

FERNANDO SERGIO VALENTE PINHEIRO

**ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS E SELEÇÃO EM CLONES DE
SERINGUEIRA (*HEVEA spp*) EM ÁREA DE ESCAPE AO MAL-DAS-FOLHAS NO
MUNICÍPIO DE SANTA TEREZINHA-MT**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural da
Amazônia e Embrapa – Amazônia Oriental, como
parte das exigências do Curso de Doutorado em
Ciências Agrárias, para obtenção do título de
Doutor.

Professor Dr. Milton Guilherme da Costa Mota – Orientador

BELÉM

2008

Pinheiro, Fernando Sergio Valente

Estimativas de parâmetros genéticos e seleção em clones de seringueira (*Hevea spp*) em área de escape ao mal-das-folhas no Município de Santa Terezinha-MT / Fernando Sergio Valente Pinheiro. _ Belém, 2008.

131 f. : il.

Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Embrapa - Amazônia Oriental, 2008.

1. Seringueira 2.Seringueira – parâmetros genéticos
3. Seringueira - clone 4. Seringueira – área de escape 5.
Microcyclus Ulei 6. *Hevea* I.Titulo

CDD – 633.8952



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS E SELEÇÃO DE CLONES DE SERINGUEIRA (*Hevea spp.*) EM ÁREA DE ESCAPE AO MAL-DAS-FOLHAS, EM SANTA TEREZINHA-MT

FERNANDO SÉRGIO VALENTE PINHEIRO

Tese de Doutorado apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Área de Concentração Agroecossistemas da Amazônia para obtenção do Título de Doutor.

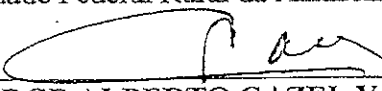
Avaliada em 16 de junho de 2008

Comissão Examinadora:

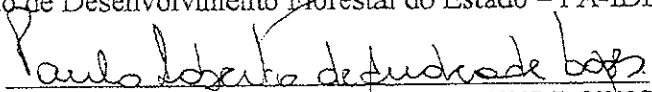

Dr. MILTON GUILHERME DA COSTA MOTA

Orientador

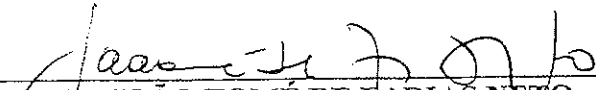
Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA


Dr. JORGE ALBERTO GAZEL-YARED

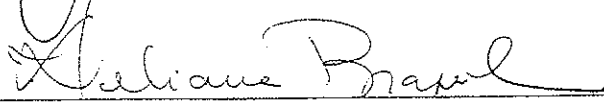
Instituto de Desenvolvimento Florestal do Estado - PA-IDEFLOR


Dr. PAULO ROBERTO DE ANDRADE LOPES

Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA


Dr. JOÃO TOMÉ DE FARIAS NETO

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA-CPATU


Dra. HELIANA MARIA SILVA BRASIL

Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA

A meu pai, Professor Eurico Pinheiro, amigo, mentor e parceiro na lida com a heveicultura.
A minha mãe Lina, a minha esposa Marta e aos meus filhos, acima de tudo pela compreensão
carinho e apoio. Ao meu irmão e amigo Luiz Cláudio pelo apoio e incentivo nas horas em que

mais precisei.

Ofereço este trabalho

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos à Universidade Federal Rural da Amazônia e a Embrapa – Amazônia Oriental, pela oportunidade proporcionada para a realização deste curso.

Ao meu orientador Professor Dr. Milton Guilherme da Costa Mota, pela amizade, incentivo e cobranças nas horas certas.

Ao amigo e hoje um ícone do melhoramento genético da seringueira no Brasil, Dr. Paulo de Souza Gonçalves, pelas sugestões apresentadas. Aos professores e colegas do Curso, pela amizade e troca de experiências.

À Eng^a Florestal Dr^a Aliete Villacorta e Professores Dr. Paulo Contente de Barros e Dr. Waldenei Queirós, pela ajuda nas análises dos dados.

À Bibliotecária Risonilda Maria de Mesquita Tavares, pelas correções nas referências bibliográficas.

À Secretária do Curso de Doutorado Shirley Costa, pelo carinho e atenção dedicada. Enfim, a todos aqueles que contribuíram de uma forma direta ou indireta para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	12
2.1 HISTÓRICO E IMPORTÂNCIA DA SERINGUEIRA	12
2.2 CENTRO DE DIVERSIDADE DA SERINGUEIRA.....	14
2.3 MELHORAMENTO GENÉTICO DA SERINGUEIRA	15
2.4 MELHORAMENTO GENÉTICO E O MAL-DAS-FOLHAS	18
2.5 O ESCAPE AO MAL-DAS-FOLHAS	24
2.6 SOLOS E AS ÁREAS DE ESCAPE COM DÉFICIT HÍDRICO ELEVADO	37
3 MATERIAIS E MÉTODOS	39
3.1 INSTALAÇÃO, MATERIAL VEGETAL E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	39
3.2 AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS	43
3.2.1 Perímetro do Tronco	44
3.2.2 Caracteres do Sistema Laticífero	44
3.2.3 Produção de Borracha Seca	45
3.2.4 Outros Caracteres.....	45
3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA	46
3.4 ESTIMATIVAS DAS VARIÂNCIAS FENOTÍPICAS, GENOTÍPICAS E DE AMBIENTE.....	46
3.4.1 Variância Fenotípica	47
3.4.2 Variância Genotípica	48
3.4.3 Variância Ambiental	48
3.5 CÁLCULO DA HERDABILIDADE	48
3.6 ANÁLISES DE COVARIÂNCIA.....	49
3.7 CORRELAÇÕES FENOTÍPICAS, GENOTÍPICAS E DE AMBIENTE	51
3.7.1 Coeficiente de Correlação Fenotípica.....	52
3.7.2 Coeficiente de Correlação Genotípica	52
3.7.3 Coeficiente de Correlação Ambiental.....	53
3.8 ÍNDICE DE SELEÇÃO	53
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	58
4.1 EXPRESSÕES FENOTÍPICAS DOS CARACTERES	58
4.1.1 Caracteres de Produção de Borracha	58
4.1.2 Caracteres de Desenvolvimento	80

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo estimar parâmetros genéticos e promover seleção de clones de seringueira em uma área de escape ao mal-das-folhas no Município de Santa Terezinha, no nordeste do Mato Grosso, às proximidades da divisa do Estado do Pará, sendo uma área marginal ao cultivo da seringueira por apresentar déficit hídrico de 336 mm. O experimento congrega dados coletados no período de 2000 a 2005, utilizando-se delineamento em blocos ao acaso, com 25 clones e 3 repetições. Foram estudados os caracteres de produção de borracha e seu incremento, perímetro do tronco e seu incremento nesse período, bem como os caracteres do sistema laticífero: número de anéis, diâmetro de vasos e densidade de vasos laticíferos em 5 mm de casca. Observações foram coletadas para incidência de secamento de painel de corte (SPC), doenças e pragas. Estimativas de parâmetros genéticos foram procedidas para herdabilidade no sentido amplo, correlações genotípicas, fenotípicas e ambientais, o que permitiu determinar um índice de seleção, tomando os sete principais caracteres, para em uma análise em conjunto dessas variáveis, selecionar as melhores cultivares. As plantas somente entraram em sangria aos 9 anos, devido ao elevado déficit hídrico. Quanto aos caracteres de produção destacaram-se dentre os mais produtivos os clones IAN 2878, IAN 2880, IAN 3087, IAN 2903 e o IAN 6323. Como menos produtivos estão os originados da Bahia MDF 180 e SIAL 842, bem como os amazônicos FCAP 44 e AC 58. No tocante a perímetro do tronco, destacaram-se o FCAP 44, IAN 6323 e MDF 180, merecendo destaque especial o clone IAN 6323 que apresentou dupla aptidão (madeira e látex), sendo um dos mais vigorosos e mais produtivos de látex. Para o caráter número de anéis de vasos laticíferos, destacaram-se os clones IAN 2878 e IAN 2880; para diâmetro de vasos laticíferos as cultivares PB 330 e IAN 873 e para densidade de vasos os clones RRIM 600 e PB 28/59. Houve incidência de 13,6% e 9,8% de SPC para os clones IAN 2903 e IAN 3156, respectivamente. No Município de Santa Terezinha quando a planta muda o seu hábito de crescimento, assumindo a condição de caducifólia, escapa ao ataque do patógeno, uma vez que a troca de folhas ocorre em plena estação seca e não há umidade em tempo suficiente para o desenvolvimento do *Microcyclus ulei*, porém houve pequena incidência de *Colletotrichum* sp e *Pellicularia koleroga*. Ataque severo foi registrado para a praga percevejo-de-renda (*Leptopharsa hevea*), solucionando o problema com o uso de micoinseticida no controle biológico. Valores de herdabilidade altas foram encontrados em quase todos os caracteres, destacando-se as características de produção de látex com valores bastante elevados, variando de 96,6157% a 98,8415%. Correlações positivas foram encontradas para produção de

borracha e anéis de vaso e densidade de laticíferos. Não houve correlação entre produção e perímetro do tronco. A acurácia do índice de seleção foi de 99,3545% e por esse índice foram selecionados como principais clones o IAN 2878, IAN 2880, IAN 3087 IAN 3156, IAN 2903 e IAN 6323, ressaltando a alta incidência de SPC no IAN 3156 e IAN 2903. O ganho genético para produção com a utilização do índice de seleção foi de 14,62 g.a.c. obtendo-se 34,10% de ganho genético na produção de borracha, em relação à média do caráter.

Palavras-chave: seringueira; Hevea; clones; área de escape; *Microcyclus ulei*; parâmetros genéticos; índice de seleção.

ABSTRACT

The objective of this work was to estimate the genetics parameters and selection of rubber tree clones in a South American Leaf Blight's (SALB) escape area at the Santa Terezinha country, in the northeast of Mato Grosso State, near to the Para State border, a marginal area of rubber tree crop because presents a water deficit of 336 mm. The experiment presents data gathered from 2000 to 2005, using the randomised block design, with 25 clones and 3 repetitions. Were studied characters of rubber yield and its increment, girth and its increment over this period, as well as the latex vessel system, number of latex vessel rings, vessels diameter and density within 5mm of bark. Some observations were made in order to collect data regarding the incidence of tapping panel dryness (TPD), diseases and plagues. Estimation of genetic parameters were made in relation to heritability, genotypic correlations, phenotypic and environmental, also was constructed a selection index, taking those seven main characters so that by using these variables combined to select the best cultivars. The plants used in this experiment started their yielding at nine years old due to the high water deficit. Regarding the production characters the most productive were clones IAN 2878 and IAN 2880, IAN 3087 IAN 2903 and IAN 6323, and the less productive were from Bahia State MDF 180 and SIAL 842 and the Amazonians FCAP 44 and AC 58. Concerning the girth those with best results were FCAP 44, IAN 6323 and MDF 180 with special emphasis to the clone IAN 6323 that showed dual aptness (wood and latex), being one of the most vigorous and productive of latex. To the character of number of latex vessel rings, those with prominence were IAN 2878 and IAN 2880, to the latex vessels diameter cultivars PB 330 and IAN 873 and to latex vessels density clones RRIM 600 and PB 28/59. There were incidence of 13,6% and 9,8% regarding TPD to clones IAN 2903 and IAN 3156, respectively. At the Santa Terezinha County when plants change their growth habit to wintering, their escape from the fungus attack as long as the change of leaves occur during the dry season so that there is not enough humidity to the development of the *Microcyclus ulei*, however there were a small incidence of *Colletotrichum sp e Pellicularia koleroga*. There was a severe attack of *Leptopharsa hevea*, that was controlled through the biological control. Almost all characters showed high values for heritability with especial importance for the production characters that varied from 96,6157 to 98,8415. Positive correlations were founded to rubber production, latex vessel rings and latex vessels density. There was not correlation between yielding and girth. The accurateness of the selection index was of 99,3545% and by using this index were selected as the main clones IAN 2878, IAN 2880, IAN 3087, IAN 3156, IAN 2903 and IAN 6323,

emphasising the high incidence of TPD in IAN 3156 and IAN 2903. The genetic improvement to the yielding by the use of this index was 14,62 g.a.c, with 34,10% of genetic improvement regarding the rubber yielding in relation to the character average.

Key words: rubber tree; Hevea; escape area; *Microcyclus ulei*; genetics parameters, selection index.

1 INTRODUÇÃO

A borracha juntamente com o aço e a energia formam um tripé básico de sustentação para o desenvolvimento das civilizações, pois ela é uma das matérias primas mais importantes, sendo utilizada na fabricação de cerca de 40.000 produtos nas mais diversas áreas como: pneumáticos, calçados, construções, eletrodomésticos e médico-hospitalares (com mais de 400 diferentes produtos).

Em função das propriedades de elasticidade, resistência a abrasão, resistência ao impacto, impermeabilidade e outras da borracha natural (cis-1,4-poliisopreno) é difícil esse polímero natural ser substituído, quanto à essas características, por outros artificiais.

Existem aproximadamente 2.000 plantas produtoras de látex, pertencentes a 300 gêneros contidos em 07 famílias: Euforbiácea, Apocinácea, Asclepiadácea, Acerácea, Morácea, Papaverácea e Sapotácea. Dentre essas plantas laticíferas destaca-se a seringueira, pertencente à família Euforbiácea e ao gênero *Hevea* com suas 11 espécies, onde a *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. é a mais importante por ser a mais produtiva.

Além da produção de borracha a seringueira como uma espécie florestal, tem demonstrado aptidão muito boa para a produção de madeira, sendo que os melhores clones na Malásia chegam a produzir aos 15 anos, até 1,5 m³ de madeira por planta, cujo preço no mercado internacional é bastante valorizado, estando bem próximo de US\$ 250,00 o m³. A madeira da seringueira tem sido utilizada principalmente em movelaria, construção civil, produção de painéis e embalagens, tornando, dessa forma, a cultura mais atrativa economicamente.

A seringueira revelou-se também como uma planta melífera apresentando nectários nas flores e na interseção dos peciólulos com os folíolos, sendo que 01 ha de seringueira pode chegar a sustentar até 15 colméias de abelha durante seis meses. As sementes podem ser empregadas para extração de óleo e alimentação animal, possibilitando uma maior verticalização na produção, com agregação de valores à produção de látex.

Outro aspecto positivo da cultura, diz respeito a sua alta taxa de seqüestro de carbono, onde plantas aos 15 anos de idade chegam a fixar cerca de 90 toneladas de CO₂ por hectare.

O centro de origem das espécies do gênero *Hevea* é a bacia amazônica, onde estão de uma maneira em geral, as condições climáticas e edáficas ideais para o cultivo da seringueira, porém, com condições de umidade também ideais para o desenvolvimento da principal enfermidade que acomete a seringueira, que é o mal-das-folhas, causada pelo fungo

Microcyclus ulei P. Henn, considerada por alguns fitopatologistas como uma das mais avassaladoras enfermidades que atacam as culturas, pois, nas Heveas, com as sucessivas quedas dos folíolos infectados, pode inclusive causar a morte da seringueira.

O mal-das-folhas foi sem sombra de dúvidas, o principal condicionante biológico inibidor do desenvolvimento da heveicultura na Amazônia, não se tendo ainda obtido de forma comprovada na região, clones que associem em um mesmo indivíduo, as características de alta produção e resistência ao *Microcyclus ulei*.

Por seu turno, o controle químico dessa enfermidade é mais eficaz para plantas jovens, dado o custo oneroso de sua aplicação. Desta forma, torna-se bastante vantajosa a implantação de seringais em áreas que possibilitem o bom desenvolvimento da cultura, apresentando condições ecológicas que dificultem a proliferação do *M. ulei*, por prescindir desse controle. Essas áreas são denominadas de “escape ao mal-das-folhas”.

A introdução e avaliação do desempenho de clones potenciais é uma etapa necessária para que se possa fazer recomendação de plantio aos produtores. Portanto, essa avaliação em um determinado local é a maneira mais correta e confiável para dar suporte a recomendação de clones para aquele local, ressaltando que o comportamento de um clone para certa característica em uma determinada região, não implica necessariamente em dizer que esse clone terá o mesmo comportamento para todas as regiões, ou até mesmo para outra localidade, pois poderá apresentar expressões fenotípicas diferenciadas, em condições ambientais diferentes.

O presente trabalho, portanto, objetivou estimar parâmetros genéticos e selecionar clones de seringueira em uma área de escape ao mal-das-folhas no Município de Santa Terezinha, no nordeste do Mato Grosso, às proximidades da divisa do Estado do Pará.

Para a consecução desse objetivo, foram avaliadas características de produção, desenvolvimento, sistema laticífero, incidência de secamento de painel, ocorrência de pragas e doenças, assim como, procedeu-se a determinação de parâmetros genéticos que possibilitaram distinguir a variabilidade para detecção de genótipos superiores, estudando-se os componentes de variâncias fenotípicas, a herdabilidade, bem como a determinação do índice de seleção e o ganho genético esperado com a utilização desse índice, possibilitando que sejam selecionados os melhores clones para esses caracteres em conjunto. Ressalta-se ainda que os efeitos genotípicos desses componentes poderão se modificar em maior ou menor intensidade de acordo com o ambiente avaliado, havendo, portanto, a real necessidade de quantificá-los no ambiente testado.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 HISTÓRICO E IMPORTÂNCIA DA SERINGUEIRA

A borracha foi grandemente utilizada pelas civilizações pré-colombianas, habitantes das Américas Central e do Sul. Os Maias e principalmente os Astecas, os quais chegaram a deificar a borracha, e nessa condição a utilizavam nos sacrifícios muitas vezes sanguinários, em oferendas aos seus deuses, dentre os quais o Deus Sol.

Esse polímero era utilizado para fins medicinais, valor comercial de troca, além de atividades lúdicas. Os Astecas criaram um jogo praticado com uma pelota maciça de borracha que servia para solucionar questões políticas e litigiosas entre os vários distritos do reino.

A ausência de árvores produtora de látex no planalto mexicano, onde viviam os astecas, obrigavam a realização de longas viagens até a Província de Uicatan, nas Antilhas para buscar o látex, conduzindo-o para a capital Asteca. Ressalta-se que esse látex não era de seringueira e sim da árvore do caucho (*Castilla elástica*), o qual graças à elevada estabilidade mecânica era de difícil coagulação e por isso, permitindo o transporte até a capital do império Asteca.

Os índios amazônicos preparavam com o látex da seringueira vários tipos de utensílios, a exemplo de sapatos, bolsas e peras, onde armazenavam líquidos, o que conseguiam coagulando o látex pela defumação. O uso racional da borracha para fins práticos foi o grande legado que o índio amazônico deixou para a humanidade.

O primeiro cientista europeu a vislumbrar o potencial dessa matéria prima foi Charles de La Condamine em 1736, entretanto amostras de borracha somente foram levadas para a Europa em 1751, a fim de que fossem avaliadas pela Academia Francesa de Ciência (MOOIBROEK; CORNISH, 2000).

No começo do século XIX o comércio da borracha começou a ficar expressivo, porém no extremo norte, nas estações mais frias do ano, os artefatos de borracha tornavam-se quebradiços em função das baixas temperaturas, assim como ficavam pastosos, quando submetidas a temperaturas mais elevadas.

O grande marco que permitiu a ampla comercialização da borracha aconteceu com o advento da vulcanização dessa matéria prima, que foi descoberta por Charles Goodyear em 1838, trabalhando com uma mistura de enxofre e borracha, possibilitando a flexibilidade do artefato nas temperaturas frias, assim como também o seu enrijecimento nas temperaturas quentes do ano. A vulcanização por Goodyear deu à borracha, nível de qualidade e

durabilidade para a ampla utilização industrial desse polímero.

A seringueira é cultivada na América Latina, África e Sudeste Asiático. A produção mundial de borracha vegetal no ano de 2007 foi de 9,89 milhões de toneladas, contra um consumo de 9,73 milhões de toneladas, gerando um pequeno superávit para os estoques reguladores (INTERNATIONAL RUBBER STUDY GROUP, 2008). Ressalta-se que ao longo das últimas três décadas tem havido um equilíbrio entre produção e consumo mundial dessa commodity.

A Ásia é o maior produtor com 9,42 milhões de toneladas, correspondendo a 95,3% da produção mundial, seguido da África com 0,45 milhões de toneladas e da América Latina com tão somente 0,21 milhões de toneladas. Dentre os países produtores, houve uma supremacia da Malásia até o final da década de 1980, quando foi superada pela Tailândia e Indonésia com 33% e 26% respectivamente da produção mundial.

O maior consumo também está na Ásia, com 6,32 milhões de toneladas, representando 65% do consumo mundial, fato esse perfeitamente explicado pelo crescimento econômico de países bastante populosos como China e Índia.

De acordo com o relatório do International Rubber Study Group (2007), o Brasil produziu 107 mil toneladas em 2006, correspondendo a quase 1% da produção mundial, e consumiu 302 mil toneladas o que equivaleu a 3% do consumo mundial naquele ano, muito aquém dos Estados Unidos e Japão com 13% e 10% respectivamente, ou ainda da Malásia e da Coreia do Sul, ambas com 4% do consumo mundial.

Até meados da década de 1980 os estados amazônicos detinham a hegemonia da produção de borracha, quando então o anacrônico e perpassado seringal silvestre chegou a produzir 85% do total doméstico.

Com o desvio do eixo da produção nacional para o sudeste e o cerrado brasileiro, São Paulo passou a liderar isoladamente o ranque nacional com 60 mil toneladas, correspondendo a 61% do total produzido no Brasil, seguido pela Bahia com 20% e Mato Grosso com 16%.

Apesar de São Paulo estar prevendo um crescimento de 125 a 250 mil hectares plantados para os próximos 15 anos (APABOR, 2008), a diferença entre o consumo e a produção nacional é muito grande, gerando um déficit que leva o país a permanecer importador desta matéria prima.

A primeira tentativa de levar a semente de seringueira da Amazônia para o ocidente ocorreu em 1873, quando Sir Farris enviou sementes de Cametá no Estado do Pará, para o Sr. James Collins no Jardim Botânico de Kew na Inglaterra, das quais vingaram apenas 12 sementes que foram levadas para a Índia. Em 1875 houve uma segunda remessa, sem que

alguma semente houvesse vingado (RRIM, 1954).

Em 1876 Sir Henry Wickham coletou cerca de 70.000 sementes na região de Boim-Tapajós, no Estado do Pará e as remeteu para o Jardim Botânico de Kew, germinando cerca de 2.800 plantas, das quais 1.911 foram enviadas para o Jardim Botânico do Ceilão¹, com registros de sobrevivência da ordem de 90%. Em 1877 foram encaminhadas para a Singapura 22 mudas, as quais foram distribuídos na Malásia, dando origem as 1.000 plantas em condições de sangria encontradas por Ridley em 1888. Os pés-francos da coleta do Wickham no Ceilão, também foram distribuídos por outros países asiáticos (PINHEIRO, 1969; PRIYADARSHAN; CLÉMENT-DEMANGE, 2008).

Apesar das seringueiras nativas virem sendo sangradas há séculos pelos nossos índios, para fabricação dos seus artefatos, a seringueira somente foi plantada na Ásia no final do século XIX, em função de um começo de demanda da indústria pneumática. Portanto, somente a partir de 1876, após a célebre coleta de Wickham, é que foram estabelecidos os primeiros seringais de plantação na Ásia (CLÉMENT-DEMANGE; et al, 2001).

2.2 CENTRO DE DIVERSIDADE DA SERINGUEIRA

A Amazônia é o centro de dispersão natural da seringueira, com suas onze espécies: *H. brasiliensis*, *H. benthamiana*, *H. pauciflora*, *H. rigidifolia*, *H. guianensis*, *H. microphylla*, *H. spruceana*, *H. nítida*, *H. camporum*, *H. camargoana* e *H. paludosa*². Considera-se o alto Rio Negro como o centro de origem do gênero *Hevea*, uma vez que sete dessas espécies são originárias desse afluente do Amazonas.

Todas essas espécies cruzam-se facilmente entre si, pois são diplóides ($2n=36$ cromossomas), sendo que Ong (1975) acredita que a seringueira seja um tetraplóide (anfidiplóide) natural com genoma igual a 9 cromossomas. O cruzamento entre essas espécies de *Hevea* propicia uma série de alternativas de programas de melhoramento, dada a imensa variabilidade genética existente, como o potencial ainda não explorado no Brasil para a produção de madeira (PRIYADARSHAN; GONÇALVES, 2003).

¹ Atual Sri Lanka

² A bibliografia internacional de uma maneira em geral, não considera a *Hevea paludosa* como uma espécie, uma vez que após sua descoberta (cercania de Iquitos), essa espécie não foi mais encontrada.

2.3 MELHORAMENTO GENÉTICO DA SERINGUEIRA

O melhoramento genético da seringueira iniciou na Ásia, no começo do século XX, através de seleção massal nas plantas existentes (BOYUCHOU, 1954). No Brasil o melhoramento somente teve início após a implantação dos grandes seringais da Companhia Ford em Fordlândia (1928) e Belterra (1932), quando mais de um milhão de mudas foram dizimadas pelo mal-das-folhas, sendo ele voltado para associar as características de produção e resistência a essa enfermidade (PINHEIRO, 1983).

Vários autores (BOYUCHOU, 1954; PINHEIRO, 1983; GONÇALVES; ORTOLANI; CARDOSO, 1997; CLÉMENT-DEMANGE et al., 2001; GONÇALVES; AGUIAR; GOUVÊA, 2006 ; PRIYADARSHAN; CLÉMENT-DEMANGE, 2008) descreveram os objetivos do melhoramento genético da seringueira, ressaltando que ele é variável não somente de região para região, como também no tempo, em função de novas tecnologias e/ou demandas, como o caso da madeira que está tendo um interesse internacional e no sudeste asiático estão também direcionando o melhoramento para essa característica. Entretanto, ainda no presente, o principal foco do melhoramento genético é a obtenção de plantas com maiores produções e com um menor custo possível, para que essa produção seja atingida. Portanto, é a produção de látex o caráter mais importante, seguido pelos caracteres de vigor.

Segundo Gonçalves (2008), a capacidade genética de um clone em produzir é o fator que mais influencia a produtividade de um seringal, sendo, portanto, importante que se escolha clones para uma determinada localidade que apresente as características de alta produção nos primeiros anos de sangria e durante seu ciclo, que responda bem a estimulação e a baixa intensidade de sangria, apresentando bom desempenho nos caracteres de vigor.

Para melhorar esses caracteres tem sido utilizado primeiramente a seleção fenotípica das matrizes, a hibridação, a seleção clonal e mais recentemente a seleção entre e dentro de progênies (GONÇALVES et al., 1998). Portanto, a seleção na obtenção de clones de seringueira é realizada tanto por meio vegetativo, quanto generativo.

A seleção por meio vegetativo consiste em identificar plantas com caracteres favoráveis existentes em uma população e através de propagação vegetativa, multiplicá-las com o propósito de verificar se esses caracteres serão mantidos nos indivíduos assim obtidos.

Na prática esse método tem por finalidade a busca das matrizes que darão origem aos clones, bem como observar a persistência dos caracteres de interesse entre os indivíduos que pertence a esses clones.

Nos seringais silvestres da Amazônia foram feitas prospecções com a finalidade de encontrar novos germoplasmas, tendo sido coletado material botânico valioso quanto ao caráter produção, sem que tenha sido logrado êxito quanto à associação desse caráter com a resistência ao *M. ulei* (PINHEIRO, 1969). Nos seringais nativos são selecionadas as plantas mais produtivas, que depois de propagadas em viveiros, sofrem outra seleção, observando-se além da produção, através de testes precoces, outros caracteres de interesse relacionados ao vigor e resistência às enfermidades. As plantas selecionadas são testadas em experimentos de competição de clones em pequena escala.

A renovação de recursos genéticos, com a prospecção na Amazônia, possibilita a obtenção de materiais mais produtivos e/ou resistentes às enfermidades, bem como mais vigorosos, com a seleção privilegiando os métodos precoces, os quais sucedem aos testes clonais de longa duração (CLÉMENT-DEMANGE et al., 1995).

Outras espécies do gênero *Hevea* e acessos originários da Amazônia Brasileira podem ser integrados em programas de melhoramento e muito desses clones serão resultantes da hibridação interespecífica natural, além do fato dessas espécies aliadas terem um potencial bastante elevado para o desenvolvimento de clones mais produtivos para madeira, ressaltando-se que a adaptação de espécies aliadas e acessos ainda não testados para uma ampla quantidade de ambientes brasileiros é uma promissora fonte de variação para o melhoramento da seringueira (PRIYADARSHAN, P.M.; GONÇALVES, P., 2003).

Em prospecções realizadas em seringais nativos do Acre e Rondônia destacaram-se entre o material coletado, as matrizes que deram origem aos clones AC 8, AC 21, AC 22, RO 51 e RO 58. Ainda como resultado dessas prospecções foi encontrada a matriz do clone RO 45, uma planta secular com mais de 3 m de perímetro, produzindo 8 litros de látex por sangria, bem como plantas produzindo de 1 a 5 litros de látex por dia de corte (CONVÊNIO EMBRAPA/FCAP, 1977; GONÇALVES, 1979).

A seringueira é uma planta de polinização cruzada, apresentando uma baixa taxa de autofecundação e o plantio direto de sementes germinadas no campo e posterior condução dos pés-francos é prática não aconselhável nessa cultura, dada a grande variabilidade genética existente no material, principalmente se as sementes são originárias de seringais silvestres, havendo a necessidade de utilização de viveiro para o fornecimento dos portas-enxerto.

Esses viveiros propiciam aos melhoristas, a utilização dessa variabilidade, a fim de que se possam selecionar indivíduos com características desejáveis, onde cada planta enviveirada é um clone em potencial. As plantas selecionadas nesses viveiros são clonadas e conduzidas para os experimentos de competição de clones em pequena escala (PINHEIRO,

1983).

A seleção por meio vegetativo, caso não ocorram mutações, perpetua os caracteres favoráveis nas matrizes dos clones selecionados, enquanto a seleção por meio generativo possibilita que sejam criadas novas populações, portanto, aumentando a variabilidade genética, através dos cruzamentos entre os clones que apresentem caracteres de interesse.

Na criação de novos tipos é necessária a reprodução sexual, desenvolvendo-se um método generativo, permitindo a combinação do material hereditário em uma direção favorável, onde a escolha dos paternos, época de floração e o controle da fertilização, devem ser rigorosamente observados, a fim de que se tenha um maior sucesso no desenvolvimento desse método.

Após a obtenção do material genético por meio generativo, através de polinização controlada ou aberta, as sementes germinadas são conduzidas para um viveiro especial, denominado de viveiro de cruzamento. Nesse viveiro as plantas são agrupadas por família e cada planta é um clone em potencial, sendo feitas avaliações nas plantas para produção, através de testes precoces, para os caracteres de vigor e outros de interesse. Nesse viveiro é realizada também a seleção combinada família x indivíduo, com a finalidade da obtenção da combinação linear do valor da família e do valor do indivíduo (PRIYADARSHAN; CLÉMENT-DEMANGE, 2008). Após a avaliação, as melhores plantas são clonadas e encaminhadas para os experimentos de avaliação em pequena escala.

A indicação de um clone de seringueira para plantio comercial é uma tarefa que demanda bastante tempo, sendo necessários cerca de 30 anos como tempo médio que vai desde a criação de um clone, até a sua recomendação para plantio. Nesse intervalo de tempo os clones são avaliados em nível de pequena escala e após seleção são avaliados em experimentos de larga escala (PINHEIRO, 1983).

Na avaliação em pequena escala são plantados um grande número de clones, porém representados por um pequeno número de plantas, utilizando um delineamento estatístico apropriado, sendo cada parcela representada por 7 a 10 plantas. Nesse ensaio, após 13 a 15 anos de avaliações, com 6 anos pelo menos de produção, são selecionados os melhores clones, para as mais diversas características e serão avaliados em experimentos de larga escala.

Os ensaios de avaliação de clones em larga escala, difere do anterior por conter um pequeno número de clones, porém representados por um grande número de plantas, cerca de 250 a 500 plantas por clone, devendo-se também utilizar um delineamento estatístico apropriado.

É importante a utilização de clones testemunhas já recomendados para a região, a fim

se possa melhor julgar a performance dos clones testados. Com a finalidade de avaliar a homeostase genética é importante que esses clones sejam testados em outros ambientes, a fim de que em bases mais seguras se possa recomendar clones promissores para os produtores.

