

# HERDABILIDADE, VARIABILIDADE GENÉTICA E GANHOS GENÉTICOS PARA PRODUÇÃO E CARACTERES MORFOLÓGICOS EM PROGÊNIES JOVENS DE SERINGUEIRA<sup>1</sup>

MARCELLO VILLAR BOOCK<sup>2</sup>, PAULO DE SOUZA GONÇALVES<sup>3</sup>, NELSON BORTOLETTO<sup>4</sup> e ANTONIO LÚCIO MELLO MARTINS<sup>5</sup>

RESUMO - O presente trabalho teve por objetivo estimar a herança da produtividade e dos caracteres morfológicos em progênies de seringueira *Hevea brasiliensis* (Willd ex Adr. de Juss) Müell, Arg. Vinte e duas progênies de meios-irmãos foram plantadas na Estação Experimental de Votuporanga, SP, no delineamento de blocos ao acaso. Aos três anos de idade, os caracteres obtidos foram: produção precoce (PP), circunferência do caule (CC), comprimento peciolar (CP); diâmetro peciolar (DP); índice peciolar (IP); comprimento da nervura principal (CN); diâmetro da nervura principal (DN); índice foliar (IF); largura foliar (LF); e área foliar (AF). Foram estimados herdabilidade e ganhos genéticos quanto aos referidos caracteres. Os resultados revelaram diferenças significativas para a maioria dos caracteres. As estimativas de herdabilidade individual foram de maiores magnitudes para CC, CN e PP com valores de 0,47; 0,45 e 0,35, respectivamente. As estimativas do progresso genético entre e dentro das progênies mostraram ganhos genéticos de 49,09%; 21,44% e 18,42% para PP, AF e CC, respectivamente.

Termos para indexação: *Hevea brasiliensis*, coeficiente de variação, produção precoce, peciolo, nervura, folha.

## HERITABILITY, GENETIC VARIABILITY AND GENETIC GAIN FOR YIELD AND MORPHOLOGIC CHARACTERS IN YOUNG PROGENIES OF RUBBER TREES

ABSTRACT - The objective of this paper was to estimate inheritance for yield and morphologic characters in three-year old progenies of rubber trees [*Hevea brasiliensis* (Willd ex Adr. de Juss) Müell Arg]. Twenty-two half-sib progenies of rubber tree were planted at the randomized complete block design. The characters studied were: yield, girth; leaf petiole length; leaf petiole diameter; leaf petiole index; main venation length; main venation diameter; foliar width and leaf area. Heritability and genetic gain were estimated for those characters. The results indicated significative differences for most of the characters. The individual heritability estimates were higher values for girth, main venation length and yield with values of 0,47; 0,45 and 0,35, respectively. The genetic gain estimates among and within the progenies showed considerable values of 49,09%; 21,44% and 18,42% for yield, leaf area and girth, respectively.

Index terms: *Hevea brasiliensis*, petiole, leaves, coefficient of variation, main venation.

## INTRODUÇÃO

Espécie nativa da Região Amazônica, a seringueira [*Hevea brasiliensis* (Willd ex. Adr. de Juss) Müell Arg.] vem se tornando uma cultura de grande importância econômica para o Estado de São Paulo, que é, atualmente, o maior produtor de borracha seca do País.

Dada essa grande adaptação da cultura ao Estado de São Paulo, o Instituto Agronômico tem desenvolvido programas de melhoramento genético desde 1941, quando foram introduzidas do Oriente dezenas de clones de alta produção (Cunha, 1957).

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 4 de abril de 1995.

Pesquisa executada com recursos parciais da FAPESP e do contrato IBAMA/Fundação IAC

<sup>2</sup> Eng. Agr., Programa Sering., Divisão de Plantas Indust. (DPI). Inst. Agron. de Campinas. Bolsista do CNPq

<sup>3</sup> Eng. Agr., Ph.D. EMBRAPA, Programa Integrado de São Paulo. Programa Sering., Divisão de Plantas Indust. (DPI) Inst. Agron. de Campinas (IAC), Caixa Postal 28, CEP 13001-970, Campinas, SP. Bolsista do CNPq

<sup>4</sup> Eng. Agr. Estação Experimental de Votuporanga, DEE/IAC

<sup>5</sup> Eng. Agr. Estação Experimental de Pindorama, DEE/IAC.

Atualmente, o ciclo de melhoramento compreende diversas etapas de seleção (Gonçalves *et al.*, 1988). Inicialmente, obtêm-se sementes de polinização aberta ou controlada, visando à formação de viveiros de cruzamento. Aos dois anos e meio, com base em avaliações preliminares de produção através de testes precoces, vigor, formato de copa e tolerância a doenças, os ortetes são selecionados e clonados para serem testados em experimentos de pequena escala. Nessa fase, após o segundo ano de sangria, os clones promissores são multiplicados e passam a ser avaliados em experimentos de grande escala (ensaios regionais). Nessa última fase, são gastos de doze a quinze anos, até que se possa recomendar um clone para o plantio em grande escala. Portanto, são necessários cerca de 20 a 30 anos para que se complete esse ciclo.

