

Genetic Transformation and "Graft-Hybridization" in Flowering Plants

K. K. Pandey

Genetics Unit, Grasslands Division, D.S.I.R., Palmerston North (New Zealand)

Summary. Recent pollination experiments with highly irradiated (100,000 r) pollen in *Nicotiana* have shown that radiation-"pulverized" pollen chromatin can cause genetic transformation of the egg. A new model is proposed here for integration of chromatin fragments into host chromosomes. It is also proposed that heterochromatin may be involved in the process of gene transfer, and in the phenomena of meiotic drive associated with gene transfer.

It is suggested that this discovery throws new light on the phenomenon of "graft-hybridization". In spite of many reports to the contrary, "graft-hybrids" have so far been explained only on the basis of their being chimaeras. A mechanism is suggested here by which they may result from genetic transformation.

Introduction

Recent pollination experiments with *Nicotiana* have shown that specific genes from pollen, which had been exposed to a high dose of radiation (100,000 r), could be transferred to the egg nucleus without actual gametic fusion (Pandey 1975). The highly irradiated pollen is still able to germinate and complete pollen tube growth but cannot effect normal fertilization. It was suggested that the radiation-"pulverised" pollen chromatin is discharged into the egg, and this acts as "pseudo-fertilization". The block to cell division in the egg is lifted as usual and the chromosomes are replicated, but the presence of disorganized pollen chromatin prevents a normal mitotic division. This results in a diploid egg with the "induced" physiology of a zygote. Presumably, at least in certain cells, the free chromatin fragments are rapidly degraded or lost, and their disorganizing effects soon overcome to permit subsequent divisions to occur normally. The resulting embryo is a parthenogenetic diploid.

1. Model of gene transfer

It was further suggested that the fragments of pollen chromatin may occasionally associate with their homologues in the egg chromatin, and this may lead to substitution or addition during replication. However, in the previous model explaining these results (Pandey 1975), no details were given regarding the possible molecular events leading to addition and substitution states. Fig. 1 provides a more precise model of gene transfer in which a single molecular mechanism

accounts for both addition and substitution. Addition is the primary event, and the substituted state is secondarily derived by loss of a displaced strand of the original DNA.

One of the intriguing characteristics revealed in the testcrossed progeny of the transformed seedlings of *Nicotiana* occurred in triallelic plants. Here the pollen gene, in addition to the maternal gene, was believed to have been incorporated into the chromosome. However, it was the original maternal allele, and not the additional pollen allele, which tended to be lost. The present model (Fig. 1) explains why it should be so.

2. Proposed role of heterochromatin

Another intriguing property revealed by the testcrossed progeny concerned a general selection in favour of gametes containing the transferred gene. It is suggested here that a gene transfer is usually associated with a "heterochromatization effect" in the genomes which carry it. Firstly, the structural genes which are transferred may themselves be associated with heterochromatic regions, thus implying that there is a selection of genes which may be transferred. Secondly, chromatin fragmentation may possibly produce a heterochromatization effect at the breakpoints, as pointed out by Brink (1964). There are reported effects of heterochromatin on chromosome movement in maize and other plants (Rhoades and Dempsey 1966; Grant 1975). Genomes carrying a transfer (or a significant number of transfers) may therefore show accelerated movement on the spindle at meiosis, which

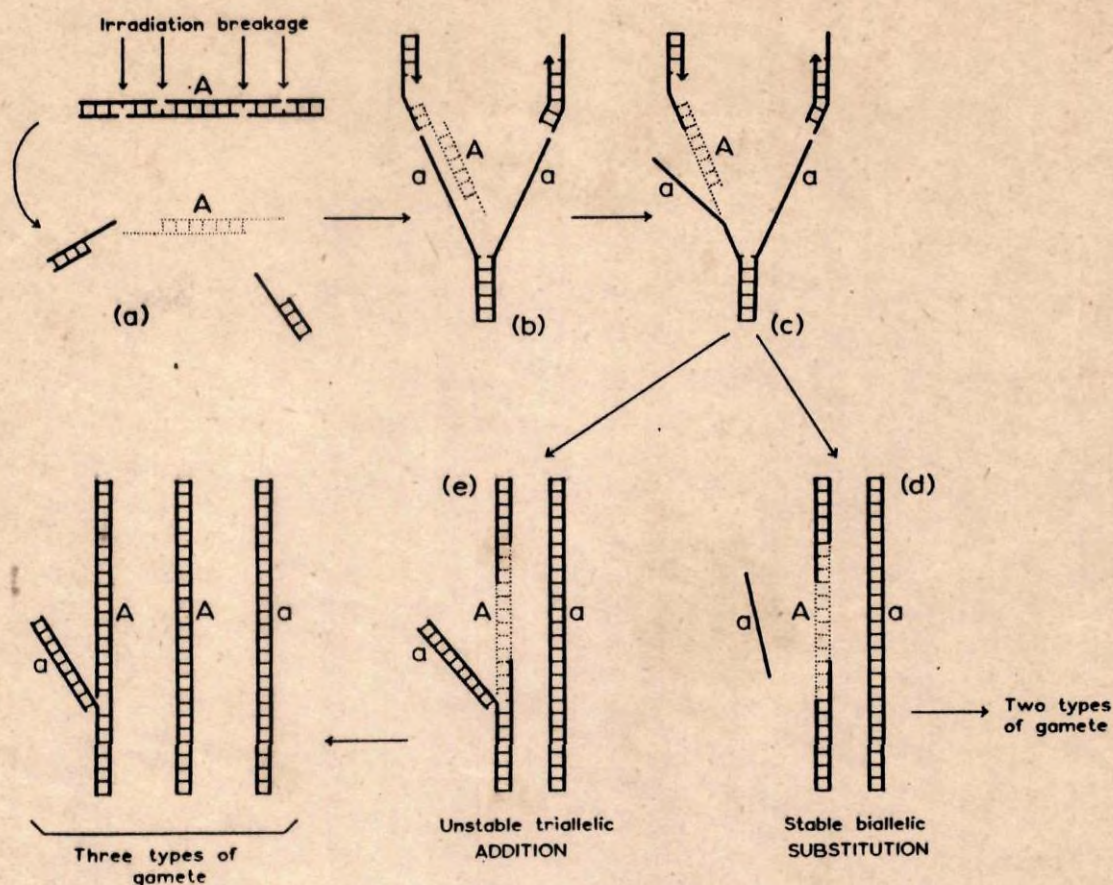


Fig. 1. Suggested series of events leading to gene transfer (Dotted lines indicate the original pollen-derived chromatin fragment). (a) Double-stranded DNA fragment with single-stranded tails generated by irradiation (or other form of pulverization). (b) Fragment makes initial chance, or directed, contact with homologous segment undergoing replication, and is held in register by pairing of single-stranded tail. (c) Fragment inserts into nick associated with replication, displacing original DNA strand. When a new DNA chain is assembled behind the replication fork the foreign fragment is incorporated *in situ* in its double-stranded form. (d) If the original displaced DNA segment is lost, the cell will have a biallelic substitution state. (e) If the original displaced segment remains attached as an "exosome" the transformed cell will show a triallelic addition state. An addition may ultimately give tissue producing three types of gametes - normal, substitution and addition. A substitution chromatid is derived from the addition chromatid by replication (of the right-hand strand containing no addition), or by loss of the "exosome"