2.4 MELHORAMENTO GENÉTICO E O MAL-DAS-FOLHAS

A luta contra as doenças é um processo contínuo, sendo que freqüentemente muitas batalhas são ganhas, porém raramente se ganha a guerra. Isso ocorre porque os microorganismos causadores de doenças, também estão sujeitos a mudanças genéticas devido às mutações e recombinações gênicas.

Há um preceito biológico que ressalta ser nas áreas de ocorrência natural de determinada espécie, onde ocorrem seus mais sérios predadores, A seringueira não fugiu a regra geral. Na área de dispersão do gênero *Hevea*, nas matas amazônicas quentes e úmidas está presente o mais sério predador da seringueira, o fungo *Microcyclus ulei*, agente causal da enfermidade mal-das-folhas (PINHEIRO, 1995).

A principal razão para o fracasso da heveicultura na Amazônia foi o mal-das-folhas. Todas as iniciativas de cultivo da seringueira em larga escala na Amazônia sempre úmida fracassaram. Nem o controle químico, nem o biológico, conseguiram manter as plantas produtivas e saudáveis. Os trabalhos de melhoramento desenvolvidos na região, não conseguiram associar as características de alta produção e resistência a essa enfermidade (GASPAROTO, 1997).

Essa enfermidade foi responsável pela desistência de empresas do porte de uma Companhia Ford, Pirelli e Goodyear em continuarem suas atividades heveícolas no Estado do Pará. Foi ainda o mal-das-folhas responsável pelo insucesso de praticamente todos os projetos governamentais que, a exemplo do PROBOR³, objetivaram desenvolver heveicultura na Amazônia. Os insucessos desse programa deixaram no meio rural um resíduo de insatisfação que tem sido difícil remover.

O desânimo contaminou também a pesquisa que culminou com a extinção da SUDHEVEA, órgão por excelência supridor de recursos financeiros, cuja falta acabou por desarticular as equipes de pesquisadores que migraram para outros centros ou outras áreas de atividades. Presentemente, na Amazônia, são poucos os pesquisadores que de forma obstinada, ainda trabalham com a seringueira.

³ Programa do Governo Federal de incentivo à produção de borracha vegetal, com duração de 1972 a 1988

O controle químico do *M. ulei* é feito na fase de viveiro, jardim clonal e seringais jovens, sendo que em seringais adultos esse controle é mais difícil devido a troca irregular de folhas, principalmente dos híbridos de F 4542 (*H. benthamiana*) e a falta de equipamentos mais adequados (JUNQUEIRA, et al., 1992; GARCIA, et al. 2004).

Devido os altos custos do controle químico na Amazônia, os autores sugerem a utilização de clones de seringueira que apresentem um nível um pouco mais elevado de resistência horizontal, a fim de que, no período de reenfolhamento das plantas, seja necessária uma menor frequência de pulverizações. Ressalta-se ainda o fato de não haver correlação entre vigor e resistência ao *M. ulei* nos híbridos dos clones IAN 6158 e Fx 985 (KALIL FILHO; JUNQUEIRA, 2001).

Até o presente momento o fungo ainda está contido no continente Americano, ocorrendo desde Palmar no México (15° N) até São Paulo no Brasil (24° S) (IRRDB, 2008), não tendo atingido outros continentes, com níveis de umidade suficiente para o patógeno se desenvolver, devido não haver vôos intercontinentais diretos para essas regiões, porém há uma preocupação eminente com essa possibilidade, uma vez que existe a probabilidade num futuro próximo desses vôos diretos acontecerem, tornando o controle da doença mais complexo diante de uma disseminação sem controle (LIEBEREI, 2007).

Ressalta ainda esse autor que a grande maioria dos clones cultivados fora do Brasil, oriundos de Boim e de uma base genética bastante restrita são susceptíveis ao *M. ulei*. Algumas novas introduções foram feitas no Sudeste Asiático, a partir do começo dos anos 1980, num esforço de uma cooperação internacional entre os países produtores de borracha vegetal, sendo esse considerado o grande passo para o desenvolvimento da cultura no mundo.

A entrada do *Microcyclus ulei* no Sudeste Asiático é uma ameaça constante e caso isso venha a ocorrer, pela importância que tem essa commodity, o prejuízo na economia dos países produtores será muito grande, bem como afetará o mercado mundial, uma vez que 40% da borracha consumida no mundo é proveniente do látex. Essa ameaça à economia mundial levou a decisão de incluir o *M. ulei* na lista das armas biológicas da United Nations Office on Drugs and Crime.

Presentemente, dentre os objetivos do melhoramento de plantas é levado em consideração, a alta qualidade do látex, secamento de painel reduzido, diferentes arquiteturas de copa, boa formação do sistema radicular, etc. (PRIYADARSHAN; CLÉMENT-DEMANGE, 2008). A pesquisa deve levar ao entendimento do controle do mal-das-folhas ou ao manejo da sua resistência, entretanto, presentemente, não há foco de pesquisa ou atividade

desenvolvida suficientemente, a fim garantir a minimização dessa ameaça mundial, para os seringais do trópico úmido.

O primeiro relatório sobre o *M. ulei* na seringueira foi em 1905, feito por Ule, coletando amostras no Brasil, perto do Rio Juruá e no Peru, perto de Iquitos. Nos anos subsequentes várias infecções por esse patógeno ocorreram em vários lugares da América do Sul e Central, quando as plantações foram dizimadas por ocasião das plantas atingirem a maturidade por volta do 6º/7º ano, com as copas se tocando e mudança no seu ritmo de crescimento, apresentando um grande volume de massa foliar para a disseminação da enfermidade, onde os ascósporos iniciam novos ciclos de infecção tão logo as novas folhas susceptíveis sejam lançadas pelo hospedeiro (LIEBEREI, 2007).

Foram os seringais da Companhia Ford de Fordlândia (1928) e Belterra (1932), a primeira iniciativa de plantio de seringueira de forma expressiva no Brasil, assim como naquela época ocorreram os primeiros registros de ataque do *Microcyclus* de forma epidêmica, dando início, portanto, aos trabalhos de melhoramento genético da seringueira no Brasil, na tentativa de associar as características de produção e resistência a esse patógeno (PINHEIRO, 1983).

A severidade da enfermidade vai depender acima de tudo da susceptibilidade do hospedeiro e das condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento do patógeno que necessita para a sua germinação e penetração nas folhas de umidade relativa do ar de 90% durante 10 horas consecutivas e temperaturas médias de 24 a 26° C (WATSON, 1989). Mesmo clones susceptíveis quando jovens, o rigor da enfermidade não é tão severo, que se acentua somente quando as copas das plantas se tocam e o volume de massa foliar propicia a severidade da enfermidade (BOS; McINDOE, 1965).

Ainda segundo esses autores, a fim de associar as características de produção e resistência ao *M. ulei*, foi utilizado como programa de melhoramento genético o método do retrocruzamento onde as progênes desejáveis são retrocruzadas para o paternal recorrente.

O programa de melhoramento consistiu dos seguintes passos:

- a) introdução de clones resistentes;
- b) desenvolvimento de novos retrocruzamentos;
- c) seleção das progênes desses cruzamentos para resistência ao *M. ulei*,
- d) teste das seleções resistentes para produção e outras características.

Ressaltaram ainda para o perigo que é o desenvolvimento de novas raças desse patógeno, através de cruzamentos entre as raças prevalecentes e ou mutações. É importante, portanto, que a base genética da resistência venha de vários clones de Hevea, em vez de se ter

apenas basicamente um único clone como fonte de resistência, como o F 4542 e o F 4537, clones de *Hevea benthamiana*, bastante utilizado no passado nos programas de melhoramento, que deram origem a maior parte dos clones amazônicos ainda hoje plantados (BAHIA et al., 1985).

A seleção primária do material resistente ao mal-das-folhas – clones Ford das séries F, FA e FB – foi cruzada com alguns clones asiáticos originários da coleta do Wickhman, produtivos, porém susceptíveis ao *M. ulei*, dando origem aos clones da série Fx (Ford Cruzamento) (CHEE, 1977). Após a transferência das plantações Ford para o Governo Brasileiro, os trabalhos de melhoramento de seringueira em nosso País foram continuados pelo Instituto Agrônomo do Norte, quando então foram gerados os clones da série IAN.

Pinheiro e Libonati (1971) descreveram a metodologia na obtenção dos clones das principais séries nacionais produzidas na Amazônia (IAN e FX), ressaltando que após os cruzamentos entre as seleções primárias e os clones do Wickhman, já sob a tutela do Instituto Agrônomo do Norte, foram realizados retrocruzamentos tendo como paternal recorrente a *H. brasiliensis* e principalmente como não recorrente a *H. benthamiana*, dando origem a clones célebres como IAN 3087 (Fx 516 (F 4542 x AV 363) x PB 86) recomendado para plantio no Estado do Pará (PINHEIRO; ALVES, 1983).

Híbridos primários de *H. brasiliensis* x *H. benthamiana* como o IAN 717 (PB 86 x F 4542) e Fx 3899 (F 4542 x AV 363) foram plantados em larga escala na Amazônia durante o período do PROBOR e mostraram-se resistentes em alguns locais e susceptíveis em outros. No Pará esses clones mostraram-se resistentes (ALVES et al., 1988) e no Acre susceptíveis (MIRANDA, 1997).

Gonçalves, Cardoso e Saés (1991), estudando o comportamento de clones de seringueira no Vale do Ribeira em São Paulo, com condições de umidade favoráveis ao desenvolvimento do *M. ulei*, observaram que o IAN 717 apresentou baixo vigor e incidência moderada de mal-das-folhas. Furtado (1996), avaliando 6 clones também no Vale do Ribeira, observou que o IAN 717 foi resistente a 2 isolados e altamente susceptível a 4 isolados do *M. ulei*.

A resistência desses clones tem demonstrado ser vertical. Segundo Van der Plank (1963), essa resistência é aquela apresentada pelo hospedeiro para algumas raças do patógeno, bem como o ganho de popularidade de uma cultivar entre os produtores, pode se tornar um processo auto destrutível, quando a resistência dessa variedade utilizada por esses produtores está baseada na resistência vertical, devendo-se, portanto, preferir trabalhar com a resistência horizontal elevada. É ressaltado, ainda, que a variabilidade genética envolvida nos clones

atualmente disponíveis para o plantio é muito restrita e, este fato, tem sido um dos principais problemas para a expansão da cultura onde se cultiva a seringueira (MARQUES et al. 2003).

O *Microcyclus ulei* ataca folhas jovens, ramos e frutos, somente infectando a seringueira e, nas nove espécies testadas com vários isolados desse patógeno, ele somente produziu conídio na *H. camargoana*, *H. camporum*, *H. guianensis* Var. *marginata*, *H. spruceana*, *H. benthamiana* e *H. brasiliensis*. Não infectou *H. nítida*, *H. guianensis* e *H. rigidifolia*. Quando a *Hevea pauciflora* foi inoculada em laboratório, houve apenas uma pequena produção de conídio nos clones PA 31 e CNSG 114 (IRRDB, 2008). A *H. pauciflora* e alguns de seus híbridos tem se mostrado imune ao *M. ulei*. O clone PUA 7⁴, híbrido de *H. pauciflora* x *H. guianensis*, possui as mesmas características desejáveis de imunidade da *H. pauciflora*, com a vantagem de ter os folíolos voltados para cima da *H. guianensis*, devendo acelerar o processo fotossintético desse clone (VALOIS, 1983). Esse autor ainda ressalta a resistência da *H. pauciflora* ao mandarová (*Erinnyis ello*) considerada a principal praga da seringueira na Amazônia sempre úmida.

De acordo com Lieberei (2007), 68 raças do patógeno foram identificadas por vários autores desde 1976 com clones diferenciadores, com nível de patogenicidade variável, sendo que nenhuma raça foi capaz de infectar todos os hospedeiros.

A tolerância fisiológica dos isolados à temperatura e a umidade relativa, sugerem que a capacidade de adaptação do fungo é grande às novas condições ambientais. Essa variabilidade denota o potencial de ameaça desse fungo para novas áreas de cultivo da seringueira.

Presentemente, no Brasil, destacam-se os trabalhos da Michelin em Ituberá na Bahia, com assessoria dos pesquisadores franceses do CIRAD, com trabalhos desenvolvidos também na Guiana Francesa, voltados para o estudo da problemática associação das características de produção e resistência (GARCIA et al., 1999; Le GUEN et al., 2002a; Le GUEN et al., 2004; GARCIA et al., 2004; Le GUEN et al., 2007).

Em clones sensíveis ao *Microcyclus*, as folhas são altamente suscetíveis no estágio “A” e completamente resistentes no estágio “D”, com o nível de suscetibilidade diminuindo à medida que o folíolo vá atingindo a maturidade, sendo os estágios “B” e “C” intermediários, porém ainda não lignificados, como o já enrijecido estágio “D”, onde a penetração das hifas de todos os isolados e raças testadas foram barradas, em virtude da lignina atuar como barreira física ao patógeno.

⁴ PUA pauciflora de Ualpés

Em folíolos jovens no estágio “B”, a infecção do patógeno desencadeia uma reação de defesa incompleta, levando à formação de um solúvel de cumarina scopolatina que é uma fitoalexina da seringueira que atua como barreira química ao *M. ulei*, não alcançando níveis mais elevados nas folhas, não havendo correlação entre resistência e concentração de scopolatina.

Há uma variação clonal quanto à suscetibilidade das fases foliares. Os clones IAN 717, Fx 3925 e IAN 873 são suscetíveis ao *M. ulei*, até o 16º dia de desenvolvimento dos folíolos, porém, o IAN 6158 e o CNSAM 7907 são suscetíveis somente até o 10º dia (LIEBEREI, 2007).

Ainda segundo esse autor, a seringueira é uma das muitas espécies cianogênicas, caracterizando-se pela liberação de ácido cianídrico nos tecidos injuriados, havendo uma clara relação de quanto maior for a taxa de HCN liberado, maior será a suscetibilidade da planta, ou seja, essa liberação pode prejudicar a ativação da defesa da seringueira. Os clones GT 1 e IAN 873 são conhecidos por serem bastantes cianogênicos e ambos suscetíveis ao mal-das-folhas. Desta forma, o autor sugere que nos trabalhos de competição de clones, sejam evitadas as cultivares fortemente cianogênicas, a fim de evitar a doença na sua forma mais epidêmica.

Le Guen et al. (2007), estudando os componentes de resistência genética através de mapeamento de população ao *M. ulei*, de híbridos da cultivar RO 38 com clones asiáticos, sugeriram que, dependendo da raça do patógeno que esteja ocorrendo, são encontradas resistências completas, quando todos os alelos favoráveis estão presentes em todos os loci e resistência parcial, quando ocorre a presença simultânea de 1 a 8 alelos para resistência. Por outro lado apenas um único locus contribuiu para a resistência parcial contra o isolado de mais alta patogenicidade. Os autores não conseguiram ainda estabelecer as relações entre o número de fatores de resistência, resistência qualitativa x quantitativa ou parcial x completa.

Outra espécie utilizada como fonte de germoplasma para resistência ao *Microcyclus* foi a *H. pauciflora*, sendo que a partir de 1954 iniciaram os trabalhos de hibridação dessa espécie com a *H. brasiliensis*. A progênie resultante desse cruzamento assemelha-se bastante com o paternal de *H. pauciflora*, em que os indivíduos são resistentes, porém com produção de borracha bastante inferior do paternal utilizado como produtivo (PINHEIRO; LIBONATI, 1971).

A utilização da *H. pauciflora* como clone de copa enxertada em painel produtivo, evidenciou que algumas copas puras de *H. pauciflora* exerciam uma ação depressiva sobre a produção do clone de base. Importante trabalho desenvolvido por pesquisadores da Embrapa Amazônia Ocidental, promovendo hibridações interespecíficas da *H. brasiliensis* com a *H.*

rigidifolia, obtiveram alguns clones de seringueira, que usados como copa, não apresentaram essa característica indesejável. Embora de forma incipiente, as novas cultivares abriram perspectivas animadoras para heveicultura nas áreas sempre úmidas da Amazônia (MORAES, 2003).

A experiência da antiga FCAP, hoje Universidade Federal Rural da Amazônia, mostrou que alguns híbridos de *H. pauciflora* x *H. brasiliensis*, principalmente IAN 7388 e IAN 6486, conferiam quando enxertados de copa em clone de painel produtivo, um desenvolvimento vegetativo excepcional, com nível bastante aceitável de produção.

Em trabalho desenvolvido por Pinheiro e Lion (1976), nas plantações da Pirelli no Pará, foi mostrado que o clone Fx 3899 enxertado de copa com *H. pauciflora* teve produção média de 50,1 gramas de borracha seca/árvore/corte (g.a.c.), enquanto que esse mesmo clone com copa própria, a produção foi de 29,4 g.a.c. Ressalta-se ainda o fato de que tanto a *H. pauciflora* quanto a *H. rigidifolia* e alguns de seus híbridos com *H. brasiliensis*, apresentam o hábito perenifólia, implicando no fato de que caso a enfermidade ocorresse nessas espécies e seus híbridos, ela ficaria contida em caráter endêmico.

O controle biológico do mal-das-folhas, pelo uso do fungo *Dicyma pulvinata* (Berk & M.A. Curtis) Arx (syn. *Hansfordia pulvinata*), vem sendo apontado como promissor, pois o antagonista coloniza as lesões do *M. ulei*, impedindo sua esporulação e, conseqüentemente, reduzindo o desfolhamento das plantas e a taxa de inóculo para re-infecções. Desta forma, *D. pulvinata* já vem sendo estudado pela equipe de controle biológico da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, na busca de método de controle dessa enfermidade. Ressalte-se que este fungo é alvo de pesquisa também em outros países, para controle da mancha preta do amendoim (*Arachis hypogea* L.) e da cladosporiose do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) (MELLO et al., 2003).

2.5 O ESCAPE AO MAL-DAS-FOLHAS

Há plantas que não são propriamente resistentes às enfermidades, mas, devido às condições ecológicas, de onde estejam sendo cultivadas serem desfavoráveis ao desenvolvimento dos patógenos, elas escapam a essas enfermidades.

Face tantas dificuldades em se fazer heveicultura na Amazônia sempre úmida, a seringueira passou a ser plantada com sucesso em regiões marginais, onde as características climáticas diferem grandemente das áreas tradicionais (ORTOLANI et al., 1983). Essas áreas foram denominadas de escape ao mal-das-folhas e na Região Norte do Brasil, caracterizam-se

por uma forte estação chuvosa, seguida de período seco definido, acompanhado de baixa umidade e curtos períodos de molhamento foliar, sendo, portanto desfavoráveis aos patógenos que acometem as folhas, como o *M. ulei* por exemplo. A pesquisa dos últimos 30 anos tem demonstrado a possibilidade do cultivo da seringueira em áreas em que as condições climáticas não permitem que ocorra essa enfermidade em caráter epidêmico.

Vale ressaltar que na expansão inicial da heveicultura no Oriente inicialmente foram escolhidos para plantio, regiões onde as condições climáticas assemelhavam-se às das áreas de ocorrência natural da seringueira na Amazônia.

De acordo com Vijayakumer; Chandras e Philip (1992) e Lemos Filho, Nova e Pinto (1997), as condições climáticas necessárias para um ótimo desenvolvimento da seringueira são precipitação de 2.000 mm ou mais, bem distribuídos ao longo do ano, sem estação seca marcada e com 125 a 150 dias de chuvas por ano. Temperatura máxima de 29 a 34° C, mínima de 20° C e temperatura média de 25 a 28° C, bem como 16° C é a temperatura mínima para a emergência das folhas e 19° C para o desenvolvimento dos ramos. Umidade relativa do ar da ordem de 80% com ventos moderados. Luz solar num total de 2.000 horas numa intensidade média de 6 horas por dia, ao longo dos meses. Ressaltam, ainda, os mesmos autores, que no mundo são muito poucas as áreas produtoras de borracha que se enquadram nesse perfil climático.

Os elementos climáticos fundamentais que influenciam a cultura da seringueira são: precipitação, temperatura, quantidade de luz solar, umidade relativa e velocidade do vento, sendo considerados decisivos na seleção de área para plantio dessa cultura (BOERHENDHY, 1988) e dentre as condições climáticas, a temperatura é o mais importante parâmetro climático, afetando diretamente a taxa de fluxo, o teor de borracha e o tamponamento dos vasos laticíferos (DEY et al., 2004).

No hemisfério ocidental, plantações de seringueira coincidem com a ocorrência do *M. ulei* e são encontradas em latitudes que se estendem de 15° N, na região de Palmar, no México a 24° S, no litoral do Estado de São Paulo, ressaltando que nessas latitudes as respostas variadas de produção com fatores ambientais em áreas não tradicionais de plantio, dependem da característica clonal (RAJ et al., 2005).

Também, no Brasil, as tentativas iniciais de promover o plantio racional da seringueira concentraram-se nas regiões de condições climáticas predominantes nas áreas de ocorrência natural da *H. brasiliensis*, com chuvas abundantes e temperatura elevada do ar, caracterizando o clima das áreas escolhidas como quente, variando de úmido a super úmido.

Em obediência a esse modelo climático foram plantados seringais na Amazônia, na mata atlântica do sudeste da Bahia e no litoral de São Paulo. Na Amazônia sempre úmida e nas áreas tradicionais de cultivo na Bahia, geralmente o déficit hídrico anual é inferior a 20 mm e os excedentes hídricos anuais são superiores a 1.000 mm. O molhamento das folhas é freqüente e intenso, com médias mensais de umidade relativa do ar acima de 80% no mês mais seco e nessas condições há ocorrência constante do *M. ulei* (ORTOLANI et al., 1983).

Os níveis elevados de umidade nessas regiões facilitaram a incidência de enfermidades foliares causadas por fungos, merecendo destaque especial o mal-das-folhas.

A alta instabilidade do *Microcyclus ulei* e a sua grande capacidade em rapidamente formar raças patogênicas inviabilizaram o melhoramento genético na tentativa de produzir clones de seringueira produtivos e resistentes ao mal-das-folhas. Sessenta anos de intensa pesquisa na área de melhoramento genético não foram capazes de criar clones de seringueira que portassem em bases econômicas o caráter produtividade e que também apresentassem características de resistência horizontal, permanente, ao *M. ulei*. Essas dificuldades levaram os pesquisadores à busca de outras soluções para o problema.

Na Bahia, condições microclimáticas ou mesmo a utilização de cultivares tolerantes às raças de *M. ulei* ocorrentes na região, permitiram a sobrevivência de alguns seringais. Em São Paulo (SANTOS; BUENO; BAPTISTELLA, 2004), após o desastre da heveicultura no litoral veio o sucesso do plantio da seringueira no Planalto Paulista e hoje com 74.000 ha de seringais, São Paulo é o maior produtor nacional de borracha natural, resultado do traslado da heveicultura para as áreas de escape.

O estabelecimento de seringais na região litorânea de São Paulo, no Vale do Ribeira permitiu severo ataque epidêmico da enfermidade mal-das-folhas. Concomitantemente as seringueiras estabelecidas em Gavião Peixoto e na fazenda Água Milagrosas desenvolviam-se livres do ataque do *M. ulei*. O registro dessa situação veio convalidar a certeza da possibilidade de fazer heveicultura no Planalto Paulista, livre do mal-das-folhas (CORTEZ, 1998).

A expansão da heveicultura realizada com sucesso em São Paulo transformou-se em estímulo para que outras regiões se inteirassem das vantagens do cultivo da Hevea. Presentemente São Paulo é o maior produtor nacional de borracha natural, contribuindo, em 2006 com 61 mil toneladas do elastômero natural. Segundo Marin e Barreto Júnior (2008), considerando as variáveis: insolação média diária, deficiência hídrica anual, temperatura média do mês mais frio e temperatura média anual, estabeleceram 04 classes de aptidão

delineando o zoneamento agroclimático da seringueira para o Estado de São Paulo conforme Figura 1 a seguir.

O que os autores consideram como Faixa A (Ótima), com condições climáticas adequadas ao desenvolvimento da seringueira e impróprias para a ocorrência do mal-das-folhas, é a que apresenta insolação média diária superior a 5,6 h, déficit hídrico anual entre 10 e 300 mm, temperatura média do mês mais frio entre 15 e 20° C e temperatura média do ano entre 18 e 25° C. Essa faixa abrange a maior parte de São Paulo, indo desde Campinas até o extremo noroeste e o Pontal do Paranapanema. Na região do litoral paulista, apesar das condições climáticas serem favoráveis ao desenvolvimento da seringueira, são, também, para o *M. ulei* na sua forma epidêmica.

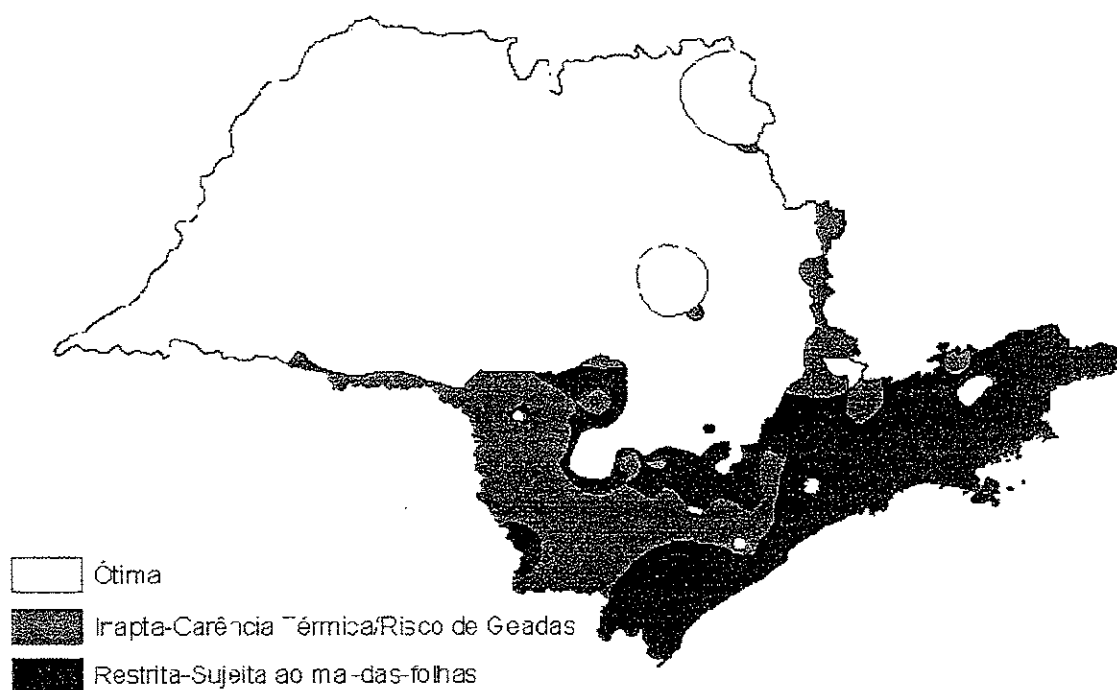


Figura 1. Zoneamento agroclimático da heveicultura para o Estado de São Paulo.
 Fonte: Marin e Barreto Júnior (2008).

O interesse pela heveicultura, reflexo do sucesso em São Paulo, estimulou a pesquisa a buscar o máximo de conhecimento quanto as exigências climáticas da seringueira bem como o melhor entendimento das condições que favorecem as manifestações epidêmicas do *M. ulei*, possibilitando a elaboração de mapas que configurassem o zoneamento agroclimático da heveicultura em determinadas regiões, orientando, com segurança, a viabilidade do plantio da seringueira.

Presentemente no Estado de Minas Gerais é apresentada uma série de minuciosos estudos mostrando a diversidade climática do Estado, evidenciando o potencial representado pela Zona de Mata e a região do cerrado, no Triângulo Mineiro, para o cultivo da seringueira. Ainda na Zona da Mata vale ressaltar os seringais de Leopoldina onde clones orientais, susceptíveis ao mal-das-folhas, a exemplo do PR 255 e o RRIM 600 estão produzindo muito bem e isentos do predador *Microcyclus ulei* na forma epidêmica. Na região de cerrado em Felixlândia e Curvelo a seringueira apresenta muito bom desempenho. Segundo informações de pesquisadores da EPAMIG, o município de Frutal é onde existe a maior concentração de seringais e com boa produção o que permitiu a avaliação do desempenho de um elenco de clones no tocante a produtividade (PINHEIRO; PINHEIRO, 2008).

A viabilidade técnica da heveicultura em Minas é comprovada pelos índices de produtividade média dos seringais mineiros que, segundo Alvarenga et al. (2006), gira em torno de 1.694 kg/ha/ano superior a dos principais países asiáticos. Inquestionavelmente Minas Gerais possui forte potencial para desenvolver uma heveicultura em bases sólidas alicerçadas em conhecimentos técnicos.

A seringueira a partir do terceiro ano normalmente passa a perder todas as folhas e emitir folhagem nova. Esses dois períodos são chamados senescência e reenfolhamento.

O *Microcyclus ulei* tem como único hospedeiro a seringueira, parasitando somente os folíolos novos do reenfolhamento, desde a brotação até o 16º dia (LIEBEREI, 2007). O fungo necessita de bastante umidade para desenvolver a doença e segundo Kajornchaiyakul et al. (1984), após a inoculação, alta intensidade da enfermidade foi observada em plantas incubadas entre 19 a 25º C, pouca infecção ocorreu entre 26 a 29º C e nenhuma infecção entre 30 a 32º C. Caso o reenfolhamento ocorra num período de baixa umidade, a seringueira escapa do mal-das-folhas, se isto acontecer, configura-se a "área de escape".

O êxito da heveicultura no Brasil somente foi alcançado quando o plantio da seringueira passou a ser realizado em regiões onde as condições climáticas permitiam o crescimento das plantas e dificultavam a ocorrência em forma epidêmica do seu mais sério predador, o fungo *Microcyclus ulei* (WATSON, 1989).

De acordo com Ortolani et al. (1983), as áreas preferenciais para o plantio da seringueira nas condições de cerrado no Brasil, devem atender aos seguintes requisitos:

- evapotranspiração real superior a 900 mm anuais;
- temperatura média do ar igual ou superior a 20ºC;
- temperatura média do ar no mês mais frio, acima de 18ºC.

Total anual de chuva superior a 1.200 mm, distribuídos ao longo de sete a oito

meses, com um período seco de 4 a 5 meses;

Deficiência hídrica anual enquadrada em dois níveis: a) aptidão com restrição deficiência até 350 mm e b) área inapta, deficiência superior a 350 mm;

Camargo, Marin e Camargo (2003), ressaltaram que a temperatura média anual deve ser superior a 18° C e para regiões que tenham inverno pronunciado e geadas a temperatura média do mês mais frio não deve ser inferior a 15° C e quando ela fica inferior a 20° C o fungo deixa de esporular.

Na disponibilidade hídrica para uma determinada cultura, não basta apenas computar o total de precipitação ao longo do ano, tem-se que levar em consideração a distribuição das chuvas ao longo dos meses com sua respectiva evapotranspiração potencial. O déficit hídrico corresponde à água que deixa de ser evapotranspirada em virtude da resistência do solo à extração de água pela vegetação, à medida que ele vai secando.

Ainda segundo esses autores o limite de 240 mm de déficit hídrico anteriormente aceito foi elevado para 300 mm, como condição ainda apta à cultura, desde que cultivada em solos profundos. O limite se estende ainda até 500 mm, porém as regiões são marginais. Acima desse valor a área é bastante seca e totalmente inapropriada.

Os autores consideraram para o zoneamento da seringueira no Brasil, conforme ilustrado na Figura 2 a seguir, sete faixas de recomendação, indo de A a G, onde a Faixa A que é a Apta caracteriza-se por apresentar “Condições térmicas e hídricas satisfatórias ao desenvolvimento vegetativo da seringueira e impróprias às epifitias graves do “mal-das-folhas”: temperatura média anual (Ta) acima de 18°C; temperatura média do mês mais frio (Tf) de 15 a 20°C; e déficit hídrico anual (Da) de 1 a 300mm. Abrange quase todo o território paulista e mineiro, bem como partes dos Estados de Goiás, Mato Grosso do Sul e do Rio de Janeiro.

