

Correlações e análise de trilha em clones de seringueira

Adriano Tosoni da Eira Aguiar¹, Antonio Lúcio Mello Martins², Elaine Cristine Piffer Gonçalves³, Erivaldo José Scaloppi Júnior⁴, Roberto Botelho Ferraz Branco⁵

RESUMO

O conhecimento das características presentes nos genótipos é de extrema importância na condução de trabalhos de seleção e melhoramento. O objetivo foi avaliar as relações entre os caracteres agronômicos e anatômicos da casca, bem como seus efeitos diretos e indiretos sobre a produção de borracha seca da seringueira, mediante análise de trilha. Avaliaram-se seis clones de seringueira no delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições, no Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Centro Norte da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, município de Pindorama, São Paulo, Brasil, no ano de 2005. Valor de correlação positivo e significativo foi observado apenas entre a produção de borracha seca e o número de anéis de vasos laticíferos ($r = 0,88$). Os caracteres perímetro do caule e número de anéis de vasos laticíferos apresentaram os maiores efeitos diretos sobre a produção de borracha seca. Por outro lado, a espessura da casca e o diâmetro dos anéis de vasos laticíferos mostraram efeitos diretos negativos e com altas magnitudes. A seleção indireta via número de anéis de vasos laticíferos proporcionará ganhos durante o processo de seleção em programas de melhoramento da seringueira.

Palavras-chave: Seleção, *Hevea brasiliensis* Müll. Arg., melhoramento de plantas.

ABSTRACT

Correlations and path analysis in rubber tree clones

Knowledge of genotype characteristics is very important during the processes of selection and breeding. The objective of this work was to study the relationship between agronomic and anatomical traits of the bark as well the direct and indirect effects on the rubber tree yield using the path coefficient analysis. Six rubber tree clones were evaluated in a randomized complete block design with four repetitions. The experiments were carried out in the Agribusiness Technological Development Cluster of the Center North /APTA located in Pindorama (SP), Brazil, during the year 2005. Significant positive correlation was found only between rubber tree yield and total number of latex vessel rings ($r=0.88$). The girth and the total number of latex vessel rings showed the highest direct effect on the rubber tree yield. On the other hand, the virgin bark thickness and the average diameter of latex vessels showed negative direct effect with high values. The indirect selection using the total number of latex vessel rings can provide gains during the selection in rubber tree breeding programs.

Key words: *Hevea brasiliensis* Müll. Arg., plant breeding, selection.

Recebido para publicação em outubro de 2008 e aprovado em agosto de 2010

¹ Engenheiro-Agrônomo, Doutor. Instituto Agronômico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Barão de Itapura, 1481, 13012-970, Caixa Postal 28, Campinas, São Paulo, Brasil. aguiar@iac.sp.gov.br

² Engenheiro-Agrônomo, Doutor. Pólo Regional Centro Norte, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Rodovia Washington Luiz, km 372, 15830-000, Caixa Postal 24, Pindorama, São Paulo, Brasil. lmartins@apta.sp.gov.br

³ Engenheira-Agrônoma, Doutora. Pólo Regional Alta Mogiana, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Rui Barbosa s/ nº, 14770-000, Colina, São Paulo, Brasil. elainegoncalves@apta.sp.gov.br

⁴ Engenheiro-Agrônomo, Doutor. Pólo Regional Noroeste Paulista, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Rodovia Péricles Belini, km 121, 15500-970, Caixa Postal 61, Votuporanga, São Paulo, Brasil. scaloppi@apta.sp.gov.br

⁵ Engenheiro-Agrônomo, Doutor. Pólo Regional Centro Leste, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Bandeirantes, 2419, 14001-970, Caixa Postal 271, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. branco@apta.sp.gov.br

INTRODUÇÃO

A seringueira pertence ao gênero *Hevea*, da família Euphorbiaceae, sendo *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg. a espécie cultivada mais importante do ponto de vista comercial entre as 11 conhecidas. Na Ásia, ela é plantada como a principal fonte de borracha natural. Em 2009, 67,4% da produção mundial foi originária da Tailândia, Indonésia e Malásia, que contribuíram separadamente com 32,1, 26,4 e 8,9%, respectivamente. O Brasil contribuiu em 2009 com apenas 1,1% da produção mundial de 9.602 mil toneladas, para um consumo de 2,7% do total de 9.547 mil toneladas da demanda mundial (IRSG, 2010).