may lead to precocious maturity of the resulting nuclei. This may lead in turn to competition within the common cytoplasm of the spore mother cell and inviability of the two later maturing spores which do not carry the transferred gene. If this were to occur in both male and female sex organs the progeny would be homozygous for the transferred gene, as is found regularly in DNA induced transformations in *Arabidopsis* (Ledoux, Huart and Jacobs 1971, 1974) and *Petunia* (Hess 1969, 1973), but only occasionally in the case of *Nicotiana* transformations.

In the *Nicotiana* transformations the suggested meiotic drive in favour of the substituted gene, the usual

loss of the original gene rather than the new gene in a plant with an addition, and the possibility that there is a selection for heterozygosity at the replication level in the egg, would all seem to be peculiarly advantageous characteristics in plant improvement.

3. "Graft-hybrids"

There is a striking similarity between genetic transformation in *Nicotiana* and certain cases of "graft-hybridization" reported by Soviet and Eastern bloc geneticists and horticulturists. These workers persistently claimed that heritable characters could be trans-

VARIAÇÃO GENÉTICA ENTRE PROCEDÊNCIAS DE SERINGUEIRA¹

JOÃO RODRIGUES DE PAIVA, PAULO DE SOUZA GONÇALVES² e LUADIR GASPAROTTO³

RESUMO - Plantas de seringueira (*Hevea* spp.) com um ano de idade, originadas de sementes de seringais nativos dos Estados do Acre, Mato Grosso e Rondônia, envolvendo 36 amostras de 14 locais distintos, sendo 6 locais no Estado do Acre, 2 em Mato Grosso e 6 em Rondônia, foram avaliadas para diâmetro do caule, altura de planta, e número de lançamentos. A incidência de doenças foi avaliada quando as plantas tinham 17 meses de idade. O delineamento utilizado foi o látice triplo 6 x 6, com 50 plantas por parcela, no espaçamento de 4,0 m x 4,0 m. As procedências RO/CM/10, MT/C/04 e MT/C/06 apresentaram-se como mais vigorosas, enquanto as AC/S/08 e AC/S/11 demonstraram pobre vigor, nessa fase de desenvolvimento. As procedências de seringais nativos localizadas em áreas de várzeas estão apresentando melhor vigor. Em geral, aquelas originadas dos seringais do Estado de Rondônia apresentaram-se mais vigorosas em relação às do Acre e Mato Grosso. As procedências originadas do município de Costa Marques, no Estado de Rondônia; Ariel, no Estado de Mato Grosso; e Tarauacá, no Estado do Acre, apresentaram proporcionalmente maior contribuição sobre a variação estimada dentro de procedência em cada Estado, para as características que determinam vigor de planta. Os parâmetros usados para avaliação da variabilidade genética na população detectaram alta variabilidade aproveitável na seleção. Todas as procedências foram altamente infectadas pelo *Microcyclus ulei*, ao passo que a incidência de *Thanatephorus cucumeris* e *Colletotrichum gloeosporioides* foi menos intensa e mais variável.

Termos para indexação: *Hevea*, vigor, *Microcyclus ulei*, *Thanatephorus cucumeris*, *Colletotrichum gloeosporioides*.

GENETIC VARIATION AMONG HEVEA PROVENANCES

ABSTRACT - One-year old *Hevea* seedlings originated from 36 different provenances were evaluated for stem diameter, plant height and number of leaf flushes. Disease tolerance was evaluated when the plants were seventeen months old. The seeds were collected from native trees in 14 distinct areas covering six localities in Acre state, two in Mato Grosso state and six in Rondônia state, Brazil. The design used was a triple lattice 6 x 6 with 50 plants per plot, at a spacing, of 4 by 4 meters. The preliminary results from this study showed that the RO/CM/10, MT/C/04 and MT/C/06 provenances were the most vigorous. On the other hand, AC/S/08 and AC/S/11 showed the poorest vigour. The provenances originated from native trees located in the "varzea" (seasonal flooded area) showed the best behaviour in terms of vigor. In general, those provenances coming from Rondônia were more vigorous than those from Acre and Mato Grosso. In addition, provenances from the districts of Costa Marques (Rondônia), Ariel (Mato Grosso) and Tarauacá (Acre) contributed proportionally more to the estimated variation among the provenance in each state for the character of vigor. The parameters used for evaluation of genetic variation of the population showed high variability useful for selection. All the provenances showed high susceptibility to *Microcyclus ulei* while the incidence of *Thanatephorus cucumeris* and *Colletotrichum gloeosporioides* was less intense and more variable.

Index terms: *Hevea*, vigour, *Microcyclus ulei*, *Thanatephorus cucumeris*, *Colletotrichum gloeosporioides*.

INTRODUÇÃO

O gênero *Hevea* é o mais importante como produtor de borracha. Pertence à família *Euphorbiaceae*, da qual constam onze espécies reconheci-

das: *H. brasiliensis* (Willd. ex. A. Juss.) Muell. Arg.; *H. benthamiana* Muell. Arg.; *H. guyanensis* Aubl.; *H. spruceana* (Benth) Muell. Arg.; *H. pauciflora* (Spruce ex-Benth) Muell. Arg.; *H. nitida* Mart. ex-Muell. Arg.; *H. rigidifolia* (Spr. ex-Benth) Muell. Arg.; *H. microphylla* Ule; *H. camporum* Ducke; *H. camargoana* Pires; e *H. paludosa* Ule. A área de distribuição do gênero abrange cerca de seis milhões de quilômetros quadrados, sendo mais da metade em território brasileiro, e tem como limite de latitude 6°N e 15°S e de longitude 46°L e 77°O na América do Sul (Brasil. SUDHEVEA 1973).

¹ Aceito para publicação em 10 de janeiro de 1985.