No Estado do Espírito Santo a seringueira é considerada a segunda espécie florestal em importância no Estado e segundo Gameiro (2007), aquele estado tem uma área plantada com seringueira de aproximadamente 8.000 ha e as regiões mais centrais de Aracruz e Linhares, reúnem condições climáticas para o cultivo da Hevea. É ressaltado ainda que o governo projetou plantar nos próximos 15 anos 40.000 hectares com seringueira.

No Rio de Janeiro, as condições climáticas assemelham-se às do Espírito Santo, e em parte as de Minas Gerais. Recentes levantamentos feitos pela Embrapa Solos demonstraram que 24% da área do Estado do Rio de Janeiro encontram-se apta para o desenvolvimento da heveicultura (CARMO et al. 2004).

Na Faixa E (Marginal), compreendendo grande parte do Pará, pequena parte do norte

do Mato Grosso, Tocantins e oeste do Maranhão, com T_f acima de 20°C e D_a entre 300 e 500 mm, pode-se encontrar áreas aptas ao cultivo da seringueira, desde que possuam solos profundos e alta capacidade de água disponível.

Apesar da restrita disponibilidade de dados climáticos da Amazônia Ortolani et al. (1983) elaboraram a carta que, numa primeira aproximação, disciplina a regionalização da heveicultura no Brasil. Para a Amazônia Legal, dentre outras foi proposta a classe AM_4 , na qual a principal limitação é o elevado déficit hídrico distribuído na faixa de 200 a 300 mm. Foram regionalizados na classe AM_4 , porção centro norte e nordeste de Mato Grosso, norte do Tocantins, oeste do Maranhão e grande parte do sul do Pará. A quantificação da área em mapa, alcançou a superfície de 803.000 km^2 , área equivalente a $3/4$ de toda a superfície do Estado do Pará.

Sob o ponto de vista ecológico, os principais obstáculos para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável na Região Amazônica e em outras regiões de mesma latitude, estão relacionados a alta taxa de precipitação e a baixa fertilidade dos solos, sendo o primeiro fator mais crítico que o segundo (ALVIM, 2008).

Para Alvim (2008), o alto nível de precipitação pode levar a uma rápida degradação do solo devido à erosão e lixiviação; excessiva competitividade de invasoras, devido às condições serem mais favoráveis para o desenvolvimento das plantas; alta incidência de patógenos especialmente os fungos, pelo aumento da umidade; dificuldade na maturação e secagem dos grãos e o uso e conservação de equipamentos agrícolas, também resultante da excessiva umidade.

Ainda segundo esse autor, a precipitação na Amazônia varia de 1.400 a 3.500 mm por ano, sendo predominante de 2.000 a 3.000 mm. A evapotranspiração potencial normalmente está compreendida entre 1.350 a 1.650 mm/ano. Na maior parte da região, períodos com precipitação abaixo de 60 mm /mês, raramente duram mais do que 2 a 3 meses, porém em poucas áreas há uma estação seca bem definida.

A pesquisa dos últimos 30 anos tem demonstrado a possibilidade do cultivo da seringueira em áreas em que as condições climáticas não permitem que ocorra o mal-das-folhas.

Na Amazônia sempre úmida, o *M. uli* inviabilizou praticamente todas as tentativas de plantar seringueira (GASPAROTO et al., 1997). Dos programas governamentais de incentivo às tentativas de fazer heveicultura, remanescem alguns pequenos plantios pontuados em regiões de condições climáticas menos favoráveis ao mal-das-folhas.

Na Amazônia Legal, fazem exceção os seringais estabelecidos no centro-norte e nordeste de Mato Grosso, bem como no sudeste do Maranhão, onde foi possível o estabelecimento de seringais, pois as condições climáticas são menos favoráveis para o desenvolvimento do *Microcyclus ulei*. No Estado do Pará, alguns pequenos seringais localizados nos municípios de Paragominas e Tailândia, dependendo dos clones e de variações anuais das condições climáticas, sofrem esporádicos ataques do *M. ulei*, permanecendo razoavelmente enfolhados e produzindo borracha (PINHEIRO; PINHEIRO, 2008).

Ainda segundo esses autores, a seringueira plantada à margem dos rios largos também se livra do ataque mais intenso do mal-das-folhas, nas porções mais próximas da margem do rio, em consequência da energia advectiva que impulsiona as camadas de ar mais quentes do rio em direção à terra, dificultando por algum tempo o esfriamento da superfície foliar, evitando o ponto de orvalho necessário à germinação do esporo do *M. ulei*. Esta condição microclimática depende evidentemente da direção em que sopram os ventos, interferindo na energia advectiva.

Bastos e Diniz (1979), fizeram medições termohigrométricas em seringais situados às margens dos rios Guamá, em Belém (PA) e do Tapajós, em Santarém (PA). Verificaram que nas margens dos grandes rios, a umidade relativa do ar mantinha-se bem mais baixa, impedindo o orvalho e a infecção do fungo.

Seus dados mostraram que, distante do rio Guamá, o número de dias por ano favoráveis à germinação dos esporos do *Microcyclus* foi de 270, ao passo que em suas margens, foi de apenas 87. No rio Tapajós as diferenças foram ainda mais acentuadas, de 292 dias para terrenos distantes e de apenas 13 dias no terreno marginal.

Existem diferenças marcantes entre as áreas de escape nas latitudes mais baixas e as das áreas mais distantes do equador. As diferenças acentuadas dizem respeito aos níveis da temperatura e seu ciclo sazonal. Ortolani (1986) estabeleceu o valor de 32° C como limite condicionante do estresse térmico. Valores diários mais elevados que 32° C associados a maior demanda hídrica reduz a eficiência fotossintética interferindo no desenvolvimento e produção da seringueira. Esse fato permite que, em determinados limites, a seringueira apresente melhor desempenho que nas áreas tradicionais com temperaturas mais elevadas.

Na Amazônia o primeiro registro de áreas de escape foi no município de Açailândia no Maranhão onde o IPEAN, hoje Embrapa Amazônia Oriental, articulado com a Confederação Evangélica do Brasil, instalou, em 1963, uma pequena plantação experimental de seringueira onde 25 clones das séries IAN e Fx se desenvolveram e produziram livres do

ataque epidêmico do mal-das-folhas. Os registros climáticos coletados na área experimental de Açailândia evidenciaram um total médio de 1.337 mm de chuva englobando um período de quatro meses de estiagem conferindo, no balanço hídrico (THORTTHWAITE e MATHER, 1954) um déficit de 335 mm considerando o nível de 300 mm de retenção hídrica, (PINHEIRO, 1981). A seringueira promovendo a senescência e principalmente o reenfolhamento no período seco, de baixo nível de umidade do ar, dificultou a proliferação do *M. ulei*. Ficou assim caracterizada que a Amazônia também possuía área de escape (PINHEIRO; PINHEIRO e ALVES 1980).

É interessante ressaltar que pesquisadores da Embrapa, estudando as condições climáticas ocorrentes nas áreas de dispersão natural de diversas espécies de Hevea, constataram a presença de *H. brasiliensis* também em regiões submetidas a longos períodos de estiagem, com déficit hídrico de aproximadamente 300 mm (BASTOS e DINIZ, 1975).

Nas áreas com ocorrência endêmica do *M. ulei*, os valores mensais de UR situam-se entre 50 e 65% no início da brotação foliar, diminuindo significativamente a probabilidade de condições de molhamento que sejam favoráveis à infecção do mal-das-folhas, sendo que na parte da Amazônia com baixa latitude, isso somente ocorre nas áreas com déficit hídrico anual próximo a 300 mm e excedente hídrico inferior a 400 mm. A baixa incidência do mal-das-folhas, principalmente nas áreas próximas aos 300 mm de déficit hídrico, se deve a UR entre 65 a 75%.

De acordo com Pushparajah (2001), citado por Priyadarshan et al. (2005), a bacia amazônica é a maior área do mundo com clima tipicamente tropical, sem nenhuma estação seca real. Somente no Estado do Pará, que faz parte da bacia amazônica, há 383.451 km² (aproximadamente 33% da área do estado) de área de escape (clima AM4 da classificação de Ortolani et al., 1983), caracterizando-se por apresentar uma estação seca bem definida, com déficits hídricos da ordem de 300 a 350 mm, conforme Figura 3 a seguir.

Na Amazônia a estação seca definida, interfere na curva de crescimento dos folíolos, fazendo com que a renovação foliar ocorra no período de menor precipitação, pois há uma estreita relação entre o período de troca de folhas da seringueira, com a estação seca definida (POPULER, 1962).

Cavalcante e Conforto (2006), estudando a fotossíntese e as relações hídricas durante dois anos dentro dos períodos chuvoso e seco, em plantas jovens dos clones RRIM 600 e Fx 3864, já estabelecidas no campo, observaram que do período chuvoso para o período seco, houve nas duas cultivares estudadas uma redução média na taxa fotossintética da ordem de

30%, na de transpiração 40%, na de condutância estomática 23% e no potencial osmótico de 38%.

Miguel et al. (2007), estudando o comportamento fotossintético durante o período de troca de folhas, nos clones PB 235, RRIM 600 e GT 1, observaram que até o 32º dia de idade foliar (estádio B2) a fotossíntese líquida foi negativa, pela ainda ineficiência do sistema fotossintético. No 57º dia de idade foliar (estádio D), o desempenho fotossintético foi máximo, destacando-se o clone RRIM 600 que apresentou a maior taxa de fotossíntese líquida, diferenciando-se significativamente dos demais clones.

Rao et al. (1990), estudaram a relação água x produção de látex em dois clones indianos de seringueira da série RRII (RRII 105 e RRII 118). Variações clonais foram evidentes na produção e componentes dessa produção, associados a parâmetros fisiológicos em resposta a umidade do solo e fatores meteorológicos. Observações feitas durante as estações do ano mostraram que essas variações na produção são atributos das diferenças no índice de obstrução e taxa inicial do fluxo de látex e esses componentes são afetados pelo teor de água no solo que vai depender de fatores meteorológicos. O clone RRII 105 foi mais resistente ao período seco do que o RRII 118, uma vez que o primeiro apresentou uma maior resistência estomática, alto teor de água nas folhas e baixa taxa de transpiração.

Há uma estreita relação entre a turgescência e o fluxo de látex. Nesse sentido, o potencial osmótico e hídrico foliar reflete o comportamento fisiológico da seringueira, principalmente no período seco (BRUNINI e CARDOSO 1998).

O plantio da seringueira em áreas marginais (não tradicionais de cultivo) levou à necessidade do melhoramento de novos clones adaptados as novas condições ambientais. Índia, China, Brasil, Costa do Marfim e Vietnã têm áreas marginais com simples ou múltiplos obstáculos, como baixa temperatura, vento, alta altitude, déficit hídrico e doenças. Segundo Chaudhuri, Kalita e Goswami (2003), a altitude é um fator decisivo na produção de borracha de alguns clones e de outros não.

A temperatura média anual diminui à medida que se vai afastando do equador e ocorrendo essa situação, tem-se inverno nos meses de novembro a janeiro no hemisfério norte e junho a agosto no sul.

Na Índia a seringueira é tradicionalmente cultivada na região sudoeste, nos estados de Tamil, Nadu, Kerala e Karnataka, nas latitudes entre 8°15' N e 12°52' N (MARATTUKALAN et al., 2005).

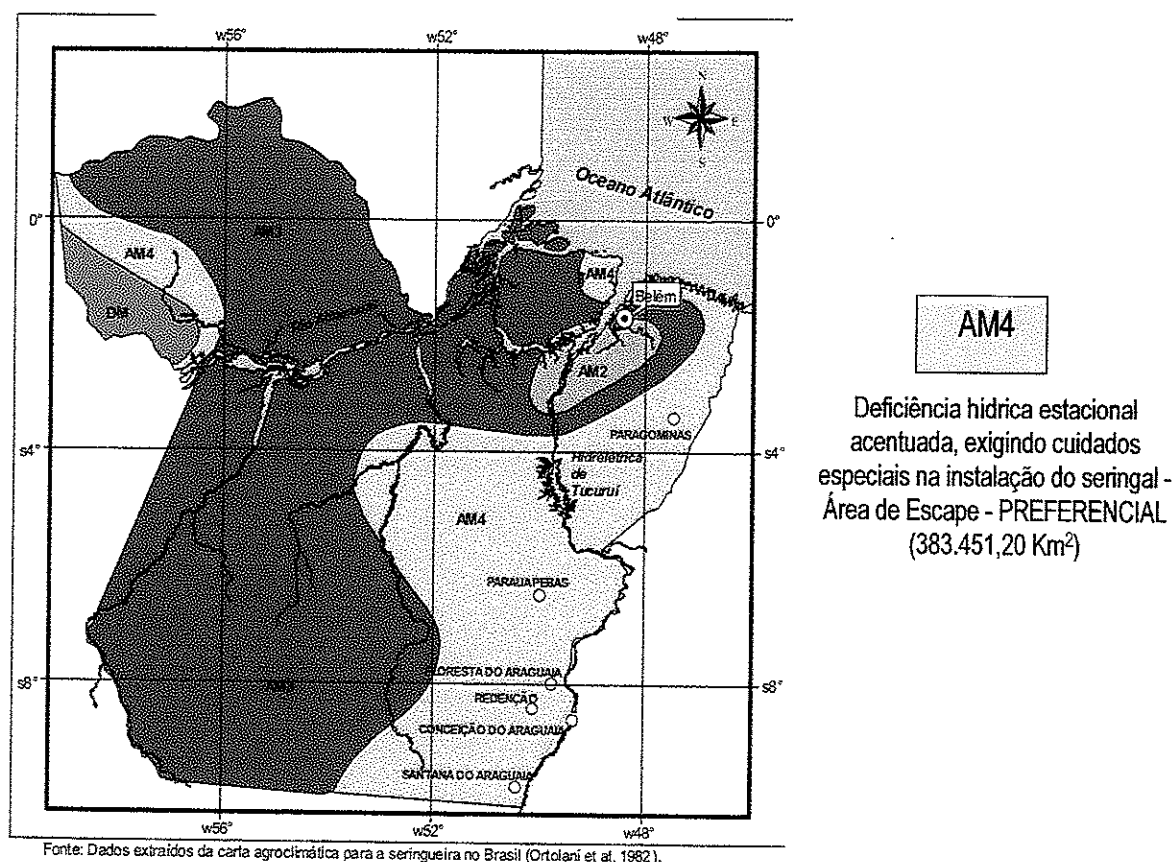


Figura 3. Regionalização da aptidão agroclimática para a cultura da seringueira no Estado do Pará.

Fonte: Pinheiro e Pinheiro, 2008, adaptado de Ortolani et al. (1983).

A região de Konkan no oeste da Índia apresenta um longo período seco, baixa umidade do ar, temperaturas bastante elevadas e nove meses (setembro a maio) com precipitação zero. A temperatura nos dias de verão chega a atingir 38 a 41° C, ocasionalmente chegando a 47° C. Entretanto essa área tem um elevado nível de precipitação de 2.430 mm, porém muito mal distribuídos ao longo do ano. Situação análoga ocorre no leste da Índia, nordeste da Tailândia e nas terras altas do Vietnã, com déficit hídrico variando de 450 a 900 mm (PRIYADARSHAN e GONÇALVES, 2003).

Ainda na Índia, nas condições climáticas de Tripura, existem dois regimes distintos de produção de látex: estação não fria (abril a setembro) e estação fria (outubro a janeiro), sendo considerada uma área marginal em função da baixa temperatura no inverno. De uma maneira em geral a produção de borracha correlaciona-se negativamente com a baixa temperatura, velocidade do vento e evaporação (PRIYADARSHAN et al, 2000).

Em uma região da costa oeste da Índia, com uma severa estação seca, foi feito um estudo comparativo entre a arquitetura da copa e o desenvolvimento do sistema radicular da

seringueira aos 10 anos de idade, onde algumas plantas foram submetidas à irrigação e outras ao período de chuva natural da região. O perímetro do tronco e a altura da planta foram respectivamente 29% e 19% maiores nas plantas irrigadas do que nas não irrigadas. A densidade de raízes total por unidade de solo não variou entre as áreas irrigadas das não irrigadas (DEVAKUMAR et al., 1999). Em regiões com período seco marcado o desenvolvimento das plantas não é satisfatório, a não ser que se faça a irrigação das plantas jovens e 50% de depleção da umidade do solo é o nível permitido, para o desenvolvimento normal das plantas (LAKSHMANAN; PUNNOOSE e EDATHIL, 2004).

Inúmeros autores ressaltaram a importância do suprimento adequado de água para a seringueira (Buttery e Boatman, 1985; Compagnon, 1986). Entretanto foi ainda Compagnon (1986), que chamou atenção para o fato de serem muito complexos os efeitos das condições climáticas, normais ou marginais, sobre a produção da seringueira em razão dos efeitos combinados de diversos fatores.

Quanto aos efeitos da deficiência hídrica sobre o crescimento de seringueira, retardando o início do período produtivo da planta, inúmeros registros têm sido divulgados. Pesquisadores do Instituto Francês de Borracha estudando o comportamento da Hevea na Costa do Marfim, estabeleceram ensaio com vários clones em duas diferentes localidades; a primeira com 1.000 mm de chuva e sete meses de seca, e a segunda com pluviometria de 2.000 mm e somente dois meses de estiagem. Mensurações realizadas aos 4 anos, mostraram que, em média, as seringueiras submetidas a sete meses de estiagem apresentavam circunferência do tronco correspondendo a 65% do crescimento das plantas submetidas a menor período de estiagem. Na Tailândia, seringueiras estabelecidas em região com marcada estação seca de seis meses, apresentaram redução de 15% no crescimento quando comparadas às das áreas de suprimento adequado de água.

Estudos conduzidos em Sri Lanka por Samarappuli et al. (1997) compararam o desempenho em crescimento radial do tronco do mesmo clone de seringueira através dos sete primeiros anos, em duas áreas, a primeira sem restrições hídricas, a segunda submetida a 4 meses de completa estiagem. As medidas do perímetro do tronco mostraram redução de 30% no crescimento das plantas nas áreas de estação seca. É interessante notar que ao longo dos anos, foi quase constante essa diferença de 30%, o que provocou um atraso de dois anos na entrada em produção das seringueiras submetidas ao estresse hídrico.

Segundo Sá (2000), o déficit hídrico em São Paulo varia de 20 a 60 mm, enquanto em áreas de escape da Amazônia esse déficit anual é de 200 a 350 mm. De outra sorte, no período mais demandante em água, ou seja, período do reenfolhamento (julho a agosto) as

temperaturas extremas são muito mais altas na Amazônia, acentuando o estresse hídrico (Pinheiro & Pinheiro, 1996).

A pesquisa e a prática têm demonstrado um comportamento variável de clones de seringueira quando submetidos a deficiências de água onde ocorrem surtos periódicas de estiagem. Ferran (1944), foi um dos primeiros a registrar a variação do comportamento de clones de *Hevea* estabelecidos em plantações no antigo Congo Belga, onde o clone Tjir 1 suportou muito melhor a estiagem de seis meses, enquanto o Tjir 16 teve sua produção reduzida em 50%. Conceição; Oliva e Lopes (1985), valendo-se de diversos parâmetros, avaliou, em laboratório, o estresse fisiológico provocado pelo déficit hídrico em seis clones amazônicos da série IAN, registrando comportamento muito variável entre eles.

O surgimento na Malásia e Tailândia de novas e sérias enfermidades foliares como as provocadas pelos fungos *Corinespora* e *Fusicoccum* estimulou o plantio das seringueiras em regiões de estação seca marcada visando reduzir a incidência dessas enfermidades. Nas zonas semi-áridas do nordeste de Tailândia, com um total de 1.200 mm de chuva e cinco meses de estiagem o governo daquele país desenvolve um programa de formação de seringais, inclusive para melhorar as condições socioeconômicas daquela região (KRISANASAP e DOLKIT, 1989). Hoje se observa a preocupação dos trabalhos de melhoramento genético em obter clones mais tolerantes à deficiência em água.

2.6 SOLOS E AS ÁREAS DE ESCAPE COM DÉFICIT HÍDRICO ELEVADO

Em Laikhê no Camboja há um déficit hídrico anual de 350 mm e clones de seringueira ali estabelecidos externaram as suas potencialidades para produção de borracha, inobstante o elevado déficit registrado, isso porque, graças às boas características físicas do solo foi possível um aprofundamento do sistema radicular em busca de melhor suprimento de água, bem como devido a fertilidade do solo basáltico que garantiu à planta, os nutrientes necessários ao seu metabolismo (PINHEIRO, 1995).

As limitações climáticas podem ser atenuadas muitas vezes se a seringueira está plantada em solos profundos, permeáveis, arenosos e de textura média à argilosa, evitando-se, entretanto, os solos muito arenosos ou argilosos. Solos pedregosos, compactados que inibem a expansão do sistema radicular devem ser evitados, principalmente em áreas de estação seca definida.

No tocante aos solos ele é um importante componente edáfico influenciando o estabelecimento e o desenvolvimento da seringueira. O solo deve ser capaz de reter e suprir

umidade e nutrientes além de apresentar porosidade permeabilidade e adequado armazenamento de água.

Quanto aos aspectos nutricionais é necessário lembrar que a seringueira é normalmente estabelecida em área de solos pobres sendo ela vetor na recuperação de áreas com solos bastante modificados. No nordeste de Mato Grosso, no município de Santa Terezinha, estão estabelecidos aproximadamente 1.000 ha de seringal, implantados em área de pastagem degradada. Na fase de desenvolvimento da seringueira é muito importante o aporte de fertilizantes estimulando o rápido crescimento da planta, para encurtar o período de imaturidade que na referida região sofre um déficit hídrico de 350 mm, e por isso o seringal somente atinge diâmetro para sangria aos oito a nove anos. Presentemente, nos seringais de plantação o látex é deixado coagular na tigela. O coágulo é coletado e o soro que contém boa fração de nutrientes, principalmente micronutrientes, volta ao solo. A borracha processada a partir desse coágulo apresenta muito boa resistência à abrasão, importante na fabricação de pneus (PINHEIRO; PINHEIRO, 2008).

Entretanto, na fase jovem, é necessário dar à seringueira um adequado suprimento de nutrientes, cuja carência é apontada com as análises químicas dos solos e das folhas. Vale, no entanto, ressaltar que a seringueira na fase produtiva é menos exigente em nutrientes, uma vez que exporta muito pouco pela extração do látex, comparada a outros cultivos tropicais, conforme demonstra a Tabela 1.

Tabela 1 - Nutrientes exportados através da produção em alguns cultivos tropicais.

CULTURA	NATUREZA DO PRODUTO	PRODUÇÃO Kg/ha	NUTRIENTES EXPORTADOS POR 1.000 Kg/ha		
			N	K	P
Seringueira	Borracha	1.800	9,9	8,9	1,8
Dendê	Óleo	2.500	64,8	86,8	12,0
Cacau	Amêndoas	1.050	20,4	10,5	3,6
Coco	Copra	1.400	44,3	40,0	12,1
Café	Grão	1.000	38,0	50,0	8,0
Chá	Folha	1.300	46,3	23,1	3,9
Soja	Grão	3.400	61,8	17,7	6,5
Arroz	Grão	1.100	11,8	3,6	3,6

Fonte: Sivanadyan; Ghadimath e Haridas (1995)

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 INSTALAÇÃO; MATERIAL VEGETAL E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

A Companhia de Desenvolvimento do Araguaia S/A (CODEARA), onde foi instalado o ensaio de competição de clones em nível de pequena escala, fica localizada no Município de Santa Terezinha, no nordeste do Estado do Mato Grosso, fazendo divisa com o Estado do Pará. A propriedade está situada na latitude de 10° 28' Sul e na longitude de 50° 30' Oeste, com uma altitude de 198 metros.

Neste ensaio foram plantados 25 clones de seringueira em janeiro de 1991, conforme discriminação dos paternais listados na Tabela 2, cujo elenco está assim constituído:

Clones amazônicos: IAN 873, IAN 2878, IAN 2880, IAN 2903, IAN 3087, IAN 3156, IAN 6323 e FCAP 44

Clones poliplóides: IAN 717 p1 e CNSAM 7905 p1

Clones procedentes de prospecção (primários): AC 58, RO 38 e MDF 180

Clone da Bahia: SIAL 842

Clones orientais: AVROS 2037, GT 1, PB 28/59, PB 217, PB 235, PB 252, PB 260, PB 330, PR 261, RRIM 600 e RRIM 701.

O solo da área experimental pertence ao grupo Latossolo Vermelho Amarelo, textura média, distrófico, tendo sido ocupado anteriormente com pastagens.

Pela classificação de Köppen, o clima da propriedade onde está o ensaio é Aw. Dados meteorológicos coletados no período de 1973 a 1998 permitiram a elaboração do balanço hídrico pelo Setor de Engenharia da UFRA, conforme detalhamento da Tabela 3. A distribuição de chuvas anuais naquele período está sumariado na Tabela 4. As Figuras 4 e 5 ilustram, respectivamente, a precipitação mensal e ao longo dos anos no Município de Santa Terezinha.

Por esses dados depreende-se perfeitamente que a pluviometria média anual é de 1.825 mm, havendo duas estações bem distintas: uma das águas, que vai de outubro a abril, e outra seca, de maio a setembro, sendo os meses de junho a agosto extremamente secos, com precipitação inferior a 20 mm. O déficit hídrico anual é de 336 mm, bem como a precipitação anual naquele período, variou de 1.412 mm, em 1981, a 1.995 mm, em 1976. A temperatura média é bem estável ao longo dos meses, oscilando de 27,7° C, no mês mais seco (julho), a 29,3° C, em novembro e dezembro.

Tabela 2 – Cultivares do ensaio de competição de clones e seus respectivos paternos.

CLONE	PATERNAL
IAN 873	PB 86 x FA 1717
IAN 2878	Fx 516 (F 4542 x AVROS 363) x PB 86
IAN 2880	Fx 516 (F 4542 x AVROS 363) x PB 86
IAN 2903	Fx 516 (F 4542 x AVROS 363) x PB 86
IAN 3087	Fx 516 (F 4542 x AVROS 363) x PB 86
IAN 3156	Fx 516 (F 4542 x AVROS 363) x PB 86
IAN 6323	Tjir 1 x Fx 3810 (F 4542 x AVROS 363)
FCAP 44	IAN 7951 [RRIM 600 (Tjir 1 x PB 86) x IAN 6544 (P 10 x PB 86)] x Tjir 1
IAN 717 p1	Poliplóide do IAN 717
CNSAM 7905 p1	Poliplóide do CNSAM 7905
AC 58	Clone Primário
RO 38	Clone Primário
MDF 180	Clone Primário
SIAL 842	M 4 x IAN 6539 (P 10 x PB 86)
AVROS 2037	AVROS 256 x AVROS 252
GT 1	Clone Primário
PB 28/59	Clone Primário
PB 217	PB 5/51 (PB 56 x PB 24) x PB 6/9
PB 235	PB 5/51 (PB 56 x PB 24) x PB 5/78
PB 252	PB 86 x PB 32/36
PB 260	PB 5/51 (PB 56 x PB 24) x PB 49
PB 330	PB 5/51 (PB 56 x PB 24) x PB 32/36 (PB 49 x PB 186)
PR 261	Tjir 1 x PR 107
RRIM 600	Tjir 1 x PB 86
RRIM 701	44/533 X RRIM 501 (Pil A 44 x Lun N)

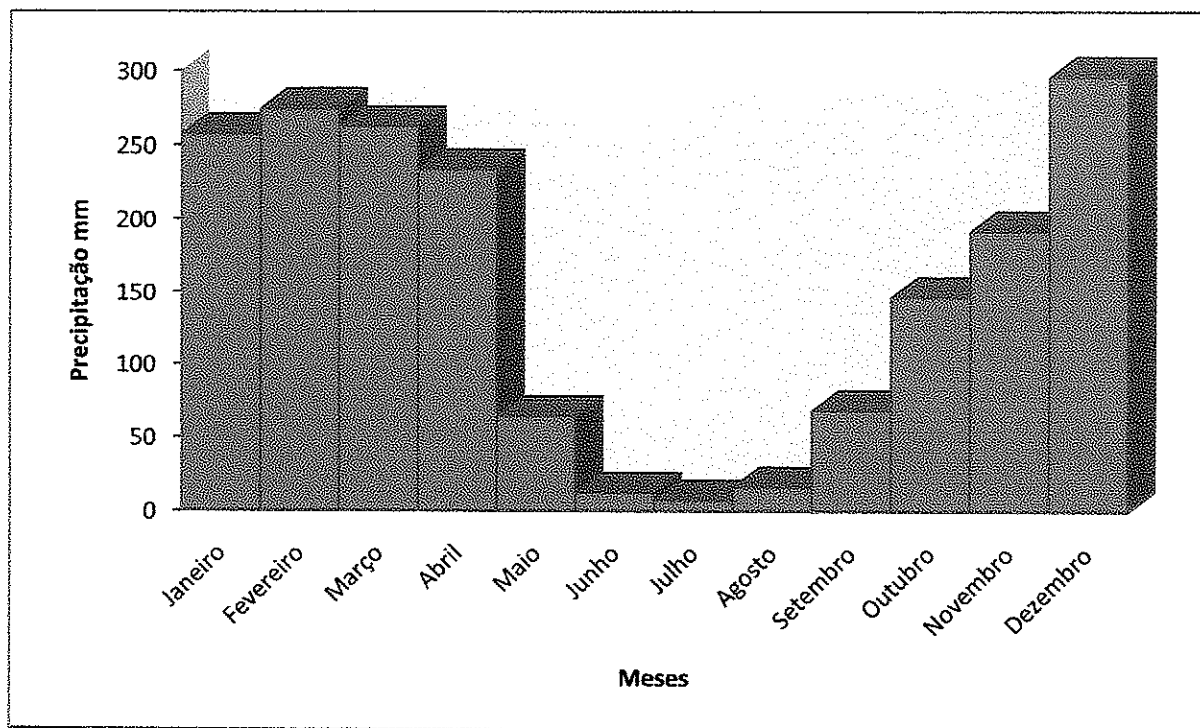


Figura 4 – Distribuição mensal das chuvas no Município de Santa Terezinha

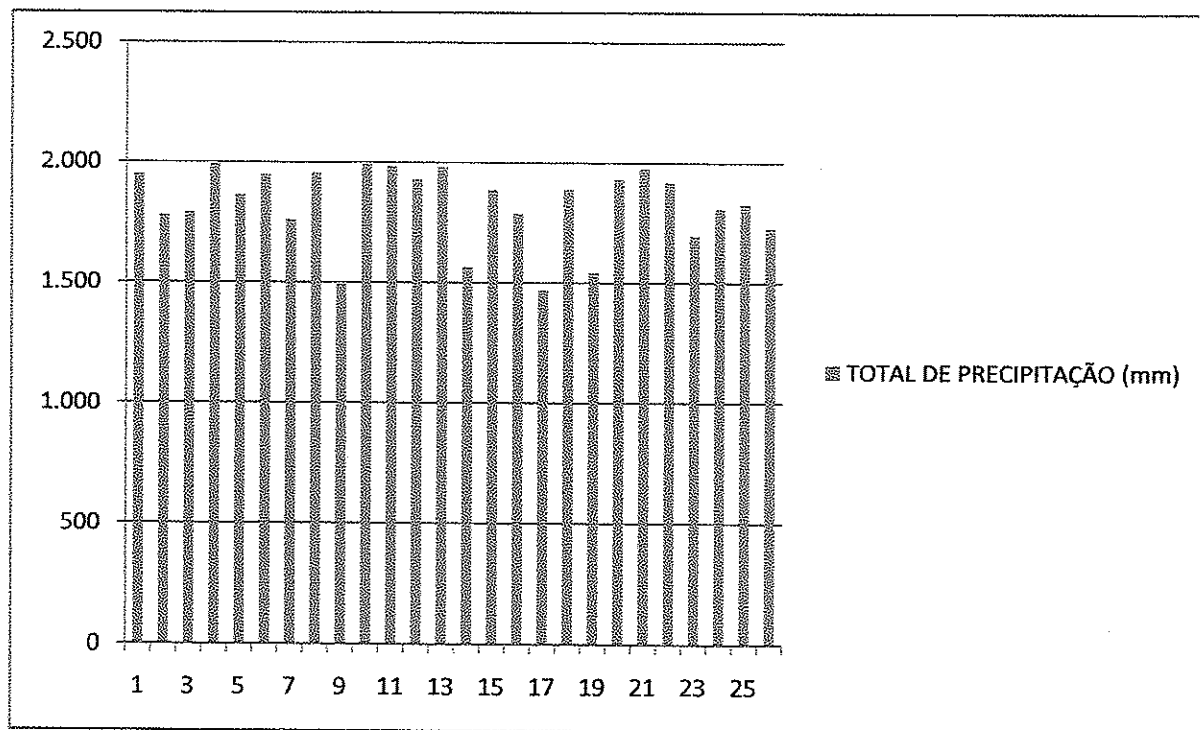


Figura 5 – Distribuição anual das chuvas no Município de Santa Terezinha no período de 1973 a 1998.

