

~~BUP~~

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA ;  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ  
CONVÊNIO SUDHEVEA/FCAP

III CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM HEVEICULTURA

MELHORAMENTO GENÉTICO DA SERINGUEIRA

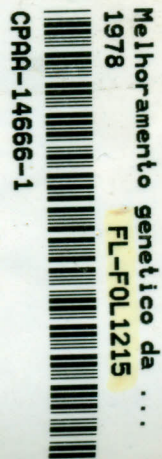
Elaborado por:

Afonso Celso Candeira Valois  
Engº Agrº - Técnico do CNPSe



Belém - Pará

1 9 7 8





- INTRODUÇÃO

A seringueira em condições silvestres é encontrada naturalmente dispersa na região amazônica e é composta das seguintes espécies: *Hevea brasiliensis*, *Hevea benthamiana*, *Hevea pauciflora*, *Hevea quianensis*, *Hevea paludosa*, *Hevea sproceana*, *Hevea nitida*, *Hevea rigidifolia*, *Hevea microphylla*, *Hevea camporum* e *Hevea camargoana*.

Apesar de natural da região amazônica, a sua exploração racional teve início no Extremo Oriente, após a introdução de "seedlings" feita primeiramente no Ceilão (hoje Sri Lanka), na Malásia através de Singapura, e Java. Esses "seedlings" foram originados da *H. brasiliensis*, cujas sementes, coletadas em Boim, no Baixo Amazonas, foram levadas para o jardim de "Kew", na Inglaterra, pelo naturalista HENRY WICKHAM, no ano de 1876.

Assim, foi no Oriente que tiveram início os trabalhos de melhoramento genético da seringueira, onde, devido a ausência de inimigos naturais da *Hevea*, os programas foram conduzidos visando ao aspecto da produção de borracha seca. Em decorrência, foram clonados genótipos (constituição genética total de um organismo) altamente produtivos das séries PB, TJIR, AV, RRIM e outras. Isso possibilitou a que, hoje, das 3,5 milhões de toneladas de borracha natural produzidas no mundo, 90% sejam oriundas do Extremo Oriente.

O fato de a seringueira ter-se adaptado muito bem às condições de cultivos racionais chamou a atenção de Companhias estrangeiras, que viam na Amazônia possibilidade de obtenção de melhores sucessos no empreendimento, devido ser o berço da EUPHORBIACEAE.

No Brasil, a primeira tentativa de estabelecer seringais de cultivo foi feita pela Companhia FORD, que implantou grandes seringais em Fordlândia (1928) e Belterra (1932), no Estado do Pará.

Em Fordlândia, mais de um milhão de mudas advindas de sementes oriundas de seringais nativos de diversas áreas da região Amazônica, estabelecidas em campo em condições de homogeneidade de plantio, foram fortemente atacadas por um fungo, hoje conhecido pelo nome de *Microcyclus ulei* (P. HENN), causador da mais séria enfermidade a que está exposta a seringueira, doença esta denominada de o "Mal das Folhas".

Antes, no Suriname, em 1911, os holandeses tiveram a mesma intenção, mas os plantios da seringueira foram dizimados pelo mesmo condicoinante biológico, até então desconhecido. Nas condições de seringais nativos, o fungo não causa epidemias; isto é, não ataca as seringueiras em grande escala, em decorrência da barreira natural (formada por outras espécies) que existe entre as seringueiras, cuja densidade de ocorrência varia de 4 a 6 plantas por hectare.



Em vista do exposto, houve a necessidade de desenvolvimento, no Brasil, de um programa de melhoramento genético da seringueira voltado inicialmente e principalmente para a obtenção de genótipos resistentes ao M. ulei, além de produtivos. O programa citado teve início no ano de 1937

- DESCRIÇÃO SUMÁRIA DA METODOLOGIA UTILIZADA NA OBTENÇÃO DOS CLONES DAS SÉRIES Fx e IAN

Apesar da epidemiologia causada pelo M. ulei nas plantações de Fordlândia, alguns genótipos apresentaram-se resistentes ao patógeno, porém não eram produtivos. O aparecimento desses indivíduos resistentes em meio aos suscetíveis é explicado pelo fato de a seringueira ser uma planta alógama ou panmítica, isto é, efetua sua reprodução sexuada através da polinização cruzada, e, mesmo, o plantio de Fordlândia ter sido efetuado com sementes de várias procedências da região amazônica.

