was more expressive.

INDEX TERMS: Variability, Heritability, Genetic Gain, Emergence.

¹ Aprovado para publicação em 16.03.2000

Trabalho apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias do Pará - FCAP pelo primeiro autor, como parte das exigências do Curso de Especialização em Recursos Genéticos (FCAP/Embrapa Amazônia Oriental/CAPES).

² Engenheira Agrônoma, Pesquisadora da FCAP.

³ Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Visitante da FCAP.

⁴ Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental.

1 - INTRODUÇÃO

O guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) é planta tipicamente amazônica, que apresenta grande potencial para os mercados interno e externo, tanto na fabricação de refrigerantes como pelas propriedades terapêuticas (Siqueira, 1996). O guaraná é uma excelente fonte de cafeína, teofilina, teobromina e outras substâncias, como taninos e saponinas, que o coloca a meio caminho entre as bebidas clássicas à base de cafeína, e as substâncias orientais denominadas de “somatênsicas” (Henman, 1986).

As sementes de guaraná perdem a viabilidade de germinação muito rapidamente após a colheita (Vasconcelos et al., 1976 e Calzavara, 1979). Também, apresentam um processo germinativo bastante lento e desuniforme, prolongando-se além dos 180 dias, o que tem contribuído para uma baixa eficiência de produção de mudas, pelo descarte elevado de plântulas a serem repicadas e mudas em diferentes estágios de desenvolvimento no viveiro (Frazão et al., 1981a). Tentativas para obter germinação mais rápida e uniforme foram realizadas, usando sementes de diferentes épocas de colheita (Carvalho, et al., 1980) e de diferentes tamanhos (Frazão et al., 1981b), submetidas a pré-tratamentos térmicos (Frazão et al., 1981a) e tratamentos químicos (Frazão et al., 1984). Em nenhuma dessas situações foi possível estabelecer processos mais eficientes de obtenção de mudas. Entretanto, (Frazão et al., 1981b) detectaram diferenças na capacidade e na velocidade de emergência.

Até o presente, não existem informações quanto à dimensão da variabilidade genética para a capacidade e velocidade de emergência de sementes de guaraná. Como o nível de domesticação da espécie ainda é baixo, e a mesma foi pouco submetida a processos de seleção artificial, acredita-se na existência de suficiente variabilidade genética para selecionar genótipos que apresentem germinação mais rápida e uniforme, com conseqüências na produção de mudas, mais rápida e uniforme. Valois & Corrêa (1976) encontraram variabilidade genética para tamanho da inflorescência, número de botões, número de frutos e número de sementes por fruto do guaraná.

Este trabalho teve como objetivo estimar a variabilidade e o ganho genético esperado por seleção para a capacidade e velocidade de emergência em sementes de progênies de guaraná, oriundas do Banco de Germoplasma da Embrapa-Amazônia Oriental, Belém, Pará, Brasil.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - MATERIAL

Para execução do trabalho, colheram-se amostras ao acaso de sementes de guaraná, dentro de 28 progênies de polinização aberta, oriundas do banco de germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental, conforme lista de identificação no Quadro 1. Todas as progênies são procedentes do município de Maués, entretanto, as denominadas como CPATU são de introduções mais antigas em relação às demais.

Quadro 1 - Lista de identificação das progênies de guaraná do banco de germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental.

Progênie	Nº de campo	Progênie	Nº de campo
Maués 33	102	CPATU 33	13
Maués 36	105	CPATU 36	14
Maués 41	110	CPATU 54	20
Maués 54	120	CPATU 64	22
Maués 55	121	CPATU 73	25
Maués 56	122	CPATU 88	30
Maués 57	123	CPATU 130	62
Maués 58	124	CPATU 152	55
Maués 69	131	CPATU 165	52
Maués 70	132	CPATU 186	49
Maués 71	133	CPATU 201	44
Maués 100	183	CPATU 207	39
CPATU 17	6	C.E.M. 15*	168
CPATU 21	8	C.E.M. 25*	158

*C.E.M.: Campo Experimental de Maués

2.2 - MÉTODOS

O ensaio foi instalado em canteiros sob condições naturais de campo, na Estação Experimental da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém do Pará. Segundo Köppen o clima é classificado como tipo Afi, caracterizando-se por apresentar precipitação pluvial anual média de 2800mm, com chuvas o ano todo. Temperatura média de 25°C, com umidade relativa do ar de 85% e insolação média anual de 2390 horas (Bastos, 1972).