Tabela 3 - Balanço hídrico segundo Thornthwaite 1955

LOCALIDADE: Santa Terezinha-MT

LATITUDE: 10° 25'

LONGITUDE: 50° 30'

ALTITUDE: 198 m

FONTE E PERÍODO: FCAP x CODEARA / 1973-1998

MESES	TEMP °C	EP Dia	CORR.	EP mm	P mm	P - EP mm	NEG. acumulada	ARM. mm	ALT mm	ER mm	DEF. mm	EXC. mm
Janeiro	28,4	5,1	32,4	165	257	+92	24	277	+92	165	0	0
Fevereiro	28,4	5,1	29,1	148	274	+26	-	300	+23	148	0	103
Março	28,4	5,1	31,5	131	262	+101	-	300	0	161	0	101
Abril	28,4	5,1	29,7	151	233	+2	-	300	0	151	0	82
Maio	28,7	5,1	30,3	154	64	-90	90	222	-78	142	12	0
Junho	27,9	4,9	28,8	141	12	-129	219	144	-78	90	51	0
Julho	27,7	4,8	30,0	144	7	-137	256	91	-53	60	84	0
Agosto	28,2	4,9	30,3	148	16	-132	488	58	-33	49	99	0
Setembro	28,8	5,2	30,0	156	68	-88	573	43	-15	83	73	0
Outubro	29,1	5,2	31,8	165	146	-19	595	41	-2	148	17	0
Novembro	29,3	5,3	31,5	167	191	+24	456	65	+24	167	0	0
Dezembro	29,3	5,3	33,0	175	295	+120	144	185	+120	175	0	0
ANUAL	28,6	-	-	1875	1825	-50	-	-	0	1539	336	286

Tabela 4 - Dados pluviométricos de Santa Terezinha – distribuição anual das chuvas no período de 1973 - 1998

ANO	TOTAL DE PRECIPITAÇÃO (mm)	ANO	TOTAL DE PRECIPITAÇÃO (mm)
1973	1.948	1986	1.564
1974	1.778	1987	1.886
1975	1.792	1988	1.788
1976	1.995	1989	1.468
1977	1.862	1990	1.888
1978	1.946	1991	1.543
1979	1.760	1992	1.932
1980	1.956	1993	1.976
1981	1.492	1994	1.918
1982	1.993	1995	1.695
1983	1.982	1996	1.810
1984	1.928	1997	1.828
1985	1.982	1998	1.728

No plantio foi adotada a técnica do “plantio profundo” (PINHEIRO et al., 1999), a fim contornar o problema do cancro-do-enxerto provocado pelo fungo *Lasiodiplodia theobromae*, o que proporcionou um replantio de tão somente 2,4%. O espaçamento utilizado foi o 8 m x 2,5 m. Os tratos culturais foram os normais para a cultura, com adubações realizadas de acordo com análise de solo e foliar e mantendo-se uma faixa de 3 m de largura, nas linhas de plantio, livres de plantas invasoras, através de capinas periódicas.

3.2 AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS

Para este trabalho os dados foram coletados no período de 2000 a 2005 referentes as seguintes características:

3.2.1 Perímetro do Tronco

A partir de 2000, quando as seringueiras entraram em sangria, os dados para esse caráter foram coletados anualmente até 2005, obtendo-se, portanto, as características: perímetro do tronco no 1º ao 6º ano, perímetro médio do tronco (média dos 6 anos), incremento de perímetro do tronco do 1º ano para o 2º ano e sucessivamente até o 5º ano para o 6º ano, bem como o incremento médio de perímetro do tronco (média de 5 anos).

Para mensuração do perímetro do tronco foi utilizada fita métrica posta em volta do tronco a 1,5 metros da soldadura do enxerto.

3.2.2 Caracteres do Sistema Laticífero

Os caracteres do sistema laticífero que normalmente são estudados na seringueira são: número de anéis de vasos laticíferos, diâmetro médio dos vasos laticíferos e densidade dos vasos laticíferos em 5 mm de casca. Os dados para esses caracteres foram coletados em dezembro de 2005, quando encerrou a parte de campo do ensaio. A metodologia utilizada consistiu na retirada de 1 amostra de casca de cada seringueira, com o auxílio de um vazador de 1 cm de diâmetro, a uma altura de 1,5 metros da soldadura do enxerto.

As amostras foram colocadas dentro de pequenos vidros com tampa, contendo uma solução de álcool absoluto e água destilada na proporção de 3:1 de álcool e água respectivamente, levando-as posteriormente para análise em laboratório.

No laboratório, cada amostra de casca foi lavada com água destilada a fim de não endurecer os tecidos. Após a lavagem, prendeu-se a amostra entre duas folhas finas de isopor e essas folhas foram presas em um torno, aonde, então, foram procedidos os cortes manuais feitos com navalha.

Os cortes foram feitos no sentido longitudinal e de cada amostra foram retiradas no mínimo, 5 secções (lâminas). Essas secções foram colocadas em pequenos vasilhames contendo KOH a 5%, por um período de 2 a 4 horas, dependendo da espessura da lâmina, com a finalidade de destruir suberinas, gorduras e clarificar o material.

Após a passagem pelo KOH foram feitas várias lavagens em água destilada, a fim de tirar o excesso dessa base. Posteriormente as lâminas foram colocadas em álcool a 70%, durante cinco minutos, passando em seguida para álcool absoluto por cerca de 10 minutos.

O material foi corado em vermelho com o SUDAM III por cinco minutos e

posteriormente colocado em papel de filtro a fim de retirar o excesso do corante. Em seguida o material foi colocado em glicerina pura, pois esta tem a capacidade de preservar as secções por longo tempo.

Cada secção, então foi colocada no microscópio para análise deixando ver os vasos corados em vermelho.

3.2.3 Produção de Borracha Seca

A sangria somente teve início quando pelo menos 50% das plantas da parcela atingiram um perímetro de 48 cm, mensurados a 1,5 metros da soldadura do enxerto. Esse fato ocorreu em outubro de 1999, quando o seringal estava com mais de 8 anos. Em seguida o seringal foi aparelhado para a sangria e os dados começaram efetivamente a serem computados a partir de janeiro de 2000, sendo coletados até dezembro de 2005, perfazendo um total de seis anos de coleta.

O sistema de sangria adotado foi o de meia espiral; sangrando-se a cada 3 dias, à exceção do domingo; 10 meses de sangria durante o ano, dando repouso à planta nos meses mais secos de julho e agosto, coincidindo com o período de troca de folhas; Ethephon como estimulante a 2,5%, com 1 grama por planta e 4 estimulações por ano (1/2 S, d/3, 6d/7, 10m/y, ET 2,5 (1), 4y).

A produção de borracha foi pesada mensalmente de uma amostra de cinco plantas escolhidas ao acaso dentro da parcela, deixando-se secar os coágulos por pelo menos dois meses, a fim de que se obtivesse o teor de borracha seca.

Portanto, foram tomados dados de produção de borracha seca no 1º ano até o 6º ano, produção média de borracha (média dos 6 anos), incremento de produção do 1º ano para o 2º ano e assim sucessivamente até o 5º ano para o 6º ano, bem como o incremento médio da produção (média dos 5 anos).

3.2.4 Outros Caracteres

Para fins de observações, outros caracteres foram computados como: incidência de pragas e doenças e incidência de secamento de painel.

3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com 25 tratamentos (clones) e três repetições. Cada parcela experimental era constituída de 42 plantas, sendo 20 plantas úteis por parcela.

Foi utilizado o modelo matemático aleatório expresso por:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + B_j + \varepsilon_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} : observação obtida na parcela com i-ésimo genótipo no j-ésimo bloco;

μ : média geral;

G_i : efeito do i-ésimo genótipo (clone) considerado aleatório;

B_j : efeito do j-ésimo bloco considerado aleatório;

ε_{ij} : efeito do erro aleatório associado à observação de ordem ij

A Tabela 5 esquematiza a análise de variância para os caracteres estudados, conforme proposto por vários autores (FALCONER, 1981; CRUZ, 2001; CRUZ e CARNEIRO, 2003; CRUZ, REGAZZI e CARNEIRO 2004; CRUZ, 2005; CRUZ, 2006^a; CRUZ, 2006^b; RESENDE, 2002).

Tabela 5 – Esquema da análise de variância (Quadrados Médios e Esperanças dos Quadrados Médios) para cada variável estudada.

F.V	G.L	Q.M	E(Q.M)
Bloco	r-1		
Clone	n-1	Q_1	$\delta^2 + r \delta_g^2$
Resíduo	(n-1) (r-1)	Q_2	δ^2

3.4 ESTIMATIVAS DAS VARIÂNCIAS FENOTÍPICAS, GENOTÍPICAS E DE AMBIENTE

Para que haja sucesso no melhoramento genético de qualquer caráter é necessário que ele seja herdável, devendo haver também, variação na população em que se está praticando a seleção, uma vez que é em termos da variância que são formuladas as questões

primárias de genética e a quantidade de variação é expressa como variância.

Para o estudo da variação dos caracteres quantitativos, considera-se a regra básica em que $F = G + E$, onde o valor fenotípico (F) que são os valores mensurados diretamente nos indivíduos é fruto da ação do valor genotípico (G) sob a influência do meio (E), assim como, a variância fenotípica (σ^2_F) é o resultado da adição da variância genotípica (σ^2_G) com a variância ambiental (σ^2_E) (CRUZ e CARNEIRO, 2003).

As estimativas dessas variâncias, referentes a cada característica, são necessárias para a estimação de todos os parâmetros genéticos utilizados neste trabalho. Elas foram estimadas considerando-se que as médias dos clones foram a base para a seleção.

Desta forma, considerando-se o modelo matemático utilizado tem-se:

3.4.1 Variância Fenotípica

É a variância total, ou seja:

$$\sigma_F^2 = \frac{\delta^2 + r \delta_E^2}{r}$$

Em que:

σ_F^2 : variância fenotípica;

σ^2 : variância do resíduo que no caso é a ambiental;

σ_G^2 : variância genotípica;

r: número de repetições

Ou:

$$\sigma_F^2 = \frac{Q_1}{r}$$

Onde:

Q_1 : quadrado médio para clone;

r: número de repetições

3.4.2 Variância Genotípica

Sua estimativa corresponde à seguinte expressão:

$$\sigma_G^2 = \frac{Q_1 - Q_2}{r}$$

Em que:

σ_G^2 : variância genotípica;

Q_1 : quadrado médio para clone;

Q_2 : quadrado médio do resíduo.

3.4.3 Variância Ambiental

É o próprio quadrado médio do resíduo.

$$\sigma_E^2 = Q_2$$

3.5 CÁLCULO DA HERDABILIDADE

Quando se avalia um conjunto de genótipos é comum a prática de seleção tendo por base o desempenho médio de cada um deles.

Segundo Falconer (1981), a herdabilidade é uma das mais importantes propriedades de um caráter. Ela retrata quanto da variação total é devido à causas genéticas, porém a principal função da herdabilidade no estudo genético do caráter é a possibilidade que ela tem de prever a confiabilidade do valor fenotípico, como um guia para o valor genético. Somente o valor fenotípico pode ser mensurado, porém é o valor genético que determina sua influência para a próxima geração.

Desta forma, a herdabilidade no sentido amplo – uma vez que se está trabalhando com clones (MUKHERJEE, 1981; RESENDE, 2002) – é definida como a razão entre a variância genética e a variância fenotípica.

$$h^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_F^2}$$

Onde:

h^2 : herdabilidade no sentido amplo

σ^2_G : variância genotípica

σ^2_F : variância fenotípica

3.6 ANÁLISES DE COVARIÂNCIA

O estudo de covariâncias possibilita detectar as relações de parentescos envolvidas em estudos genéticos como a determinação do coeficiente de parentesco ou de endogamia por exemplo. A covariância também é necessária para o cálculo das correlações entre os caracteres estudados (CRUZ, REGAZZI e CARNEIRO, 2004).

Os vinte e nove caracteres avaliados neste ensaio foram pareados dois a dois e para cada par foram somados seus respectivos valores e os novos valores obtidos, foram utilizados para análise de variância.

Quando se tem duas observações X e Y, pode-se considerar a soma $X + Y = Z$ e fazer a análise de variância normalmente como se Z fosse uma terceira característica, dando o mesmo grupo de quadrados médios (FALCONER, 1981; CRUZ, 2005; CRUZ, 2006^a).

A variância da soma de duas variáveis X e Y é igual à soma das variâncias dessas duas variáveis individualmente, mais duas vezes a covariância entre as mesmas. Assim sendo tem-se:

$$\sigma^2(X + Y) = \sigma^2(X) + \sigma^2(Y) + 2 \text{Cov}(X, Y)$$

Deduzindo-se que:

$$\text{Cov}(X, Y) = \frac{\sigma^2(X + Y) - \sigma^2(X) - \sigma^2(Y)}{2}$$

Dessa forma, calculam-se os produtos médios entre os caracteres ou estimativas das covariâncias, a partir dos quadrados médios obtidos na análise de variância, como mostra a Tabela 6 (MODE e ROBSON, 1959).

Tabela 6 -- Esquema da análise de variância de caracteres x, y e da soma x + y, avaliados em blocos ao acaso envolvendo n genótipos.

		X		Y		X+Y	
Fonte de Variação	GL	QM	E (QM)	QM	E (QM)	QM	E (QM)
Blocos	r-1						
Clones	n-1	QMG _x	$\sigma_x^2 + r\sigma_{gx}^2$	QMG _y	$\sigma_y^2 + r\sigma_{gy}^2$	QMG _{x+y}	$\sigma_{x+y}^2 + r\sigma_{g(x+y)}^2$
Resíduo	(n-1) (r-1)	QMR _x	σ_x^2	QMR _y	σ_y^2	QMR _{x+y}	σ_{x+y}^2

3.7 CORRELAÇÕES FENOTÍPICAS, GENOTÍPICAS E DE AMBIENTE

Para que se possa praticar a seleção em qualquer programa de melhoramento é necessário que haja variabilidade genética. O aproveitamento rápido e eficaz dessa variabilidade é fundamental e os estudos sobre correlações constituem um dos caminhos para ganhar tempo e reduzir esforços, pois a sua estimação permite estabelecer estratégia mais adequada para a condução de um programa de melhoramento, assim como permitindo a avaliação de respostas indiretas em caráter com baixa herdabilidade ou de difícil identificação ou medição (CRUZ e CARNEIRO, 2004).

Falconer (1981) e Cruz (2005), ressaltam que a correlação trata da relação entre duas características e, caso elas estejam correlacionadas, em conexão com as causas genéticas de correlação, há um indicativo que esteja ocorrendo pleiotropia ou ligação gênica, sendo esta última uma forma transitória de correlação. Outro fato, caso ocorra a correlação, está ligado às mudanças efetuadas pela seleção, sendo importante conhecer como o melhoramento de uma característica pode causar mudanças simultâneas em outras.

A correlação entre dois caracteres X e Y consiste na relação de covariância entre esses dois caracteres, pela raiz quadrada do produto das variâncias de X e Y (MODE e ROBSON, 1959; BULMER, 1980; FALCONER, 1981; CRUZ, 2001; RESENDE, 2002; CRUZ e CARNEIRO, 2003; CRUZ, REGAZZI e CARNEIRO 2004; CRUZ, 2005; CRUZ, 2006^a; CRUZ, 2006^b), assim sendo:

$$r_{(x,y)} = \frac{Cov_{(x,y)}}{\sqrt{\sigma_x^2 \sigma_y^2}}$$

Com base nesta fórmula geral foram estimados os coeficientes de correlações fenotípica, genotípica e de ambiente entre os caracteres estudados, cujas fórmulas específicas estão a seguir discriminadas.

3.7.1 Coeficiente de Correlação Fenotípica

$$r_F = \frac{Cov_{F(x,y)}}{\sqrt{\sigma_{F(x)}^2 \cdot \sigma_{F(y)}^2}}$$

Onde:

r_F : correlação fenotípica;

$Cov_{F(x,y)}$: covariância fenotípica entre X e Y;

$\sigma_{F(x)}^2$ e $\sigma_{F(y)}^2$: variâncias fenotípicas para os caracteres X e Y, respectivamente.

3.7.2 Coeficiente de Correlação Genotípica

$$r_G = \frac{Cov_{G(x,y)}}{\sqrt{\sigma_{G(x)}^2 \cdot \sigma_{G(y)}^2}}$$

Onde:

r_G : correlação genotípica;

$Cov_{G(x,y)}$: covariância genotípica entre X e Y;

$\sigma_{G(x)}^2$ e $\sigma_{G(y)}^2$: variâncias genotípicas para os caracteres X e Y, respectivamente.

3.7.3 Coeficiente de Correlação Ambiental

$$r_E = \frac{Cov_{E(x,y)}}{\sqrt{\sigma_{E(x)}^2 \cdot \sigma_{E(y)}^2}}$$

Onde:

r_E : correlação ambiental;

$Cov_{E(x,y)}$: covariância ambiental entre X e Y;

$\sigma_{E(x)}^2$ e $\sigma_{E(y)}^2$: variâncias ambientais para os caracteres X e Y, respectivamente.

A significância destas correlações foi verificada pelo teste “t” ao nível de 5% e 1% de probabilidade de erro.

3.8 ÍNDICE DE SELEÇÃO

A seleção de uma variável em uma ou algumas gerações conduzirá a ganho genético na própria variável e em outras a ela correlacionadas, sendo que essa seleção feita caráter por caráter é denominada de seleção em tandem (REZENDE, 2002).

Para obter materiais genéticos que sejam realmente superiores é necessário que o material selecionado reúna uma série de atributos favoráveis, conferindo-lhe rendimentos superiores. Desta forma, a fim de aumentar as chances de sucesso nos programas de melhoramento, deve-se proceder a seleção simultânea de uma série de caracteres em conjunto, utilizando-se o índice de seleção, possibilitando otimizar os ganhos de seleção (CRUZ, 2005).

O índice de seleção foi proposto inicialmente por Smith em 1936, para a parte vegetal e por Hazel em 1943, para a parte animal. O índice proposto por esses autores consiste em uma combinação linear dos valores fenotípicos dos vários caracteres de importância

econômica, cujas estimativas dos coeficientes têm por finalidade a maximização da correlação entre o índice de seleção (que mede o mérito fenotípico global da planta) e o agregado genotípico (que é o valor genético verdadeiro do indivíduo) (BULMER, 1980; REZENDE, 2002; CRUZ e CARNEIRO, 2003).

Há, entretanto, outra combinação linear que diz respeito ao agregado genotípico, envolvendo os valores genéticos que são ponderados pelos seus respectivos valores econômicos.

Desta forma, o índice de seleção (I) e o agregado genotípico (H) são dados pelas expressões:

$$I = b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots + b_nx_n = \sum_{i=1}^n b_ix_i$$

$$H = a_1g_1 + a_2g_2 + a_3g_3 + \dots + a_ng_n = \sum_{i=1}^n a_ig_i$$

A correlação entre o índice I e o agregado H, que é a acurácia do índice, é dada por:

$$r_{IH} = \frac{Cov_{IH}}{\sqrt{\sigma_I^2 \cdot \sigma_H^2}} = \frac{b'Ga}{\sqrt{(b'Fb)(a'Ga)}}$$

Onde:

G: matriz das variâncias e covariâncias genotípicas;

F: matriz das variâncias e covariâncias fenotípicas;

a: vetor de pesos econômicos das características estudadas, estabelecidos pelo melhoristas. a': vetor transposto = [a₁, a₂, a₃, ..., a_n].

b: vetor dos coeficientes do índice estimados para que a correlação r_{IH} seja máxima.

b': vetor transposto = [b₁, b₂, b₃, ..., b_n].

A maximização da correlação r_{IH} conduz a obtenção do valor "b" através da solução da expressão:

$$Fb = Ga$$

Portanto:

$$b = F^{-1}Ga$$

De acordo com Resende (2002) e Cruz e Carneiro (2003), a falta de precisão na obtenção das matrizes de variâncias e covariâncias, aliado ao fato da dificuldade de se estabelecer os valores econômicos relativos por parte dos melhoristas, inviabilizou por muito tempo a utilização dessa ferramenta no auxílio à seleção de vários caracteres tomados em conjunto.

Hazel e Lush (1942), citados por Cruz e Carneiro (2003), relataram que os pesos econômicos dos caracteres principais, que são aqueles que afetam diretamente o mérito genético, devem ser estabelecidos de maneira mais precisa possível e que os pesos para os caracteres secundários devem ser iguais a zero. Robson, Comstock e Harvey (1951), medindo a eficiência do índice na cultura do milho, propôs que para o caráter mais importante fosse atribuído peso 1 e para os demais caracteres fossem atribuídos peso igual a zero, sendo insignificante a redução na eficiência do índice. Isso está de acordo com Rezende (2002), que ressalta que nesse caso, os coeficientes de ponderação são função apenas dos parâmetros genéticos, dispensando-se as informações econômicas. A atribuição desses pesos, com esses valores citados, foram utilizados por Valois (1979), Paiva (1980) e Pinheiro (1981), na cultura da seringueira.

Cruz e Carneiro (2003) sugeriram que os pesos econômicos poderiam ser estimados a partir de estatísticas geradas pelos próprios dados experimentais e que o coeficiente de variação genética poderia ser um bom referencial, uma vez que, sendo diretamente proporcional à variância genotípica disponível, mantém de certa forma, a proporcionalidade entre os caracteres e é adimensional.

Desta forma, no presente trabalho, considerou-se a proposta desses últimos autores citados atribuindo valores econômicos de acordo com o coeficiente de variação genotípico (CV_g) de cada característica.

Assim sendo, o CV_g para cada variável avaliada foi calculado conforme a expressão:

$$CV_g = \frac{100 \times \sqrt{\sigma_g^2}}{\mu}$$

Onde:

σ_g^2 : variância genotípica;

μ : média da população.

Uma vez que o índice esteja estabelecido, há necessidade de calcular o ganho genético par cada variável estudada e/ou conjunto das variáveis. O ganho esperado para o caráter j, quando a seleção é praticada sobre o índice, é expresso por (RESENDE, 2002; CRUZ E CARNEIRO, 2003):

$$\Delta g_{j(I)} = DS_{j(I)} h_j^2 = G_j b \frac{i}{\sigma_I} = i \sigma_I = i r_{HI} \sigma_H$$

Onde:

$\Delta g_{j(I)}$: ganho genético esperado para o caráter j, com a seleção baseada no índice I;

$DS_{j(I)}$: diferencial de seleção do caráter j, com a seleção baseada no índice I;

h_j^2 : herdabilidade do caráter j;

G_j : j-ésima linha da matriz G, cujos elementos são a variância genética do caráter j e as covariâncias genéticas entre este caráter e os demais.

i: intensidade de seleção;

σ_I : desvio padrão do índice de seleção;

σ_H : desvio padrão do agregado genotípico.

Outra forma de expressar o ganho genético esperado no caráter j, com a seleção baseada no índice I, é em termos percentuais em relação à média da população para esse caráter.

Desta forma:

$$\Delta_{gj(I)}\% = \frac{100 \cdot \Delta_{gj(I)}}{\mu}$$

Onde:

$\Delta_{gj(I)}\%$: ganho genético esperado para o caráter j em termos percentuais;

$\Delta_{gj(I)}$: ganho genético esperado para o caráter j, com a seleção baseada no índice I;

μ : média da população do caráter j.

No presente trabalho foram utilizados os sete caracteres mais representativos, ou seja:

Perímetro médio do tronco (média dos seis anos);

Incremento médio do perímetro do tronco (média dos cinco anos),

Produção média de borracha seca (média dos seis anos);

Incremento médio de produção de borracha seca (média dos cinco anos);

Número de anéis de vasos laticíferos;

Diâmetro médio dos vasos laticíferos;

Densidade de vasos laticíferos em 5 mm de casca.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 EXPRESSÕES FENOTÍPICAS DOS CARACTERES

4.1.1 Caracteres de Produção de Borracha

Na cultura da seringueira, levando-se em consideração todo o ciclo da cultura⁵, a produção de látex é o caráter mais importante, sendo influenciado por quatro componentes principais inerentes à planta: comprimento da superfície de corte, taxa de fluxo inicial, teor de borracha e índice de obstrução (SETHURAJ, 1981; DEY et al., 2004). Esses fatores são afetados pelo teor de água no solo, o que depende de fatores meteorológicos (RAO et al., 1990).

Estando as plantas de um mesmo clone sob as mesmas condições edafoclimáticas, as variações intraclonais que se observam são em decorrência das diferentes composições genéticas dos porta-enxertos utilizados. De acordo com o nível da incompatibilidade entre enxerto e porta-enxerto são observadas as mais diferentes reações fisiológicas e bioquímicas, interferindo no desenvolvimento do enxerto, gerando a variabilidade intraclonal que tem como um dos indicativos o coeficiente de variação (CV%) elevado (COMBE e GENER, 1977; VALOIS et al., 1978; PREMAKURI et al., 2002; CARDINAL, GONÇALVES e MARTINS, 2007).

Em ensaio realizado na Costa do Marfim, onde estava sendo avaliado o desenvolvimento de plantas para entrada em sangria, foi observada uma diferença clonal quanto a essa característica, tendo sido apontado como adequado um perímetro de tronco de 40 a 50 cm para o clone GT 1 e de 50 cm para o clone PB 235. Esse desenvolvimento foi alcançado aos 6 anos de plantio, correspondendo com a maturidade fisiológica da seringueira (OBOUAYEBA et al., 2002).

Em condições ambientais favoráveis, a seringueira atinge desenvolvimento para sangria no 7º ano, porém nas áreas não tradicionais da Índia, como Assam, Tripura e Meghalaya, ela somente atinge a maturidade aos nove ou dez anos, devido as adversidades das condições climáticas (REJU et al., 2001; PRIYADARSHAN, 2003) e, de acordo com Dey

⁵ Presentemente o valor alcançado pela madeira da seringueira no mercado internacional, fez com que as pesquisas com a *Hevea* nos países asiáticos convergissem para selecionar plantas que individualmente fornecessem maior volume de madeira. Na Tailândia, por exemplo, o valor da madeira chega a suplantiar o da borracha.

e Vijayakumar (2002), a influência do clima nas culturas perenes, como a seringueira é acumulativa e o desenvolvimento das plantas mostrou-se correlacionado positivamente com a precipitação mensal e a umidade relativa e correlacionou-se negativamente com a temperatura máxima e a quantidade de horas de luz.

Neste ensaio de comportamento de clones no Município de Santa Terezinha, considerado área marginal para o cultivo da seringueira, as plantas somente atingiram desenvolvimento para sangria quando iriam completar nove anos de plantadas, devido o elevado déficit hídrico de 336 mm.

Na Região de Konkan, Oeste da Índia, que apresenta sete meses sem chuva, portanto um severo período de estiagem nos meses de verão, foram avaliados 15 clones de seringueira, sendo alguns indianos da série RRII, outros do Sri Lanka da Série RRIC e alguns Malaios, dentre os quais o PB 260, PB 310, PR 255 e PR 261. Analisando o perímetro de tronco durante os seis primeiros anos de implantação da cultura, os pesquisadores observaram que a maior taxa de desenvolvimento ocorre apenas no período chuvoso e que no período de estiagem, a taxa de desenvolvimento dos clones declina substancialmente. A percentagem média de plantas no ensaio, em condições de sangria no 6º ano foi de apenas 17,5 % e esses dados revelam, segundo os autores, que para regiões com déficit hídrico bastante acentuado, o período de imaturidade da seringueira não é inferior a 9 anos (CHANDRASHEKAR et al., 1998).

Com a finalidade de aperfeiçoar a seleção no sentido de reduzir o número de anos necessários para avaliar o caráter produção em experimentos de competição de clones de seringueira, Chandrasekha et al. (2007), estudaram a correlação ano a ano desse caráter, durante dez anos de sangria, em oito clones de seringueira e concluíram que seis anos de registro de sangria, são necessários para otimizar a seleção, quanto à produção, dos clones que fazem parte da elite. Esta afirmação está de acordo com a metodologia deste ensaio, onde o caráter produção de borracha foi avaliado durante 6 anos consecutivos. Ressalte-se que segundo Tan (1978), parentes promissores em clones de seringueira podem ser selecionados no primeiro ano de sangria, entretanto, para outros caracteres são necessários vários anos de sangria. Tan, Mukherjee e Subramaniam (1975), avaliando progênies de seringueira, observaram que a herdabilidade da produção média dos diferentes anos mostrou que os três primeiros anos de produção foram adequados para predizerem a estimativa da variância genética para a média dos cinco anos de produção.

As Tabelas 7 a 19 resumem a análise de variância para os caracteres de produção de borracha e os respectivos incrementos, ressaltando-se que com exceção do caráter incremento

de produção no ano 2003/2004, para os demais caracteres estudados, houve diferença nas médias entre clones pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade de erro.

As Tabelas 20 a 26 sumariam a produção de borracha seca nos anos de 2000 a 2005 e a produção média nos 6 anos de sangria, assim como nas Tabelas 27 a 32 encontram-se as médias para o incremento desse caráter, ano a ano durante o período da pesquisa.

Por esses dados, no primeiro ano de sangria (2000), destacaram-se os clones amazônicos IAN 2880, IAN 2878 e IAN 3087, como os mais produtivos, seguidos dos clones RO 38, IAN 2903 e os orientais: PB 235, PB 28/59 e PB 252 e como menos produtivos o SIAL 842, AC 58 e FCAP 44.

No ano de 2001 destacaram-se como mais produtivos os mesmos clones do primeiro ano, entrando nessa lista o IAN 3156 suplantando o PB 28/59 e o PB 252.

Essa tendência produtiva praticamente foi mantida ao longo dos 6 anos de registro dos dados, salientando-se a performance isolada do IAN 2878 e IAN 2880, não havendo diferença significativa entre eles.

A produção ano a ano possibilita a visualização da evolução produtiva das cultivares testadas, porém a produção média ao longo dos anos é mais importante do que uma produção isolada de um determinado ano, pois retrata mais fielmente o volume total de produção que irá interferir na renda auferida pelo produtor.

Desta forma, analisando a produção média de borracha seca desses clones, no período de 2000 a 2005, observa-se que isoladamente foram mais produtivos, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, os clones IAN 2878 e IAN 2880, produzindo respectivamente 85,80 e 79,83 g de borracha seca por árvore por sangria (g.a.s). Em segundo lugar, também isolado, o IAN 3087, com 66,07 g.a.s e em terceiro lugar o IAN 2903 e o IAN 6323, com 54,57 e 53,27 g.a.s. Foram menos produtivos os clones MDF 180 e SIAL 842, bem como os amazônicos FCAP 44 e AC 58, com produções respectivas de 29,50; 20,10; 7,60 e 7,03 g.a.s.

Os clones amazônicos da série IAN (Instituto Agrônomo do Norte), de uma maneira geral, suplantaram os outros clones testados, inclusive os asiáticos como o PB 235, RRIM 600, PB 260 etc.