A borracha natural é a matéria-prima estratégica para mais de 40.000 produtos, inclusive 400 dispositivos médicos (Mooibroek & Cornish, 2000). Devido a sua estrutura molecular e ao alto peso molecular, possui resiliência, elasticidade e resistência à abrasão e ao impacto, que não podem ser obtidos em polímeros produzidos artificialmente.

Durante o período da domesticação da cultura, iniciada em 1876, o melhoramento genético da seringueira contribuiu de forma decisiva para o seu desenvolvimento, em que foi possível aumentar a produtividade de 400 para 2.500 kg ha⁻¹ ano⁻¹. No Brasil, o melhoramento da cultura iniciou-se em 1937, após surtos do fungo *Microcyclus ulei* nos plantios da Ford nos municípios de Fordlândia e Belterra, ambos no Estado do Pará (Gonçalves & Marques, 2008).

Em geral, programas de melhoramento genético estão focados no aumento da produção, aliado aos outros caracteres secundários desejáveis, como: vigor, boa regeneração de casca, resistência à doença e à quebra pelo vento, dentre outros. No entanto, sabe-se que a produção de borracha é um caráter complexo e resultante da expressão e associação de diferentes componentes. Sendo assim, o conhecimento do grau dessa associação possibilita a identificação de caracteres que possam ser utilizados durante o processo de seleção (Shukla *et al.*, 1998; Cruz & Carneiro, 2003; Chaturvedi & Pandey, 2004; Hoogerheide *et al.*, 2007).

Em seringueira alguns estudos têm sido realizados com o intuito de estimar as correlações entre diferentes caracteres agronômicos e anatômicos (Ho *et al.*, 1973; Narayanan *et al.*, 1974; Gonçalves *et al.*, 1989; Gonçalves *et al.*, 1996; Garcia *et al.*, 2002), assim como decompô-las em seus efeitos diretos e indiretos por meio da análise de trilha (Paiva *et al.*, 1982).

O objetivo foi avaliar as relações entre os caracteres agronômicos e anatômicos da casca, bem como seus efeitos diretos e indiretos, mediante análise de trilha sobre a produção de borracha seca da seringueira, visando auxiliar o processo de seleção em programas de melhoramento com a cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisados dados obtidos aos sete anos de idade do experimento conduzido no Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Centro Norte, da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (21° 13'S, 48° 56'W; 560 m), município de Pindorama, São Paulo, Brasil, sobre solo classificado como Podzólico Vermelho-Amarelo Tb eutrófico, de textura média, profundo, abrupto e bem drenado. Pelo novo Sistema Brasileiro de Classificação do Solo, tal solo recebe a nomenclatura Argissolo Vermelho-amarelo Tb eutrófico abrupto, textura média, profundo e bem drenado (Embrapa, 1999).

O clima predominante na região é tropical continental, ou Aw, pela classificação de Köppen, com estação seca definida, amplitude média de 23,8 a 19,3 °C e precipitação média de 1.258 mm ao ano. As deficiências hídricas e os baixos níveis térmicos ocorrem de junho ao início de setembro, com um período favorável ao crescimento da seringueira nos meses de outubro a março (Camargo & Camargo, 2008).

Avaliaram-se seis clones de seringueira: GT1, IAN 873, PB 235, PR 107, RRIM 600 e RRIM 701, em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições no ano de 2005. A parcela experimental foi constituída de 20 plantas, sendo seis úteis, instaladas no espaçamento 7,0 m entre linhas e 3,0 m entre plantas na linha.

Avaliaram-se a produção de borracha, o perímetro do caule, em cm, a 1,30 m a partir do calo de enxertia, e os caracteres anatômicos da casca. A produção foi calculada mediante o sistema de sangria $\frac{1}{2} S \frac{d}{4} \frac{5d}{7} \cdot 11m/y \cdot ET = 2,5\%$, ou seja, sangria em meia espiral ($\frac{1}{2} S$), realizada em intervalos de quatro dias ($\frac{d}{4}$), com atividade de sangria em cinco dias na semana ($\frac{5d}{7}$), durante 11 meses no ano (11m/y), com aplicação do Ethepon (ET) a 2,5% do princípio ativo. O registro da produção foi efetuado pelo látex coagulado nas tigelas, coletado ao acaso, duas vezes ao mês, seco em condições normais de sombra e ventilação, preso a cada árvore na forma de "biscoito", ao longo do ano de avaliação. O peso total anual de borracha por árvore foi dividido pelo número de coágulos, sendo o resultado expresso em gramas de borracha seca árvore⁻¹ sangria⁻¹.