Devido a seringueira também permitir a multiplicação vegetativa ou assexuada, através da enxertia por borbulhia, as plantas resistentes selecionadas em Fordlândia foram clonadas para serem utilizadas como fonte de resistência em futuros programas de melhoramento genético. Posteriormente, foram estabelecidos em Belterra, juntamente com uma coleção de clones selecionados com produtivos no Extremo Oriente. Dos clones originados do Oriente, destacaram-se o PB 86, PB 186, TJIR 1, TJIR 16, AV 183, AV 363 e o falso AV 49.

De posse do material resistente e do material produtivo, ambos H. brasiliensis, foi desenvolvido um programa de melhoramento genético intra-específico (cruzamento entre indivíduos da mesma espécie), visando a associar em uma mesma planta os caracteres desejáveis de produção de borracha seca e resistência ao M. ulei. No entanto, devido à falta de diversidade genética entre os paternais, não houve pronunciamento do vigor do híbrido para o caráter de resistência ao patógeno, pois, para que haja o vigor heterótico, deve haver a diferença de frequência gênica entre os paternais, isto é, o maior valor do híbrido para um determinado caráter decorre da maior diversidade genética entre os respectivos paternais.

Em virtude da grande suscetibilidade dos genótipos obtidos através dos cruzamentos intra-específicos, houve necessidade de serem buscadas outras fontes de germoplasma (soma total dos materiais hereditários de uma espécie) resistentes em outras espécies do gênero Hevea, tendo como finalidade o cruzamento interespecífico (cruzamento entre indivíduos de espécies diferentes) envolvendo plantas produtivas de H. brasiliensis com outras resistentes ao patógeno (fungo) pertencente às espécies conspecificadas. Foi então tentado o aumento do valor da heterose ( $H = F_1 - \frac{P_1 + P_2}{2}$ ) devido à provável diferença de frequência gênica entre as espécies. Assim, foram coletadas e levadas para Belterra plantas representantes das seguintes espécies: H. benthamiana, H. spruceana, H. microphylla, H. quianensis



Em decorrência, foi criada uma série de híbridos interespecíficos da série Fx - cruzamento Ford e IAN - Instituto Agrônomo do Norte. Os híbridos oriundos dos cruzamentos de *H. brasiliensis* X *H. quianensis*, *H. brasiliensis* X *H. Microphylla* e *H. brasiliensis* X *H. spruceana* foram descartados por não satisfazerem os objetivos procurados. Os híbridos de *H. bentamiana* (principalmente os dos clones F 4537 e F 4542) com *H. brasiliensis*, selecionados em Fordlândia, passaram a constituir o material básico de resistência nos programas de melhoramento genético que se sucederam. A partir daí foram realizadas milhares de polinizações controladas, sendo selecionadas como resistentes milhares de plantas, de onde apenas um pequeno número vem apresentando um bom valor fenotípico (o que a planta exterioriza) para o caráter de produção de borracha seca. Quanto aos híbridos de *H. pauciflora* X *H. brasiliensis*, os mesmos vem apresentando alta resistência ao *M. ulei*, geralmente por hiper-sensibilidade, porém, com baixa produção de borracha seca.

#### - CLONES RECOMENDADOS PARA PLANTIO

Em decorrência dos programas de melhoramento genético desenvolvidos principalmente em Belterra e Fordlândia, foi obtido um grande número de clones dos quais bem poucos são hoje indicados para plantio em larga escala. Isso deveu-se ao método antes utilizado, que levava em consideração, em primeiro lugar, a resistência da planta (resistência vertical) ao *M. ulei*, deixando o caráter de produção em segunda prioridade. Assim, muitos clones produtivos foram descartados, clones estes que poderiam apresentar quando adultos o escape ao *M. ulei* (resistência horizontal); houve assim uma erosão genética, isto é, a perda da resistência horizontal (mais difícil de ser quebrada) em prol da resistência vertical.