Tabela 7 - Análise de variância para produção de borracha seca ano 2000.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
BLOCOS	2	1,0248	0,5124	
TRATAMENTOS	24	13268,64053	552,86	63,9789**
RESÍDUO	48	414,7819	8,64129	
TOTAL	74	13684,4472		
MÉDIA	20,948	CV(%)	14,03288	
MÍNIMO	3,2	MÁXIMO	52,6	
DMS-Tukey(1%)	10,68173	DMS-Tukey(5%)	9,307012	
Estimativas de Parâmetros				
VARIÂNCIA FENOTÍPICA			184,2867	
VARIÂNCIA AMBIENTAL			2,88043	
VARIÂNCIA GENOTÍPICA			181,4062	
CVg %	64,2959			
RAZÃO CVg/CVe	4,5818			

Tabela 8 - Análise de variância para produção de borracha seca ano 2001.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
BLOCOS	2	31,577867	15,78893	
TRATAMENTOS	24	23650,0568	985,419	29,5484**
RESÍDUO	48	1600,7688	33,34935	
TOTAL	74	25282,4035		
MÉDIA	29,55733	CV(%)	19,53793	
MÍNIMO	4,6	MÁXIMO	81,1	
DMS-Tukey(1%)	20,98437	DMS-Tukey(5%)	18,28372	
Estimativas de Parâmetros				
VARIÂNCIA FENOTÍPICA			328,473	
VARIÂNCIA AMBIENTAL			11,11645	
VARIÂNCIA GENOTÍPICA			317,3566	
CVg %	60,271			
RAZÃO CVg/CVe	3,0848			

Tabela 9 – Análise de variância para produção de borracha seca ano 2002.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
BLOCOS	2	7,085867	3,542933	
TRATAMENTOS	24	23290,34853	970,4312	70,8702**
RESÍDUO	48	657,2675	13,69307	
TOTAL	74	23954,7019		
MÉDIA	37,27467	CV(%)	9,927427	
MÍNIMO	4,6	MÁXIMO	83,6	
DMS-Tukey(1%)	13,4463	DMS-Tukey(5%)	11,71579	
Estimativas de Parâmetros				
VARIÂNCIA FENOTÍPICA			323,4771	
VARIÂNCIA AMBIENTAL			4,564358	
VARIÂNCIA GENOTÍPICA			318,9127	
CVg %	47,9096			
RAZÃO CVg/CVe	4,826			

Tabela 10 – Análise de variância para produção de borracha seca ano 2003.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
BLOCOS	2	413,433867	206,7169	
TRATAMENTOS	24	34304,72453	1429,364	49,4383**
RESÍDUO	48	1387,7795	28,91207	
TOTAL	74	36105,9379		
MÉDIA	48,86133	CV(%)	11,0046	
MÍNIMO	5,6	MÁXIMO	122,3	
DMS-Tukey(1%)	19,53853	DMS-Tukey(5%)	17,02396	
Estimativas de Parâmetros				
VARIÂNCIA FENOTÍPICA			476,4545	
VARIÂNCIA AMBIENTAL			9,637358	
VARIÂNCIA GENOTÍPICA			466,8172	
CVg %	44,2189			
RAZÃO CVg/CVe	4,0182			

Tabela 11 – Análise de variância para produção de borracha seca ano 2004.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
BLOCOS	2	228,6744	114,3372	
TRATAMENTOS	24	34816,60747	1450,692	45,264**
RESÍDUO	48	1538,3789	32,04956	
TOTAL	74	36583,6608		
MÉDIA	52,816	CV(%)	10,71878	
MÍNIMO	5,9	MÁXIMO	119,8	
DMS-Tukey(1%)	20,57138	DMS-Tukey(5%)	17,92388	
Estimativas de Parâmetros				
VARIÂNCIA FENOTÍPICA			483,564	
VARIÂNCIA AMBIENTAL			10,68319	
VARIÂNCIA GENOTÍPICA			472,8808	
CVg %	41,1728			
RAZÃO CVg/CVe	3,8412			

Tabela 12 – Análise de variância para produção de borracha seca ano 2005.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
BLOCOS	2	356,141067	178,0705	
TRATAMENTOS	24	31800,91333	1325,038	35,4207**
RESÍDUO	48	1795,6123	37,40859	
TOTAL	74	33952,6667		
MÉDIA	59,16667	CV(%)	10,33733	
MÍNIMO	8,4	MÁXIMO	124,3	
DMS-Tukey(1%)	22,22481	DMS-Tukey(5%)	19,36452	
Estimativas de Parâmetros				
VARIÂNCIA FENOTÍPICA			441,6794	
VARIÂNCIA AMBIENTAL			12,46953	
VARIÂNCIA GENOTÍPICA			429,2098	
CVg %	35,0153			
RAZÃO CVg/CVe	3,3873			

Tabela 13 – Análise de variância para produção média de borracha seca.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
BLOCOS	2	102,453067	51,22653	
TRATAMENTOS	24	23733,79653	988,9082	86,3204**
RESÍDUO	48	549,9003	11,45626	
TOTAL	74	24386,1499		
MÉDIA	41,43467	CV(%)	8,168786	
MÍNIMO	6,4	MÁXIMO	94,5	
DMS-Tukey(1%)	12,29911	DMS-Tukey(5%)	10,71624	
Estimativas de Parâmetros				
VARIÂNCIA FENOTÍPICA			329,6361	
VARIÂNCIA AMBIENTAL			3,818752	
VARIÂNCIA GENOTÍPICA			325,8173	
CVg %	43,5635			
RAZÃO CVg/CVe	5,3329			

Tabela 14 – Análise de variância para incremento na produção de borracha seca 2000/2001.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
BLOCOS	2	24,686995	12,3435	
TRATAMENTOS	24	5083,6806	211,82	6,7423**
RESÍDUO	48	1507,9885	31,41643	
TOTAL	74	6616,3561		
MÉDIA	8,611333	CV(%)	65,08906	
MÍNIMO	-5,55	MÁXIMO	36,21	
DMS-Tukey(1%)	20,36717	DMS-Tukey(5%)	17,74596	
Estimativas de Parâmetros				
VARIÂNCIA FENOTÍPICA			70,60668	
VARIÂNCIA AMBIENTAL			10,47214	
VARIÂNCIA GENOTÍPICA			60,13453	
CVg %	90,0516			
RAZÃO CVg/CVe	1,3835			

Tabela 15 – Análise de variância para incremento na produção de borracha seca 2001/2002.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
BLOCOS	2	40,233888	20,11694	
TRATAMENTOS	24	2570,169875	107,0904	5,0014**
RESÍDUO	48	1027,782	21,41213	
TOTAL	74	3638,1858		
MÉDIA	7,7116	CV(%)	60,00472	
MÍNIMO	-7,96	MÁXIMO	25,86	
DMS-Tukey(1%)	16,81443	DMS-Tukey(5%)	14,65045	
Estimativas de Parâmetros				
VARIÂNCIA FENOTÍPICA			35,6968	
VARIÂNCIA AMBIENTAL			7,137375	
VARIÂNCIA GENOTÍPICA			28,55943	
CVg %	69,2995			
RAZÃO CVg/CVe	1,1549			

Tabela 16 – Análise de variância para incremento na produção de borracha seca 2002/2003.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
BLOCOS	2	347,906264	173,9531	
TRATAMENTOS	24	7316,433592	304,8514	11,7215**
RESÍDUO	48	1248,3757	26,00783	
TOTAL	74	8912,7156		
MÉDIA	11,5888	CV(%)	44,00617	
MÍNIMO	-7,5	MÁXIMO	40,3	
DMS-Tukey(1%)	18,53123	DMS-Tukey(5%)	16,1463	
Estimativas de Parâmetros				
VARIÂNCIA FENOTÍPICA			101,6171	
VARIÂNCIA AMBIENTAL			8,669276	
VARIÂNCIA GENOTÍPICA			92,94786	
CVg %	83,1919			
RAZÃO CVg/CVe	1,8905			

Tabela 17 – Análise de variância para incremento na produção de borracha seca 2003/2004.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
BLOCOS	2	26,969048	13,48452	
TRATAMENTOS	24	1202,662067	50,11092	1,548 n.s
RESÍDUO	48	1553,8647	32,37218	
TOTAL	74	2783,4958		
MÉDIA	3,958	CV(%)	143,7508	
MÍNIMO	-8,54	MÁXIMO	19,52	
DMS-Tukey (1%)	20,67466	DMS-Tukey (5%)	18,01387	
Estimativas de Parâmetros				
VARIÂNCIA FENOTÍPICA			16,70364	
VARIÂNCIA AMBIENTAL			10,79073	
VARIÂNCIA GENOTÍPICA			5,912913	
CVg %	61,4363			
RAZÃO CVg/CVe	0,4274			

Tabela 18 – Análise de variância para incremento na produção de borracha seca 2004/2005.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
BLOCOS	2	45,605203	22,8026	
TRATAMENTOS	24	2694,319221	112,2633	4,189**
RESÍDUO	48	1286,384	26,79967	
TOTAL	74	4026,3084		
MÉDIA	6,353733	CV(%)	81,47713	
MÍNIMO	-17,93	MÁXIMO	30,9	
DMS-Tukey(1%)	18,81122	DMS-Tukey(5%)	16,39025	
Estimativas de Parâmetros				
VARIÂNCIA FENOTÍPICA			37,4211	
VARIÂNCIA AMBIENTAL			8,933222	
VARIÂNCIA GENOTÍPICA			28,48788	
CVg %	84,0042			
RAZÃO CVg/CVe	1,031			

Tabela 19 – Análise de variância para incremento médio na produção de borracha seca.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
BLOCOS	2	12,904267	6,452133	
TRATAMENTOS	24	541,9368	22,5807	11,8712**
RESÍDUO	48	91,3024	1,902133	
TOTAL	74	646,1435		
MÉDIA	7,642667	CV(%)	18,04578	
MÍNIMO	0,6	MÁXIMO	15,7	
DMS-Tukey(1%)	5,011558	DMS-Tukey(5%)	4,36658	
Estimativas de Parâmetros				
VARIÂNCIA FENOTÍPICA			7,5269	
VARIÂNCIA AMBIENTAL			0,634044	
VARIÂNCIA GENOTÍPICA			6,892856	
CVg %	34,3522			
RAZÃO CVg/CVe	1,9036			

Tabela 20 - Produção de borracha seca (g.a.s) no ano 2000.

CLONE	Prod 2000		CLONE	Prod 2000	
IAN 2880	48,43	a	IAN 3156	18,00	f g
IAN 2878	47,50	a	RRIM 701	13,93	f g h
IAN 3087	44,67	a b	MDF 180	13,70	f g h
RO 38	36,50	b c	PB 217	11,77	g h i
IAN 2903	34,43	c	IAN 873	11,27	g h i
PB 235	32,43	c	AVROS 2037	10,73	g h i
PB 28/59	28,73	c d	PR 261	10,67	g h i
PB 252	28,03	c d e	IAN 717 P1	8,37	h i
IAN 6323	22,93	d e f	PB 260	6,30	h i
CNSAM 7905 P1	22,30	d e f	SIAL 842	4,30	i
PB 330	22,07	d e f	AC 58	4,27	i
GT 1	19,37	e f g	FCAP 44	3,80	i
RRIM 600	19,20	e f g			

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 21 – Produção de borracha seca (g.a.s) no ano 2001.

CLONE	Prod 2001	
IAN 2878	71,87	a
IAN 2880	67,23	a b
IAN 3087	58,67	a b c
IAN 2903	51,43	b c d
PB 235	42,80	c d e
IAN 3156	41,27	c d e
RO 38	41,07	c d e
CNSAM 7905 P1	33,23	d e f
PB 28/59	33,20	d e f
PR 261	30,27	e f g
PB 217	28,63	e f g
PB 330	28,20	e f g
IAN 717 P1	26,83	e f g h
PB 252	26,07	e f g h
IAN 6323	21,60	f g h i
GT 1	20,10	f g h i
RRIM 600	19,73	f g h i
PB 260	18,70	f g h i
RRIM 701	16,07	f g h i
MDF 180	14,17	g h i
IAN 873	14,13	g h i
SIAL 842	13,07	g h i
AVROS 2037	9,70	h i
AC 58	6,10	i
FCAP 44	4,80	i

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 22 – Produção de borracha seca (g.a.s) no ano 2002.

CLONE	Prod 2002	
IAN 2878	78,93	a
IAN 2880	73,67	a
IAN 3087	67,43	a
IAN 2903	54,13	b
IAN 3156	53,37	b c
IAN 6323	46,23	b c d
PB 235	46,07	b c d e
RO 38	42,23	c d e f
PB 252	36,90	d e f g
PB 28/59	36,77	d e f g
PR 261	36,03	d e f g h
IAN 717 P1	35,70	d e f g h
PB 217	34,40	e f g h i
PB 260	33,60	f g h i j
CNSAM 7905 P1	33,50	f g h i j
PB 330	32,47	f g h i j
RRIM 701	32,43	f g h i j
AVROS 2037	28,37	g h i j k
GT 1	26,67	g h i j k
RRIM 600	25,00	h i j k
MDF 180	23,17	i j k
SIAL 842	22,40	j k
IAN 873	19,60	k
AC 58	6,57	l
FCAP 44	6,23	l

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 23 – Produção de borracha seca (g.a.s) no ano 2003.

CLONE	Prod 2003	
IAN 2878	107,03	a
IAN 2880	90,20	a b
IAN 6323	73,37	b c
IAN 3087	69,07	c d
CNSAM 7905 P1	62,03	c d e
PB 330	61,00	c d e
IAN 2903	55,63	d e f
PB 252	54,97	d e f
IAN 3156	53,10	d e f g
PB 235	50,77	e f g
GT 1	49,40	e f g h
RO 38	48,63	e f g h
PB 217	46,57	e f g h
RRIM 600	46,17	e f g h
PB 28/59	42,20	f g h i
IAN 873	42,10	f g h i
PB 260	41,53	f g h i
IAN 717 P1	40,60	f g h i
RRIM 701	39,27	f g h i
PR 261	39,17	f g h i
AVROS 2037	36,77	g h i
MDF 180	33,27	h i
SIAL 842	25,20	i
AC 58	7,33	j
FCAP 44	6,17	j

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 24 – Produção de borracha seca (g.a.s) no ano 2004.

CLONE	Prod 2004	
IAN 2878	107,03	a
IAN 2880	99,07	a
IAN 3087	76,20	b
IAN 6323	74,53	b c
IAN 2903	61,83	b c d
PB 330	61,60	b c d e
CNSAM 7905 P1	60,90	b c d e
PB 235	59,53	b c d e f
PB 252	56,73	c d e f
IAN 3156	56,70	c d e f
RO 38	53,87	d e f
IAN 873	52,10	d e f
PB 217	49,43	d e f
PB 28/59	49,37	d e f
PB 260	47,40	d e f
PR 261	45,53	d e f
RRIM 600	45,50	d e f
AVROS 2037	45,07	d e f
MDF 180	44,73	d e f
GT 1	44,43	d e f
RRIM 701	43,73	e f
IAN 717 P1	42,70	f g
SLAL 842	24,90	g h
FCAP 44	10,30	h
AC 58	7,20	h

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 25 – Produção de borracha seca (g.a.s) no ano 2005.

CLONE	Prod 2005	
IAN 2878	102,37	a
IAN 2880	100,37	a
IAN 6323	80,90	b
IAN 3087	80,43	b
CNSAM 7905 P1	70,63	b c
IAN 2903	69,93	b c d
GT 1	69,47	b c d
PB 252	66,17	b c d e
PB 330	63,70	b c d e
PB 217	63,47	b c d e
IAN 3156	60,87	c d e
IAN 717 P1	60,17	c d e
PB 235	59,73	c d e
IAN 873	58,83	c d e
RO 38	57,33	c d e
PR 261	56,77	c d e
PB 260	52,97	c d e
RRIM 701	51,87	c d e
AVRÓS 2037	51,33	c d e
RRIM 600	50,87	d e
MDF 180	47,87	e f
PB 28/59	47,37	e f
SLAL 842	30,77	f g
FCAP 44	14,23	g h
AC 58	10,77	h

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 26 – Produção Média de borracha seca (g.a.s) no período 2000/ 2005.

CLONE	Prod Média	
IAN 2878	85,80	a
IAN 2880	79,83	a
IAN 3087	66,07	b
IAN 2903	54,57	c
IAN 6323	53,27	c
PB 235	48,53	c d
IAN 3156	47,23	c d
CNSAM 7905 P1	47,07	c d e
RO 38	46,60	c d e
PB 330	44,83	c d e f
PB 252	44,80	c d e f
PB 28/59	39,63	d e f g
PB 217	39,00	d e f g
GT 1	38,23	d e f g
PR 261	36,40	e f g
IAN 717 P1	35,70	f g
RRIM 600	34,40	f g
PB 260	33,43	g
IAN 873	32,97	g
RRIM 701	32,90	g
AVROS 2037	30,37	g h
MDF 180	29,50	g h
SIAL 842	20,10	h
FCAP 44	7,60	i
AC 58	7,03	i

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 27 – Incremento de produção de borracha seca (g.a.s) referente à 2000/2001.

CLONE	I Prod 00/01		CLONE	I Prod 00/01	
IAN 2878	24,38	a	RO 38	4,57	c d e f
IAN 3156	23,29	a b	PB 28/59	4,47	c d e f
PR 261	19,61	a b c	IAN 873	2,87	c d e f
IAN 2880	18,81	a b c	RRIM 701	2,12	c d e f
IAN 717 P1	18,48	a b c d	AC 58	1,89	c d e f
IAN 2903	16,98	a b c d e	FCAP 44	1,00	d e f
PB 217	16,92	a b c d e	GT 1	0,73	e f
IAN 3087	14,02	a b c d e f	RRIM 600	0,48	e f
PB 260	12,40	a b c d e f	MDF 180	0,47	e f
CNSAM 7905 P1	10,96	a b c d e f	AVROS 2037	-1,10	f
PB 235	10,35	a b c d e f	IAN 6323	-1,31	f
SIAL 842	8,73	a b c d e f	PB 252	-1,95	f
PB 330	6,12	b c d e f			

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 28 – Incremento de produção de borracha seca (g.a.s) referente à 2001/2002.

CLONE	I Prod 01/02		CLONE	I Prod 01/02	
IAN 6323	24,66	a	PR 261	5,79	b c d
AVROS 2037	18,73	a b	PB 217	5,71	b c d
RRIM 701	16,37	a b c	IAN 873	5,45	b c d
PB 260	14,87	a b c d	RRIM 600	5,29	b c d
IAN 3156	12,11	a b c d	PB 330	4,25	b c d
PB 252	10,82	a b c d	PB 28/59	3,58	c d
SIAL 842	9,30	b c d	PB 235	3,28	c d
MDF 180	8,97	b c d	IAN 2903	2,71	c d
IAN 717 P1	8,84	b c d	FCAP 44	1,43	d
IAN 3087	8,76	b c d	RO 38	1,15	d
IAN 2878	7,02	b c d	AC 58	0,44	d
GT 1	6,58	b c d	CNSAM 7905 P1	0,26	d
IAN 2880	6,41	b c d			

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 29 – Incremento de produção de borracha seca (g.a.s) referente à 2002/2003.

CLONE	I Prod 02/03	
PB 330	28,57	a
CNSAM 7905 P1	28,51	a
IAN 2878	28,11	a b
IAN 6323	27,14	a b
GT 1	22,72	a b c
IAN 873	22,49	a b c d
RRIM 600	21,18	a b c d e
PB 252	18,05	a b c d e f
IAN 2880	16,52	a b c d e f g
PB 217	12,16	b c d e f g h
MDF 180	10,12	c d e f g h
AVROS 2037	8,39	c d e f g h
PB 260	7,96	c d e f g h
RRIM 701	6,84	c d e f g h
RO 38	6,41	d e f g h
PB 28/59	5,42	e f g h
IAN 717 P1	4,92	f g h
PB 235	4,70	f g h
PR 261	3,13	f g h
SLAL 842	2,83	f g h
IAN 3087	1,62	g h
IAN 2903	1,51	g h
AC 58	0,76	g h
FCAP 44	-0,08	h
IAN 3156	-0,27	h

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 30 – Incremento de produção de borracha seca (g.a.s) referente à 2003/2004.

CLONE	I Prod 03/04	CLONE	I Prod 03/04
MDF 180	11,45	IAN 3156	3,58
IAN 873	10,00	PB 217	2,88
IAN 2880	8,87	IAN 717 P1	2,10
PB 235	8,77	PB 252	1,76
AVROS 2037	8,30	IAN 6323	1,13
PB 28/59	7,18	PB 330	0,58
IAN 3087	7,13	IAN 2878	0,06
PR 261	6,36	AC 58	-0,16
IAN 2903	6,22	SIAL 842	-0,29
PB 260	5,88	RRIM 600	-0,65
RO 38	5,24	CNSAM 7905 P1	-1,14
RRIM 701	4,48	GT 1	-4,92
FCAP 44	4,13		

Não houve diferença entre as médias pelo Teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 31 – Incremento de produção de borracha seca (g.a.s) referente à 2004/2005.

CLONE	I Prod 04/05		CLONE	I Prod 04/05	
GT 1	25,02	a	RRIM 600	5,35	b c d
IAN 717 P1	17,47	a b	IAN 3087	4,25	b c d
PB 217	14,02	a b c	IAN 3156	4,19	b c d
PR 261	11,24	a b c d	FCAP 44	3,95	b c d
CNSAM 7905 P1	9,73	a b c d	AC 58	3,61	b c d
PB 252	9,48	a b c d	RO 38	3,46	b c d
RRIM 701	8,13	b c d	MDF 180	3,16	b c d
IAN 2903	8,05	b c d	PB 330	2,14	b c d
IAN 873	6,75	b c d	IAN 2880	1,31	b c d
IAN 6323	6,38	b c d	PB 235	0,21	c d
AVROS 2037	6,24	b c d	PB 28/59	-2,01	c d
SIAL 842	5,84	b c d	IAN 2878	-4,71	d
PB 260	5,57	b c d			

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 32 – Incremento médio de produção de borracha seca (g.a.s) referente à 2000/2005.

CLONE	I Prod Médio	
IAN 6323	11,60	a
IAN 2878	10,97	a b
IAN 2880	10,40	a b c
IAN 717 P1	10,33	a b c
PB 217	10,33	a b c
GT 1	10,03	a b c
CNSAM 7905 P1	9,67	a b c d
IAN 873	9,53	a b c d e
PB 260	9,33	a b c d e
PR 261	9,20	a b c d e
IAN 3156	8,60	a b c d e
PB 330	8,30	a b c d e f
AVROS 2037	8,10	a b c d e f g
PB 252	7,63	a b c d e f g
RRIM 701	7,60	a b c d e f g
IAN 3087	7,17	b c d e f g
IAN 2903	7,07	b c d e f g
MDF 180	6,83	b c d e f g
RRIM 600	6,33	c d e f g h
PB 235	5,47	d e f g h i
SIAL 842	5,27	e f g h i
RO 38	4,17	f g h i
PB 28/59	3,73	g h i
FCAP 44	2,10	h i
AC 58	1,30	i

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Entre os clones da série IAN testados, o IAN 873 apesar de ter uma boa produção somente a partir do 4º ano de sangria com mais de 40 g.a.s., ficou na faixa intermediária, pois apresentou uma baixa produção nos anos anteriores, denotando ser um clone tardio para esse caráter.

Relatórios publicados pelo Rubber Research Institute of Malaya (RRIM, 1970; RRIM, 1972 e RRIM, 1973), mostram o comportamento de alguns clones da série IAN na Malásia, onde o IAN 873 teve uma produção de 78,3 g.a.s. no seu quinto ano de sangria, 5 gramas abaixo do RRIM 600⁶. Em Belém o IAN 873 produziu apenas 23,2 g.a.s no sexto ano de sangria, devido a sua susceptibilidade ao mal-das-folhas (CONVÊN...., 1976). De acordo com Pinheiro e Alves (1983), esse mesmo clone, em Belém, teve a pífia produção de 18,2 g.a.s. como média de 11 anos de produção.

Em Piracicaba, segundo Souza (2007), o IAN 873 foi o mais produtivo, nos quatro anos de produção, comparados com os orientais PB 235, PB 252 RRIM 600, GT 1 entre outros, salientando que no 4º ano a produção foi de 79,01 g.a.s., valor equivalente ao produzido na Malásia. Cardoso et al. (1991), avaliando a produção em plantas jovens, no planalto paulista, observou que o IAN 873 destacou-se junto com os melhores clones para esse caráter, sendo que Gonçalves et al. (2003), ressaltam que esse clone além de ser produtivo no planalto paulista, apresentou uma boa estabilidade de comportamento para esse caráter naquela região.

Em Açailândia no Maranhão, com déficit hídrico de 335 mm, muito parecido com o de Santa Terezinha, o IAN 873 produziu em média 23,7 g.a.s. nos primeiros oito anos de produção (PINHEIRO; ALVES; LIBONATI, 1986).

De acordo com Pinheiro (1981), o baixo desempenho quanto à produtividade da cultivar IAN 873 em Açailândia, não é devido a nenhuma enfermidade foliar que cause senescências consecutivas nas plantas, mas sim, provavelmente, devido à sensibilidade desse clone a déficit hídrico mais elevado, conforme observado por Rocha Neto (1978).

Quanto ao incremento de produção ano a ano, os clones deste ensaio mostraram comportamento variado, não havendo, portanto, uma tendência como houve para a produção, desta forma o incremento médio na produção retrata melhor o comportamento dos clones quanto a esse caráter.

Dos 25 clones testados, o IAN 6323 foi o que teve melhor incremento médio na

⁶ Clone mais popular para plantio no mundo

produção, seguido pelo IAN 2880 e IAN 2878, com 11,60; 10,97 e 10,40 g.a.s. respectivamente. Observa-se que esses clones fazem parte dos melhores clones quanto ao caráter produção de borracha, salientando-se, entretanto, que o IAN 3087, que também é um dos mais produtivos, teve um incremento médio de produção intermediário de 7,17 g.a.s. Os piores clones para esse caráter foram o FCAP 44 e AC 58 com incrementos médios de 2,10 e 1,30 g.a.s. respectivamente, sendo esses dois clones também, os menos produtivos.

Nos campos de prova da antiga FCAP, hoje Universidade Federal Rural da Amazônia, destacaram-se os clones IAN 3087 e IAN 2903 produzindo ambos mais de 30 g.a.s. apesar da suscetibilidade dos mesmos ao *M. ulai* (PINHEIRO; ALVES, 1983).

Em Açailândia – MA, destacaram-se como mais produtivos os clones: IAN 2880, IAN 3087 e IAN 2878 (PINHEIRO, 1981; PINHEIRO; ALVES, 1983; PINHEIRO; ALVES; LIBONATI, 1986; ALVES et al., 1987b), mesmo ranque do ensaio de comportamento de clones em Santa Terezinha. Vale, ainda, destacar o bom desempenho do IAN 3156 cuja produção média nos 6 anos foi de 47,23g.a.s. tendo tido também um bom comportamento produtivo em São Paulo (GONÇALVES et al., 1999a; GONÇALVES et al., 2001a; GONÇALVES, AGUIAR; GOUVÊA, 2006).

Ainda no tocante à produção, merece destaque o clone IAN 6323, terceiro lugar em produção em Santa Terezinha com 53,27 g.a.s., considerando-se a média dos 6 anos de produção, apresentando porém como inconveniente, o fato de ser uma cultivar um pouco tardia para esse caráter, pois somente produziu bem a partir do 2º ano, sendo que em 2005 (6º ano) obteve o 2º lugar quanto a essa característica, com o registro de 80,90 g.a.s. Comportamento semelhante foi encontrado por Gonçalves, Aguiar e Gouvêa (2006), avaliando a expressão fenotípica de caracteres superiores em 17 clones de seringueira, tendo em vista a escolha dos mais promissores no planalto paulista, observaram o bom desempenho do clone IAN 6323 no 6º ano de sangria, sendo o mais produtivo naquele ano.

Dentre os clones orientais, com média nos 6 anos de produção, destacaram-se as cultivares: PB 235, PB 330 e PB 252, com produções de 48,53; 44,83 e 44,80 g.a.s. respectivamente, registros esses compatíveis com a boa performance desses clones no planalto paulista, Costa do Marfim e sudeste asiático (CRESTIN; BANGRATZ, 1988; VINOD et al., 1996; PRYIADARSHAN et al., 2000; OMOKHAFFE, 2003; PRYIADARSHAN et al., 2005; SOUZA, 2007; GONÇALVES, 2008).

4.1.2 Caracteres de Desenvolvimento

Dentre os caracteres de desenvolvimento ou de vigor da planta, o perímetro do tronco e o seu respectivo incremento são os caracteres mais importantes dessa categoria (WYCHEREY, 1969).

O detalhamento das análises de variância para essas duas características de desenvolvimento encontram-se nas Tabelas 33 a 45. Assim como para produção, houve diferença significativa pelo Teste F ao nível de 1% de probabilidade de erro, entre os clones instalados no ensaio de Santa Terezinha para os caracteres de perímetro de tronco e para quase todos de incremento de perímetro de tronco, à exceção do ano de 2004 para 2005.

As Tabelas 46 a 52 mostram as médias para os caracteres de perímetro do tronco nos anos de 2000 a 2005, bem como o perímetro médio do tronco referente a esse período. As médias de incremento de perímetro de tronco ano a ano de 2000 a 2005, assim como o incremento médio de perímetro de tronco no período são sumariados nas Tabelas 53 a 58.

De maneira geral o desenvolvimento apresentado pelos clones no experimento de competição de cultivares foi bastante satisfatório. A média do perímetro de tronco foi de praticamente 55 cm aos 14 anos após o plantio, variando de 47 cm, para o mínimo, a 69 cm, para o máximo.

Quando se compara o desenvolvimento dos clones estabelecidos em Santa Terezinha com os estabelecidos em Belém, onde as condições climáticas são favoráveis à disseminação do *M. ulai*, de acordo com dados de Pinheiro (1981), os valores são contrastantes para o caráter perímetro do tronco nessas duas ecologias bem distintas.

Em Belém, nos campos de prova da antiga FCAP, clones como o IAN 3087, IAN 2903, IAN 2880 e IAN 2878, apresentaram perímetro do tronco, aos 16 anos de idade, de 57, 46, 29 e 33 cm, respectivamente, contra 56, 55, 59 e 56 cm desses mesmos clones em Santa Terezinha, aos 14 anos de plantados.

Apesar do material clonal em Belém estar com dois anos a mais que o de Santa Terezinha quando da coleta dos dados, o desenvolvimento apresentado foi muito fraco de uma maneira geral, em decorrência da susceptibilidade que essas cultivares apresentaram ao mal-das-folhas. Mesmo com tratos culturais normais, a grande maioria dos clones estabelecidos em Belém, aos 16 anos de idade, não havia atingido naquela oportunidade, desenvolvimento suficiente para entrar em sangria.