Os frutos, depois de colhidos, foram beneficiados para eliminação do arilo e as sementes semeadas imediatamente em canteiros cobertos com sombrite contendo substrato de serragem curtida, esterilizada com brometo de metila.

De cada progênie, tomou-se uma amostra de 100 sementes, as quais foram divididas em duas repetições de 50 sementes.

Coletaram-se dados de emergência desde o primeiro dia de semeadura até, aproximadamente, 180 dias após, em função da variabilidade existente. Com estes dados estimou-se o percentual e a velocidade de emergência de cada progênie.

Os dados de percentagem de emergência foram transformados para arco-seno, segundo a expressão $Y = \text{arc sen } \sqrt{\% / 100}$ (Snedecor, 1945), e o índice de velocidade de emergência foi calculado conforme fórmula a seguir, proposta por Maguire⁵, citado por Vieira & Carvalho (1994), onde: IVE = índice de velocidade de emergência; G_1, G_2, G_n = número de plântulas emergidas por dia; e N_1, N_2, N_n = número de dias após a semeadura, $IVE = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n$, e analisados conforme o delineamento em blocos ao acaso, com duas repetições, como mostrado na Tabela 1 e modelo a seguir: $y_{ij} = m + p_i + b_j + e_{ij}$, onde:

Y_{ij} = valor observado da i-ésima progênie na j-ésima repetição;

m = média geral das progênies;

p_i = valor observado da i-ésima progênie ($i = 1, 2, 3, \dots, 28$) obtido aleatoriamente;

b_j = efeito do j-ésimo bloco ($j = 1, 2$);

e_{ij} = erro experimental correspondente à observação Y_{ij} NID ($0, s^2$)

⁵MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, Madison, v.2, n.2, p. 176-177, 1962

Tabela 1 - Análise da variância de progênies de guaraná em blocos ao acaso e esperanças do quadrado médio.

Fonte de Variação	GL	QM	E (QM)
Bloco	r-1	QM ₃	-
Progênie	p-1	QM ₂	$\sigma_e^2 + r\sigma_p^2$
Erro	(r-1)(p-1)	QM ₁	σ_e^2

Onde:

σ_e^2 = variância do erro experimental entre parcelas;

σ_p^2 = variância genética entre progênies;

r = número de repetições.

Como as progênies avaliadas foram obtidas de matrizes de polinização aberta e a espécie reproduz-se preferencialmente por polinização cruzada, consideraram-se as progênies como constituídas de indivíduos meio irmãos.

As estimativas das variâncias genética e ambiental, com respectivos coeficientes de variação, a herdabilidade a nível de médias, e o ganho genético esperado por seleção entre médias de progênies e recombinação das progênies selecionadas foram calculadas conforme esperanças do quadrado médio na Tabela 1 e fórmulas propostas por Mota (1974) e Vencovsky & Barriga (1992), ou seja:

$$h^2 = \sigma_p^2 / (\sigma_p^2 + \sigma_e^2 / r), \text{ onde,}$$

h^2 = coeficiente de herdabilidade;

σ_p^2 = variância genética entre progênie de meio-irmãos ($1/4 \sigma_A^2$);

σ_e^2 = variância do erro experimental entre parcelas;

r = número de repetições; e

$G_s = k \cdot (1/4) \sigma_A^2 / \sigma_F^2$, onde,

G_s = ganho genético esperado;

k = diferencial de seleção em unidades de desvio padrão;

σ_A^2 = variância aditiva entre progênies;

σ_F^2 = variância fenotípica entre progênies.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 apresentam-se dados de emergência em percentagem e transformados, e índice de velocidade de emergência de sementes de progênies de guaraná.

Nas condições do presente trabalho, a percentagem de emergência das progênies variou desde 23% até 83%, com média de 59,82% e desvio padrão de 7,75. Analisando-se conjuntamente os trabalhos de Carvalho et al. (1980), Frazão et al. (1981a e b) e Frazão et al (1984), verificou-se que as testemunhas, sem tratamento dos experimentos realizados, atingiram valores de emergência próximos da variação obtida neste trabalho. Quanto ao índice de velocidade de emergência das progênies, o valor mínimo foi de 0,1003 e o máximo 0,5069, com média de 0,3119 e desvio padrão de 0,0566, o que está de acordo com o IVE da testemunha do experimento realizado por Frazão et al (1984), onde as condições eram semelhantes às utilizadas neste trabalho.