Segundo Paiva (1982), o sucesso de um esquema seletivo depende da variação genética disponível na população, e, sobretudo, do valor relativo desta perante a variação não-genética. É de grande interesse, portanto, a determinação da variabilidade e da herança da produtividade e de caracteres que propiciem ao melhorista a escolha dos métodos mais adequados na seleção de plantas jovens, abreviando assim, esse ciclo de melhoramento.

No Brasil, a determinação de parâmetros genéticos para os mais variados caracteres em progênes de seringueira foi efetuada por Valois *et al.* (1978), Paiva (1980), Paiva *et al.* (1982), Gonçalves *et al.* (1992), e, mais recentemente, por Moreti *et al.* (1994). Na Malásia, variâncias genéticas e herdabilidade têm sido estimadas por vários pesquisadores, desde a fase juvenil até a adulta (Nga & Subramanian, 1974; Tan *et al.*, 1975; Tan, 1979).

O presente trabalho teve por objetivo estimar as magnitudes dos coeficientes de herdabilidade, bem como o ganho genético relativo à produção e aos caracteres morfológicos em progênes jovens de seringueira, a fim de obter os elementos necessários à futura escolha dos métodos de melhoramento mais apropriados à seleção.

## MATERIAL E MÉTODOS

Vinte e duas progênes obtidas de sementes de uma população base de *H. brasiliensis* constituída de material

de origem asiática foram plantadas na Estação Experimental de Votuporanga, SP, do Instituto Agronômico de Campinas sob o delineamento de blocos casualizados com cinco repetições e dez plantas úteis por parcela, no espaçamento de 1,5 x 1,5 m em fileiras simples. O solo da Estação Experimental de Votuporanga, a 20°20'S de latitude, 49°58'W de longitude e 510 m de altitude, com temperatura média anual de 22,5°C, é do tipo padronizado.

Aos três anos de idade, as progênes foram analisadas quanto aos seguintes caracteres:

**Produção de borracha seca:** obtida através do teste Hamaker-Morris-Mann (teste HMM), modificado com vistas a plântulas de três anos de idade (Tan & Subramanian, 1976), utilizando-se a média de borracha seca de 30 cortes por plântula. O painel de sangria foi aberto a 20 cm do solo, utilizando-se o sistema S/2 d/3, num total de 35 cortes, descartando-se as cinco primeiras amostras, que correspondem à fase de "amansamento" do painel.

**Circunferência do caule:** determinada a 50 cm de altura do solo.

**Comprimento peciolar (CP):** distância entre inserção dos folíolos e a inserção da folha do caule, representada pela média de três amostras tomadas ao acaso, por planta.

**Diâmetro peciolar (DP):** determinado com paquímetro e representado pela média de três amostras tomadas ao acaso, por planta.

**Índice peciolar (IP):** obtido em percentagem pela fórmula  $100 \times DP/CP$ , onde: DP = diâmetro peciolar e CP = comprimento peciolar.

**Comprimento da nervura principal (CN):** obtido através das médias entre o comprimento das nervuras principais dos folíolos de seis amostras tomadas ao acaso por planta;

**Diâmetro da nervura principal (DN):** determinado com paquímetro, pelas médias entre os diâmetros das nervuras principais dos folíolos das folhas de duas amostras coletadas ao acaso, por planta.

**Largura foliolar (LF):** distância entre as margens na região central dos folíolos de seis amostras tomadas ao acaso, por planta.

**Índice foliar:** relação entre o diâmetro foliar (DF) da nervura principal de um folíolo medido na metade do seu comprimento, e seu próprio comprimento ( $IF = 100DF/LF$ ).

**Área foliar:** determinada pela fórmula:  $AF = CN \cdot LF$ .  $R^2$  apresentada por Lim & Narayanan (1972), onde: CN = comprimento do folíolo; LF = largura da parte central do folíolo e  $R^2$  = coeficiente de regressão linear previamente determinado ( $R^2 = 0,56$ ).

O modelo matemático utilizado na análise de variância considerou todos os efeitos aleatórios, consistindo no seguinte:

$Y_{ijk} = \mu + p_i + r_j + b_{k(j)} + e_{ik(j)} + d_{1(ijk)}$  onde:  
 $Y_{ijk}$ : observação relativa à planta l da progênie i; no bloco k, dentro da repetição j;

$\mu$ : é a média geral;  
 $p_i$ : efeito da progênie i (i = 1, 2, ..., p);  
 $r_j$ : efeito da repetição j (j = 1, 2, ..., r);  
 $b_{k(j)}$ : efeito do bloco k, dentro da repetição j (k = 1, 2, ..., b);  
 $e_{ik(j)}$ : erro experimental associado à parcela ik dentro da repetição j;  
 $d_{1(ijk)}$ : efeito concernente ao indivíduo l da parcela ijk (i = 1, 2, ..., k)

Dado o fato de o número de plantas por parcela ter sido variável (inicialmente foram dez plantas dentro da parcela), foi considerada a média harmônica do número de plantas dentro, para todos os caracteres onde n = 5,59.