As amostras para avaliação dos caracteres anatômicos da casca em laboratório foram tomadas a 1,0 m de altura do caule, com auxílio de um vazador. Na determinação da espessura de casca virgem, em milímetro, utilizou-se um paquímetro, e para a quantificação do número e do diâmetro de anéis de vasos laticíferos, em micrômetro, foram utilizadas seções longitudinais radiais da casca.

Inicialmente, foi realizada a análise de variância para cada caráter. As estimativas dos coeficientes de correlações fenotípica (r_p), genotípica (r_g) e de ambiente (r_a) en-

tre os caracteres estudados foram obtidas conforme Mode & Robinson (1959), testadas a 1 e 5% de probabilidade pelo teste t, a n-2 graus de liberdade, e determinadas para todas as combinações de caracteres, com o objetivo de se obterem informações sobre a natureza e intensidade entre eles. Posteriormente, realizou-se a diagnose da multicolinearidade, bem como o desdobramento das correlações genotípicas, em efeitos diretos e indiretos do perímetro do caule, e dos caracteres anatômicos da casca (variável independente) sobre a produção de borracha seca (variável dependente), por meio do modelo de análise de trilha (Cruz, 2001).

O diagrama causal do inter-relacionamento das variáveis analisadas é ilustrado pela Figura 1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo das análises de variância encontra-se na Tabela 1. Verifica-se que houve diferença significativa para todos os caracteres avaliados, o que revela grande variabilidade genética entre os clones. Os coeficientes de variação obtidos a partir das análises de variância foram de 4,4 (espessura de casca) a 12,7% (produção de borracha seca), o que nos indica uma boa precisão experimental.

No geral, as estimativas das correlações fenotípicas e genotípicas foram concordantes quanto ao sinal, e os valores foram bem próximos, com superioridade atribuída às correlações genotípicas (Tabela 2). Isso provavelmente deve-se aos efeitos modificadores do ambiente na associação dos caracteres (Hoogerheide et al., 2007). Em geral, nos casos em que há proximidade na magnitude das correlações fenotípicas e genotípicas, reflete-se a pequena influência ambiental sobre a associação de dois caracteres.

Do ponto de vista prático, é mais útil inferir sobre os efeitos diretos genotípicos na tomada de decisão acerca do critério de seleção mais adequado. No entanto, Shukla et al. (1998) afirmaram que as variáveis genotipicamente correlacionadas podem não ter valor prático na seleção, uma vez que essa é geralmente baseada no fenótipo.

Conforme observado na Tabela 2, o caráter que apresentou correlação genotípica significativa com a pro-

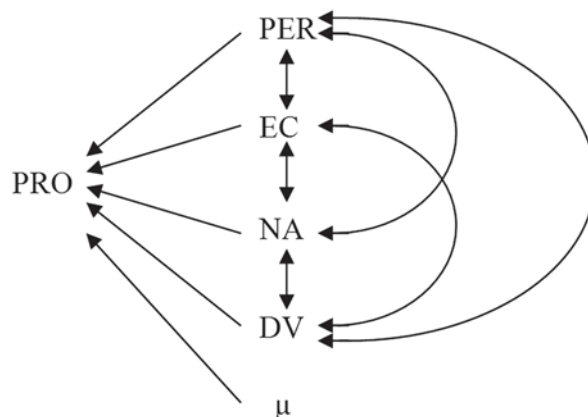


Figura 1. Diagrama causal ilustrativo dos efeitos diretos e indiretos dos componentes de produção: perímetro do caule (PER), espessura da casca (EC), número de anéis de vasos laticíferos (NA) e diâmetro de anéis de vasos laticíferos (DV) sobre a produção de borracha seca (PRO) e o resíduo (μ). A seta unidirecional indica efeito direto de cada variável explicativa sobre a principal, enquanto a seta bidirecional representa a interdependência de duas variáveis explicativas cuja magnitude é quantificada pela correlação genotípica ou fenotípica entre elas.