Na Tabela 3, a análise de variância para a capacidade e velocidade de emergência apresentou valores para o teste F altamente significativo, demonstrando a existência de diferenças estatísticas significativas entre as progênies, para o caráter em estudo, e reforçando a amplitude de variação encontrada entre as médias.

Na Tabela 4, são mostradas estimativas da variância genética entre progênies de guaraná, a variância ambiental, herdabilidade em nível de médias de progênies, índice b e ganho genético esperado, com intensidade de seleção de 20,43%.

Tabela 2 - Valores médios de emergência, em percentagem e transformados, e índice médio de velocidade de emergência de sementes de progênies de guaraná. Belém, PA, 1991/1992.

Progênie	Média de Emergência			Índice Médio de Velocidade de Emergência
	%	arc sen√ % / 100	% / 100	
Maués 33	23	28,65	0,1003	
Maués 36	73	58,70	0,3692	
Maués 41	52	46,15	0,3031	
Maués 54	60	50,77	0,2621	
Maués 55	58	49,70	0,3044	
Maués 56	41	39,73	0,2164	
Maués 57	37	37,47	0,1719	
Maués 58	40	39,11	0,2129	
Maués 69	61	51,42	0,2666	
Maués 70	63	52,55	0,2929	
Maués 71	47	43,26	0,2852	
Maués 100	37	37,47	0,1787	
CPATU 17	67	55,00	0,3683	
CPATU 21	59	50,24	0,2707	
CPATU 33	55	47,87	0,2380	
CPATU 36	60	50,79	0,2602	
CPATU 54	83	65,66	0,4527	
CPATU 64	80	64,56	0,4278	
CPATU 73	61	51,47	0,3073	
CPATU 88	82	66,31	0,4979	
CPATU 130	81	64,23	0,4415	
CPATU 152	63	52,67	0,3157	
CPATU 165	77	62,35	0,5069	
CPATU 186	27	30,60	0,1397	
CPATU 201	81	64,23	0,5005	
CPATU 207	69	56,17	0,3713	
C.E.M. 15	68	57,14	0,3283	
C.E.M. 25	70	57,94	0,3435	
Média geral	59,82	51,15 ± 1,47	0,3119 ± 0,0107	
Desvio Padrão		7,75	0,0566	

Tabela 3 - Dados da análise de variância para percentagem de emergência, transformada em graus, e do índice de velocidade de emergência em sementes de progênies de guaraná. Belém (PA), 1991/92.

Fonte de Variação	GL	QM	
		% de Emergência	IVE
Bloco	1	204,49 _{ns}	0,0135 _{ns}
Progênies	27	218,56**	0,0234**
Resíduo	27	60,14	0,0032
Total	55		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.
ns Não significativo pelo teste F.

Tabela 4 - Parâmetros genéticos e ambientais para dados de percentagem de emergência (transformada em graus) e índice de velocidade de emergência em progênies de guaraná. Belém (PA), 1991/92.

Parâmetros	Percentagem de Emergência	Índice de Velocidade de Emergência
Cv_c (%)	15,16	18,14
CV_p (%)	17,40	32,22
σ^2_c	60,14	0,0032
σ^2_p	79,21	0,0101
h^2 (%)	72,48	86,32
b	1,15	1,78
Gs (%)	3,02 (5,05%)	0,1232 (39,51%)

Cv_c = coeficiente de variação ambiental;
 CV_p = coeficiente de variação genética entre progênies;
 σ^2_p = variância genética entre progênies;
 σ^2_c = variância ambiental;
 h^2 = coeficiente de herdabilidade em nível de médias;
b = CV_p / Cv_c ;
Gs (%) = ganho genético esperado com dados não transformados.

Considerando que o experimento foi instalado sob condições naturais, a precisão experimental de 15,16% para percentagem de emergência e 18,14% para o índice de velocidade de emergência podem ser considerados de bom nível.

As estimativas da variância, índice b e herdabilidade indicaram que grande parte da variância detectada entre as progênes para a percentagem e a velocidade de emergência é devido aos efeitos genéticos, e entre estes os efeitos aditivos são importantes, pois, obteve-se um coeficiente de herdabilidade de 72,48% para percentagem de germinação e de 86,32% para velocidade de germinação. Com os níveis de variabilidade genética, índice b e herdabilidade detectados é possível obter-se ganhos de seleção para emergência de sementes de 5,05%, passando a média da população de 59,82% para 62,84%, quando selecionam-se progênes com uma intensidade de 20,43%.

Para velocidade de emergência, é possível obter-se ganhos de seleção de 39,51%, superiores ao caráter anteriormente analisado, passando a média da população de 0,3119 para 0,4351.