As variâncias dentro das parcelas ( $\sigma_d^2$ ) foram calculadas utilizando-se dados individuais de plantas, e em seguida considerou-se a média destas variâncias dentro, como o quadrado médio respectivo.

As demais estimativas dos componentes da variância foram obtidas pela esperança matemática dos quadrados médios (Tabela 1), segundo o esquema proposto por Steel & Torrie (1980).

As estimativas de herdabilidades no sentido restrito, nas médias de plantas individuais ( $\hat{h}_i^2$ ), e, no sentido amplo, nas médias de parcela ( $\hat{h}_x^2$ ) e dentro de parcelas ( $\hat{h}_d^2$ ), foram calculadas pelas fórmulas apresentadas por Vencovsky & Barriga (1992):

**TABELA 1. Esquema de análise de variância e esperança dos quadrados médios E(Q.M.) segundo o delineamento de blocos ao acaso na média de parcelas.**

Fontes de variação	g. l.	Q. M.	E (Q. M.)
Blocos	r-1	-	-
Progênies	p-1	QM <sub>1</sub>	1/n $\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + r \sigma_p^2$
Erro	(r-1)(p-1)	QM <sub>2</sub>	1/n $\sigma_d^2 + \sigma_e^2$
Dentro	(N - r p)	QM <sub>3</sub>	$\sigma_d^2$

g.l. = grau de liberdade

$\sigma^2$  = variância genética nas plantas

$\sigma_d^2$  = variância genética entre plantas, dentro das progênies

$\sigma_e^2$  = variância ambiental

r = número de repetições

p = número de progênies

n = número de plantas por parcela (média harmônica)

N = número total de plantas do experimento.

$$\hat{h}_i^2 = \frac{\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_d^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_p^2}$$

$$\hat{h}_x^2 = \frac{\hat{\sigma}_p^2}{\hat{\sigma}_d^2/nr + \hat{\sigma}_e^2/r + \hat{\sigma}_p^2}$$

$$\hat{h}_d^2 = \frac{3 \hat{\sigma}_p^2}{\hat{\sigma}_d^2}, \text{ onde:}$$

$\hat{\sigma}_A^2$  = variância genética aditiva ( $\hat{\sigma}_p^2 = 1/4 \hat{\sigma}_A^2$ )

$\hat{\sigma}_p^2$  = variância genética dentro de progênies

$\hat{\sigma}_e^2$  = variância ambiental

$\hat{\sigma}_d^2$  = variância genética ao nível de plantas dentro de parcelas.

Os coeficientes de variação genética (CV<sub>g</sub>%), fenotípica (CV<sub>f</sub>%) e ambiental (CV<sub>e</sub>%), foram estimadas pelas seguintes fórmulas apresentadas por (Vencovsky, 1987).

$$CV_g\% = \sqrt{\hat{\sigma}_p^2} / \bar{x} \cdot 100$$

$$CV_f\% = \sqrt{\hat{\sigma}_p^2 + \hat{\sigma}_d^2 + \hat{\sigma}_e^2} / \bar{x} \cdot 100$$

$$CV_e\% = \sqrt{\hat{\sigma}_e^2} / \bar{x} \cdot 100$$

O índice de variação ( $\hat{\theta}$ ), foi calculado pela seguinte fórmula:

$$\hat{\theta} = \frac{\hat{CV}_g}{\hat{CV}_e}$$

Os progressos esperados entre (Gs<sub>1</sub>) e dentro de progênies (Gs<sub>2</sub>) foram também calculados pelas fórmulas de Vencovsky (1987).

$$Gs_1 = K_1 (1/4) \hat{\sigma}_A^2 / \sqrt{\hat{\sigma}_f^2}$$

$$Gs_2 = K_2 (3/4) \hat{\sigma}_d^2 / \sqrt{\hat{\sigma}_d^2}$$

onde K<sub>1</sub> e K<sub>2</sub> são os coeficientes de seleção em unidade de desvio-padrão. Foram utilizadas pressões de 9,09% entre progênies, o que corresponde a duas progênies e de 10% dentro de progênies. Dado o fato do número de tratamentos ser inferior a 50, usou-se a Tabela XX de Fisher & Yates (1971).