Trabalho realizado com a participação de recursos financeiros do Convênio SUDHEVEA/EMBRAPA.

² Eng. - Agr., M.Sc., em Genética e Melhoramento de Plantas, EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê (CNPSP), Caixa Postal 319, CEP 69000 Manaus, AM.

³ Eng. - Agr., M.Sc., em Fitopatologia, EMBRAPA/CNPSP.

A *H. guyanensis* é a espécie de maior amplitude de distribuição: ocorre por toda a Amazônia, e por isso é a espécie mais variável. As espécies *H. brasiliensis* e *H. benthamiana*, consideradas de grande importância no melhoramento da seringueira, ocupam áreas disjuntas, sendo que a primeira se distribui ao sul do rio Amazonas, e a segunda, ao norte. As demais espécies preferencialmente ocorrem na bacia do rio Negro, com exceção da *H. camargoana*, *H. camporum* e *H. paludosa*, que ocorrem na Ilha do Marajó, campos naturais entre os rios Marmelos e Manicoré e áreas pantanosas nos arredores de Iquitos, respectivamente (Brasil. SUDHEVEA 1973).

A falta de barreiras genéticas tem conduzido à hibridização freqüente entre as espécies e, segundo Moraes (1977), isto pode ser a razão para a conhecida plasticidade ecológica apresentada pela seringueira cultivada. Esse mesmo autor argumenta que a plasticidade pode ser sempre aumentada através de programas de melhoramento.

Camargo (1958) destacou a extraordinária capacidade de adaptação da seringueira a ambiente bem diverso do seu hábitat natural, quando avaliou alguns plantios de seringueira no Estado de São Paulo originados de sementes coletadas ao longo do trajeto da linha telegráfica Cuiabá-Porto Velho, por volta de 1917. Destaque-se o fato de que o autor, nessa época, já admitiu a possibilidade de produzir uma tonelada de borracha seca por hectare, com plantas originadas de sementes silvestres, desde que se procedesse a uma simples seleção dos indivíduos de maior rendimento. Isto, obviamente, só seria possível admitindo-se a existência de grande variabilidade genética na população, para o caráter produção de borracha.

Nos seringais nativos do Estado de Rondônia, Gonçalves (1981) observou que o porte das seringueiras de terra firme é bem superior ao das seringueiras situadas na várzea. Destacou também que existe grande variação para as características de circunferência do caule, período de queda de semente, característica da casca, tamanho da semente, formato da copa e densidade de árvores por hectare. Por outro lado, Paiva (1981), observando os seringais nativos do Estado de Mato Grosso, destacou a existência de menor variabilidade entre plantas nos seringais de terra firme em comparação

com seringais de várzea, por apresentarem, estes, grande variação para as características de forma, tamanho e coloração das sementes. Nestes seringais, onde a dispersão das sementes é feita através dos rios, isso determina maior dispersão e maior concentração de tipos diferentes por área ocupada.

Existem poucos estudos que quantifiquem a variabilidade genética de populações de seringueiras nativas. Assim, Paiva (1980), trabalhando com famílias de meios-irmãos de plantas nativas, concluiu que, resguardados os problemas relativos à amostragem da população e do erro das estimativas, os seringais nativos compreendidos pela região do município de Manicoré, no Estado do Amazonas, possuem pouca variabilidade genética aproveitável no melhoramento da seringueira.

O presente trabalho visa a estimar e interpretar geneticamente a porção de variabilidade existente para alguns caracteres, em uma população de plântulas de seringueiras obtidas de sementes originadas dos seringais nativos dos Estados de Rondônia, Mato Grosso e Acre.

MATERIAL E MÉTODOS

Sementes de seringais nativos dos Estados do Acre, Rondônia e Mato Grosso, área de ocorrência de *H. brasiliensis* e *H. guyanensis* (Brasil. SUDHEVEA 1973), foram coletadas no período de fevereiro a março de 1981, envolvendo 36 amostras e 14 locais distintos, sendo seis locais no Estado de Rondônia, dois em Mato Grosso e seis no Acre (Tabela 1). Cada amostra foi obtida de sementes coletadas ao longo da "estrada de corte" percorrida pelo seringueiro.

Inicialmente, as sementes foram postas a germinar em local apropriado, e depois, repicadas para o viveiro, no espaçamento de 1 m x 1 m, localizado no campo experimental do CNPSD, no Km 30 da rodovia AM-010. Um ano depois, as mudas, na forma de raiz nua, foram transplantadas para o local definitivo. A arranca das mudas foi feita com o "quiao", limitando, assim, a altura da parte aérea da muda em, aproximadamente, 30 cm.

O experimento está sendo conduzido no campo experimental do Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê (CNPSD), no Km 50 da rodovia BR 174, em Manaus, AM, pertencente à EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

O experimento foi instalado no local definitivo em março de 1982, segundo o delineamento de látice triplo 6 x 6, com cinquenta plantas por parcela, sendo vinte e quatro plantas na área útil. A bordadura é formada por

TABELA 1. Origem e números de procedências de seringueiras por local de coleta. Manaus, AM, 1983.

Local	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Nº Proc.	Código
Acre					
Tarauacá	08°06's	70°48'w	190	2	AC/T/01 e 04
Feijó	08°07's	70°27'w	249	4	AC/F/05 à 07
Sena Madureira	09°05's	68°45'w	135	5	AC/S/08 à 12
Assis Brasil	10°57's	69°25'w	297	1	AC/AB/15
Brasiléia	10°09's	68°35'w	260	2	AC/B/18 e 19
Xapuri	10°35's	68°35'w	180	2	AC/X/20 e 21
Rondônia					
Pimenta Bueno	11°50's	61°10'w	196	2	RO/PB/01 e 02
Ji-Paraná	10°51's	61°56'w	158	1	RO/JP/03
Ouro Preto d'Oeste	10°28's	62°40'w	275	1	RO/OP/04
Ariquemes	09°55's	63°06'w	117	1	RO/A/07
Calama	08° 0's	62°50'w	70	2	RO/CM/08 e 09
Costa Marques	12°20's	64°30'w	140	3	RO/CM/10 à 12
Mato Grosso					
Ariel	09°07's	58°40'w	281	5	MT/C/01 à 06
Itaúba	11°02's	55°04'w	294	5	MT/IT/12 à 18

plantas do mesmo tratamento da parcela. As mudas foram plantadas no espaçamento de 4,0 m x 4,0 m. Nas entrelinhas foi efetuado o plantio da leguminosa Kudzu Tropical (*Pueraria phaseoloides*). Todos os tratos culturais ministrados obedecem recomendações do Sistema de Produção preconizado para o plantio de seringueira no Estado do Amazonas, com exceção do controle de doenças, que não foi efetuado. O desbrotamento foi feito no início, deixando-se quatro brotações equidistantes. Posteriormente, deixaram-se duas e, finalmente, a mais desenvolvida, garantindo-se, com isso, em parte, a sobrevivência das mudas.