dução de borracha seca foi o número de anéis de vasos laticíferos (0,88). Esse resultado corrobora os encontrados por Garcia et al. (2002) (0,52) e Gonçalves et al. (1996) (0,76). O perímetro do caule apresentou baixa correlação (0,37), concordando com os encontrados por Gonçalves et al. (1989), os quais obtiveram valor de 0,43. Com relação aos outros caracteres anatômicos da casca (espessura da casca e diâmetro de anéis de vasos laticíferos), eles revelaram correlação baixa e negativa, com estimativas de - 0,35 e - 0,07, respectivamente. As correlações baixas e negativas para os caracteres estudados demonstram uma associação inversa com a produção de borracha seca em clones de seringueira. Segundo Gonçalves et al. (2006), após a abertura do painel, o fotossintetizado é repartido em duas fontes competidoras: látex explotado e crescimento em diâmetro do caule. Em alguns clones, a maior parte do fotossintetizado é direcionada para o látex explotado, reduzindo o crescimento e, conseqüentemente, a espessura da casca.

Tabela 1. Resumo das análises da variância para os caracteres: perímetro do caule (PER), espessura da casca (EC), número de anéis de vasos laticíferos (NA), diâmetro de anéis de vasos laticíferos (DV) e produção de borracha seca (PRO) relativos a seis clones de seringueira, de sete anos de idade

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios				
		PER	EC	NA	DV	PRO
Bloco	3	285,73	0,02	0,27	1,16	301,57
Clones	5	106,08**	7,61**	45,87**	152,89**	1.801,43**
Resíduo	15	4,00	0,01	0,85	3,76	121,13
Média		56,85	6,24	9,93	35,14	55,95
CV (%)		8,5	4,4	9,9	5,5	12,7

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Ressalta-se que quando um caráter correlaciona-se positivamente com alguns e negativamente com outros, existe a indicação de se ter uma atenção adicional na seleção de determinado caráter. As correlações obtidas no presente estudo indicam a dificuldade de obter materiais que tenham boa produção de borracha seca e elevado número de anéis de vasos laticíferos com casca espessa. É importante salientar que uma casca muito fina poderá afetar a regeneração de painéis de sangria, e por outro lado, uma mais espessa, de certa forma, poderá reduzir a incidência de ferimentos no caule.

No que concerne aos demais caracteres, as maiores correlações genotípicas encontradas foram: perímetro do caule x diâmetro de anéis de vasos laticíferos (0,68); perímetro do caule x espessura da casca (0,25); perímetro do caule x número de anéis de vasos laticíferos (0,24); e número de anéis de vasos laticíferos x diâmetro de anéis de vasos laticíferos (0,20). Observa-se que todas as correlações não foram significativas, e na sua maioria positivas, exceto para espessura da casca x número de anéis de vasos laticíferos. As correlações não-significativas estimadas para o perímetro do caule em relação aos demais caracteres da casca sugerem um controle genético independente para este caráter.

Em geral, neste estudo destacaram-se o número de anéis de vasos laticíferos seguido do perímetro do caule como os caracteres que mais contribuíram para explicar a produção de borracha seca. Garcia *et al.* (2002) observaram uma contribuição do caráter número de anéis de vasos laticíferos sobre a produção de borracha seca e sugerem a seleção de materiais para a elevada produção de borracha seca com base neste caráter. Em estudo com centenas de clones, Ho *et al.* (1973) verificaram que é possível inferir sobre a produção de árvores adultas por meio do número de anéis de vasos laticíferos e pelo índice de obstrução (expresso pela razão entre o fluxo inicial de látex dos cinco

primeiros minutos da sangria e o volume total do látex exsudado ao final da sangria). Os autores relataram que houve significativa redução no tamanho da população e do tempo no processo de seleção.

O estudo de correlações é uma medida apenas da associação entre caracteres, por outro lado o estudo da análise de trilha permite o conhecimento detalhado das influências dos caracteres envolvidos, o qual engloba os efeitos diretos e indiretos (Chaturvedi & Pandey, 2004).

Os coeficientes de trilha genotípicos (Tabela 3) explicaram bem as variações em produção de borracha seca (Pro), como indica o alto valor de determinação do modelo ($R^2 = 0,75$) e pelo efeito residual pequeno (0,43), o que reflete a excelente contribuição das variáveis do modelo para produção de borracha seca.