O ganho genético obtido com a seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos, expresso em porcentagens, foi calculado pela fórmula:

$$GS\% = GS/\bar{x} \cdot 100$$

onde  $\bar{x}$  é a média geral.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores dos quadrados médios, na média de plantas e dentro das parcelas, encontram-se na Tabela 2. Foram detectadas diferenças significativas a 1% de probabilidade quanto aos caracteres produção de borracha (PP), circunferência do caule (CC), comprimento peciolar (CP), índice peciolar (IP), comprimento da nervura principal (CN) e área foliar (AF). Os caracteres diâmetro peciolar (DP) e diâmetro da nervura principal (DN) apresentaram diferenças significativas a 5% de probabilidade, indicando a existência de variabilidade nos referidos caracteres, condição primordial para um programa de melhoramento.

Na Tabela 3, são apresentadas as estimativas de variância genética entre progênies nas plantas ( $\hat{\sigma}_p^2$ ); variância genética entre plantas, dentro de progênies ( $\hat{\sigma}_d^2$ ); variância ambiental ( $\hat{\sigma}_e^2$ ), variância genética aditiva ( $\hat{\sigma}_a^2$ ), e variância fenotípica ( $\hat{\sigma}_f^2$ ). Os componentes das variâncias genéticas entre progênies para comprimento peciolar, produção, circunferência e índice peciolar foram maiores que as variâncias ambientais correspondentes, o que indica alta variabilidade genética quanto a esses caracteres, contribuindo plenamente para a resposta à seleção (Vencovsky, 1987). No geral, os altos valores encontrados no tocante a estes caracteres indicam que a variância genética aditiva contribui com uma parcela significativa na variância genética. Simmonds (1969) foi o primeiro pesquisador a sugerir o efeito aditivo da variância genética no controle da variação da produção em população de pés francos de seringueira. Em relação às plântulas em fase de viveiro, Tan & Subramanian (1976) observaram que a variância genética aditiva foi também predominante no controle da produção e do vigor, o que concorda plenamente com os resultados obtidos no presente trabalho.

TABELA 2. Médias e quadrados médios, obtidos pelas análises dos caracteres produção de borracha seca (PP) e circunferência do caule (CC), comprimento peciolar (CP); diâmetro peciolar (DP); índice peciolar (IP); comprimento da nervura principal (CN); diâmetro da nervura principal (DN); índice foliar (IF); largura foliolar (LF) e área foliar (AF), referentes ao estudo de progênies de seringueira.

Caracteres	Unidade	Médias do ensaio	Fontes de variação <sup>1</sup>		
			Progênies	Resíduo	Dentro
PP	g	0,6474	0,0492**	0,1393	0,2853
CC	cm	17,2251	12,4262**	3,1596	12,9311
CP	cm	14,7606	7,6426**	2,7917	14,5100
DP	cm	0,2264	0,0009*	0,0005	0,0014
IP	%	1,5879	0,0591**	0,0188	0,0867
CN	cm	15,6989	8,7756**	2,7283	8,1693
DN	cm	0,0663	0,0002*	0,0001	0,0013
IF	%	0,4260	0,0102ns	0,0060	0,0057
LF	cm	6,6204	0,9551**	0,4389	1,4552
AF	cm <sup>2</sup>	179,9034	3300,0583**	1318,8157	609,2503

<sup>1</sup> Os graus de liberdade de progênies, resíduo e dentro são, respectivamente, 21, 84 e 667

\* p < 0,05.

\*\* p < 0,01

ns : não-significativo

**TABELA 3.** Estimativas da variância genética nas plantas ( $\sigma_p^2$ ); variância genética entre plantas, dentro de progênies ( $\sigma_d^2$ ); variância ambiental ( $\sigma_e^2$ ); variância genética aditiva ( $\sigma_a^2$ ) e variância fenotípica ( $\sigma_f^2$ ) de uma população de progênies de seringueira para os caracteres produção de borracha seca (PP), circunferência do caule (CC), comprimento peciolar (CP); diâmetro peciolar (DP); comprimento da nervura principal (CN); diâmetro da nervura principal (DN); índice foliar (IF); largura foliolar (LF) e área foliar (AF) referentes ao estudo de herança em progênies de seringueira.

Caracteres	$\sigma_p^2$	$\sigma_d^2$	$\sigma_e^2$	$\sigma_a^2$	$\sigma_f^2$
PP	0,0272	0,2853	-0,0018	0,1088	0,3107
CC	1,8533	12,9311	-0,8463	7,4132	15,6307
CP	0,9702	14,5100	0,1954	3,8808	15,6756
DP	0,0001	0,0014	0,0002	0,0004	0,0017
IP	0,0081	0,0867	0,0033	0,0324	0,0981
CN	1,2095	8,1693	1,2666	4,8380	10,6454
DN	0,0002	0,00017	0,00010	0,00008	0,00029
IF	0,0008	0,0057	0,0050	0,0034	0,0115
LF	0,1032	1,4552	0,1785	0,4128	1,7369
AF	396,2485	3965,6189	609,2503	1584,9940	4971,1177

Considerando o exposto, sugere-se que a variância genética aditiva é mais importante que a não-aditiva em controlar as variações de produção, vigor, e, possivelmente, outras variáveis, tanto em populações de pés francos como em população de plântulas em fase de viveiro.