Os tratamentos utilizados no experimento são constituídos das seguintes procedências: AC/T/01, AC/T/04, AC/F/05, AC/F/06A, AC/F/06B, AC/F/07, AC/S/08, AC/S/09, AC/S/10, AC/S/11, AC/S/12, AC/AB/15, AC/B/19, AC/X/20, AC/X/21, RO/PB/01, RO/PB/02, RO/JP/03, RO/OP/04, RO/A/07, RO/C/08, RO/C/09, RO/CM/10, RO/CM/11, RO/CM/12, MT/C/01, MT/C/02, MT/C/04, MT/C/05, MT/C/06, MT/IT/12, MT/IT/14, MT/IT/15, MT/IT/16, e MT/IT/18. Após o primeiro ano do estabelecimento das plantas no local definitivo, foram avaliados os caracteres diâmetro do caule a 50 cm do solo, altura da planta, número de lançamentos e índice de sobrevivência. As médias das procedências foram comparadas pelo teste de Tukey. A incidência de doenças em todas as plantas da parcela foi avaliada aos 17 meses de idade, após o transplante.

Na análise dos dados para o caráter número de lançamentos foi utilizada a transformação $\sqrt{x + 0,5}$ (Little & Hills 1975).

O nível de incidência do mal-das-folhas, mancha-areolada e antracnose, doenças causadas respectivamente pelos fungos *Mycrocyclops ulei*, *Thanatephorus cucumeris* e *Colletotrichum gloeosporioides*, foi avaliado visualmente, de acordo com os sistemas propostos, respectivamente, por Chee (1976), Gasparotto et al. (1982) e Wastie (1973). O índice de infecção foi calculado dividindo-se o somatório das notas dadas pelo número de observações (Almeida et al. 1981). Computou-se, também, o número de plantas afetadas.

As análises de variância para todos os caracteres foram realizadas com médias de parcelas, obedecendo ao delineamento em látice, com observações dentro de parcelas (Cochran & Cox 1957). Os quadrados médios dentro de procedências foram obtidos independentemente, através das médias das estimativas individuais dentro de parcelas, ponderadas pelos graus de liberdade correspondentes ao número de observações tomadas em cada parcela.

As estimativas das variâncias genéticas entre procedências, do erro intrabloco e do erro dentro da parcela, foram obtidas operando-se com os quadrados médios entre tratamentos (Q_2), do erro intrabloco (Q_3) e do erro dentro da parcela (Q_4), como segue: $\sigma_d^2 = Q_4$; $\sigma_e^2 = Q_3 - Q_4$; $\sigma_g^2 = (Q_2 - Q_3)/r$, sendo r o número de repetições.

A determinação da percentagem de variação com que os materiais de cada Estado contribuíram para a variação total foi estimada através da variância entre as médias de cada procedência por Estado. Desta forma, a variância estimada inclui todos os efeitos de variação existentes no experimento.

Do mesmo modo, trabalhando-se com a média da va-

riância dentro de procedência para cada Estado, ponderada pelo número de procedências, foi estimada a contribuição dos Estados na variabilidade total existente dentro das procedências.

A contribuição, que os materiais de cada município por Estado tiveram sobre a variação total dentro de procedências, foi estimada isolando-se os efeitos de cada Estado e dos municípios, separadamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância para as características diâmetro do caule, altura da planta e número de lançamentos é apresentada na Tabela 2. Foram detectadas diferenças significativas entre tratamentos ao nível de 0,01 de probabilidade para todas as características, exceto altura da planta, que foi significativo somente ao nível de 0,05 de probabilidade.

A eficiência do látex foi relativamente alta, apresentando 148,4%, 146,5% e 123,0%, respectivamente, para diâmetro do caule, altura de planta e número de lançamentos.

Nas Tabelas 3, 4 e 5 são apresentados os índices de sobrevivência, médias e desvios padrão dos caracteres diâmetro do caule, altura da planta e número de lançamento das procedências originadas dos Estados de Rondônia, Mato Grosso e Acre, respectivamente.

Para diâmetro do caule, as procedências que se destacaram foram RO/CM/10, MT/C/04 e MT/C/06, com média de 2,13 cm, 2,01 cm e 1,97 cm, porém não apresentaram diferenças significativas entre si pelo teste de Tukey. As plantas das procedências AC/S/11 (1,39 cm) e AC/S/08 (1,45 cm) apresentaram as menores médias, que podem ser a causa determinante das diferenças significativas a 0,01 de probabilidade encontradas nas análises.

Para o caráter altura da planta, as procedências que apresentaram maior destaque foram MT/C/04, RO/CM/10 e MT/C/06, com média de 2,39 m, 2,27 m e 2,18 m, respectivamente, enquanto as plantas de menor porte foram apresentadas pelas procedências AC/S/11 (1,52 m), AC/B/19 (1,55 m) e AC/S/08 (1,58 m).

Como se pode observar, as procedências que apresentaram as plantas mais vigorosas são provenientes dos seringais nativos dos municípios de

Costa Marques, no Estado de Rondônia, e Ariel, no Estado do Mato Grosso, que estão localizados em áreas de várzeas. Este fato concorda com as observações de Paiva (1981), que realçou a existência de maior variabilidade entre plantas nos seringais nativos de várzea. Por outro lado, as procedências provenientes dos seringais nativos do município de Sena Madureira, no Estado do Acre, estão apresentando pouco vigor no primeiro ano de idade.

Na avaliação do caráter número de lançamentos, as procedências que apresentaram superioridade foram RO/CM/10, RO/PB/01, MT/C/04 e MT/C/06, enquanto as que apresentaram menor número médio de lançamento foram AC/S/11, AC/B/19, MT/C/01 e AC/F/06B.

O índice de sobrevivência das plantas no campo após o transplante foi superior para as procedências originadas de Rondônia, seguida do Acre e Mato Grosso.

Em geral, as procedências originadas do Estado de Rondônia apresentaram melhor vigor em relação às demais e, dentro do Estado, às provenientes do município de Costa Marques. No Estado de Mato Grosso, as procedências originadas do município de Ariel se destacaram pelo seu vigor em relação às do município de Itaúba, enquanto no Estado do Acre as provenientes de Tarauacá apresentaram-se mais vigorosas.