Tabela 33 – Análise de variância para perímetro do tronco no ano 2000.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
BLOCOS	2	45,5456	22,7728	
TRATAMENTOS	24	362,088533	15,08702	6,0327**
RESÍDUO	48	120,0411	2,500856	
TOTAL	74	527,6752		
MÉDIA	47,908	CV(%)	3,30093	
MÍNIMO	43,2	MÁXIMO	53,8	
DMS-Tukey (1%)	5,746411	DMS-Tukey (5%)	5,006859	
Estimativas de Parâmetros				
VARIÂNCIA FENOTÍPICA		5,029007		
VARIÂNCIA AMBIENTAL		0,833619		
VARIÂNCIA GENOTÍPICA		4,195389		
CVg %	4,2754			
RAZÃO CVg/CVe	1,2952			

Tabela 34 – Análise de variância para perímetro do tronco no ano 2001.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
BLOCOS	2	58,1784	29,0892	
TRATAMENTOS	24	645,047467	26,87698	7,0996**
RESÍDUO	48	181,7149	3,785727	
TOTAL	74	884,9408		
MÉDIA	49,284	CV(%)	3,947923	
MÍNIMO	43,7	MÁXIMO	58,4	
DMS-Tukey (1%)	7,070123	DMS-Tukey (5%)	6,160212	
Estimativas de Parâmetros				
VARIÂNCIA FENOTÍPICA		8,958993		
VARIÂNCIA AMBIENTAL		1,261909		
VARIÂNCIA GENOTÍPICA		7,697084		
CVg %	5,6293			
RAZÃO CVg/CVe	1,4259			

Tabela 35 – Análise de variância para perímetro do tronco no ano 2002.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
BLOCOS	2	37,059467	18,52973	8,3937**
TRATAMENTOS	24	801,2952	33,3873	
RESÍDUO	48	190,9272	3,97765	
TOTAL	74	1029,2819		
MÉDIA	50,27467	CV(%)	3,967017	
MÍNIMO	44,6	MÁXIMO	60,3	
DMS-Tukey (1%)	7,247122	DMS-Tukey (5%)	6,314432	
Estimativas de Parâmetros				
VARIÂNCIA FENOTÍPICA			11,1291	
VARIÂNCIA AMBIENTAL			1,325883	
VARIÂNCIA GENOTÍPICA			9,803217	
CVg %	6,2278			
RAZÃO CVg/CVe	1,5699			

Tabela 36 – Análise de variância para perímetro do tronco no ano 2003.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
BLOCOS	2	35,571467	17,78573	8,3606**
TRATAMENTOS	24	985,558133	41,06492	
RESÍDUO	48	235,7619	4,911706	
TOTAL	74	1256,8915		
MÉDIA	51,68933	CV(%)	4,28761	
MÍNIMO	45,6	MÁXIMO	62,1	
DMS-Tukey (1%)	8,0532	DMS-Tukey (5%)	7,016769	
Estimativas de Parâmetros				
VARIÂNCIA FENOTÍPICA			13,68831	
VARIÂNCIA AMBIENTAL			1,637235	
VARIÂNCIA GENOTÍPICA			12,05107	
CVg %	6,716			
RAZÃO CVg/CVe	1,5664			

Tabela 37 – Análise de variância para perímetro do tronco no ano 2004.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
BLOCOS	2	67,297867	33,64893	
TRATAMENTOS	24	1362,666667	56,77778	9,4002**
RESÍDUO	48	289,9221	6,040044	
TOTAL	74	1719,8867		
MÉDIA	53,59333	CV(%)	4,585738	
MÍNIMO	46,8	MÁXIMO	66,3	
DMS-Tukey (1%)	8,93043	DMS-Tukey (5%)	7,7811	
Estimativas de		Parâmetros		
VARIÂNCIA FENOTÍPICA			18,92593	
VARIÂNCIA AMBIENTAL			2,013348	
VARIÂNCIA GENOTÍPICA			16,91258	
CVg %	7,6735			
RAZÃO CVg/CVe	1,6733			

Tabela 38 – Análise de variância para perímetro do tronco no ano 2005.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
BLOCOS	2	64,0952	32,0476	
TRATAMENTOS	24	1552,9208	64,70503	9,2971**
RESÍDUO	48	334,0648	6,959683	
TOTAL	74	1951,0808		
MÉDIA	54,784	CV(%)	4,815496	
MÍNIMO	47,0	MÁXIMO	69,2	
DMS-Tukey (1%)	9,586212	DMS-Tukey (5%)	8,352485	
Estimativas de Parâmetros				
VARIÂNCIA FENOTÍPICA			21,56834	
VARIÂNCIA AMBIENTAL			2,319894	
VARIÂNCIA GENOTÍPICA			19,24845	
CVg %	8,0084			
RAZÃO CVg/CVe	1,663			

Tabela 39 – Análise de variância para perímetro médio do tronco.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTOS	24	873,436533	36,39319	8,7771**
RESÍDUO	48	199,0259	4,146373	
TOTAL	74	1121,6499		
MÉDIA	51,26533	CV(%)	3,972011	
MÍNIMO	45,2	MÁXIMO	61,1	
DMS-Tukey (1%)	7,399229	DMS-Tukey (5%)	6,446963	
Estimativas de Parâmetros				
VARIÂNCIA FENOTÍPICA			12,13106	
VARIÂNCIA AMBIENTAL			1,382124	
VARIÂNCIA GENOTÍPICA			10,74894	
CVg %	6,3953			
RAZÃO CVg/CVe	1,6101			

Tabela 40 – Análise de variância para incremento de perímetro de tronco 2000/2001.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
BLOCOS	2	0,9272	0,4636	
TRATAMENTOS	24	65,043467	2,710144	6,7591**
RESÍDUO	48	19,2461	0,40096	
TOTAL	74	85,2168		
MÉDIA	1,376	CV(%)	46,01849	
MÍNIMO	0	MÁXIMO	5,3	
		DMS-Tukey		
DMS-Tukey (1%)	2,300928	(5%)	2,004803	
Estimativas de Parâmetros				
VARIÂNCIA FENOTÍPICA			0,903381	
VARIÂNCIA AMBIENTAL			0,133653	
VARIÂNCIA GENOTÍPICA			0,769728	
CVg %	63,7603			
RAZÃO CVg/CVe	1,3855			

Tabela 41 – Análise de variância para incremento de perímetro de tronco 2001/2002.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
BLOCOS	2	4,665867	2,332933	
TRATAMENTOS	24	20,990133	0,874589	2,8621**
RESÍDUO	48	14,6675	0,305573	
TOTAL	74	40,3235		
MÉDIA	0,990667	CV(%)	55,79945	
MÍNIMO	0,1	MÁXIMO	4	
DMS -Tukey(1%)	2,008675	DMS -Tukey (5%)	1,750163	
Estimativas de Parâmetros				
VARIÂNCIA FENOTÍPICA			0,29153	
VARIÂNCIA AMBIENTAL			0,101858	
VARIÂNCIA GENOTÍPICA			0,189672	
CVg %	43,9617			
RAZÃO CVg/CVe	0,7879			

Tabela 42 – Análise de variância para incremento de perímetro de tronco 2002/2003.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
BLOCOS	2	1,347467	0,673733	
TRATAMENTOS	24	25,200533	1,050022	2,6215**
RESÍDUO	48	19,2259	0,40054	
TOTAL	74	45,7739		
MÉDIA	1,414667	CV(%)	44,73718	
MÍNIMO	0,1	MÁXIMO	3,8	
DMS-Tukey(1%)	2,29972	DMS-Tukey(5%)	2,003751	
Estimativas de Parâmetros				
VARIÂNCIA FENOTÍPICA			0,350007	
VARIÂNCIA AMBIENTAL			0,133513	
VARIÂNCIA GENOTÍPICA			0,216494	
CVg %	32,8904			
RAZÃO CVg/CVe	0,7352			

Tabela 43 – Análise de variância para incremento de perímetro de tronco 2003/2004.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
BLOCOS	2	6,2936	3,1468	
TRATAMENTOS	24	55,6888	2,320367	2,6203**
RESÍDUO	48	42,5064	0,88555	
TOTAL	74	104,4888		
MÉDIA	1,904	CV(%)	49,42419	
MÍNIMO	0	MÁXIMO	5,2	
		DMS-		
DMS-Tukey(1%)	3,41947	Tukey(5%)	2,979391	
Estimativas de Parâmetros				
VARIÂNCIA FENOTÍPICA			0,773456	
VARIÂNCIA AMBIENTAL			0,295183	
VARIÂNCIA GENOTÍPICA			0,478272	
CVg %	36,3221			
RAZÃO CVg/CVe	0,7349			

Tabela 44 – Análise de variância para incremento de perímetro de tronco 2004/2005.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
BLOCOS	2	0,046667	0,023333	
TRATAMENTOS	24	38,550133	1,606256	2,1224 n.s
RESÍDUO	48	36,3267	0,756806	
TOTAL	74	74,9235		
MÉDIA	1,190667	CV(%)	73,06378	
MÍNIMO	0,2	MÁXIMO	5,3	
		DMS-		
DMS-Tukey(1%)	3,161147	Tukey(5%)	2,754313	
Estimativas de Parâmetros				
VARIÂNCIA FENOTÍPICA			0,535419	
VARIÂNCIA AMBIENTAL			0,252269	
VARIÂNCIA GENOTÍPICA			0,28315	
CVg %	44,6908			
RAZÃO CVg/CVe	0,6117			

Tabela 45 – Análise de variância para incremento médio de perímetro de tronco.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
BLOCOS	2	0,0864	0,0432	
TRATAMENTOS	24	23,5112	0,979633	8,0606**
RESÍDUO	48	5,8336	0,121533	
TOTAL	74	29,4312		
MÉDIA	1,372	CV(%)	25,40935	
MÍNIMO	0,5	MÁXIMO	3,3	
DMS-Tukey(1%)	1,266777	DMS-Tukey(5%)	1,103745	
Estimativas de Parâmetros				
VARIÂNCIA FENOTÍPICA			0,326544	
VARIÂNCIA AMBIENTAL			0,040511	
VARIÂNCIA GENOTÍPICA			0,286033	
CVg %	38,9811			
RAZÃO CVg/CVe	1,5341			

Tabela 46 – Perímetro do tronco (cm) no ano 2000.

CLONE	Per 2000		CLONE	Per 2000	
FCAP 44	52,57	a	PB 330	47,33	b c d
MDF 180	51,27	a b	RRIM 600	46,77	b c d
IAN 6323	50,87	a b c	GT 1	46,70	b c d
AVROS 2037	50,63	a b c	PB 28/59	46,43	b c d
IAN 2880	49,50	a b c d	RRIM 701	46,43	b c d
IAN 717 P1	49,30	a b c d	RO 38	46,20	c d
IAN 2878	49,27	a b c d	PR 261	45,37	d
IAN 2903	49,27	a b c d	PB 260	45,33	d
PB 252	49,17	a b c d	IAN 3156	45,20	d
IAN 3087	49,10	a b c d	SIAL 842	45,13	d
CNSAM 7905 P1	49,07	a b c d	PB 217	44,83	d
IAN 873	48,67	a b c d	AC 58	44,73	d
PB 235	48,57	a b c d			

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 47 – Perímetro do tronco (cm) no ano 2001.

CLONE	Per 2001		CLONE	Per 2001	
FCAP 44	57,07	a	PB 330	48,50	b c d e f
IAN 6323	53,90	a b	RRIM 701	47,73	c d e f
AVROS 2037	53,43	a b c	RRIM 600	47,63	c d e f
MDF 180	53,03	a b c d	GT 1	47,40	c d e f
IAN 2880	51,77	a b c d e	PB 28/59	47,27	d e f
CNSAM 7905 P1	51,23	a b c d e f	PR 261	46,90	d e f
IAN 717 P1	50,80	b c d e f	RO 38	46,87	e f
IAN 3087	50,47	b c d e f	PB 260	45,93	e f
IAN 2878	50,13	b c d e f	IAN 3156	45,90	e f
IAN 2903	50,00	b c d e f	AC 58	45,87	e f
IAN 873	49,83	b c d e f	SIAL 842	45,77	e f
PB 235	49,63	b c d e f	PB 217	45,43	f
PB 252	49,60	b c d e f			

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro

Tabela 48 – Perímetro do tronco (cm) no ano 2002.

CLONE	Per 2002		CLONE	Per 2002	
FCAP 44	59,53	a	PB 330	49,87	b c d e f
IAN 6323	55,73	a b	RRIM 701	48,60	c d e f
MDF 180	53,97	a b c	RRIM 600	48,47	c d e f
AVROS 2037	53,63	a b c d	GT 1	48,03	c d e f
IAN 2880	53,23	a b c d	RO 38	47,90	c d e f
IAN 717 P1	52,97	b c d e	PB 28/59	47,90	c d e f
CNSAM 7905 P1	52,17	b c d e f	PR 261	47,53	d e f
IAN 3087	51,77	b c d e f	IAN 3156	46,67	e f
IAN 2903	51,00	b c d e f	AC 58	46,63	f
PB 252	50,90	b c d e f	SIAL 842	46,63	f
IAN 2878	50,77	b c d e f	PB 260	46,33	f
IAN 873	50,40	b c d e f	PB 217	45,97	f
PB 235	50,27	b c d e f			

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro

Tabela 49 – Perímetro do tronco (cm) no ano 2003.

CLONE	Per 2003		CLONE	Per 2003	
FCAP 44	61,83	a	IAN 873	51,13	c d e f
IAN 6323	58,73	a b	RRIM 701	50,40	c d e f
MDF 180	55,47	a b c	RRIM 600	49,97	c d e f
IAN 2880	54,90	a b c d	RO 38	49,93	c d e f
IAN 717 P1	54,83	a b c d	GT 1	49,43	c d e f
AVROS 2037	54,43	b c d e	PB 28/59	49,03	c d e f
CNSAM 7905 P1	53,77	b c d e f	AC 58	48,27	d e f
IAN 3087	53,47	b c d e f	PR 261	48,00	d e f
PB 252	53,07	b c d e f	SIAL 842	47,63	e f
IAN 2903	52,23	b c d e f	IAN 3156	47,47	e f
IAN 2878	51,60	c d e f	PB 260	47,07	f
PB 235	51,33	c d e f	PB 217	46,90	f
PB 330	51,33	c d e f			

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro

Tabela 50 – Perímetro do tronco (cm) no ano 2004.

CLONE	Per 2004		CLONE	Per 2004	
FCAP 44	65,53	a	PB 235	53,00	c d e f g
IAN 6323	61,57	a b	RRIM 600	51,70	c d e f g
IAN 717 P1	59,00	a b c	RRIM 701	51,47	c d e f g
IAN 2880	57,77	a b c d	GT 1	51,33	c d e f g
MDF 180	57,37	b c d	RO 38	51,17	d e f g
AVROS 2037	55,87	b c d e	PB 28/59	51,07	d e f g
CNSAM 7905 P1	55,67	b c d e f	AC 58	50,77	d e f g
IAN 3087	55,23	b c d e f g	SIAL 842	49,33	e f g
PB 252	54,37	b c d e f g	PR 261	48,90	e f g
IAN 2878	54,20	b c d e f g	IAN 3156	48,03	f g
IAN 2903	54,20	b c d e f g	PB 217	47,83	g
PB 330	53,53	c d e f g	PB 260	47,63	g
IAN 873	53,30	c d e f g			

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro

Tabela 51 – Perímetro do tronco (cm) no ano 2005.

CLONE	Per 2005		CLONE	Per 2005	
FCAP 44	66,80	a	IAN 873	54,10	c d e f
IAN 6323	63,80	a b	PB 235	54,07	c d e f
IAN 717 P1	61,97	a b c	AC 58	53,23	d e f
IAN 2880	58,83	a b c d	RRIM 600	52,50	d e f
MDF 180	58,73	a b c d	RRIM 701	52,37	d e f
CNSAM 7905 P1	56,77	b c d e	GT 1	52,13	d e f
AVROS 2037	56,70	b c d e	PB 28/59	51,57	d e f
IAN 3087	56,07	b c d e f	SIAL 842	50,30	e f
IAN 2878	56,00	b c d e f	PR 261	49,40	e f
IAN 2903	54,97	c d e f	PB 217	48,80	e f
PB 252	54,97	c d e f	IAN 3156	48,73	e f
PB 330	54,43	c d e f	PB 260	48,17	f
RO 38	54,20	c d e f			

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro

Tabela 52 – Perímetro médio do tronco (cm) referente à 2000/2005.

CLONE	Per Médio		CLONE	Per Médio	
FCAP 44	60,57	a	PB 330	50,80	c d e f g
IAN 6323	57,43	a b	RRIM 600	49,53	c d e f g
MDF 180	54,97	a b c	RRIM 701	49,53	c d e f g
IAN 717 P1	54,83	a b c	RO 38	49,40	c d e f g
IAN 2880	54,33	a b c d	GT 1	49,20	c d e f g
AVROS 2037	54,13	a b c d e	PB 28/59	48,90	c d e f g
CNSAM 7905 P1	53,10	b c d e f	AC 58	48,27	d e f g
IAN 3087	52,67	b c d e f g	PR 261	47,70	e f g
PB 252	52,03	b c d e f g	SIAL 842	47,47	f g
IAN 2878	52,00	b c d e f g	IAN 3156	47,03	f g
IAN 2903	51,93	b c d e f g	PB 260	46,77	f g
IAN 873	51,27	b c d e f g	PB 217	46,60	g
PB 235	51,17	b c d e f g			

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro

Tabela 53 – Incremento de perímetro do tronco (cm) nos anos 2000/2001

CLONE	I Per 00/01		CLONE	I Per 00/01	
FCAP 44	4,50	a	PB 235	1,07	b c d
IAN 6323	3,03	a b	IAN 2878	0,87	c d
AVROS 2037	2,80	a b c	RRIM 600	0,87	c d
IAN 2880	2,27	b c d	PB 28/59	0,83	c d
CNSAM 7905 P1	2,17	b c d	IAN 2903	0,73	d
MDF 180	1,77	b c d	IAN 3156	0,70	d
PR 261	1,53	b c d	GT 1	0,70	d
IAN 717 P1	1,50	b c d	RO 38	0,67	d
IAN 3087	1,37	b c d	SIAL 842	0,63	d
RRIM 701	1,30	b c d	PB 217	0,60	d
IAN 873	1,17	b c d	PB 260	0,60	d
PB 330	1,17	b c d	PB 252	0,43	d
AC 58	1,13	b c d			

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 54 – Incremento de perímetro do tronco (cm) nos anos 2001/2002

CLONE	I Per 01/02		CLONE	I Per 01/02	
FCAP 44	2,47	a	RRIM 600	0,83	a b c
IAN 717 P1	2,17	a b	IAN 3156	0,77	a b c
IAN 6323	1,83	a b c	AC 58	0,77	a b c
IAN 2880	1,47	a b c	IAN 2878	0,63	b c
PB 330	1,37	a b c	GT 1	0,63	b c
IAN 3087	1,30	a b c	PB 28/59	0,63	b c
PB 252	1,30	a b c	PB 235	0,63	b c
RO 38	1,03	a b c	PR 261	0,63	b c
IAN 2903	1,00	a b c	IAN 873	0,57	b c
CNSAM 7905 P1	0,93	a b c	PB 217	0,53	b c
MDF 180	0,93	a b c	PB 260	0,40	c
SIAL 842	0,87	a b c	AVROS 2037	0,20	c
RRIM 701	0,87	a b c			

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 55 – Incremento de perímetro do tronco (cm) nos anos 2002/2003

CLONE	I Per		CLONE	I Per	
	02/03			02/03	
IAN 6323	3,00	a	GT 1	1,40	a b
FCAP 44	2,30	a b	IAN 2903	1,23	a b
PB 252	2,17	a b	PB 28/59	1,13	a b
RO 38	2,03	a b	PB 235	1,07	a b
IAN 717 P1	1,87	a b	SIAL 842	1,00	a b
RRIM 701	1,80	a b	PB 217	0,93	b
IAN 3087	1,70	a b	IAN 2878	0,83	b
IAN 2880	1,67	a b	IAN 3156	0,80	b
AC 58	1,63	a b	AVROS 2037	0,80	b
CNSAM 7905 P1	1,60	a b	IAN 873	0,73	b
MDF 180	1,50	a b	PB 260	0,73	b
RRIM 600	1,50	a b	PR 261	0,47	b
PB 330	1,47	a b			

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 56 – Incremento de perímetro do tronco (cm) nos anos 2003/2004

CLONE	I Per		CLONE	I Per	
	03/04			03/04	
IAN 717 P1	4,17	a	IAN 3087	1,77	a b c
FCAP 44	3,70	a b	RRIM 600	1,73	a b c
IAN 2880	2,87	a b c	SIAL 842	1,70	a b c
IAN 6323	2,83	a b c	PB 235	1,67	a b c
IAN 2878	2,60	a b c	AVROS 2037	1,43	a b c
AC 58	2,50	a b c	PB 252	1,30	a b c
PB 330	2,20	a b c	RO 38	1,23	a b c
IAN 873	2,17	a b c	RRIM 701	1,07	b c
PB 28/59	2,03	a b c	PB 217	0,93	b c
IAN 2903	1,97	a b c	PR 261	0,90	b c
CNSAM 7905 P1	1,90	a b c	IAN 3156	0,57	c
MDF 180	1,90	a b c	PB 260	0,57	c
GT 1	1,90	a b c			

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 57 – Incremento de perímetro do tronco (cm) nos anos 2004/2005

CLONE	I Per 04/05	CLONE	I Per 04/05
RO 38	3,03	RRIM 701	0,90
IAN 717 P1	2,97	IAN 3087	0,83
AC 58	2,47	AVROS 2037	0,83
IAN 6323	2,23	IAN 873	0,80
IAN 2878	1,80	GT 1	0,80
MDF 180	1,37	RRIM 600	0,80
FCAP 44	1,27	IAN 2903	0,77
CNSAM 7905 P1	1,10	IAN 3156	0,70
IAN 2880	1,07	PB 252	0,60
PB 235	1,07	PB 260	0,53
SIAL 842	0,97	PB 28/59	0,50
PB 217	0,97	PR 261	0,50
PB 330	0,90		

Não houve diferença entre as médias pelo Teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 58 – Incremento médio de perímetro do tronco (cm) referente à 2000/2005

CLONE	I Per Médio	CLONE	I Per Médio
FCAP 44	2,87 a	IAN 2903	1,17 d e f
IAN 6323	2,57 a b	PB 252	1,16 d e f
IAN 717 P1	2,50 a b c	RRIM 600	1,13 d e f
IAN 2880	1,87 a b c d	IAN 873	1,10 d e f
AC 58	1,70 b c d e	GT 1	1,10 d e f
RO 38	1,60 b c d e f	PB 235	1,10 d e f
CNSAM 7905 P1	1,53 b c d e f	SIAL 842	1,03 d e f
MDF 180	1,47 b c d e f	PB 28/59	1,03 d e f
PB 330	1,43 c d e f	PR 261	0,80 d e f
IAN 2878	1,37 d e f	PB 217	0,77 d e f
IAN 3087	1,37 d e f	IAN 3156	0,70 e f
AVROS 2037	1,20 d e f	PB 260	0,57 f
RRIM 701	1,20 d e f		

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Além do fato do perímetro do tronco ser considerado como a característica de vigor mais importante, uma vez que ele determina a entrada em sangria de um determinado clone, finalizando com o período de imaturidade da seringueira (GONÇALVES et al., 2005a), ele é um caráter que influenciará diretamente a produção de madeira. Como a sangria corresponde a um semi anelamento, caso estivesse no mesmo plano, em alguns clones o incremento de perímetro do tronco fica prejudicado em função da passagem de elaborados.

Os dados de perímetro de tronco ano após ano demonstraram que houve uma tendência para a formação do ranque de desenvolvimento dos clones em Santa Terezinha, ficando o FCAP 44 como o clone mais vigoroso, seguido pelo IAN 6323, MDF 180, pelo poliplóide IAN 717 P1, IAN 2880 e AVROS 2037, sendo esses clones, praticamente, os que apresentaram maiores incremento no perímetro do tronco.

O FCAP 44, apesar de ter sido um dos clones de mais baixa produção nesse ensaio, foi o mais vigoroso, mostrando o seu potencial para a produção de madeira.

Entretanto, merece destaque o IAN 6323 que se mostrou com dupla aptidão, sendo ranqueado como um dos mais produtivos de látex e como um dos mais vigorosos. Estes dados estão de acordo com Gonçalves et al. (2006), que reporta sobre o bom desempenho do IAN 6323, em ensaio no planalto paulista, competindo com outros 17 clones de elite, mostrando que no 6º ano de sangria, foi o mais produtivo, bem como apresentou o maior incremento médio de perímetro do tronco durante o período de imaturidade.

Gonçalves et al. (1998) estudaram o incremento anual do perímetro da seringueira em sete clones e quatro locais diferentes, com a finalidade de determinar a grandeza e controle genético e ambiental do vigor durante os 5 primeiros anos de plantio. Concluíram que a presença da interação genótipo x ambiente no 1º e 2º anos e a ausência dessa interação a partir do 3º ano, sugere a inexistência de genótipos adaptados aos diferentes locais ao longo dos anos, assim como a análise do incremento anual de perímetro, mostrou que o componente genético decresce após o 5º ano de 10 para 0,5 % correspondendo ao aumento do componente ambiental.

Ainda em plantas jovens, Gonçalves et al. (2008), fizeram a avaliação para seleção precoce do vigor em 45 clones de seringueira das mais diferentes origens, em Votuporanga, planalto paulista. Para essa avaliação foi mensurado o perímetro do tronco anualmente, até o 8º ano. Observaram que, com exceção do 1º ano, diferenças significativas foram encontradas no perímetro do tronco em todas as idades avaliadas e que a seleção realizada no 2º ano demonstrou ser mais eficiente, obtendo-se um ganho genético superior por unidade de tempo.

No noroeste do Estado de Minas Gerais, Macedo et al. (2002), avaliando o

comportamento até os 26 meses de plantio dos clones: PB 235, PR 255, IAN 3193, IAN 3087, IAN 3156, IAN 2880, RRIM 600, RRIM 701, LCB 510, IAC 15, IPA 1 e GT 1, quanto aos caracteres de desenvolvimento juvenil da planta, especificamente crescimento em altura, observaram que os clones RRIM 600, IAC 15, GT 1 e PB 235 foram os que melhor se estabeleceram na área em estudo.

Com relação ao desenvolvimento dos clones asiáticos no planalto paulista, na Malásia, Tailândia e Índia, vários trabalhos (WENG, 1997; CHANDRASHEKAR et al., 1998; GONÇALVES et al., 1999b; CAVALCANTE; CONFORTO, 2002; GONÇALVES et al., 2003; REJU et al., 2003; JOHN et al., 2004;) mostram a superioridade para perímetro do tronco dos clones PB 260, GT 1, PB 235 e RRIM 600.

Em Santa Terezinha, considerando-se o perímetro médio do tronco no período de estudo, sobressaiu a cultivar Indonésia AVROS 2037 seguida da PB 252 e PB 235, tendo piores desempenhos os clones PB 217, PB 260 e PR261.

Esses dados estão de acordo com os trabalhos de Gonçalves et al. (2003, 2008) e Reju et al. (2003), que além de mostrarem o bom desenvolvimento do clone PB 235, relataram ainda que esse clone apresenta uma boa estabilidade de comportamento para essa característica, sendo ainda recomendado como clone produtor de madeira. Da mesma forma, o trabalho de Chandrashekar et al. (1998), mostrou o péssimo comportamento para perímetro do tronco do clone PR 261, na Região de Konkan, oeste da Índia, com um severo período seco de 7 meses sem chuva, que aos 6 anos de idade apresentava apenas 2,7% das plantas aptas a entrarem em sangria, comparado com o clone indiano RRII 208, que naquelas condições e idade, já apresentava 52,4% de plantas aptas para serem sangradas.

4.1.3 Caracteres do Sistema Laticífero

Os caracteres do sistema laticífero são também de grande auxílio na seleção de clones de seringueira.

A secreção do látex é uma função fisiológica que depende do metabolismo da planta, sendo ainda desconhecida a sua função dentro do vegetal e a razão de uma árvore ser muito ou pouco produtiva.

A seringueira apresenta vasos laticíferos articulados e anastomosados, localizados em cada tecido da planta, principalmente no floema, onde estão dispostos em camadas concêntricas, sendo que o número dessas camadas, chamadas de anéis, varia de clone para clone, estando mais concentrados perto da região cambial (PRIYADARSHAN; CLÉMENT-

DEMANGE, 2008).

No sistema laticífero destaca-se principalmente o caráter número de anéis de vasos laticíferos, sendo influenciado pela taxa de crescimento da planta, portanto, quanto mais rápido for o desenvolvimento da seringueira, maior será a frequência com que os anéis de vasos laticíferos irão aparecer (GOMES; NARAYANAN; CHEN, 1972; IRCA, 1978).

São estudados ainda nesse sistema, os caracteres diâmetro médio dos vasos laticíferos e a densidade desses vasos em 5 mm de casca.

As Tabelas 59 a 61 detalham a análise de variância para essas características. Para todos os caracteres do sistema laticífero estudados, houve diferença significativa entre os clones pelo Teste F ao nível de 1% de probabilidade de erro.

As Tabelas 62 a 64 sumarizam as médias dos caracteres número de anéis de vasos laticíferos, diâmetro de vasos laticíferos e densidade de vasos laticíferos em 5 mm de casca respectivamente.

Para o caráter número de anéis de vasos laticíferos, destacou-se o clone IAN 2878, com média de 45,33 anéis, mesmo valor encontrado por Gonçalves et al. (2001b), no clone IAC 40, o mais produtivo em ensaio com 19 clones de elite em Votuporanga, planalto paulista. Destacaram-se ainda para esse caráter os clones: IAN 2880, IAN 717 P1 e IAN 3156, ressaltando serem os clones IAN 2878 e IAN 2880 os mais produtivos.

Tabela 59 – Análise de variância para número de anéis de vasos laticíferos.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
BLOCOS	2	65,146667	32,57333	
TRATAMENTOS	24	5126,346667	213,5978	11,8275**
RESÍDUO	48	866,853333	18,05944	
TOTAL	74	6058,346667		
MÉDIA	24,57333	CV(%)	17,29371	
MÍNIMO	9	MÁXIMO	50	
DMS -Tukey (1%)	15,44203	DMS -Tukey (5%)	13,45467	
Estimativas de				
VARIÂNCIA FENOTÍPICA			71,19926	
VARIÂNCIA AMBIENTAL			6,019815	
VARIÂNCIA GENOTÍPICA			65,17944	
CVg %	32,8542			
RAZÃO CVg/CVe	1,8998			

Tabela 60 – Análise de variância para diâmetro de vasos laticíferos.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
BLOCOS	2	0,4824	0,2412	
TRATAMENTOS	24	102,900533	4,287522	11,3051**
RESÍDUO	48	18,2043	0,379256	
TOTAL	74	121,5872		
MÉDIA	18,952	CV(%)	3,249461	
MÍNIMO	15,6	MÁXIMO	21,3	
DMS -Tukey (1%)	2,237787	DMS -Tukey (5%)	1,949788	
Estimativas de Parâmetros				
VARIÂNCIA FENOTÍPICA			1,429174	
VARIÂNCIA AMBIENTAL			0,126419	
VARIÂNCIA GENOTÍPICA			1,302755	
CVg %	6,0225			
RAZÃO CVg/CVe	1,8534			

Tabela 61 – Análise de variância para densidade de vasos laticíferos.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
BLOCOS	2	47,0504	23,5252	
TRATAMENTOS	24	1627,735467	67,82231	6,6216**
RESÍDUO	48	491,6429	10,24256	
TOTAL	74	2166,4288		
MÉDIA	79,896	CV(%)	4,005707	
MÍNIMO	69	MÁXIMO	92,7	
DMS -Tukey(1%)	11,62938	DMS -Tukey(5%)	10,1327	
Estimativas de Parâmetros				
VARIÂNCIA FENOTÍPICA			22,60744	
VARIÂNCIA AMBIENTAL			3,414187	
VARIÂNCIA GENOTÍPICA			19,19325	
CVg %	5,4834			
RAZÃO CVg/CVe	1,3689			

Tabela 62 – Número de anéis de vasos laticíferos

CLONE	Nº Anéis		CLONE	Nº Anéis	
IAN 2878	45,33	a	PB 330	23,00	e f g
IAN 2880	42,00	a b	CNSAM 7905 P1	22,67	e f g
IAN 717 P1	39,00	a b c	RRIM 600	22,67	e f g
IAN 3156	37,33	a b c d	AVROS 2037	21,00	e f g
PB 28/59	29,67	b c d e	IAN 873	20,00	e f g
GT 1	26,00	c d e f	MDF 180	19,67	e f g
PB 260	25,33	d e f	IAN 6323	18,67	e f g
SIAL 842	24,67	d e f	PB 252	18,67	e f g
PB 235	24,67	d e f	RRIM 701	18,33	e f g
IAN 2903	24,33	d e f	FCAP 44	16,33	e f g
RO 38	24,33	d e f	PR 261	14,33	f g
PB 217	23,67	e f	AC 58	9,67	g
IAN 3087	23,00	e f g			

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 63 – Diâmetro de vasos laticíferos (μ)

CLONE	Diâm.		CLONE	Diâm.	
PB 330	20,97	a	IAN 2903	19,03	a b c d e
IAN 873	20,40	a b	PB 28/59	19,03	a b c d e
GT 1	20,20	a b	PR 261	18,87	b c d e
RRIM 701	20,20	a b	IAN 3087	18,83	b c d e
PB 260	20,00	a b	RRIM 600	18,77	b c d e
SIAL 842	19,80	a b c	AVROS 2037	18,63	b c d e
IAN 717 P1	19,60	a b c d	IAN 3156	17,90	c d e f
MDF 180	19,60	a b c d	IAN 6323	17,87	c d e f
PB 235	19,43	a b c d	IAN 2880	17,80	d e f
CNSAM 7905 P1	19,40	a b c d	RO 38	17,10	e f
PB 217	19,40	a b c d	AC 58	16,57	f
IAN 2878	19,20	a b c d	FCAP 44	16,00	f
PB 252	19,20	a b c d			

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 64 – Densidade de vasos laticíferos em 5 mm de casca.

CLONE	Densidade		CLONE	Densidade	
RRIM 600	91,23	a	RO 38	79,73	b c d e f
PB 28/59	87,67	a b	SIAL 842	79,73	b c d e f
IAN 3156	86,23	a b c	IAN 3087	77,57	b c d e f
IAN 2878	84,77	a b c d	MDF 180	76,87	c d e f
IAN 2880	84,07	a b c d e	PB 235	76,87	c d e f
PB 217	83,33	a b c d e	PB 260	76,87	c d e f
PB 330	83,33	a b c d e	PR 261	76,87	c d e f
IAN 2903	81,17	a b c d e f	AVROS 2037	76,13	c d e f
IAN 6323	80,47	b c d e f	IAN 717 P1	75,00	d e f
GT 1	80,47	b c d e f	RRIM 701	74,00	e f
PB 252	80,47	b c d e f	FCAP 44	72,57	f
IAN 873	80,43	b c d e f	AC 58	71,13	f
CNSAM 7905 P1	80,43	b c d e f			

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Para diâmetro de vasos laticíferos destacaram-se os clones PB 330, IAN 873, GT 1, RRIM 701 e PB 260, todos considerados produtivos em outras regiões sem severo déficit hídrico, porém sem muita expressão neste ensaio.