Na Tabela 4, encontram-se as estimativas de herdabilidade individual nas plantas ( $\hat{h}_i^2$ ), em plan-

tas dentro de progênies ( $\hat{h}_d^2$ ) e entre médias de famílias médias de progênies ( $\hat{h}_x^2$ ). Na obtenção dessas estimativas considerou-se a relação de meios-irmãos nas progênies envolvidas, e considerou-se desprezível a ocorrência de endogamia na população-base em estudo, condições indispensáveis preconizadas por Vencovsky (1969). Os valores das herdabilidades individuais nas plantas, no tocante à

**TABELA 4.** Estimativas dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito nas plantas individuais ( $\hat{h}_i^2$ ); ao nível de plantas dentro de progênies ( $\hat{h}_d^2$ ) e em tre médias de progênies de meios-irmãos ( $\hat{h}_x^2$ ) de uma população de progênies de seringueira para os caracteres produção de borracha seca (PP), circunferência do caule (CC); comprimento peciolar (CP); diâmetro peciolar (DP); índice peciolar (IP); comprimento da nervura principal (CN); diâmetro da nervura principal (DN); índice foliar (IF); largura foliolar (LF) e área foliar (AF), referentes ao estudo de herança em progênies de seringueira.

Caracteres	$\hat{h}_i^2$	$\hat{h}_d^2$	$\hat{h}_x^2$
PP	0,3502	0,2860	0,7332
CC	0,4743	0,4297	0,7511
CP	0,2479	0,2006	0,6364
DP	0,2353	0,2143	0,5263
IP	0,3303	0,2803	0,6864
CN	0,4545	0,4442	0,6998
DN	0,2759	0,3529	0,00004
IF	0,2957	0,4211	0,4211
LF	0,2377	0,2128	0,5513
AF	0,3188	0,2998	0,7629

produtividade e ao vigor representado pela circunferência do caule, estão dentro dos limites aceitáveis encontrados por Tan et al. (1975), obtidos de uma grande amostragem de progênies. Dentro deste contexto, verifica-se que, no presente trabalho, as maiores magnitudes referentes às herdabilidades variaram bastante, e foram maiores quanto à circunferência do caule, ao comprimento da nervura da folha, e à produção de borracha, com valores de  $\hat{h}_f^2 = 0,47$  e  $\hat{h}_d^2 = 0,35$  respectivamente. Estimativas obtidas por Tan et al. (1975), na Malásia, mostraram intervalo de variação de  $\hat{h}_f^2 = 0,11$  a  $\hat{h}_d^2 = 0,34$  em períodos de um a cinco anos de produção em progênies adultas. Em progênies jovens, os valores obtidos recentemente por Moreti et al. (1994) foram altos em relação ao obtido no presente trabalho, porém mais próximos do obtido por Nga e Subramaniam (1974) e Tan et al. (1975), o que indica menor variabilidade genética na população-base em estudo, comparado à usada por Moreti et al. (1994).

As estimativas médias de herdabilidade nas progênies foram maiores que as obtidas nas plantas individuais, com exceção da variável diâmetro da nervura principal, o que indica maior eficiência média na seleção que em plantas individuais. Resultados semelhantes quanto a produtividade e vigor foram obtidos por Paiva (1980) e Moreti et al. (1994), em progênies de meios-irmãos, e por Alike (1985), em progênies de irmãos germanos. Considerando que as herdabilidades médias de progênies mostraram melhores resultados, poderia ser dada ênfase à seleção de progênies, em vez de seleção massal. Em relação aos demais caracteres, a literatura não dispõe de dados comparáveis diretamente com as herdabilidades obtidas. Entretanto, pode-se verificar que pelo menos o resultado da área foliar enquadrou-se próximo do resultado de Moreti et al. (1994). Diante dos valores relativamente altos desses últimos caracteres, conclui-se que a seleção fenotípica baseada neles é eficiente. Para os demais caracteres, dada a maior influência do ambiente, faz-se necessário o uso de métodos de seleção mais sofisticados, como o teste de progênies, por exemplo (Silva, 1982).

Com relação às herdabilidades de plantas dentro de progênies, os maiores coeficientes foram com relação a comprimento da nervura principal e circunferência e diâmetro da nervura principal com  $(\hat{h}_f^2) = 0,44$ ,  $(\hat{h}_d^2) = 0,42$  e  $(\hat{h}_d^2) = 0,35$ ; respectivamente.