Se as diferenças no vigor das procedências persistirem na fase adulta das plantas, associadas a

TABELA 2. Análise da variância do diâmetro do caule (DC), altura da planta (AP) e número de lançamentos (NL) de trinta e seis procedências de seringueiras com um ano de idade. Manaus, AM, 1983.

FV	GL	Quadrados médios		
		DC	AP	NL
Repetições	2	1,5095**	1,5361**	0,1020**
Tratamentos (aj.)	35	0,0825**	0,1010*	0,0277**
Erro intrabloco	55	0,0318	0,0489	0,0064
Erro dentro	5292	0,0116	0,0129	0,0032

* $P < 0,01$.

** $P < 0,05$.

TABELA 3. Índice de sobrevivência (IS), média e desvio padrão (valores entre parênteses) dos caracteres diâmetro do caule (DC), altura de planta (AP) e número de lançamentos (NL) de dez procedências de seringueiras nativas do Estado de Rondônia, Manaus, AM, 1983.

Local	IS (%)	DC (cm)	AP (m)	NL*
Pimenta Bueno				
RO/PB/01	73,3	1,84 (0,63)	2,01 (0,67)	2,89 (0,29)
RO/PB/02	76,7	1,79 (0,57)	1,89 (0,54)	2,77 (0,35)
Ji-Paraná				
RO/JP/03	86,0	1,94 (0,68)	2,00 (0,65)	2,72 (0,25)
Ouro Preto d'Oeste				
RO/OP/04	74,7	1,70 (0,65)	1,79 (0,63)	2,74 (0,33)
Ariquemes				
RO/A/07	81,3	1,49 (0,62)	1,72 (0,66)	2,76 (0,35)
Calama				
RO/C/08	80,0	1,55 (0,64)	1,69 (0,63)	2,72 (0,34)
RO/C/09	82,1	1,50 (0,56)	1,63 (0,53)	2,71 (0,26)
Costa Marques				
RO/CM/10	82,7	2,13 (0,75)	2,27 (0,73)	3,01 (0,34)
RO/CM/11	72,0	1,76 (0,66)	1,92 (0,67)	2,84 (0,30)
RO/CM/12	78,7	1,74 (0,71)	1,87 (0,69)	2,80 (0,33)
DMS				
1º Associado	5%	0,69	0,86	0,31
	1%	0,79	0,98	0,36
2º Associado	5%	0,72	0,89	0,32
	1%	0,82	1,02	0,37

* Desvio padrão de dados transformados para $\sqrt{x + 0,5}$.

outras características, é de se esperar que esses fatores determinem grande proporção de variabilidade na produção de borracha das plantas (Wycherley 1969). Neste caso, haverá maior probabilidade de selecionar tipos superiores nas procedências originadas de seringais em áreas de várzea. Ho et al. (1977), reportando-se às análises biométricas efetuadas anteriormente pelo Rubber Research Institute of Malaysia, afirmam que, desde que as variações genéticas das características de produção de borracha e vigor das plantas são de natureza aditiva, este fato é indicativo de que se pode abreviar o ciclo de seleção sem esperar pelos resultados de testes de progênies para conhecer o valor genético dos paternos em um programa de melhoramento.

As estimativas dos componentes da variância e a percentagem desses sobre a variância fenotípica

total para os três caracteres avaliados são apresentados na Tabela 6. O caráter número de lançamentos apresentou maior percentagem de variância genética entre procedências, contidas na variação fenotípica total, indicando que a seleção será mais eficiente para esse caráter em relação a diâmetro do caule e altura da planta. Essa tendência de maior variação genética do caráter número de lançamentos pode ser atribuída à menor influência do ambiente sobre a manifestação do caráter. Porém, dada a forte associação que existe entre número de lançamentos e altura da planta (Gonçalves et al. 1980b e Paiva et al. 1982), era de se esperar que a variação existente na população para os dois caracteres fosse equivalente.

Ainda na Tabela 6, são apresentados os coeficientes de variação genética e experimental, bem como a relação entre ambos (índice b). Os coefi-

TABELA 4. Índice de sobrevivência (IS), média e desvio padrão (valores entre parênteses) dos caracteres diâmetro do caule (DC), altura de planta (AP) e número de lançamento (NL) de dez procedências de seringueiras nativas do Estado de Mato Grosso, Manaus, AM, 1983.

Local	IS (%)	DC (cm)	AP (m)	NL*
Ariel				
MT/C/01	40,7	1,57 (0,55)	1,77 (0,63)	2,61 (0,30)
MT/C/02	52,7	1,60 (0,68)	1,83 (0,75)	2,77 (0,39)
MT/C/04	68,0	2,01 (0,61)	2,39 (0,71)	2,85 (0,32)
MT/C/05	64,0	1,53 (0,53)	1,85 (0,66)	2,65 (0,35)
MT/C/06	66,0	1,97 (0,57)	2,18 (0,59)	2,85 (0,28)
Itaúba				
MT/IT/12	70,0	1,57 (0,55)	1,71 (0,59)	2,72 (0,37)
MT/IT/14	72,7	1,53 (0,64)	1,69 (0,66)	2,79 (0,36)
MT/IT/15	62,2	1,55 (0,61)	1,79 (0,61)	2,81 (0,35)
MT/IT/16	72,0	1,58 (0,61)	1,79 (0,67)	2,83 (0,40)
MT/IT/18	72,0	1,69 (0,74)	1,84 (0,74)	2,74 (0,39)
DMS				
1.º Associado	5%	0,69	0,86	0,31
	1%	0,79	0,98	0,36
2.º Associado	5%	0,72	0,89	0,32
	1%	0,82	1,02	0,37

* Desvio padrão de dados transformados para $\sqrt{x + 0,5}$.

TABELA 5. Índice de sobrevivência (IS), média e desvio padrão (valores entre parênteses) dos caracteres diâmetro do caule (DC), altura de planta (AP) e número de lançamento (NL) de dezesseis procedências de seringueiras nativas do Estado do Acre, Manaus, AM, 1983.