Quanto a densidade de vasos laticíferos em 5 mm de casca, destacou-se isoladamente o RRIM 600, seguido do PB 28/59, IAN 3156 e dos dois clones mais produtivos neste experimento, ou seja, o IAN 2878 e o IAN 2880.

4.1.4 Secamento do Painel de Corte

O secamento de painel de corte (SPC) é uma síndrome fisiológica complexa encontrada na seringueira, levando a perdas significativas na produção de látex. O mecanismo molecular do SPC ainda não é conhecido e não há até o momento uma prevenção efetiva para essa doença (CHEN et al., 2003). Esses autores investigaram o mecanismo molecular do SPC e isolaram e caracterizaram os genes aos quais a mudança de expressão está associada com essa síndrome. Identificaram um fator, HbMyb1, que se encontra nas folhas, casca e látex da seringueira, porém sua expressão é significativamente diminuída na casca da planta com SPC, estando portanto, associada com a integridade dos tecidos da epiderme do tronco.

Durante a sangria, nas plantas sadias, o fluxo de látex exsuda, dependendo do clone,

de 3 a 8 horas seguidas. O SPC ocorre nas plantas de alta produção de borracha sendo, entretanto uma característica clonal (da ordem de 12 a 50% das plantas), e é caracterizado pela completa ou parcial cessação do fluxo de látex, causando sérios prejuízos, da ordem de 12 a 14%, na produção mundial de borracha (VENKATACHALAM et al., 2007).

Ainda segundo esses autores, identificando o perfil da expressão do SPC em seringueira, encontraram que a expressão de apenas dois genes era significativamente mais baixa nas plantas com essa síndrome, do que nas plantas saudáveis. Estudos bioquímicos indicam que o SPC é uma desordem fisiológica, resultante de danos causados na exploração provocada pela frequência de sangria ou pelo tratamento com o estimulante ethephon. Essa síndrome está associada com a exaustão dos macro-nutrientes e redução em proteínas, ácido nucléico, tióis e ácido ascórbico.

A tomada de dados para esse caráter consistiu na contagem de plantas em que essa síndrome ocorreu no 6º ano de sangria e os resultados obtidos foram expressos em porcentagem. A Tabela 65 retrata a ocorrência do SPC no ensaio.

Tabela 65 – Dados referentes à incidência de secamento de painel nos clones estabelecidos no ensaio de Santa Terezinha (dados expressos em porcentagem).

CLONES	% INCIDÊNCIA	CLONES	% INCIDÊNCIA
IAN 2903	13,6	PB 260	0,4
IAN 3156	9,8	IAN 2878	0,0
PB 330	6,8	IAN 2880	0,0
IAN 3087	4,2	IAN 6323	0,0
RRIM 600	3,8	CNSAM 7905 P1	0,0
IAN 717 P1	2,8	FCAP 44	0,0
PB 252	2,8	AC 58	0,0
PB 235	2,6	RO 38	0,0
GT 1	2,2	SIAL 842	0,0
RRIM 701	2,0	AVROS 2037	0,0
PB 28/59	1,8	PB 217	0,0
IAN 873	1,2	PR 261	0,0
MDF 180	0,4		

Como pode ser depreendido, o clone mais afetado por essa síndrome foi o IAN 2903, seguido pelo IAN 3156 e pelo PB 330, com 13,6; 9,8 e 6,8 %, respectivamente. Os demais clones foram pouco ou não foram afetados por esse distúrbio fisiológico.

Embora a seca de painel não seja privilégio de nenhuma área específica produtora de borracha, ela parece se acentuar mais nas áreas marginais com déficit hídrico elevado. O clone amazônico Fx 3899, em Açailândia – MA, apresentou uma incidência de 68% das plantas com essa síndrome. Em Santa Terezinha, em área de plantio comercial, esse mesmo clone teve uma incidência também elevada de 31,4% das plantas. Nos seringais da antiga Pirelli, nas cercanias de Belém-PA, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano e praticamente sem déficit hídrico, com vasta área plantada com o Fx 3899, não houve registro significativo de ocorrência desse distúrbio (PINHEIRO; PINHEIRO, 2008).

Segundo Omokhafa (2004), o SPC é uma característica clonal, estando em função da interação genótipo x ambiente. Entretanto, há uma estabilidade de comportamento para alguns clones e para outros não. O autor relata a estabilidade para o SPC do clone RRIM 600, estando de acordo com os resultados obtidos por Weng (1997).

Outros clones não apresentam estabilidade de comportamento para essa síndrome, como o caso do PB 235 que foi sensível na Costa do Marfim (CRESTIN; BANGRATZ, 1988), apresentou moderada susceptibilidade no planalto paulista (PRIYADARSHAN et al., 2005) e baixa sensibilidade no ensaio de Santa Terezinha. O IAN 3156 também se mostrou pouco estável, apresentando baixa incidência no planalto paulista (GONÇALVES et al., 2001a), alta incidência com 43% das plantas apresentando esse distúrbio, em outro ensaio nessa mesma região (GONÇALVES et al., 2006) e também alta sensibilidade em Santa Terezinha.

4.1.5 Ocorrência de Doenças e Pragas

As principais enfermidades da seringueira são as foliares e dentre elas, a mais séria é o mal-das-folhas, causada pelo *Microcyclus ulei*. Como o nível de umidade necessário à esporulação do fungo não ocorre, em tempo suficiente, por ocasião do período de troca de folhas, as plantas adultas escapam da ação do patógeno.

A maioria dos clones existentes no ensaio de competição em Santa Terezinha foi

bastante atacado pelo *M. ulei* nas condições de Belém, cuja ecologia é propícia para o desenvolvimento desse patógeno. Nos viveiros e jardins clonais da CODEARA, em área contígua ao ensaio, há a presença do mal-das-folhas, principalmente no período chuvoso, havendo necessidade de ser efetuado o controle químico, uma vez que, nessa fase de desenvolvimento, as plantas estão crescendo por lançamentos e as condições de umidade são propícias para a proliferação do patógeno. No seringal de plantação, quando a planta muda o seu hábito de crescimento, assumindo a condição de caducifólia, ela escapa ao ataque do patógeno, uma vez que a troca de folhas ocorre em plena estação seca e não há umidade por tempo suficiente para o desenvolvimento do *Microcyclus ulei*.

Houve registro no ensaio apenas para a Antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum sp.* e para a queima-do-fio, causada pelo fungo *Pellicularia koleroga*, ambas sem causarem danos econômicos às plantas.

Existem hoje duas pragas importantes para a cultura da seringueira, o mandarová (*Erinnys ello*), principal praga dessa cultura na Amazônia sempre úmida e nos viveiros e jardins clonais das áreas de escape da Amazônia Oriental e o percevejo-de-renda (*Leptopharsa hevea*), que traz prejuízo econômico à seringueira, principalmente nas áreas de escape do *M. ulei* no Brasil (JUNQUEIRA et al., 1999; CIVIDANES; FONSECA; SANTOS, 2004; SANTOS; PEREIRA, 2008).

Nessas áreas de escape, a *Leptopharsa* ataca as folhas recém amadurecidas da seringueira nos meses de setembro a outubro, ocasionado a queda dos novos folíolos e o novo reenfolhamento, que ocorrerá em pleno período chuvoso, podendo permitir o ataque epidêmico do *M. ulei*, havendo assim, quebra da resistência ao fungo pelo escape.

Em Santa Terezinha houve ocorrência severa dessa praga, havendo necessidade do controle biológico com o micoinseticida combinado a base dos fungos entopatogênicos *Sporothrix insectorum* e *Hirsutella verticilliioides*. Presentemente, em vários seringais de plantação, a mistura desses dois parasitas tem mostrado ser mais eficiente, com praticamente 100% de controle do percevejo.

4.2 ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS

4.2.1 Herdabilidade.

A herdabilidade mostra o quanto da variação total ou fenotípica é devido à natureza genética.

Vários melhoristas de seringueira tem estimado a herdabilidade de alguns dos principais caracteres da *Hevea*.

Tan; Mukherj; Subramaniam (1975), estimaram a herdabilidade para os caracteres produção de borracha, perímetro do tronco, incremento de perímetro do tronco e espessura de casca, encontrando valores de baixos a moderados de herdabilidade.

Gonçalves et al. (1980) estimaram a herdabilidade para vários caracteres em plantas jovens de seringueira. As estimativas das herdabilidades para os caracteres produção de borracha, número de anéis de vasos laticíferos, densidade dos vasos laticíferos, espessura de folha e número de lançamentos foram altas, sendo que especificamente para produção obtiveram valor de herdabilidade bastante elevado (92,7%). Para o caracteres diâmetro do caule e altura de plantas foram encontradas herdabilidades baixas, mostrando que esses dois caracteres foram bastante influenciados pelo meio ambiente, estando de acordo com os trabalhos de Valois (1974), Valois et al. (1978) e Paiva (1980).

Gonçalves et al. (2005b), avaliando ainda plantas jovens de progênes de polinização aberta oriundas de clones asiáticos, encontraram valores de herdabilidade em progênes, para perímetro do tronco, variando de 77% a 87%, indicando que a seleção de progênes pode ser efetiva para esse caráter nos locais estudados.

Em Açailândia, no Maranhão, com condições climáticas semelhantes às do nordeste do Mato Grosso, Pinheiro (1981), avaliando o comportamento de 24 clones de seringueira na fase adulta, encontrou valores de herdabilidade bastante elevados para praticamente todos os caracteres estudados, variando de 76,58%, para perímetro do tronco, a 95,77% para produção de borracha seca. O único valor baixo desse parâmetro foi para a característica de diâmetro médio dos vasos laticíferos que foi de 27,20%.

Ainda em plantas adultas, valores altos de herdabilidade foram encontrados por Gonçalves et al. (2005c, 2006) para produção de borracha e perímetro do tronco.

Em Santa Terezinha, estudou-se a herdabilidade no sentido amplo, para 29 caracteres que são mostrados na Tabela 66.

Dos resultados obtidos pode-se observar que estimativas de herdabilidade altas foram

obtidas em quase todos os caracteres estudados, destacando-se os caracteres de produção nos anos e produção média, em que os valores variaram de 96,6157% a 98,8415%, mostrando haver um grande controle da influência dos fatores ambientais sobre esses caracteres. Herdabilidade baixa foi encontrada apenas para o caráter incremento na produção ano 2003/2004, com o valor de 35,3989%.

Tabela 66 – Estimativas de herdabilidade no sentido amplo, expressas em percentagem, para os caracteres estudados.

CARACTERES	HERDABILIDADE (%)
Perímetro do Tronco Ano 2000	83,4238
Perímetro do Tronco Ano 2001	85,9146
Perímetro do Tronco Ano 2002	88,0863
Perímetro do Tronco Ano 2003	88,0392
Perímetro do Tronco Ano 2004	89,3620
Perímetro do Tronco Ano 2005	89,3620
Perímetro Médio do Tronco nos 6 Anos	88,6067
Incremento no Perímetro do Tronco no Ano 2000/2001	85,2052
Incremento no Perímetro do Tronco no Ano 2001/2002	65,0610
Incremento no Perímetro do Tronco no Ano 2002/2003	61,8542
Incremento no Perímetro do Tronco no Ano 2003/2004	61,8358
Incremento no Perímetro do Tronco no Ano 2004/2005	52,8838
Incremento Médio no Perímetro do Tronco nos 6 Anos	87,5940
Produção de Borracha Ano 2000	98,4370
Produção de Borracha Ano 2001	96,6157
Produção de Borracha Ano 2002	98,5890
Produção de Borracha Ano 2003	97,9773
Produção de Borracha Ano 2004	97,7907
Produção de Borracha Ano 2005	97,1768
Produção Média de Borracha nos 6 anos	98,8415
Incremento na Produção Ano 2000/2001	85,1683
Incremento na Produção Ano 2001/2002	80,0056
Incremento na Produção Ano 2002/2003	91,4687
Incremento na Produção Ano 2003/2004	35,3989
Incremento na Produção Ano 2004/2005	76,1278
Incremento Médio na Produção nos 6 anos	91,5763
Número de Anéis de Vasos Laticíferos	91,5451
Diâmetro de Vasos Laticíferos	91,1544
Densidade de Vasos Laticíferos em 5 mm de Casca	84,8979

4.2.2 Correlações

As estimativas dos coeficientes de correlações genotípicas, fenotípicas e de ambiente são apresentadas nas Tabelas 67, 68 e 69, respectivamente. De maneira geral as correlações genotípicas foram superiores às fenotípicas para a maioria dos pares de caracteres. Isto indica que a expressão fenotípica da associação da maioria dos caracteres é diminuída frente às influências do ambiente.

As correlações genotípicas, fenotípicas e de ambiente foram significativas para a maioria dos casos. Valores de correlação fenotípicas iguais ou superiores a 0,2277 e 0,2689, assim como valores de correlação ambiental iguais ou superiores a 0,2854 e 0,3353 são suficientes para mostrar significância ao nível estabelecido, respectivamente para ($P < 0,05$) e ($P < 0,01$). Para a correlação genotípica, os valores dos coeficientes de correlação devem ser iguais ou superiores a 0,3963 e 0,5056, para mostrar significância aos níveis de ($P < 0,05$) e ($P < 0,01$), respectivamente.

A existência de correlações ambientais significativas implica que os pares de caracteres estão influenciados pelas mesmas variações de condições do ambiente (FALCONER, 1981).

As correlações genéticas e de ambiente diferem muitas vezes em magnitude e sinal, sendo que uma diferença de sinal entre essas duas correlações mostra que causas de variações genéticas e de ambiente afetam os caracteres através de diferentes mecanismos fisiológicos (FALCONER, 1981).

Correlações genotípicas e fenotípicas positivas e significativas ($P < 0,01$) foram encontradas entre produção de borracha seca, em todos os anos, e a produção média, com os caracteres número de anéis de vasos laticíferos e densidade de vasos laticíferos em 5 mm de casca, indicando, portanto, que os clones mais produtivos são aqueles que apresentam maiores quantidades de anéis de vasos laticíferos e densidade de vasos.

Wycherley (1969), já ressaltava que nenhum caráter é mais correlacionado com a produção, que o número de anéis de vaso laticíferos e a densidade desses vasos.

Segundo Ho; Narayanan; Chen (1973), em árvores maduras, o número de anéis de vasos laticíferos é uma estimativa importante que determina a produção, sendo que entre clones, esse caráter justifica cerca de 25 a 50% da variação na produção. Vários autores encontraram correlações positivas entre produção e número de anéis (PINHEIRO, 1981; Le GUEN et al, 2002b; MARATTUKALAM; PREMAKUMARI, 2002; GONÇALVES et al., 2005d; 2006; GONÇALVES; AGUIAR; GOUVÊA, 2006).

Tabela 68 – Correlações fenotípicas

(continua)

	Par 0	Per 1	Per 2	Per 3	Per 4	Per 5	Per M	IPer 0	IPer 1	IPer 2	IPer 3	IPer 4	IPer 5	IPer M	Prod 0	Prod 1	Prod 2	Prod 3	Prod 4	Prod 5	Prod M	IPProd 0	IPProd 1	IPProd 2	IPProd 3	IPProd 4	IPProd 5	IPProd M	N° Anális	Bldm	Densid
Per 0		0,9747	0,9614	0,9403	0,9199	0,8831	0,9536	0,7100	0,5371	0,4592	0,5945	0,1359	0,6486	0,2302	0,0677	0,1184	0,1961	0,2485	0,2174	0,1911	-0,2264	0,1517	0,2130	0,2891	0,1462	0,1056	0,0474	0,1721	0,1946		
Per 1			0,9913	0,9714	0,9509	0,9145	0,9782	0,8495	0,5812	0,4850	0,6172	0,1509	0,7200	0,1191	0,0263	0,0283	0,0989	0,1484	0,1149	0,0873	-0,2497	0,1660	0,1633	0,2689	0,1384	0,0585	0,0288	0,2667			
Per 2				0,9912	0,9789	0,9492	0,9940	0,8533	0,6833	0,5597	0,6727	0,2043	0,7863	0,1126	0,0241	0,0241	0,0861	0,1268	0,0991	0,0761	-0,2343	0,1465	0,1432	0,2211	0,1151	0,0407	0,0174	0,3136	0,2742		
Per 3					0,9891	0,9683	0,9934	0,8404	0,7391	0,6646	0,6860	0,2652	0,8332	0,1230	0,0403	0,0114	0,0814	0,1111	0,0888	0,0665	-0,2858	0,1575	0,1556	0,1610	0,0933	0,0150	0,0476	0,3473	0,2783		
Per 4						0,9889	0,9932	0,8241	0,7771	0,6656	0,7856	0,3309	0,8834	0,1142	0,0326	0,0003	0,0748	0,0951	0,0747	0,0575	-0,2550	0,0987	0,1622	0,1107	0,0845	0,0018	0,0026	0,3483	0,2737		
Per 5							0,9759	0,7963	0,7950	0,7033	0,8180	0,4676	0,9296	0,1112	0,0294	0,0024	0,0674	0,0811	0,0611	0,0503	-0,2430	0,0822	0,1502	0,0745	0,0810	0,0163	0,0192	0,3920	0,3052		
Per M								0,8307	0,7183	0,6201	0,7256	0,2887	0,8356	0,1288	0,0222	0,0209	0,0924	0,1242	0,0991	0,0787	-0,2563	0,1310	0,1625	0,1731	0,1054	0,0247	0,0053	0,3309	0,2774		
IPer 0									0,5631	0,4441	0,5408	0,1548	0,7371	0,1679	0,2426	0,1902	-0,1512	0,1190	0,1512	0,1759	-0,2521	0,1648	0,0116	0,1648	0,0910	0,0649	0,2026	0,4836	0,3809		
IPer 1										0,7692	0,7348	0,4256	0,8669	0,0354	0,0034	0,0083	-0,0163	0,0391	0,0249	0,0136	-0,0638	0,0153	0,0204	0,1251	0,0563	0,0731	0,0525	0,3714	0,2158		
IPer 2											0,4969	0,5062	0,7764	0,1339	0,1161	0,0642	0,0238	0,0206	0,0030	0,0132	-0,1659	0,1589	0,1659	0,2399	0,0651	0,1359	0,1997	0,4036	0,1938		
IPer 3												0,5216	0,8651	0,0478	0,0083	0,0494	0,0275	0,0033	0,0040	0,0045	-0,0590	0,1742	0,1476	0,1294	0,0254	0,0541	0,2129	0,2618	0,1832		
IPer 4													0,6478	0,0268	0,0073	0,0139	-0,0167	0,0509	0,0566	0,0225	-0,0265	0,0652	0,0111	0,1853	0,0113	0,1141	0,1067	0,4176	0,3098		
IMPer															0,0034	0,0981	0,0973	-0,0439	0,0633	0,0735	0,0677	-0,2164	0,0044	0,0784	0,1080	0,0240	0,1159	0,0043	0,5017	0,3421	
Prod 0																0,8989	0,8570	0,8230	0,8424	0,7671	0,8986	0,3233	0,1468	0,2326	0,1389	0,3938	0,1865	0,5099	0,0518	0,4364	
Prod 1																	0,9454	0,8292	0,8479	0,7908	0,9243	0,7053	0,1882	0,1085	0,1352	0,3222	0,3222	0,6860	0,0120	0,4259	
Prod 2																		0,8894	0,9120	0,8661	0,9587	0,6550	0,1422	0,1416	0,1583	0,3041	0,4791	0,4963	0,0395	0,4018	
Prod 3																			0,9826	0,9637	0,9719	0,4593	0,1617	0,5785	0,0526	0,2224	0,6624	0,6451	0,2100	0,5352	
Prod 4																				0,9605	0,9807	0,4681	0,1731	0,5005	0,1339	0,2957	0,6385	0,6352	0,2013	0,4988	
Prod 5																					0,9499	0,4667	0,2081	0,5414	0,0228	0,0182	0,7734	0,6162	0,2906	0,4647	

Per0: Perímetro do Tronco Ano 2000	IPer3: Incremento no Perímetro do Tronco no Ano 2003/2004	IProd0: Incremento na Produção Ano 2000/2001
Per1: Perímetro do Tronco Ano 2001	IPer4: Incremento no Perímetro do Tronco no Ano 2004/2005	IProd0: Incremento na Produção Ano 2001/2002
Per2: Perímetro do Tronco Ano 2002	IMPer: Incremento Médio no Perímetro do Tronco nos 6 Anos	IProd0: Incremento na Produção Ano 2002/2003
Per3: Perímetro do Tronco Ano 2003	Prod0: Produção de Borracha Ano 2000	IProd0: Incremento na Produção Ano 2003/2004
Per4: Perímetro do Tronco Ano 2004	Prod1: Produção de Borracha Ano 2001	IProd0: Incremento na Produção Ano 2004/2005
Per5: Perímetro do Tronco Ano 2005	Prod2: Produção de Borracha Ano 2002	IMPProd: Incremento Médio na Produção nos 6 anos
PerM: Perímetro Médio do Tronco nos 6 Anos	Prod3: Produção de Borracha Ano 2003	NºAnéis: Número de Anéis de Vasos Laticíferos
IPer0: Incremento no Perímetro do Tronco no Ano 2000/2001	Prod4: Produção de Borracha Ano 2004	Diâmet.: Diâmetro de Vasos Laticíferos
IPer1: Incremento no Perímetro do Tronco no Ano 2001/2002	Prod5: Produção de Borracha Ano 2005	Densid.: Densidade de Vasos Laticíferos em 5 mm de Casca
IPer2: Incremento no Perímetro do Tronco no Ano 2002/2003	ProdM: Produção Média de Borracha nos 6 anos	

De uma maneira em geral houve correlação negativa e significativa, tanto genotipicamente quanto fenotipicamente, entre diâmetro de vasos laticíferos e os caracteres de vigor.

Os caracteres de perímetro de tronco e incremento desse perímetro ao longo dos anos, não se correlacionaram com os caracteres de produção. Vários autores têm encontrado correlação positiva entre esses dois caracteres (HO; NARAYANAN; CHEN, 1973; NARAYANAN; GOMES; CHEN, 1973; NARAYANAN; HO, 1973; BAHIA; SENA-GOMES; CALDAS, 1979; MOMOH; ALIKA, 1987; KARUNARATNE; WIJERATNE; KUMARA, 2005, GONÇALVES et al., 2005^a; 2005^c). Pinheiro (1981), em Açailândia – Ma, encontrou correlações negativas entre esses caracteres e Tan, Mukherj e Subramaniam (1975) e Nazeer et al. (1986), não encontraram correlação entre produção e perímetro do tronco.

Bouychou (1954), ressalta que o vigor da planta não é necessariamente correlacionado com a produção, pois essa correlação é função do número de anéis de vasos laticíferos existentes e podem, perfeitamente existir clones que apresentem uma casca mais espessa, com desenvolvimento considerável do seu tronco, em que os vasos laticíferos são em número reduzido. Similarmente, os anéis de vasos laticíferos podem estar em pequeno número e os vasos apresentarem diâmetros pequenos. Por outro lado, uma casca mais fina, pode possuir muitos anéis de vasos laticíferos, de grande diâmetro, conferindo à planta uma elevada produção.

4.2.3 Índice de Seleção

A introdução e avaliação de clones em um determinado local é a maneira mais correta e confiável para dar suporte à recomendação de cultivares para aquele local. Entretanto, para a seleção desse material genético é necessário que os clones reúnam certos atributos, conferindo-lhes rendimentos que satisfaçam as exigências tanto do consumidor quanto do produtor.

A seleção de uma única características tem demonstrado ser inadequado, uma vez que essa seleção leva a obtenção de material genético superior apenas àquela característica, podendo comprometer o desempenho dos clones selecionados em relação as outras características não consideradas no processo seletivo.

Assim sendo, a utilização de índice de seleção tem demonstrado ser uma prática viável na seleção simultânea de vários caracteres, possibilitando a combinação das mais

diversas informações existentes no ensaio, gerando um componente principal ou um caráter adicional, formado pela melhor combinação linear dos múltiplos caracteres selecionados.

Na Tabela 70 encontram-se as médias dos caracteres utilizados para a confecção do índice de seleção, bem como a estimativa desse índice para cada clone.

Tabela 70 – Médias dos caracteres por clone e estimativas dos índices de seleção.

Clone	PerM	IM		ProdM	IM Prod	Nº Anéis	Diâmet.	Densid.	Índice
		Per							
IAN 2878	52,00	1,37	85,80	10,97	45,33	19,20	84,77	6300,40	
IAN 2880	54,33	1,87	79,83	10,40	42,00	17,80	84,07	5902,40	
IAN 3087	52,67	1,37	66,07	7,17	23,00	18,83	77,57	4633,23	
IAN 3156	47,03	0,70	47,23	8,60	37,33	17,90	86,23	4199,44	
IAN 2903	51,93	1,17	54,57	7,07	24,33	19,03	81,17	4151,94	
IAN 6323	57,43	2,57	53,27	11,60	18,67	17,87	80,47	4012,55	
PB 235	51,17	1,10	48,53	5,47	24,67	19,43	76,87	3860,88	
IAN 717 P1	54,83	2,50	35,70	10,33	39,00	19,60	75,00	3843,13	
CNSAM 7905 P1	53,10	1,53	47,07	9,67	22,67	19,40	80,43	3825,72	
PB 330	50,80	1,43	44,83	8,30	23,00	20,97	83,33	3708,48	
RO 38	49,40	1,60	46,60	4,17	24,33	17,10	79,73	3660,50	
PB 252	52,03	1,16	44,80	7,63	18,67	19,20	80,47	3549,47	
PB 28/59	48,90	1,03	39,63	3,73	29,67	19,03	87,67	3540,66	
GT 1	49,20	1,10	38,23	10,03	26,00	20,20	80,47	3523,63	
PB 217	46,60	0,77	39,00	10,33	23,67	19,40	83,33	3455,74	
PB 260	46,77	0,57	33,43	9,33	25,33	20,00	76,87	3259,61	
RRIM 600	49,53	1,13	34,40	6,33	22,67	18,77	91,23	3135,11	
IAN 873	51,27	1,10	32,97	9,53	20,00	20,40	80,43	3111,90	
PR 261	47,70	0,80	36,40	9,20	14,33	18,87	76,87	3028,10	
AVROS 2037	54,13	1,20	30,37	8,10	21,00	18,63	76,13	2997,81	
RRIM 701	49,53	1,20	32,90	7,60	18,33	20,20	74,00	2996,75	
MDF 180	54,97	1,47	29,50	6,83	19,67	19,60	76,87	2907,32	
SIAL 842	47,47	1,03	20,10	5,27	24,67	19,80	79,73	2539,64	
FCAP 44	60,57	2,87	7,60	2,10	16,33	16,00	72,57	1678,81	
AC 58	48,27	1,70	7,03	1,30	9,67	16,57	71,13	1336,67	

Após os cálculos dos coeficientes dos índices (b'_s), as estimativas desses índices foram fornecidas pela expressão:

$$I = 10,741 X_1 - 27,145 X_2 + 45,109 X_3 + 21,200 X_4 + 31,533 X_5 + 17,060 X_6 - 0,954 X_7$$

Onde:

- X_1 PerM: Perímetro Médio do Tronco nos 6 Anos
- X_2 IMPer: Incremento Médio no Perímetro do Tronco nos 6 Anos
- X_3 ProdM: Produção Média de Borracha nos 6 anos
- X_4 IMProd: Incremento Médio na Produção nos 6 anos
- X_5 N°Anéis: Número de Anéis de Vasos Laticíferos
- X_6 Diâmet.: Diâmetro de Vasos Laticíferos
- X_7 Densid.: Densidade de Vasos Laticíferos em 5 mm de Casca

Considerando esses sete caracteres em conjunto e para um percentual de seleção de 50%, foram selecionados os clones IAN 2878, IAN 2880, IAN 3087, IAN 3156, IAN 2903, IAN 6323, PB 235, IAN 717 P1, CNSAM 7905 P1, PB 330, RO 38, PB 252 e PB 28/59, por apresentarem respectivamente, os maiores índices.

Como produção de borracha é o fator mais importante, pode-se observar que houve uma tendência para que os clones com maiores índices fossem aqueles que apresentassem também as maiores produções.

Embora todos os caracteres acima sejam de grande importância no auxílio de uma decisão para se eleger o material para plantio, a seleção não pode se basear apenas nesses caracteres, uma vez que outras variáveis, como secamento de painel de corte, não foi quantificada e desta forma, não fez parte portanto, do índice de seleção.

Assim sendo, devem ser excluídos do ranque dos treze melhores clones de seringueira do ensaio de competição de clones de Santa Terezinha, os clones IAN 2903 e IAN 3156, por apresentarem os maiores percentuais de secamento de painel de corte.

Para seleção em seringueira, principalmente quando se trabalha com caracteres quantitativos, a utilização de índice de seleção é um dos métodos mais recomendados para se eleger um determinado material de plantação, sendo superior à utilização da seleção caráter por caráter (VALOIS et al., 1979).

Pinheiro (1981), em Açailândia – MA, selecionou os melhores clones de seringueira, utilizando uma série de caracteres em conjunto, do qual fez parte a produção de dois anos, e dentre esses clones, foram selecionados o IAN 3087, IAN 2878 e IAN 2880 que formaram a elite de Santa Terezinha.

A acurácia do índice é medida através da correlação entre o índice de seleção e o agregado genotípico e quanto mais próximo de 100% for essa correlação, mais precisa será a utilização do índice de seleção. No presente trabalho foi obtida a correlação de 99,3545%, mostrando uma boa eficiência na utilização do índice.

O ganho genético esperado para o caráter produção de borracha seca, para um percentual de seleção de 50%, com seleção baseada no índice I, foi de 14,62 g.a.c. – valor esse pouco superior ao encontrado por Pinheiro (1981) em Açailândia - obtendo-se 34,10% de ganho genético na produção de borracha, em relação à média do caráter.

5 CONCLUSÃO

Devido o elevado déficit hídrico, as plantas somente atingiram desenvolvimento para sangria quando iriam completar nove anos de plantadas.

O Município de Santa Terezinha confirmou-se como área de escape ao mal-das-folhas, com possibilidade de plantio de clones com alta produção, havendo necessidade de estudos de irrigação para redução do período de imaturidade da seringueira.

Os melhores clones para produção média de borracha seca nos seis anos de sangria foram o IAN 2878, IAN 2880, IAN 3087, IAN 2903 e IAN 6323.

Maiores perímetros médios de tronco foram obtidos para os clones FCAP 44, IAN 6323, MDF 180, IAN 717 P1, IAN 2880 e AVROS 2037.

O clone IAN 6323 mostrou-se com dupla aptidão para produção de borracha e madeira.

Os clones IAN 2903 e IAN 3156 apresentaram maiores propensões ao secamento do painel de corte, devendo-se evitar a recomendação desses clones para plantio.

Houve registro no ensaio apenas para as doenças Antracnose causada pelo *Colletotrichum sp.* e para a queima-do-fio causada pelo fungo *Pellicularia koleroga*, ambas sem causarem danos econômicos às plantas do experimento.

No ensaio houve ocorrência severa do percevejo-de-renda, havendo necessidade do seu controle biológico com o micoinseticida combinado a base dos fungos entopatogênicos *Sporothrix insectorum* e *Hirsutella verticillioidea*.

Estimativas de herdabilidade altas foram obtidas em quase todos os caracteres estudados, mostrando haver pouca influência do ambiente sobre esses caracteres.

Correlações positivas e significativas foram obtidas para produção e número de anéis de vasos laticíferos e para produção e densidade de vasos laticíferos. Não houve correlação entre produção e perímetro do tronco, indicando que as plantas mais produtivas são as que apresentam maiores número de anéis de vasos laticíferos, bem como maiores densidades desses vasos.

Considerando os sete principais caracteres estudados em conjunto e para um percentual de seleção de 50%, foram selecionados os clones IAN 2878, IAN 2880, IAN 3087, IAN 3156, IAN 2903, IAN 6323, PB 235, IAN 717 P1, CNSAM 7901 P1, PB 330, RO 38, PB 252 e PB 28/59, por apresentarem respectivamente, os maiores índices de seleção. Devendo-se, entretanto, excluir dessa lista os clones IAN 2903 e IAN 3156, por apresentarem os maiores percentuais de secamento de painel.