Na Tabela 5, encontram-se as estimativas dos coeficientes de variação genética ( $\hat{c}v_g$  %), fenotípica ( $\hat{c}v_f$  %), ambiental ( $\hat{c}v_e$  %), experimental ( $\hat{c}v_E$  %) e o índice de variação  $\theta$ . Segundo Valois et al. (1980), o conhecimento do coeficiente de variação genética tem muita importância num programa de melhoramento, por indicar a amplitude de variação genética de um caráter, tendo em vista a possibilidade do seu uso no melhoramento. Os valores obtidos variaram de  $cv_g = 4,41\%$  a  $cv_g = 25,47\%$  no diâmetro do pecíolo e na produção, respectivamente. Na análise de produção de borracha, o coeficiente de variação genética foi alto em relação aos outros caracteres, o que confirma os resultados obtidos por Gonçalves et al. (1983) e Moreti et al. (1994), o que indica variabilidade genética desse caráter, permitindo a comparação deste em relação aos diferentes caracteres.

O coeficiente de variação fenotípica variou de  $\hat{c}v_f = 39,19\%$  a  $\hat{c}v_f = 86,10\%$  quanto à área foliar e à produção, respectivamente. Quanto ao coeficiente de variação ambiental, este apresentou um intervalo de variação de  $cv_e = 0,03\%$  a  $cv_e = 16,60\%$  para comprimento peciolar e índice foliar, respectivamente, o que sugere pouca influência do ambiente sobre o primeiro caráter.

Os coeficientes de variação experimental obtidos quanto aos caracteres área foliar, índice foliar e produção com magnitude  $cv_E = 20,18\%$ ;  $cv_E = 18,18\%$  e  $cv_E = 57,65\%$ , respectivamente, indicam que a análise de tais caracteres está sujeita a erros experimentais de difícil controle. Entretanto, tais valores não comprometem o experimento, visto que, exceto produção, os demais caracteres não apresentaram grandes magnitudes. O coeficiente de variação experimental referente à área foliar pode ser considerado alto se comparado com as estimativas de Moreti et al. (1994) que obtiveram valores na ordem de  $cv_E = 15,64\%$ . Já o coeficiente de produção pode ser considerado alto se comparado com as estimativas de Paiva et al. (1982) e Moreti et al.

**TABELA 5.** Estimativas dos componentes de variação genética ( $\hat{c}v_g$ ); fenotípica ( $\hat{c}v_f$ ); ambiental ( $cv_e$ ) e do erro ( $\hat{c}v_E$ ) e índice de variação ( $\hat{\sigma}$ ) do ensaio de uma população de progênies de seringueira para os caracteres produção de borracha seca (PP); circunferência do caule (CC); comprimento do pecíolo (CP); diâmetro do pecíolo (DP); índice peciolar (IP); comprimento da nervura principal (CN); diâmetro da nervura principal (DN); índice foliar (IF); largura foliolar (LF) e área foliar (AF), referente ao estudo de progênies de seringueira.

Caracteres	$\hat{c}v_g$	$\hat{c}v_f$			
PP	25,4749	86,0990	-	57,6505	0,4419
CC	7,9033	22,9524	5,3407	10,3194	0,7659
CP	6,6731	26,8230	0,0299	11,3196	0,5895
DP	4,4170	18,2116	6,2465	9,8766	0,4472
IP	5,6679	19,7247	7,8405	8,6349	0,6564
CN	7,0054	20,7832	7,1689	10,5215	0,6658
DN	6,7453	25,6853	15,0830	17,1972	0,3911
IF	6,6395	25,1713	16,5988	18,1830	0,3651
LF	4,8524	19,9069	6,3817	10,0069	0,4849
AF	11,0648	39,1911	13,7201	20,8161	0,5481

(1994), que obtiveram valores na ordem de  $cv_E = 38,30\%$ ;  $cv_E = 33,63\%$  e  $cv_E = 28,62\%$  respectivamente; e pode ser considerado igual, se comparado ao mostrado por Alves et al. (1987).

O índice de variação  $\hat{\sigma}$ , parâmetro que auxilia na detecção de variabilidade genética numa popula-

ção e representa a relação entre o coeficiente de variação genética e o coeficiente de variação experimental, foi estimado no tocante às dez variáveis, mostrando valores mais elevados quanto à circunferência do caule com  $\hat{\sigma} = 0,76$ , vindo, a seguir, comprimento da nervura principal, com  $\hat{\sigma} = 0,67$ , e, por último, o índice peciolar, com  $\hat{\sigma} = 0,65$ . Quan-

**TABELA 6.** Progresso esperado e porcentagens de ganho genético entre ( $GS_1$ ,%), dentro de ( $GS_2$ ,%) e total ( $GS_{12}$ ,) de progênies de meio irmãos para os caracteres produção de borracha seca (PP), circunferência do caule (CC); comprimento peciolar (CP); diâmetro peciolar (DP); índice peciolar (IP); comprimento da nervura principal (CN); diâmetro da nervura principal (DN); índice foliar (IF); largura foliolar (LF) e área foliar (AF) referentes ao estudo de progênies de seringueira.