Local	IS (%)	DC (cm)	AP (m)	NL*
Tarauacá				
AC/T/01	69,3	1,85 (0,60)	2,12 (0,72)	2,74 (0,31)
AC/T/04	70,0	1,77 (0,70)	2,02 (0,77)	2,77 (0,29)
Feijó				
AC/F/05	70,0	1,63 (0,63)	1,78 (0,67)	2,67 (0,37)
AC/F/06A	67,3	1,70 (0,70)	1,93 (0,79)	2,67 (0,31)
AC/F/06B	58,0	1,71 (0,61)	1,87 (0,69)	2,61 (0,29)
AC/F/07	74,0	1,95 (0,68)	2,12 (0,69)	2,73 (0,26)
Sena Madureira				
AC/S/08	76,0	1,45 (0,61)	1,58 (0,59)	2,62 (0,32)
AC/S/09	71,3	1,58 (0,67)	1,73 (0,65)	2,67 (0,30)
AC/S/10	84,0	1,58 (0,48)	1,82 (0,56)	2,74 (0,24)
AC/S/11	68,0	1,39 (0,58)	1,52 (0,59)	2,53 (0,39)
AC/S/12	64,7	1,53 (0,63)	1,73 (0,64)	2,69 (0,28)
Assis Brasil				
AC/AB/15	75,0	1,52 (0,48)	1,69 (0,54)	2,66 (0,31)

TABELA 5. Continuação.

Local	IS (%)	DC (cm)	AP (m)	NL*
Brasileira				
AC/B/18	76,7	1,71 (0,57)	1,90 (0,57)	2,67 (0,29)
AC/B/19	79,3	1,46 (0,65)	1,55 (0,67)	2,60 (0,32)
Xapuri				
AC/X/20	75,3	1,69 (0,67)	1,79 (0,69)	2,64 (0,32)
AC/X/21	69,3	1,67 (0,67)	1,73 (0,63)	2,65 (0,30)
DMS				
1 ^o Associado	5%	0,69	0,86	0,31
	1%	0,79	0,98	0,36
2 ^o Associado	5%	0,72	0,89	0,32
	1%	0,82	1,02	0,37

* Desvio padrão de dados transformados para $\sqrt{x + 0,5}$.TABELA 6. Estimativas dos componentes da variância genética entre procedências (σ_p^2), do erro intrabloc (σ_e^2), do erro dentro (σ_d^2), fenotípica (σ_F^2), coeficiente de variação genética (CV_g) e experimental (CV_e) e índice "b" para três caracteres de seringueira com um ano de idade. Manaus, AM, 1983.

Caracteres	Diâmetro do caule	Altura da planta	N ^o de lançamento
Componentes			
σ_p^2	0,0174 (26,2%) ¹	0,0169 (34,7%)	0,0071 (52,6%)
σ_e^2	0,0360 (54,3%)	0,0202 (41,5%)	0,0032 (23,7%)
σ_d^2	0,0129 (19,5%)	0,0116 (23,8%)	0,0032 (23,7%)
σ_F^2	0,0663 (100,0%)	0,0487 (100,0%)	0,0135 (100,0%)
CV_g (%)	7,78	7,14	3,09
CV_e (%)	10,67	11,97	2,93
b*	0,73	0,60	1,05

* $b = CV_g / CV_e$; ¹ $= (\sigma_p^2 / \sigma_F^2) \cdot 100$

cientes de variação experimental mantiveram-se em níveis aceitáveis em experimentação com seringueira, enquanto o coeficiente de variação genética apresentaram-se superiores aos encontrados por Paiva (1980) trabalhando com plântulas originadas de seringueiras nativas, e inferiores aos apresentados por Gonçalves et al. (1980a) trabalhando com clones. Os valores encontrados para o índice "b"

para os três caracteres demonstram que esta população, com um ano de idade, contém grande quantidade de variabilidade aproveitável na seleção.

A contribuição proporcional de cada Estado sobre a variação estimada dentro de procedências para os três caracteres (Tabela 7) demonstra que o material proveniente do Estado do Acre contribui com maior percentagem de variação, com 44,4%,

TABELA 7. Contribuição, por local, da variação dentro de procedência (σ_d^2) e dos Estados, sobre a variação total (σ_T^2) estimada entre procedências para três caracteres de seringueiras com um ano de idade. Manaus, AM, 1983.

Local	Diâmetro do caule		Altura da planta		N.º de lançamento	
	σ_d^2 (%)	σ_T^2 (%)	σ_d^2 (%)	σ_T^2 (%)	σ_d^2 (%)	σ_T^2 (%)
Acre	44,4	23,6	42,8	28,2	48,9	34,9
Tarauacá	20,2		21,8		15,9	
Feijó	19,6		20,8		18,9	
Sena Madureira	16,3		13,9		17,7	
Assis Brasil	9,6		14,7		15,8	
Brasília	14,6		12,8		14,0	
Xapuri	19,7		16,0		17,7	
Rondônia	29,6	42,3	33,1	29,8	32,1	46,1
Pimenta Bueno	16,2		16,6		18,1	
Ji-Paraná	17,0		15,8		9,4	
Ouro Preto d'Oeste	18,4		17,7		20,0	
Ariquemes	14,8		17,2		20,6	
Calama	13,5		12,8		14,4	
Costa Marques	20,1		19,9		17,5	
Mato Grosso	26,0	34,1	24,1	42,0	20,0	19,0
Ariel	52,6		58,1		50,1	
Itaúba	47,4		41,9		49,9	

42,8% e 48,9%, respectivamente para diâmetro do caule, altura de planta e número de lançamentos. Isto evidencia que as procedências originadas do Estado do Acre estão apresentando maior variabilidade genética entre plantas, ou então, que as plantas, em cada procedência, são mais sujeitas às variações do ambiente dentro da parcela, pois, segundo Vencovsky (1978), nas variações estimadas dentro de parcela, quando se trabalha com plântulas, existe um efeito devido às diferenças genéticas entre plantas, e outro, devido às diferenças ambientais.

Para o caráter diâmetro do caule, a contribuição proporcional dos municípios sobre a variação estimada dentro de procedência por Estado foi superior para o município de Costa Marques, no Estado de Rondônia, com 20,1%; para o município de Ariel, no Estado de Mato Grosso, com 52,6%; e para o município de Tarauacá, no Estado do Acre, com 20,2% (Tabela 7). No geral, a contribuição proporcional dos Estados sobre a variação total das procedências no experimento indicou o Estado de Rondônia como maior contribuinte, seguido pelos Estados de Mato Grosso e Acre, com 42,3%, 34,1% e 23,6%, respectivamente.

Os municípios que apresentaram maior contribuição quanto à variação estimada dentro de cada Estado, para o caráter altura da planta, foram os mesmos que se destacaram para diâmetro do caule. Convém destacar que as procedências que apresentaram plantas mais vigorosas são originadas dos municípios que contribuíram com maior proporção de variabilidade estimada entre plantas dentro de procedências. O material do Estado do Mato Grosso apresentou maior contribuição, quanto à variação total das procedências, para o caráter altura da planta.