O ganho genético esperado para o caráter produção de borracha seca, para um percentual de seleção de 50%, com seleção baseada no índice de seleção I, foi de 14,62 g.a.s. obtendo-se 34,10% de ganho genético na produção de borracha, em relação à média do caráter.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, A.P. et al. In: **Seringueira: aspectos econômicos e perspectivas para o seu fortalecimento**, Viçosa, M.G: EPAMIG, 2006. 180p.

ALVES, R.M. et al. **Blocos monoclonais de Tracueteua - Pa.** Belém: FCAP, 1988. p.53-58. (Relatório Bienal do Convênio EMBRAPA-FCAP 1986-1987a.)

_____. **Comportamento de clones de seringueira nas condições ecológicas de Açailândia - Ma.** Belém: FCAP, 1988. p. 59-65. (Relatório Bienal do Convênio EMBRAPA-FCAP 1986-1987b.)

ALVIM, Paulo de Tarso. **Ecological and economic factors associated with the sustainability of agriculture in the Amazon Region.** Disponível em: <<http://www.atech.br/agenda21.as/download/brawnsch.pdf>> Acesso: em 21 de março de 2008.

ASSOCIAÇÃO PAULISTA DE PRODUTORES E BENEFICIADORES DE BORRACHA. Disponível em: <<http://www.apabor.org.br>> Acesso em 08 de abril de 2008.

BAHIA, D.B.; SENA-GOMES, A.R.; CALDAS, R.C. Comportamento de clones de seringueira (*Hevea spp.*) no Estado da Bahia. **Theobroma**, Itabuna, v. 9, p. 111-117, 1979.

_____. et al. **Clones de seringueira (*Hevea sp.* (HBK) Muell. Arg.) origem e ancestralidade.** Ilhéus: CEPLAC; Brasília: EMBRAPA, 1985. 428p.

BASTOS, T.X.; DINIZ, T.D.A.S. **Clima típico da seringueira.** Belém: Embrapa/CPATU, 1975. 12p.

_____. Microclima ribeirinho: um controle do *Microcyclus ulei* em seringais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 2., Mossoró, 1979. **Anais...** Mossoró: SBA, 1979. p. 255-256.

BOERHENDHY, T.I. The relationship between soil water balance and the production of GT 1 and PR 261 *Hevea* clones. **Bulletin Perkebunan Rakyat**, Indonesia, v. 4, n. 1, p. 15-18, 1988.

BOS, H.; McINDOE, K.G. Breeding of *Hevea* for resistance against *Dothidella ulei* P. Henn. **Journal of the Rubber Research Institute of Malaya**, Kuala Lumpur, v.19, n.2, p. 98-107, 1965.

BOUYCHOU, J.G. **Manual du planteur d'Hevea.** / s.n.t. / 1954.

BRUNINI, O.; CARDOSO, M. Efeito do déficit hídrico do solo sobre o comportamento estomático e potencial da água em mudas de seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 7, p. 1053-1060, 1998.

BULMER, M.G. **The mathematical theory of quantitative genetics**. London: University of Oxford, 1980. 255p.

BUTTERY, B.R.; BOATMAN, S.G. **Déficits hídricos e fluxo de látex**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. 120p.

CAMARGO, A.P. de; MARIN, F.R.; CAMARGO, M.B.P. de. **Zoneamento climático da heveicultura no Brasil**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2003, 19p. (Documentos, 24).

CARDINAL, A.B.B.; GONÇALVES, P. de S.; MARTINS A.L.M. Stock-scion interactions on growth and rubber yield of *Hevea brasiliensis*. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 64, p. 235-240, 2007.

CARDOSO, M. et al. Desempenho de novos clones de seringueira da série IAC. I. Primeira seleção para a região do planalto do Estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 5, p. 671-680, 1991.

CARMO, C.A.F. de S. do et al. **Aspectos culturais e zoneamento da seringueira no Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004, 49p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 60).

CAVALCANTE, J.R.; CONFORTO, E. de C. Desempenho de cinco clones jovens de seringueira na região do planalto ocidental paulista. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 3, p.237-245, 2002.

_____. Fotossíntese e relações hídricas de duas cultivares jovens de seringueira. **Revista Brasil. Bot**, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 701-708, 2006.

CHANDRASHEKAR, T.R. et al. Age of yield stabilization and its implications for optimizing selection and shortening breeding cycle in rubber (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) **Euphytica**, Dordrecht, v. 156, p. 156-167, 2007.

_____. An analysis of growth and drought tolerance in rubber during the immature phase in a dry subhumid climate. **Experimenta Agriculture**, Londres, v. 34, p.287-300, 1998.

CHAUDHURI, D.; KALITA, M.C.; GOSWAMI, B.C. Effect of altitude on rubber yield and its components of some *Hevea* clones under two agroecoregions of India. **Indian Agriculturist**, Calcutta, v. 47, n. 3-4, p. 179-191, 2003.

CHEE, K.H. Combating South American leaf blight of *Hevea* by plant breeding and other measures. **Planter's**, Kuala Lumpur, v. 53, p. 287-296, 1977.

CHEN, S. et al. Association of decreased expression of a Myb transcription factor with the TPD (tapping panel dryness) syndrome in *Hevea brasiliensis*. **Plant Molecular Biology**, Berlin, v. 51, p.51-58, 2003.

CIVIDANES, F.J.; FONSECA, F.S.; SANTOS, T.M. Distribuição de *Leptopharsa heveae* em seringal no Estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n.10, p.1053-1056, 2004.

CLÉMENT-DEMANGE, A. et al. Hévéa stratégies de sélection. **Plantations, Recherche, Développement**. Paris, v.3, n.2, p. 5-19, 1995.

_____. Rubber tree. In: CHARRIER, Andre et al. **Tropical plant breeding**, Enfield (USA): Science Publishers, 2001. chap. 20, p. 455-480.

COMPAGNON, P. **Le Caoutchouc naturel, biologie, culture, production**. Paris : G.P. Maisonneuve & Laroie, 1986. 595p.

COMBE, J.C.; GENER, P. Influence de la famille du porte-greffe sur le croissance et la production des heveas greffe. **Revue General de Caoutchouc et Plastiques**, Paris, v.568, p. 97-101, 1977.

CONCEICÃO, H.E.O.; OLIVA, M.A.; LOPES, N.F.. Resistência a seca em seringueira II: crescimento e partição de assimilares em clones submetidos a déficit hídrico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p.141-153, 1986.

CONVÊNIO EMBRAPA/FCAP. **Relatório anual**. Belém, 1976. 36p.

_____. **Relatório trimestral janeiro a março 1977**. Belém, 1977. 31p.

CORTEZ, J.V. Evolução da cultura da seringueira no Estado de São Paulo. In: CICLO DE PALESTRA SOBRE A HEVEICULTURA PAULISTA, 1., Barretos. **Anais...** 1998. p. 19-28.

CRESTIN, H. ; BANGRATZ, J. Les nucleotides adenyliques et la charge energetique dans le latex d'*Hevea brasiliensis* : Caracteristiques clonales : Liaison avec les potentiaes de production et la sensibilité aux encoches seches. Effets de la stimulation a l'ethrel. Compte-Rendu du Colloque Exploitation – Physiologie et Amélioration de l'Hevea. **Colloque Hevea 88 IRRDB, Paris, 2 a 7 de novembro de 1988**. P. 547-562

CRUZ, C.D. **Programa genes**: versão windows aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001. 641p.

CRUZ, C.D. **Princípios de genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 2005. 394p.

_____. **Programa genes: biometria**. Viçosa: UFV, 2006^a. 382p.

_____. **Programa genes: estatística experimental e matrizes**. Viçosa: UFV, 2006^b. 285p.

_____; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento de plantas**. Viçosa: UFV, 2003. v. 2, 585p.

_____; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento de plantas**. Viçosa: UFV, 2004. v. 1, 480p.

DEVAKUMAR, A.S. et al. Drought alters the canopy architecture and micro-climate of *Hevea brasiliensis* trees. **Trees**, Calcutta, v. 13, p. 161-167, 1999.

DEY, S.K.; VIJAYAKUMAR, K.R. Selection of vigorous clones of hevea through regression method. **Indian Journal of Natural Rubber Research**, Kerala, v.15, n.2, p.7687, 2002.

_____. et al. Path analysis of yield and major yield components of *Hevea brasiliensis* clone RRIM 600 under environmental conditions of Tripura. **Natural Rubber Research**, Kerala, v.17, n.2, p.180-186, 2004.

FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1981. 279p.

FERRAN, M. **Phytotechnie de l'Hevea brasiliensis : botanique-amelioration, culture et exploitation**. Paris: Genabloy, 1944. 435p.

FURTADO, E.L. **Comportamento de cultivares de seringueira (*Hevea spp.*) frente ao mal-das-folhas na região do Vale do Ribeira-SP**. 1996. 106 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

GAMEIRO, Augusto Hauber. Borracha natural brasileira: do Brasil para o mundo, **Borracha via e-mail**, n. 338, v.7, set. 2007. Disponível em: <<http://borrachanatural.agr.br/borrachaviaemail/html/i070925.htm>>. Acesso em 12/10/2007.

GARCIA, D. et al. Evaluation of the resistance of 36 *Hevea* clones to *Microcyclus ulei* and relation to their capacity to accumulate scopoletin and lignins. **European Journal of Forest Pathology**, Hamburgo, v. 29, p. 323-338, 1999.

- GARCIA, D. et al. Selection of rubber clones for resistance to South American leaf blight and latex yield in the germplasm of the Michelin Plantation of Bahia (Brazil). **Journal of Rubber Research**, Kuala Lumpur, v. 7, n. 3, p. 188-198, 2004.
- GASPAROTO, L. et al. **Doenças da seringueira no Brasil**. Brasília: Embrapa, 1997. 168 p.
- GOMES, J.B.; NARAYANAN, R.; CHEN, K.T. Some structural factors affecting the productivity of *Hevea brasiliensis*: quantitative determination of the laticiferous tissue. **Journal of the RRIM**, Kuala Lumpur, v. 23, n. 3, p. 193-203, 1972.
- GONÇALVES, P. de S. Components of variance and interaction between genotype and environment for annual girth increment in rubber tree. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 8, p. 1329-1337, 1998.
- _____. **Recomendação de clones de seringueira para o Estado de São Paulo**. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/Centros/centro_cafe/seringueira/PubPDF/Recomendacao_clones.PDF> Acesso: em 19 de março de 2008.
- _____. **Seleção e coleta de seringueiras nativas na região de Ouro Preto-Território Federal de Rondônia**. Manaus: CNPSe, 1979, 53p. (Relatório de viagem)
- _____; AGULAR, A.T. da E.; GOUVÊA, L.R.L. Expressão fenotípica de clones de seringueira na região noroeste do estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.65, n.3, p.389-398, 2006.
- _____; CARDOSO, M; SAÉS, L.A. Desempenho de quatro clones de seringueira na região do Vale do Ribeira, SP. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 15, p. 681-690, 1991.
- _____; ORTOLANI, A.A.; CARDOSO, M. **Melhoramento genético da seringueira: uma revisão**. Campinas: IAC, 1997. 55 p. (Documentos IAC, 54).
- _____. et al. Age-age correlation for early selection of rubber tree genotypes in São Paulo State, Brazil. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v.28, n. 4, p.758-764, 2005a.
- _____. et al. Avaliação genética de progênes em meios-irmãos de seringueira em diferentes regiões do estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 7, 1998.
- _____. et al. Desempenho de clones de seringueira da série IAC 300 selecionados para a região noroeste do Estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 4, p. 589-599, 2001b.

_____ et al. Desempenho de clones de seringueira de origem amazônica no planalto do Estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 12, p. 1469-1477, 2001a.

_____ et al. Desempenho de novos clones de seringueira. III. Seleções promissoras para a região de Votuporanga, Estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.6, p.971-980, 1999a.

_____ et al. **Early selection for growth vigor in rubber tree genotypes in northwestern São Paulo State (Brazil)**. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php>>. Acesso em: 21 Mar 2008.

_____ et al. Estimates of annual genetic parameters and expected gains in the second cycle of Hevea genotype selection. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 5, p. 55-63, 2005c.

_____ et al. Genetic variability and selection for laticiferous system characters in Hevea brasiliensis. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 28, n. 3, p. 414-422, 2005d.

_____ et al. Genetic variability for girth growth and rubber yield caracteres in Hevea brasiliensis. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 63, n. 3, p. 246-354, 2006.

_____ et al. Genetic variation in growth traits and yield rubber trees (Hevea brasiliensis) growing in the Brazilian State of São Paulo. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto SP, v. 28, n. 4, p. 765-772, 2005b.

_____ et al. Genotype-environment interaction and phenotypic stability for girth growth and rubber yield of Hevea clones in São Paulo State, Brazil. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, V. 26, n. 4, p. 441-448, 2003.

_____ et al. Herdabilidade, correlações genéticas e fenotípicas de algumas características de clones jovens de seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 2, p. 129-136, 1980.

_____ et al. Phenotypic stability and genetic gains in six-year girth growth of hevea clones. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.7, p. 1223-1232, 1999b.

HO, C.Y.; NARAYANAN, R.; CHEN, K.T. Clonal nursery studies in *Hevea*. I: nursery yields and associated structural characteristics and their variations. **Journal of the RRIM**, Kuala Lumpur, v. 23, n. 4, p. 305-316, 1973.

INTERNATIONAL RUBBER STUDY GROUP. **Quarterly Statistics**. Disponível em: <<http://www.rubberstudy.com/statistics-quarstat.aspx>> Acesso: em 08 de abril de 2008.

_____. **Rubber Statistical Bulletin**, Wembley, v. 61, n. 6-7, 2007.

IRCA. Série Agronomie Physiologie. **Rapport du deuxième semestre**. Costa do Marfim, 1978. 82p.

IRRDB. **South American leaf blight**. Disponível em: < <http://www.irrdb.com/irrdb/NaturalRubber/Diseases/Default.htm>. Acesso em: 25/03/2008.

JOHN, A. et al. Performance of certain introduced clones of *Hevea brasiliensis* in India. **Natural Rubber Research**, Kottayam, v. 17, n. 2, p. 115-120, 2004.

JUNQUEIRA, N.T.V. et al. **Controle biológico do percevejo-de-renda (*Leptopharsa hevea* Drake & Poor) em seringueiras de cultivo**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999, 30p. (Circular Técnica 3).

_____ et al. Controle integrado do mal-das-folhas da seringueira: associação entre resistência genética e controle químico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, p.1027-1034, 1992.

KAJORNCHAIYAKUL, P. Effect of humidity and temperature on the development of South American leaf blight (*Microcyclus ulei*) of *Hevea brasiliensis*. **Journal of the Rubber Research Institute of Malaysia**, Kuala Lumpur, v. 32, n. 3, p. 217-223, 1984.

KALIL FILHO, A.N.; JUNQUEIRA, N.T.V. **Correlações fenotípicas entre vigor e resistência ao mal-das-folhas no híbrido IAN 6158 x Fx 985 de seringueira**. Colombo (Pr): EMBRAPA, 2001. 4p. (Comunicado Técnico, 67).

KARUNARATNE, P.M.A.S.; WIJERATNE, A.W.; KUMARA, J.B.D.A.P. Linear estimation of girth as a covariate on yield parameters of rubber (*Hevea brasiliensis* muell.arg.): correlation of girth with latex volume and weight. **The Journal of Agricultural Sciences**, Londres, v. 1, n. 1, p. 7-11, 2005.

KRISANASAP, S.; DOLKIT, P. Rubber New: plantings in the semi-arid zone in Thailand. In: RUBBER GROWERS CONFERENCE. Kuala Lumpur, 1989. **Proceedings...** Kuala Lumpur: Rubber Research Institute of Malaysia, 1989.

LAKSHMANAN, R.; PUNNOOSE, K.I.; EDATHIL, T.T. Response of rubber (*Hevea brasiliensis*) seedlings to irrigation in nursery. **Natural Rubber Research**, Kerala, v.17, n.2, p.172-176, 2004.

Le GUEN, V. et al. Bypassing of a polygenic *Microcyclus ulei* resistance in rubber tree analyzed by QTL detection. **New Phytologist**, Charlottesville (USA), v. 173, p. 335-345, 2007.

_____ et al. Characterization of polymorphic microsatellite markers for *Microcyclus ulei*, causal agent of South American leaf blight of rubber trees. **Molecular Ecology Notes**, v. 4, n. 1, 2004.

Le GUEN, V. et al. Evaluation of field resistance to *Microcyclus ulei* of a collection of Amazonian rubber tree (*Hevea brasiliensis*) germplasm. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v.2, n. 1, p. 141-148, 2002a.

_____. et al. Relationships between yield and some structural traits of the laticiferous system in *Hevea* clones resistant to South American leaf blight. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 2, n. 2, p. 307-317, 2002b.

LEMOS FILHO, J.P.; NOVA, N.A.; PINTO, H.S. A model including photoperiod in degree days for estimating *Hevea* bud growth. **International Journal of Biometeorology**, Berlim, v.41, p. 1-4, 1997.

LIEBEREI, R. South american leaf blight of the rubber tree (*Hevea* spp.): new steps in plant domestication using physiological features and molecular markers. **Annals of Botany**, Londres, v. 100, p. 1125-1142, 2007.

MACEDO, R.L.G. et al. Introdução de clones de seringueira no noroeste do Estado de Minas Gerais. **Cerne**, Lavras, v.8, n.1, p.124-133, 2002.

MARATTUKALAM, J.G.; PREMAKUMARI, D. Early performance of a few Sri Lanka clones in India. **Rubber Board Bulletin**, Kerala, n.23, v.2, p.10-13, 2002.

_____. et al. Long-term performance of a few Indian and exotic clones of *Hevea brasiliensis* in large scale trials in India. **Natural Rubber Research**, Kerala, v.18, n.2, p.113-119, 2005.

MARIN, F.R.; BARRETO JÚNIOR, C.E.F. Zoneamento agroclimático da heveicultura no Estado de São Paulo. Disponível em: <http://www.agritempo.gov.br/publish/publicacoes/XIVCBA/CBAgro2005_12.pdf> Acesso: em 28 de março de 2008.

MARQUES, J.R.B. et al. Ampliação dos recursos genéticos de seringueira (*Hevea* spp.) pela introdução de novos clones-copa resistentes ao mal-das-folhas (*Microcyclus ulei*). **Agrotrópica**, Ilhéus, v.15, n.2, p.121-126, 2003.

MELLO, S.C.M. et al. **Isolados de *Dicyma Pulvinata* obtidos em um levantamento realizado em seringais brasileiros**. Brasília: Embrapa, 2003, 4p. (Comunicado Técnico, 81).

MIGUEL, A.A. et al. Photosynthetic behaviour during the leaf ontogeny of rubber tree clones [*Hevea brasiliensis* (Wild. ex. Adr. de Juss.) Muell. Arg.] in Lavras, Mg. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 91-97, 2007.

MIRANDA, E.M. de. **Introdução e Avaliação de Clones de Seringueira no Acre para Estudos de Combinações Copa x Painei**. Rio Branco: Embrapa, 1997, 2p. (Pesquisa em Andamento, 99).

MODE, J.C.; ROBSON, H.F. Pleiotropism and the genetic variance and covariance. **Biometrics**, Arlington, v. 15, p.518-537, 1959.

MOMOH, W.E.; ALIKA, J.E. Preliminary assessment of the growth performance of some selected NIG 800 clones of rubber (*Hevea brasiliensis*). **Journal of Plantation Crops**, Kasaragod, v.2, n.15, p.101-107, 1987.

MOOIBROEK, H.; CORNISH, K. Alternative sources of natural rubber. **Applied Microbiology and Biotechnology**, Berlin, v. 53, p. 355-365, 2000.

MORAES, V.H. de F. Enxertia de copa na viabilização da heveicultura nas áreas úmidas da bacia central da Amazônia. In: FRAZÃO, D.A.C.; CRUZ, E.S.C.; VIÉGAS, I.J.M. **Seringueira na Amazônia: situação atual e perspectivas**. Belém: Embrapa, 2003. chap. 10, p. 216-234.

MUKHERJEE, T.K. Quantitative genetics. **RRIM Hevea breeding course**, RRIM: Kuala Lumpur, 1981. 18p.

NARAYANAN, R.; HO, C.Y. Clonal nursery studies in *Hevea*. I: relationship between yield and girth. **Journal of the RRIM**, Kuala Lumpur, v.23, n.5, p. 332-338, 1973.

_____; GOMES, J.R.; CHEN, K.T. Some structural factors affecting the productivity of *Hevea brasiliensis*. II: Correlations on studies between structural factors and yield. **Journal of the RRIM**, Kuala Lumpur, v.23, n.4, p.285-297, 1973.

NAZEER, M.A. et al. Performance of few hevea clones from RR11 100 series in large scale trial. **Journal of Plantation Crops**, Kasaragod, v. 2, n.14, p.99-104, 1986.

OBOUAYEBA, S et al. Influence of age and girth at opening on growth and productivity of hevea. **Indian Journal of Natural Rubber Research**, Kotayam, v.15, n.1-2, p.66-71, 2002.

OMOKHAFF, K.O. Clonal stability of tree dryness in *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v.27, n.2, p. 242-244, 2004.

_____; ALIKA, J.E. Clonal stability of latex yield in eleven clones of *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v.26, n.3, p. 313-317, 2003.

ONG, S.H. Chromosome morphology at the pachytene stage in *Hevea brasiliensis*, a preliminary report. In: **International Rubber Conference**, Kuala Lumpur, proceedings, v. II, p.3-12, 1975.

ORTOLANI, A.A. Agroclimatologia e o cultivo da seringueira. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SERINGUEIRA NO ESTADO DE SÃO PAULO, 1., 1986, Piracicaba. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1986. cap. 2, p. 11-32.

ORTOLANI, A.A. et al. Aptidão agroclimática para regionalização da heveicultura no Brasil. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE RECOMENDAÇÃO DE CLONES DE SERINGUEIRA, 1., 1982, Brasília. **Anais ...** Brasília: Embrapa, DDT, 1983. p. 19-28.

PAIVA, J.R. **Estimativas de parâmetros genéticos em seringueira (*Hevea spp*) e perspectivas de melhoramento.** 1980. 92p. Dissertação (Mestrado) – ESALQ, Piracicaba, 1980.

PINHEIRO, E. Reducing slab risks – cultivating rubber in scape áreas. Belém: Embrapa – CPATU, 1995. 8p. (Apresentado no Colloquium RRIM, 1995, Kuala Lumpur)

_____. Seringueira de plantação. In: **Brasil, Ministério da Agricultura. Livro Anual da Agricultura 1968, Revolução Tecnológica.** Brasília, 1969. p. 173-185.

_____; LIBONATI, V.F. O emprego da *Hevea pauciflora* M.A como fonte de resistência ao mal-das-folhas. **Polímeros.** São Paulo, v. 1, n. 1, p. 31-40, 1971.

_____; LION, A. Perspectivas do emprego de *Hevea pauciflora* na enxertia de copa da seringueira. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE SERINGUEIRA, 2., **Anais...** Rio Branco: SUDHEVEA, 1976. p. 415-430.

_____; PINHEIRO, F.S.V. Potencial sócio-econômico da cultura da seringueira. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO: BIODIVERSIDADE E PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DE ALIMENTOS E FIBRAS NO CERRADO, 8., 1996, Brasília. **Anais...** Brasília: Embrapa, 1996. p. 153-161.

_____; _____. Heveicultura em área de escape. In: ALVARENGA, A.P.; CARMO, C.A.F.S. do. **Seringueira.** Viçosa: EPAMIG, 2008. Chap. 4, p. 85-126.

_____; _____. ALVES, R.M. Comportamento de alguns clones de *Hevea* em Açailândia, na Região pré Amazônica Maranhense (dados preliminares). In: SEMINÁRIO NACIONAL DA SERINGUEIRA, 3., 1980, Manaus. **Anais...** Brasília: SUDHEVEA, 1980. p.1011-1129.

_____. et al. **Controle do cancro-do-enxerto (*Lasiodyplodia theobromae* (Pat, Griff e Maubl) em seringueira utilizando-se a técnica do plantio profundo.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. 16p. (Circular técnica, 73).

PINHEIRO, F.S.V. **Comportamento de alguns clones amazônicos de seringueira (*Hevea spp*) nas condições ecológicas de Açailândia – Resultados preliminares.** 1981. 83p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1981.

_____. Melhoramento genético da seringueira. IN: CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM HEVEICULTURA. Belém, 1983. **Anais...** Belém, EMBRAPA/CNPDS/FCAP, 1983, 64p.

PINHEIRO, F.S.V; ALVES, R.M. Comportamento de clones de seringueira em algumas localidades do Pará e Maranhão. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE RECOMENDAÇÃO DE CLONES DE SERINGUEIRA, 1., 1982, Brasília. **Anais...** Brasília: Embrapa, DDT, 1983. p. 159-172.

_____; _____; LIBONATI, V.F. Comportamento de clones de seringueira nas condições ecológicas de Açailândia – MA. Belém: Convênio EMBRAPA-FCAP, 1986. p. 53-60. Relatório Anual 1985.

POPULER, C. Les epidémies de l'Oidium de l'Hevea et la phénologie de sous brotés dans le monde. INERRC. 1962. 480p. (Series scientifique, 115).

PREMAKUMARI, D et al. Genetic influence for intraclonal variations and associations of juvenile yield and girth in thirteen hevea clones grown in Kanyakumari region of south India. **Indian Journal of Natural Research**, Kottayam, v.15, n.1, p.28-32, 2002.

PRIYADARSHAN, P.M. Contributions of weather variables for specific adaptation of rubber tree (*Hevea brasiliensis* Muell – Arg) clones. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 26, n. 4, p. 435-440, 2003.

_____; CLÉMENT-DEMANGE, A. Breeding hevea rubber: formal and molecular genetics. Disponível em: <<http://publications.cirad.fr>> Acesso em 12 de fevereiro de 2008.

_____; GONÇALVES, P. de S. *Hevea* gene pool for breeding. **Genetic Resources and Crop Evolution**. Dordrecht, v. 50, p. 101-114, 2003.

_____. et al. Evaluation of *Hevea brasiliensis* clones for yielding trends in Tripura. **Indian Journal of Natural Rubber Research**. Kotayam, v. 13, n. 1 e 2, p.56-63, 2000.

_____. et al. Yielding potential of rubber (*Hevea brasiliensis*) in sub-optimal environments. **Journal of Crop Improvement**, Binghamton, v.14, n.1-2, p. 221-247, 2005.

RAJ, S. et al. Relationship between latex yield of *Hevea brasiliensis* and antecedent environmental parameters. **International Journal of Biometeorology**, Berlim, v. 49, p. 189-196, 2005.

RAO, G.G. et al. Influence of soil, plant and meteorological factors on water relations and yield in *Hevea brasiliensis*. **International Journal of Biometeorology**, Berlim, v. 34, n. 3, p. 175-180, 1990.

REJU, M.J. et al. Growth and initial yield of some hevea clones in Meghalaya. **Indian Journal of Natural Rubber Research**, Kottayam, v.14, n.2, p.146-151, 2001.

REJU, M.J. et al. Growth stability of *Hevea* clones in a high altitude region of Meghalaya. **Indian Journal of Natural Rubber Research**, Kottayam, v.16, n.1/2, p.118-121, 2003.

RESENDE, M.D.V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa, 2002. 975p.

RRIM. **A borracha do ocidente ao oriente**. Plant Bulletin of the RRIM, Kuala Lumpur, n.14, 1954, 4p. mimeografadas .

RRIM. **Annual report**. Kuala Lumpur, 1970. 113p.

_____. **Annual report**. Kuala Lumpur, 1972. 224p.

_____. **Annual report**. Kuala Lumpur, 1973. 233p.

ROBSON, H.F.; COMSTOCK, R.E; HARVEY, P.H. Genotypic and phenotypic correlation in corn and their implications in selection. *Agr. Journal*, Iowa, v. 43, p. 282-287, 1951.

ROCHA NETO, O.G. da. **Eficiência no uso de água em plantas jovens de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muel Arg.) submetidas a déficit hídrico**. 1978. 63p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1978.

SÁ, T.D. A. Aspectos climáticos da heveicultura no Brasil. In: Viégas, I. de J.M; Carvalho, J.O. de. (Org.). **A seringueira: nutrição e adubação no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2000. P. 35-62.

SAMARAPPULI, L et al. Possibilities of growing rubber in marginal dry areas. In: SYMPOSIUM ON AGRONOMY ASPECTS OF THE CULTIVATION OF NATURAL RUBBER (*Hevea brasiliensis*). Beruwela, Sri Lanka, 1996. **Proceedings...** Brickendonbury: IRRDB, 1997. p. 31-43.

SANTOS, G.P. dos; PEREIRA, J.M.M. Insetos e ácaros associados à cultura da seringueira. In: ALVARENGA, A.P.; CARMO, C.A.F.S. do. **Seringueira**. Viçosa: EPAMIG, 2008. Chap. 8, p. 535-597.

SANTOS, V.L.F.; BUENO, F.C.R.F.; BAPTISTELLA, C. da S.L. A cultura da seringueira no estado de São Paulo. **Informações Econômicas**. São Paulo, v.34, n. 9, 2004.

SETHURAJ, M.R. Yield components in *Hevea brasiliensis* – theoretical considerations. **Plant, Cell & Environment**. Urbana (USA), v.4, n.1, p. 81-83, 1981

SIVANADYAN, K.; GHADIMATH, M.; HARIDAS, G. **Rubber a unique crop: A nutritionally self-sustaining ecosystem in relation to latex yield**. Kuala Lumpur: Rubber Research Institute of Malaysia, 1995. 54 p.

SOUZA, I.A. de. **Avaliação de clones de seringueira (*Hevea spp.*) em Piracicaba – SP**. 2007. 71 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo – ESALQ, Piracicaba, 2007.

- TAN, H. Assessment of parental performance for yield in *Hevea* breeding. **Euphytica**, Dordrecht, v. 27, n. 2, p. 521-528, 1978.
- _____; MUKHERJ, T.K.; SUBRAMANIAM, S. Estimates of genetic parameters of certain characters in *Hevea brasiliensis*. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.46, n. 4, p. 29-34, 1975.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R **The water balance**. Centerton, N.J.: Drexel Institute of Technology, 1955. 104p. (Publication in climatology, v.8, n. 1).
- VALOIS, A.C.C. **Competição de clones de seringueira e predição de parâmetros genéticos**. Manaus: Instituto de Pesquisa Agropecuária da Amazônia Ocidental, 1974. 9p. (Boletim Técnico, 4).
- _____. Expressão de caracteres em seringueira e obtenção de clones produtivos e resistentes ao mal-das-folhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 18, n. 9, p. 1015-1020, 1983.
- _____ et al. 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.
- _____ et al. Emprego do índice de seleção em seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 14, n. 4, p. 351-358, 1979.
- VAN DER PLANK, J.E. **Plant Disease: Epidemics and Control**, New York:Academic Press, 1963. 350p.
- VENKATACHALAM, P. et al. Identification of expression profiles of tapping panel dryness (TPD) associated genes from the latex of rubber tree (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). **Planta**, Bonn, v.226, n.2, p. 499-515, 2007.
- VIJAYAKUMER, K.R.; CHANDRAS, T.R.; PHILIP, V. Agroclimate. In: GEORGE, P.J.; JACOB, C.K. **Natural rubber: agro management and crop processing**. Kotayam: RRII, 1992. chap. 8, p. 97-115.
- VINOD, K.K. et al. Early performance of some clones of *Hevea brasiliensis* in Tripura. **Indian Journal of Natural Rubber Research**, Kerala, v.9, n.2, p.123-129, 1996.
- WATSON, G.A. Climate and soil. In: WEBSTER, C.C.; BAULKWILL W.J. **Rubber**. New York: Longman Scientific & Technical, 1989. chap. 4, p. 125-164.
- WENG, H.C. Performance of clone PB260 in a large plantation group in Peninsular Malaysia. **Planter**, Kuala Lumpur, v. 73, n. 857, p. 403-418, 1997.

WYCHERLEY, P.R. Breeding of Hevea. **Journal of the RRIM**, Kuala Lumpur, v. 21, n. 1, p. 38-55, 1969.