A indicação de clones para plantio nas regiões aptas ao cultivo de *Hevea* deve prescindir de um estudo acurado da interação do genótipo pelo ambiente. Por exemplo, se um clone for indicado para plantio nas condições do Espírito Santo, poderá não o ser no Sul da Bahia, e assim por diante. Já existem hoje indicações preliminares quanto aos melhores clones para as diferentes condições ecológicas das regiões aptas ao cultivo da *Hevea*. Já podem ser indicados clones que em virtude de sua característica heterosigota apresentam o fator da homeostase genética, isto é, interação com diferentes condições ecológicas, e, por isso mesmo, podem ser utilizados mais largamente.

Nas condições de climas Afii da Amazônia são indicados para plantio os clones IAN 717 e Fx 3899, em virtude da resistência a raças do *M. ulei* que ocorrem nessas regiões e valor fenotípico para produção de borracha. No entanto, além desses clones, outras cultivares vem apresentando boa resposta à sangria, conforme a tabela a seguir extraída do Relatório Anual (1977) da Atividade Satélite do Centro Nacional de Pesquisa da Se -  
Faculdade de Ciências Agrárias do Pará (FCAP), da



dos estes obtidos nas condições de Belém (Pa), com 2.761mm de precipitação média anual, bem distribuída durante o ano.

TABELA 1.- Produção média em borracha seca por corte e idade de clones, em condições de clima Afi de Belém (Pa).

CLONE	PRODUÇÃO (g)	IDADE (anos)
IAN 717	36,5	16
IAN 873	20,4	16
IAN 2903	36,5	13
IAN 3087	41,1	13
Fx 1042	23,8	16
Fx 3810	26,9	16
Fx 3925	37,7	16
Fx 4098	23,4	16
O <sub>2</sub> 1553	19,1	13

Como pode ser observado na Tabela, o clone mais produtivo é o IAN 3087 (ainda não difundido), superior mesmo ao IAN 717. Além desse clone existem outros como o IAN 2903 e Fx 3925. Interessante notar que apesar da produção inferior a dos clones citados, o Fx 3810 possui grande resistência ao fungo M. ulei. Assim, os novos clones citados já podem ser indicados para plantio em pequena escala.

Outro resultado que merece menção é o referente ao que vem alcançando a PARACREVEA BORRACHA VEGETAL S/A., na Granja Marathon em São Francisco do Pará, em zona de transição entre os climas Afi e Ami. Nessas condições, aquela Companhia possui 340 clones em estudo, onde sobressai-se o Fx 349, que vem apresentando o equivalente a 1.800 kg de borracha seca por hectare/ano. No atual esquema de aumento da plantação da referida Companhia, esse clone está sendo plantado em maior escala.

Por outro lado, nas condições de Belterra (santarém-Pará), que possui uma precipitação média anual de 1.970 mm e déficit hídrico de 240 mm, isto é, possui um período seco definido, grande número de clones vinha sendo testado por vários anos. Os resultados advindos desses testes são de muita importância em virtude dos vários clones que apresentaram excelentes produções, conforme a Tabela 2 a seguir.



TABELA 2.- Produção média em borracha bruta por corte de clones no tempo de sangria determinado, nas condições de Belterra (Santarém/Pa)

C L O N E	PRODUÇÃO (g)	IDADE (anos)
IAN 4354	40,0	14º
IAN 4488	80,0	13º
IAN 4493	51,0	12º
IAN 4510	34,0	13º
IAN 6159	34,0	10º
PFB 4	51,0	13º
PFB 5	60,0	14º
PFB 7	30,0	4º
PFB 10	32,0	4º
PFB 15	38,0	4º
PFB 26	57,0	4º

Vemos assim que existe um grande número de clones que apresentam bom valor fenotípico para o caráter de produção de borracha. Mas, somente agora é que essas cultivares estão sendo difundidas, como é o caso do IAN 4488, que no 13º ano de sangria produziu, em média, 80g de borracha bruta por corte, além do PFB 5. Esses clones de Belterra podem ser plantados em pequena escala em condições climáticas semelhantes às daquelas região, até que sejam testados em outros nixos ecológicos.

Nas condições do Sul da Bahia, inicialmente foi plantado o clone Fx 25, que apresentava resistência vertical ao M. ulei, mas cuja resistência foi quebrada devido, talvez, ao aparecimento de outras raças do patógeno. Em decorrência, houve a necessidade de serem testados novos clones nessas condições de clima Af. Assim, através desses testes já são indicados outros clones conforme a Tabela 3, cujos resultados foram obtidos pela Divisão de Plantações da FIRESTONE na Fazenda Três Pancadas, no Município de Camamu (Ba).