O caráter perímetro do caule apresentou efeito direto sobre a produção de borracha de 0,73 e indireto via número de anéis de vasos laticíferos de 0,18, porém mostrou efeitos indiretos sobre produção de borracha seca (Pro), via diâmetro de anéis de vasos laticíferos e espessura da casca negativos, de -0,35 e -0,19, respectivamente.

Em relação à espessura da casca, verificou-se efeito direto negativo sobre a produção de borracha seca (Pro) (-1,19), concordando com a correlação observada entre esses dois caracteres (-0,35).

A correlação genotípica positiva de elevada magnitude entre o número de anéis de vasos laticíferos e a produção de borracha seca (0,88) foi causada pelo efeito direto do número de anéis de vasos laticíferos (1,06) e pelo efeito indireto do diâmetro dos anéis de vasos laticíferos via número de anéis de vasos laticíferos (0,04), que compensaram os efeitos indiretos negativos da espessura da casca (-0,13) e do perímetro do caule (-0,09). Isso indica que uma seleção truncada com o número de anéis de vasos laticíferos pode proporcionar ganho satisfatório na produção de borracha seca em clones de seringueira.

Tabela 2. Estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica (r_f), genotípica (r_g) e ambiental (r_a), entre os caracteres: perímetro do caule (PER), espessura da casca (EC), número de anéis de vasos laticíferos (NA), diâmetro de anéis de vasos laticíferos (DV) e produção de borracha seca (PRO) relativos a seis clones de seringueira, de sete anos de idade

Caráter	Correlação	EC	NA	DV	PRO
PER	r_f	0,24 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,66 ^{ns}	0,35 ^{ns}
	r_g	0,25 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,68 ^{ns}	0,37 ^{ns}
	r_a	-0,01 ^{ns}	-0,23 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,06 ^{ns}
EC	r_f	1	-0,14 ^{ns}	0,12 ^{ns}	-0,34 ^{ns}
	r_g	1	-0,16 ^{ns}	0,13 ^{ns}	-0,35 ^{ns}
	r_a	1	0,29 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	-0,16 ^{ns}
NA	r_f	-	1	0,19 ^{ns}	0,87*
	r_g	-	1	0,20 ^{ns}	0,88*
	r_a	-	1	-0,09 ^{ns}	-0,01 ^{ns}
DV	r_f	-	-	1	-0,06 ^{ns}
	r_g	-	-	1	-0,07 ^{ns}
	r_a	-	-	1	-0,27 ^{ns}

^{ns} Não-significativo. * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

Tabela 3. Estimativas dos efeitos direto e indireto que envolveram a variável principal dependente, produção de borracha seca (PRO), e as independentes explicativas: perímetro do caule (PER), espessura da casca (EC), número de anéis de vasos laticíferos (NA) e diâmetro de anéis de vasos laticíferos (DV) relativos a seis clones de seringueira, de sete anos de idade

Caráter	Efeitos de Associação	Estimativa
PER	Direto sobre PRO	0,73
	Indireto via EC	-0,19
	Indireto via NA	0,18
	Indireto via DV	-0,35
	Total	0,37
EC	Direto sobre PRO	-1,19
	Indireto via PER	0,22
	Indireto via NA	0,69
	Indireto via DV	-0,07
	Total	-0,35
NA	Direto sobre PRO	1,06
	Indireto via PER	-0,09
	Indireto via EC	-0,13
	Indireto via DV	0,04
	Total	0,88
DV	Direto sobre PRO	-0,68
	Indireto via PER	0,60
	Indireto via EC	-0,14
	Indireto via NA	0,15
	Total	-0,07
Coeficiente de determinação (R ²)		0,75
Efeito da variável residual		0,43

O diâmetro dos anéis de vasos laticíferos promoveu efeito direto negativo sobre a produção de borracha seca (Pro) (-0,68), embora seu efeito indireto sobre Pro, via perímetro do caule e número de anéis de vasos laticíferos, tenha sido positivo (0,60 e 0,15, respectivamente).

Narayanan *et al.* (1974) observaram que os caracteres envolvidos na produção de borracha seca em plantas jovens são: número de anéis de vasos laticíferos, incremento do caule a espessura da casca e índice de obstrução.