Caracteres	Progresso Esperado			Ganho Genético		
	$GS_1$	$GS_2$	$GS_{12}$	$GS_1$	$GS_2$	$GS_{12}$
PP	0,0825	0,2353	0,3178	12,7433	36,3454	49,0887
CC	0,7922	2,3811	3,1733	4,5991	13,8234	18,4225
CP	0,4141	1,1767	1,5908	2,8054	7,9719	10,7773
DP	0,0041	0,0124	0,0165	1,8110	5,4770	7,2880
IP	0,0437	0,1271	0,1708	2,7521	8,0043	10,7564
CN	0,6265	1,9550	2,5815	2,9907	12,4531	16,4438
DN	0,0020	0,0071	0,0091	3,0166	10,7089	13,7255
IF	0,0142	0,0530	0,0672	3,3333	13,7793	17,1126
LF	0,1323	0,3952	0,5275	1,9984	5,9694	7,9678
AF	9,4979	29,0705	38,5684	5,2794	16,1590	21,4384

do essa relação é igual ou maior que 1,0 em ensaios de progênies de milho, a condição é altamente favorável para a seleção (Vencovsky, 1987). A julgar pelos resultados, verifica-se que para as variáveis em estudo, as condições não foram muito favoráveis para seleção dentro do ensaio. É interessante enfatizar que Moreti et al. (1994) utilizaram esse índice em progênies de meios-irmãos de seringueira quanto aos caracteres circunferência do caule e área foliar, obtendo valores próximos ao obtido no presente trabalho. As predições do progresso esperado e percentagem do ganho de seleção entre ( $GS_1$ %) e dentro ( $GS_2$ %) de progênies encontra-se na Tabela 6, onde foi considerado um mesmo coeficiente de seleção em todas as variáveis em estudo.

Os progressos nos dois tipos de seleção apresentados variaram consideravelmente entre as diferentes variáveis estudadas. A seleção entre progênies referente aos caracteres em estudo revela estimativas de ganhos de  $GS_1 = 12,74\%$  quanto à produção de borracha;  $GS_1 = 5,28\%$  quanto à área foliar, e  $GS_1 = 4,60\%$  quanto à circunferência do caule. A seleção dentro de progênies, por sua vez, prediz ganhos de  $GS_2 = 36,35\%$  no que diz respeito à produção de borracha, seguidos de  $GS_2 = 16,16\%$  referentes à área foliar, e  $GS_2 = 13,82\%$  referentes à circunferência do caule. Os ganhos totais referentes à seleção considerada entre, e dentro de progênies, seriam, portanto,  $GS_{12} = 49,09\%$ ;  $GS_{12} = 21,44\%$ , e  $GS_{12} = 18,42\%$  quanto à produção de borracha, área foliar e circunferência do caule, respectivamente.

As porcentagens de ganho genético obtidas com a seleção dentro de progênies foram sempre superiores aos ganhos estimados quanto à seleção entre progênies em todas as variáveis estudadas, dada a alta variação dentro de progênies. Gonçalves et al. (1992) também encontraram maiores ganhos para a seleção dentro, em relação à seleção entre progênies para a variável circunferência do caule, e Moreti et al. (1994), para produção, área foliar e circunferência do caule. Deve-se ressaltar que as variações das herdabilidades diretamente envolvidas nessas predições não foram determinantes na variação dos ganhos estimados.

## CONCLUSÕES

1. A população-base em estudo apresentou variações genéticas significativas entre progênies no tocante aos caracteres comprimento peciolar, índice peciolar, produção e circunferência, indicando, assim, que a referida população possui um potencial genético que pode ser explorado efetivamente.

2. Os valores relativamente altos das estimativas de herdabilidade nas médias de progênies, no que respeita aos caracteres área foliar, circunferência, produção, comprimento da nervura principal e índice peciolar, indicam que a seleção fenotípica com base nesses caracteres é eficiente. Quanto aos demais caracteres, em face de maior influência ambiental, faz-se necessário o uso de métodos de seleção mais sofisticados.

3. As estimativas de ganho genético indicam maior eficiência na seleção dentro de progênies em relação à seleção entre progênies quanto aos caracteres estudados.

4. As maiores estimativas de ganho genético dentro de progênies obtidas no que diz respeito aos caracteres produção, área foliar, circunferência e índice foliar, indicam altos ganhos na seleção para os referidos caracteres.

## AGRADECIMENTOS

Ao Técnico Agrícola, Ari de Camargo, pelos trabalhos de campo; às Sras. Lígia Regina Lima Gouvêa e Rosimeiry Moreira Boschini, pelos trabalhos relativos às análises das folhas, e à Srta. Rosilei Felismino da Silva, pela presteza na preparação gráfica. Todos estão lotados no Programa Seringueira (DPI/IAC).