TABELA 3.- Produção média em borracha seca por corte e idade de clones estabelecidos na Fazenda Três Pancadas em Camamu (Ba)

C L O N E	PRODUÇÃO (g)	IDADE (anos)
IAN 717	20,5	19
IAN 873	20,3	19
Fx 25	10,8	19
Fx 985	39,4	19
Fx 2261	29,5	19
Fx 3639/B	26,9	19
Fx 3844	42,0	19
Fx 3846	29,9	18
Fx 3864	33,9	19
MDF 114	31,1	13
MDF 180	33,6	13



De acordo com o indicado na Tabela, existem outros clones com grande potencial para produção de borracha, como é o caso do Fx 3844, Fx 985, Fx 3864, MDF 180 e outros, em comparação com o Fx 25.

Para o caso do estabelecimento de clones em regiões de clima seco definitivo visando à solução genético-ecológica, é interessante o estabelecimento de clones com grande potencial para a produção de borracha, tolerantes à seca e que executem a troca de folha no período mais seco do ano. Neste particular, podem ser inclusive plantados clones orientais com as características indicadas, pois, mesmo não apresentando resistência ao *M. ulei*, por exemplo, as condições climáticas da região não permitirão a ocorrência do fungo em forma epidêmica, e sim, endemicamente, o que não trará maiores consequências. Já existem nessas condições alguns resultados que mostram o potencial de vários clones.

Um resultado interessante é o que vem sendo obtido na Colônia Agrícola Gurupi, pertencente a uma Missão Evangélica, em Açailândia, no Estado do Maranhão. Nesse município maranhense foram estabelecido 25 clones de seringueira no ano de 1966, em decorrência de uma solicitação efetuada pela referida Missão ao então Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte (IPEAN), hoje Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (CPATU), pertencente à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA. A partir de 1977 a Atividade Satélite do CNPq, na FCAP, retomou os estudos no referido campo de prova, cujos resultados de borracha bruta obtidos em janeiro de 1978 estão incluídos na Tabela 4.

TABELA 4.- Circunferência e produção média de borracha bruta por corte verificado no mês de janeiro/78, no campo de prova estabelecido em Açailândia (Ma)

C L O N E		CIRCUNFERÊNCIA A 1,30m DA SOLDADURA DO ENXERTO (cm)	PRODUÇÃO (q)
Fx	3925	68,25	20,81
Fx	3899	65,75	39,48
Fx	3810	70,50	23,02
PV	13	49,50	17,91
Q <sub>2</sub>	1032	62,75	11,57
IAN	3997	72,75	45,55
IAN	3786	59,50	37,67
IAN	3313	59,50	28,87
IAN	3248	61,00	70,95
IAN	3199	70,50	28,30
IAN	3193	56,50	83,46
IAN	3156	68,00	87,88
IAN	3115	67,75	43,31
IAN	3095	68,50	55,10
IAN	3087	58,75	78,20
IAN	3044	63,00	55,83
IAN	2925	64,75	48,45
IAN	2909	60,50	53,66
IAN	2903	60,75	59,65
IAN	2880	69,75	56,34
IAN	2878	62,50	44,91
IAN	2840	58,25	16,37
IAN	2388	72,50	-
IAN	873	69,50	18,39
IAN	717	76,60	25,46



Nesses resultados podem ser observadas as grandes performances apresentadas pelos clones IAN 3156, IAN 3193, IAN 3087 e IAN 3248, em comparação com o IAN 717 e IAN 873, já difundidos. Especial atenção deve ser dada ao clone IAN 3087, que, também, nessas condições de precipitação pluviométrica média de 1558mm, apresentando 5 meses com precipitação inferior a 25mm, portanto bem diferente das condições de Belém, mostrou boa performance como exemplo de homeostase genética, citada anteriormente. O clone IAN 2388, apesar de bom desenvolvimento, apresentou diminuta produção, fato este que também vem sendo observado nas condições de Manaus (Am), em trabalhos do CNPq.