Em geral, os efeitos diretos do desdobramento, mediante análise de trilha dos coeficientes de correlação do perímetro do caule (Per) e do número de anéis de vasos laticíferos (Na), foram positivos e apresentaram elevadas magnitudes. Por outro lado, a espessura da casca (Ec) e o diâmetro de anéis de vasos laticíferos (Dv) mostraram-se negativos e com altas magnitudes sobre a produção de borracha seca. Conforme Cruz & Carneiro (2003), caracteres que apresentam efeito direto no mesmo sentido da correlação com o caráter principal indicam presença de causa e efeito, sugerindo que o caráter auxiliar é o principal determinante das alterações no caráter básico. No entanto, Gonçalves *et al.* (2006) relataram que a produção de borracha não necessariamente está correlacionada com o perímetro do caule.

Os resultados deste estudo permitem inferir sobre a possibilidade de seleção indireta para produção de borracha seca utilizando como referência o caráter número de anéis de vasos laticíferos.

CONCLUSÕES

Correlação significativa foi observada entre a produção de borracha seca e o número de anéis de vasos laticíferos.

O número de anéis de vasos laticíferos proporcionou efeito direto sobre a produção de borracha seca, podendo também ser utilizado na seleção indireta visando à obtenção de novos clones.

REFERÊNCIAS

- Camargo AP & Camargo MBP (2008) Aptidão climática da heveicultura no Brasil. In: Alvarenga AP & Carmo CAFS (Eds.) Seringueira. Viçosa, EPAMIG. p.26-49.
- Chaturvedi OP & Pandey N. (2004) Correlation and path analysis studies between biomass and other characters in *Bombax ceiba* L. *Silvae Genetica*, 53:269-272.
- Cruz CD (2001) Programa GENES: aplicativo computacional em genética e estatística, 2ed. Viçosa, UFV. 648p.
- Cruz CD & Carneiro PCS (2003) Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 2ed. Viçosa, UFV. 585p.
- Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ) (1999) Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, Distrito Federal. 412p.
- Garcia D, Guen V, Mattos CRR, Gonçalves PS & Clément-Demange A (2002) Relationship between yield and some structural traits of the laticiferous system in *Hevea* clones resistant to South America leaf blight. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 2:307-318.

- Gonçalves PS & Marques JRB (2008) Melhoramento genético da seringueira: passado, presente e futuro. In: Alvarenga AP & Carmo CAFS (Eds.) Seringueira. Viçosa, EPAMIG. p.399-498.
- Gonçalves PS, Aguiar ATE & Gouvêa LRL (2006) Expressão fenotípica de clones de seringueira na região Noroeste do Estado de São Paulo. *Bragantia*, 65:389-398.
- Gonçalves PS, Cardoso M, Iguei T, Martins ALM & Lavorenti C (1989) Correlations studies between plugging index, yield, girth and bark thickness in *Hevea* clones. *Revista Brasileira de Genética*, 12:589-603.
- Gonçalves PS, Martins ALM, Bortoletto N & Tanzini MR (1996) Estimates of genetic parameters and correlations of juvenile character based on open pollinated progenies of *Hevea*. *Brazilian Journal of Genetics*, 19:105-111.
- Ho CY, Naranayan R & Chen KT (1973) Clonal nursery studies in *Hevea* I. Nursery yields and associated structural characteristics and their variations. *Journal of Rubber Research Institute of Malaysia*, 23:305-316.
- Hoogerheide ESS, Vencovsky R, Farias FJC, Freire EC & Arantes EM (2007) Correlações e análise de trilha de caracteres tecnológicos e a produtividade de fibra de algodão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42:1401-1405.
- IRSG - International Rubber Study Group (2010) Rubber Statistical Bulletin. Wembley, IRSG. 61p.
- Mode JC & Robinson HF (1959) Pleiotropism and genetic variance and covariance. *Biometrics*, 15:518-537.
- Mooibroek H & Cornish K (2000) Alternative sources of natural rubber. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 53:355-365.
- Narayanan R, Ho CY & Chen KT (1974) Clonal nursery studies in *Hevea* III. Correlations between yield, structural characters, latex constituents and plugging index. *Journal of Rubber Research Institute of Malaysia*, 24:1-14.
- Paiva JR, Rossetti AG & Gonçalves PS (1982) Uso do coeficiente de caminhamento no melhoramento da seringueira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 17:433-440.
- Shukla S, Singh K & Pushpendra F (1998) Correlation and path coefficient analysis of yield and its components in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). *Soybean Genetics Newsletter*, 25:67-70.