Para o caráter número de lançamentos o município de Ouro Preto d'Oeste, no Estado de Rondônia, contribuiu com maior percentagem sobre a variação dentro de procedências, enquanto os municípios de Ariel e Feijó, respectivamente no Estado de Mato Grosso e Acre, apresentaram maiores contribuições. O material proveniente do Estado de Rondônia se destacou sobre os dois outros, em relação à variação total estimada entre procedências.

O índice de infecção das doenças e a percentagem de plantas afetadas são apresentados na Fig. 1. Pode-se observar que todas as procedências foram

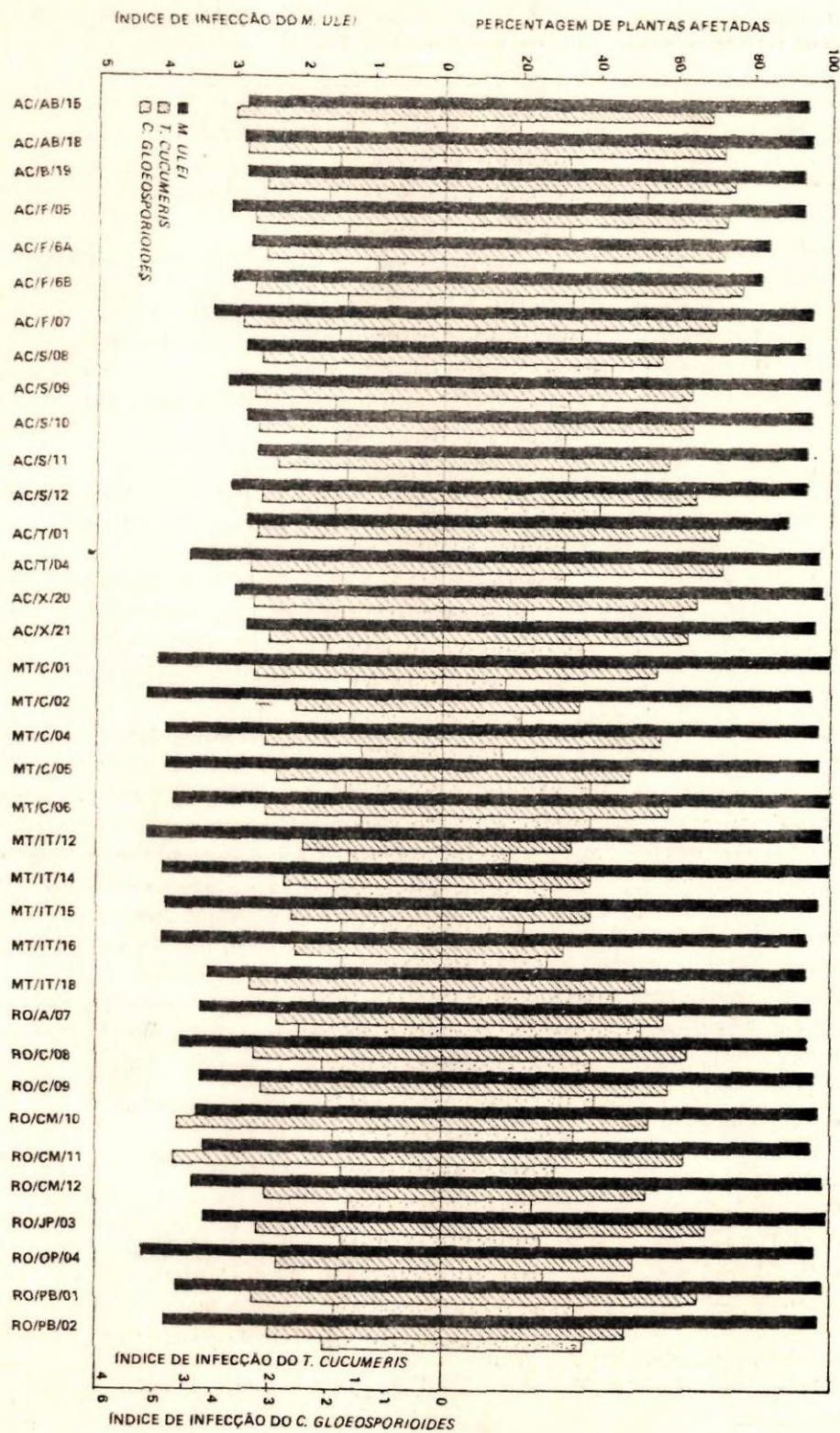


FIG. 1. Índice de infecção e percentagem de plantas de seringueira com 17 meses de idade afetadas por *Microcyclus ulei*, *Thanatephorus cucumeris* e *Colletotrichum gloeosporioides*. Manaus, AM, 1983.

altamente infectadas pelo *M. ulei*. Quanto ao *T. cucumeris* e ao *C. gloeosporioides*, de um modo geral as procedências mostraram níveis bem inferiores de ataque.

Deve ser enfatizado que estes resultados foram obtidos em plantas com 17 meses após o transplante para o local definitivo, portanto não podem ser conclusivos. A situação do nível de incidência destes patógenos pode mudar com o clima e idade das plantas. Estes fungos causam infecção apenas em folíolos jovens. O fato de a seringueira começar a trocar de folhas no terceiro e quarto ano de idade significa que a ocorrência destas doenças se dará na época de troca anual de folhas, e a maior ou menor intensidade de ataque dependerá principalmente das condições de umidade.

As variações edafoclimáticas existentes entre os três Estados e entre os municípios dentro dos Estados podem ser responsáveis pelas diferenças genéticas entre plantas, durante os processos de adaptação aos diferentes locais de ocorrência. O plantio do material de diferentes origens em um mesmo ambiente possibilita o estudo dessa diferença a fim de quantificá-la e utilizá-la no melhoramento da cultura. Outra forma de utilizar a informação é concentrar as futuras coletas de material botânico de seringueira nos locais que apresentaram maior variabilidade genética.

Entretanto, espera-se que haja modificações no desenvolvimento das procedências em virtude do efeito da interação tratamento x ano. Paiva et al. (1983) observaram grandes alterações no desenvolvimento vegetativo de clones de seringueira no segundo ano de idade das plantas, em relação ao primeiro ano, nas condições ecológicas de Manaus. Admitindo-se a existência de variabilidade genética entre plantas, essas modificações podem ser devidas a diferentes graus de suscetibilidade a doenças, pois estudos preliminares de Lieberei (1981) indicam que plantas com baixa capacidade de liberação de cianeto estão menos predispostas à incidência de *M. ulei*. Segundo Langford (1945), plantas de clones tidos como resistentes a determinada raça de patógeno apresentam suscetibilidade na fase inicial do desenvolvimento das folhas, diferindo somente na duração do período suscetível, em relação aos clones tidos como suscetíveis à doença.