## REFERÊNCIAS

- ALIKA, J.E. Heritability and genotypic gain from selection rubber (*Hevea brasiliensis*) *Silvae Genetica*, Frankfurt, v. 34, n.1, p. 1-4, 1985.
- ALVES, M.R.; BANDEL, G.; VENCOVSKY, R. Avaliação de índices de seleção na seringueira (*Hevea* spp). *Boletim da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará*, Belém, v.16, p. 53-63, 1987.
- CUNHA, J.F. *Plantações experimentais de seringueira em São Paulo*, Campinas: Instituto Agronômico, 1957. 8p. (Boletim, 90).



- FISHER, R.A.; YATES, F. **Tabelas estatísticas para pesquisa em biologia, medicina e agricultura**. São Paulo: EDUSP/Polígono, 1971. 150p.
- GONÇALVES, P. de S.; CARDOSO, M.; BORTOLETTO, N. Redução do ciclo de melhoramento e seleção na obtenção de cultivares de seringueira. **O Agrônomo**, Campinas, v. 40, n.2, p. 112-129, 1988.
- GONÇALVES, P. de S.; MARTINS, A.L.M.; GORGULHO, E.P.; BORTOLETTO, N.; CARDOSO, M.; BERMOND, G. Variação genética de componentes do crescimento em progênies jovens de uma população de clones de *Hevea, Bragantia*, Campinas, v. 51, n.2, p. 161-171, 1992.
- GONÇALVES, P. de S.; ROSSETTI, A.G.; VALOIS, A.C.C.; VIEGAS, I. de J.M. Coeficiente de determinação genotípica e estimação de outros parâmetros em clones de seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 5, p. 527-532, 1983.
- LIM, T.M.; NARAYANAN, R. Estimation of the area of rubber leaves (*Hevea brasiliensis* Müell Arg.) using two leaflet parameters. **Experimental Agriculture**, Great Britain, v. 8, n.4, p. 311-314, 1972.
- MORETI, D.; GONÇALVES, P. de S.; GORGULHO, E.P.; MARTINS, A.L.M.; BORTOLETTO, N. Estimativas de parâmetros genéticos e ganhos esperados com a seleção de caracteres juvenis em progênies de seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.7, p. 1099-1109, 1994.
- NGA, B.H.; SUBRAMANIAN, S. Variation in *Hevea brasiliensis* I. Yield and pollinated seedlings. **Journal Rubber Research Institute of Malaya**, Kuala Lumpur, v.24, n.2, p. 69-74, 1974.
- PAIVA, J.R. de. **Estimativas de parâmetros genéticos em seringueira e perspectivas de melhoramento**. Piracicaba: ESALQ-USP, 1980. 92p. Dissertação de Mestrado.
- PAIVA, J.R. de; MIRANDA FILHO, J.B. de; SIQUEIRA, E.R. de; VALOIS, A.C.C. Predição de ganho de alguns caracteres em seringueira em três esquemas de seleção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.11, p. 1646-1653, 1982.
- SILVA, R.G. **Métodos de genética quantitativa aplicados ao melhoramento animal**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1982. 162p.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. 2ed. New York: Mc Graw Hill, 1980. 633p.
- SIMMONDS, N.W. Genetical bases of plant breeding. **Journal Rubber Research Institute Malaya**, Kuala Lumpur, v.21, p. 1-10, 1969.
- TAN, H. Heritabilities of six biometrical characters of single pair mating families in *Hevea brasiliensis*. **Journal Rubber Research Institute Malaysia**, Kuala Lumpur, v.27, p. 127 - 131, 1979.
- TAN, H.; MUKHERJEE, T.K.; SUBRAMANIAN, S. Estimates of genetic parameters of certain characters in *Hevea brasiliensis*. **Theoretical Applied Genetics**, v.46, p. 181-190, 1975.
- TAN, H.; SUBRAMANIAN, S. A five diallel cross analysis for certain characters of young *Hevea* seedlings. In: **INTERNATIONAL RUBBER CONFERENCE**, 1975, Kuala Lumpur, **Proceedings...** Kuala Lumpur, RRIM, 1976. v.2, p. 13-16.
- VALOIS, A.C.C.; PINHEIRO, E.; CONCEIÇÃO, H.E.O.; SILVA, M.N.C. Competição de porta-enxertos de seringueira (*Hevea spp*) e estimativas de parâmetros genéticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.13, n.2, p. 49-54, 1978.
- VALOIS, A.C.C.; SHMIDIT, G.S.; ZANOTTO, M.D. **Análise de qualidade e quantidade de grãos em população de milho (*Zea mays*, L.)**. Piracicaba: ESALQ-USP, 1980. 53p.
- VENCOVSKY, R. Genética quantitativa. In: KERR, W.E. (Org.). **Melhoramento e Genética**. São Paulo: Melhoramentos, 1969.
- VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G.P. (Eds.). **Melhoramento e produção do milho**. 2-ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. cap. 5, p. 137-214.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.