Apesar de que, pela simples seleção entre progênes, é possível gerar ganhos de seleção para aumentar a capacidade e velocidade de emergência, as mudanças em termo de média ainda são insuficientes para contornar os problemas de baixa eficiência de produção de mudas, como indicado por Frazão et al (1981a). Entretanto, a variabilidade genética detectada para os caracteres estudados, aliado ao fato

que a espécie ainda encontra-se em processo de domesticação, são indicações que se utilizando métodos mais eficientes de seleção, como seleção entre e dentro de progênes de meio-irmãos ou S_1 , é possível produzir-se cultivares com níveis mais elevados de capacidade e velocidade de emergência.

Por outro lado, deve-se lembrar que não só estes caracteres de vigor de sementes são importantes para a cultura do guaraná, havendo necessidade de desenvolver-se processos de seleção para outros também muito importantes, como: produção de amêndoas, qualidade fitoquímica, ideotipo e resistência a doenças e pragas.

4 - CONCLUSÃO

- a) Existem diferenças estatísticas significativas entre as progênes de guaraná estudadas, para o caracteres de vigor das sementes.
- b) As estimativas da variância genética, do coeficiente de herdabilidade a nível de média de parcelas e o índice b, indicaram que a maior parte da variabilidade existente entre as progênes de guaraná para os caracteres estudados é devido aos efeitos genéticos.
- c) É possível obter-se ganho de seleção para vigor de sementes de guaraná, quando seleciona-se entre médias de progênes com intensidade de 20,43%, mas os ganhos por esse processo de seleção ainda foram insuficientes para ter-se mudas mais vigorosas e uniformes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASTOS, T.X. O estado atual dos conhecimentos das condições climáticas da Amazônia Brasileira. In: IPEAN. **Zoneamento agrícola da Amazônia** (1ª aproximação). Belém, 1972. p.68-122 (Boletim Técnico, 54)
- CALZAVARA, B.B.G. **Orientação cultural do guaranazeiro**. Belém: FCAP, 1979. 53p. (Informe Técnico, 2)
- CARVALHO, J.E.U., FIGUEIRÊDO, F.J.C., FRAZÃO, D.A.C., KATO, A.K. **Germinação de sementes de guaraná provenientes de diferentes épocas de colheita**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1980. 13p. (Boletim de Pesquisa, 17)
- FRAZÃO, D.A.C., FIGUEIRÊDO, F.J.C., AZEVEDO, J.A., CARVALHO, J.E.U. **Tratamento químico na emergência de sementes de guaraná**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1984. 15p. (Boletim de Pesquisa, 58)
- _____, _____, CARVALHO, J.E.U. de, POPINIGIS, F., OLIVEIRA, R.P. de. **Emergência e vigor de sementes de guaraná submetidas a pré-tratamentos térmicos**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1981a. 17p. (Boletim de Pesquisa, 29)
- _____, _____, CORRÊA, M.P.F., OLIVEIRA, R.P. de, POPINIGIS, F. **Tamanho da semente de guaraná e sua influência na emergência e no vigor**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1981b. 15p. (Circular Técnica, 20)
- HENMAN, A.R. **O guaraná**. São Paulo: Global, 1986. 77p.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination and in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.
- MOTA, M.G.C. **Comportamento de progênies de meios irmãos e S₁ na variedade de milho (*Zea mays* L.) centralmex**. Piracicaba: ESALQ, 1974. 73p.
- SIQUEIRA, G.C.L. **Produtos potenciais da Amazônia**. Brasília, D.F.: SEBRAE, 1996. 97p.
- SNEDECOR, G.W. **Métodos estatísticos**. Lisboa: Ministério da Economia, 1945.469p.
- VALOIS, A.C.C., CORRÊA, M.P.F. **Estudo de caracteres correlacionados com a produção de amêndoa seca de guaranazeiro (*Paullinia cupana* Var. *Sorbilis*)**. Manaus: EMBRAPA-UEPAE de Manaus. 1976. 15p. (Circular Técnica, 8)
- VASCONCELOS, A., NASCIMENTO, J.C., MAIA, A.L. A cultura do guaraná. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PLANTAS DE INTERÉS ECONÓMICO DE LA FLORA AMAZÓNICA, 1972, Belém. Turrialba: IICA-Trópicos, 1976. p.61-71 (Informes de Conferências, Cursos y Reuniones, 93)
- VENCOVSKY, R., BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992.496p.
- VIEIRA, R.D., CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994.164p.