A variabilidade genética existente entre plantas dentro de procedências e entre procedências, em relação à resistência a doenças, determinará grandes alterações no vigor do crescimento inicial das plantas e, conseqüentemente, sobre a produção de borracha.

CONCLUSÕES

1. As procedências que estão apresentando melhor vigor são provenientes de seringais nativos localizados em área de várzea.

2. Em geral, as procedências originadas do Estado de Rondônia apresentaram-se mais vigorosas em relação às provenientes dos Estados do Acre e Mato Grosso.

3. Os parâmetros de avaliação da variabilidade genética contida na população detectaram grande quantidade de variabilidade aproveitável na seleção.

4. As procedências originadas do Estado do Acre apresentaram maior contribuição na estimativa da variação dentro de procedências, seguidas daquelas originadas dos Estados de Rondônia e Mato Grosso.

5. As procedências originadas do município de Costa Marques, no Estado de Rondônia; Ariel, no Estado de Mato Grosso; e Tarauacá, no Estado do Acre, apresentaram proporcionalmente maior contribuição sobre a variação estimada dentro de procedência em cada Estado, para as características que determinam vigor de planta.

6. Todas as procedências foram altamente infectadas pelo *Microcyclus ulei*, ao passo que o ataque de *Thanatephorus cucumeris* e *Colletotrichum gloeosporioides* foi menos intenso e mais variável.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Srta. Maria Elizabeth da Costa Vasconcelos, pelas sugestões nos cálculos estatísticos, e ao Técnico Agrícola, assistente da área de melhoramento, Sr. Nilo Falcão, pela coleta dos dados.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A.M.R.; MACHADO, C.C. & PAMIZZI, M. C.C. Doenças do girassol. Londrina, EMBRAPA-

- CNPSo, 1981. 24p. (EMBRAPA-CNPSo. Circular Técnica; 6).
- BRASIL. SUDHEVEA. Subprograma IPEAN. Revisão do gênero *Hevea*. In: ———, Relatório anual julho/1972 - junho/1973. Belém, SUDHEVEA/DNPEA, 1973. n.p.
- CAMARGO, F.C. Estudo das possibilidades do desenvolvimento da cultura da seringueira no Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1958. 6p.
- CHEE, K.H. Assessing susceptibility of *Hevea* clones to *Microcyclus ulei*. *Ann. Appl. Biol.*, 84:135-45, 1976.
- COCHRAN, W.G. & COX, G.M. Experimental designs. 2.ed. New York, J. Wiley, 1957. 611p.
- GASPAROTTO, L.; TRINDADE, D.R. & LIEBEREI, R. Sistema de avaliação da incidência da mancha-areolada (*Thanatephorus cucumeris* (Frank) (Donk) em seringueira (*Hevea* spp.). *Fitopatol. bras.*, Brasília, 7(3):349-57, 1982.
- GONÇALVES, P. de S. Expedição internacional à Amazônia no Território Federal de Rondônia para coleta de material botânico de seringueira *Hevea brasiliensis*; relatório de viagem. Manaus, EMBRAPA-CNPSo, 1981. 59p.
- GONÇALVES, P. de S.; ROSSETTI, A.G.; VALOIS, A.C.C. & VIÉGAS, I. de J.M. Comportamento, estudo de correlações e herdabilidade de alguns caracteres quantitativos em clones jovens de seringueira (*Hevea* spp.). In: SEMINÁRIO NACIONAL DE SERINGUEIRA, 3., Manaus, AM, 1980. Anais... Brasília, SUDHEVEA, 1980a. v.1, p.386-421.
- GONÇALVES, P. de S.; VASCONCELOS, M.E.C.; VALOIS, A.C.C. & SILVA, E.B. da. Herdabilidade, correlações genéticas e fenotípicas de algumas características dos clones jovens de seringueira. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 15(2):129-36, 1980b.
- HO, C.Y.; TAN, H.; ONG, S.H.; SULTAN, M.O. & NOOR, A. Breeding and selection strategies at the Rubber Institute of Malaysia. Kuala Lumpur, RRIM, 1977. 13p. Trabalho apresentado no Workshop on International Collaboration in Hevea Breeding and the Collection and Establishment of Materials from the Neo-Tropics, Kuala Lumpur, Malaysia, 1977.
- LANGFORD, M.H. South American leaf blight of *Hevea* rubber trees. Washington, USDA, 1945. 31p. (USDA. Technical Bulletin, 822).
- LIEBEREI, R. Studies on morphological and physiological factors of *Hevea* species, responsible for resistance to infection with *Microcyclus ulei*; the causal agent of South American leaf blight report. Braunschweig, Botanische Institut, 1981. 17p.
- LITTLE, T.M. & HILLS, F.J. Statistic methods in agricultural research. Davis, Univ. of California, 1975. 242p.
- MORAES, V.H.F. Rubber. In: ALVIM, P. de T. & KOZLOWSKY, T.T. Ecophysiology of tropical crops. New York, Academic Press, 1977. p.315-31.
- PAIVA, J.P. Estimativas de parâmetros genéticos em seringueira (*Hevea* sp.) e perspectivas de melhoramento. Piracicaba, ESALQ, 1980. 92p. Tese Mestrado.
- PAIVA, J.R. de. I coleta de material sexuado e assexuado nos seringais nativos do Estado de Mato Grosso. Manaus, EMBRAPA-CNPSo, 1981. 26p.
- PAIVA, J.R. de; GONÇALVES, P. de S. & VALOIS, A.C.C. Avaliação preliminar do comportamento de novos clones de seringueira em Manaus. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 18(2):147-58, 1983.
- PAIVA, J.R. de; ROSSETTI, A.G. & GONÇALVES, P. de S. Uso do coeficiente de caminhamento no melhoramento da seringueira. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 17(3):433-40, 1982.
- VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNANI, E. Melhoramento e produção de milho no Brasil. Piracicaba, ESALQ, 1978. p.122-95.
- WASTIE, R.L. Nursery screening of *Hevea* for resistance to *Gloeosporium* leaf disease. *J. Rubber Res. Inst. Malays.*, 23(5):339-50, 1973.
- WYCHERLEY, P.R. Breeding of *Hevea*. *J. Rubber Res. Inst. Malays.*, 21(1):38-55, 1969.