Outra evidência de clones que reagem muito bem às condições de clima seco definido vem sendo observada no seringal "Tira-Teima", estabelecido no município de Viana, no Espírito Santo. Esse seringal, que foi estabelecido em 1962, é composto por uma mistura de clones constituída do Fx 25, Fx 2261, Fx 3864, IAN 717 e outros, cuja produção, em 1976, atingiu 10,86 litros de látex por planta. Esses dados evidenciam a viabilidade daqueles clones no estabelecimento de seringais nessas regiões.

Outros resultados que vem sendo alcançados em regiões com clima seco definido referem-se a Campinas, no Estado de São Paulo, com precipitação pluviométrica anual de 1371mm. Nesse município, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) conduz um ensaio experimental composto principalmente de clones orientais. Na Tabela 5 estão incluídas as produções de alguns desses clones no 10º ano de sangria, de acordo com os dados do IAC.

TABELA 5.- Produção média de borracha seca por sangria de clones estabelecidos em 1958, em Campinas-SP.

C L O N E		P R O D U Ç Ã O (g)
RRIM	526	35,8
RRIM	614	38,2
RRIM	625	31,3
RRIM	600	28,0
GA	1328	48,8
BSA	20	46,3
Tjir	1	22,7
Tjir	16	34,6
Tjir	1 x Tjir 16	26,9
LCB	510	35,2

Estes resultados atestam a viabilidade do plantio de clones orientais, como é o caso do GA 1328, RRIM 614, RRIM 526, LCB 510 e Tjir 16, nessas regiões de clima seco definido.

Outro exemplo que merece destaque no planalto paulista é o observado na Fazenda Água Milagrosa, situada em Tabapuã (SP). A Fazenda possui um seringal onde 16.600 plantas encontram-se em sangria. É composto pelos clones RRIM 600, GT 711, GT 127, AV 1279, PB 86, LCB 510, Fx 25 e híbridos de Tjir 1 x Tjir 16. As plantas vem apresentando uma produção média de 60 ml de látex por sangria por ano. Em outra Fazenda localizada no mu-



nício de Colina (Fazenda Santa Helena), que possui em torno de 20 mil plantas compostas principalmente dos clones RRIM 501, AV 1328 e AV 1279, plantadas em 1959, a produção chega a 30 ml de látex por corte por ano.

Todos esses resultados indicam a plena viabilidade de clones com genoma de H. brasiliensis nas condições de clima seco definido.

Outros materiais genéticos que apresentam grande viabilidade para plantio tanto na solução genético-agronômica (enxertia de copa) como na solução genético-ecológica (plantio em clima seco definido visando ao escape) são os poliplóides atualmente existentes; essas cultivares não possuem resistência ao M. ulei, pois são provenientes do clone IAN 873 (suscetível ao patógeno), porém tem demonstrado ser possuidoras de grande potencial para o caráter de produção de borracha.

Falta no entanto o conhecimento de respostas à sangria desses genótipos, como regeneração de casca, regeneração do látex, melhor sistema de sangria, etc., para serem indicados para plantio em larga escala. Em condições de jardim clonal e através de teste precoce de produção esses clones tem apresentado resultados elevados em comparação com os clones convencionais. Nas condições de Belém, a Atividade Satélite do CNPSe desenvolveu um ensaio exploratório de comparação entre os clones IAC 222 e IAC 229 (poliplóides) e os clones IAN 717 e Fx 3899. O IAC 222 produziu em borracha seca o equivalente a 367% a mais em relação ao IAN 717 e 872% a mais em relação ao Fx 3899. Por sua vez o clone IAC 229 atingiu 336% de produção a mais em relação ao IAN 717 e 780% a mais que o Fx 3899.

Procurando melhor evidenciar a superioridade de clones poliplóides, no CNPSe foram conduzidas análises em condições de laboratório. Foram feitos estudos de diâmetro de vasos laticíferos dos clones IAC 206 e IAC 222 (poliploidizados a partir do IAN 873), em comparação com o IAN 873, diplóide. As amostras foram coletadas a 10 cm do ponto de união do enxerto, em plantas de jardim clonal com 1 ano de idade, e apresentaram os seguintes resultados: IAC 222 = 43,4 micras; IAC 206 = 30,4 micras e IAN 873 = 19,2 micras, demonstrando assim a superioridade dos clones poliplóides. Deve-se acrescentar que em condições de jardim clonal o IAC 222 apresentou maior produção de borracha seca que o IAC 206, o que pode ser explicado pelo maior tamanho dos vasos laticíferos. A espessura da casca do IAC 222 e do IAC 206 foi de 2,1 mm, enquanto que o IAN 873 apresentou espessura de 0,9 mm. Além do mais, com os clones poliplóides poderá ser posta em prática com bastante sucesso a solução genético-ecológica no estabelecimento de seringais. Esses genótipos, que se mostram bem produtivos, apresentam possibilidades de grande resistência à seca, pois suas células são possuidoras de maior conteúdo d'água em relação à forma diplóide, além de apresentarem menor taxa de respiração.

Em vista do apresentado e através de outras observações, hoje são indicados para plantio em pequena escala os clones poliplóides IAC 207, IAC 222, IAC 229 e IAC 232.



Vemos assim que já existem muitos clones que podem ser utilizados para plantio nas diversas áreas aptas ao cultivo da Hevea.

Outro fator importante no processo de indicação de clones é o referente àqueles que se prestam à enxertia de copa. Nesse particular é indicada a Hevea pauciflora (clone PA 31), devido já encontrar-se em maior quantidade em teste. Outra alternativa interessante é a utilização de híbridos de H. pauciflora x H. brasiliensis, pois esses materiais genéticos deverão diminuir a chance do aparecimento de incompatibilidade entre o clone de copa e o clone para nainel. Isso é explicado pelo fato de que geralmente o clone a ser enxertado de copa é de H. brasiliensis, e ao ser colocado na copa um clone com genoma (constituição genética básica de um indivíduo) de H. brasiliensis haverá maior probabilidade do aparecimento da compatibilidade. Em pequena escala podem ser indicados híbridos, como: IAN 6484, IAN 6543, IAN 6546, IAN 7373 e IAN 7388. A utilização desses híbridos, que apresentam resistência ao M. ulei por hipersensibilidade, traz ainda a vantagem da utilização de plantas com folíolos menores do que as de H. pauciflora pura que vão diminuir o auto-sombreamento e, consequentemente, aumentar a sua atividade fotossintética, além de melhor sucesso no processo da enxertia.

#### A FASE ATUAL DO MELHORAMENTO GENÉTICO DA SERINGUEIRA

No estágio atual, o melhoramento genético da seringueira vem-se desenvolvendo visando a obter indivíduos produtivos e ou resistentes a doenças. Talvez devido a fatores genéticos, não tem sido observado em um mesmo indivíduo os caracteres procurados, isto é, alta resistência a patógenos e grande produção de borracha seca. Nas plantas produtivas, porém não resistentes, está sendo concebida a prática da enxertia de copa, quando conveniente, pela utilização de clones de H. pauciflora ou híbrido de H. pauciflora x H. brasiliensis.

Para a obtenção desses indivíduos estão sendo seguidos os seguintes caminhos nas Instituições de Pesquisas com seringueira no Brasil:

a) Cruzamento interespecífico - neste sentido estão sendo desenvolvidos programas de cruzamento entre H. pauciflora x H. brasiliensis e H. benthamiana x H. brasiliensis, já estando vários híbridos em teste visando aos caracteres desejados. Além desses trabalhos está sendo iniciado um programa de cruzamento envolvendo híbridos de diferentes paternos através da seleção de irmãos gemêos de modo recorrente, tendo em vista os seguintes fatores:

- 1) Utilização das capacidades geral e específica de combinação;
- 2) Aparecimento de indivíduos com características de combinação;
- 3) Aparecimento de híbridos superiores para pronta utilização;
- 4) Condições de aparecimento de grande número de genótipos, dificultando assim o "inbreeding";
- 5) Aumento de diversidade genética entre as linhagens em estudo, objetivando o maior vigor heterótico;



6) Formação de novas populações:

7) Manutenção em condições de campo de genótipos remanescentes, para pronta utilização em novos programas de melhoramento genético.

Além do mais, está sendo tentada a obtenção de plantas haplóides através de cruzamentos entre H. brasiliensis e plantas do gênero Micrandra, visando, em um segundo passo, a criação de indivíduos diplóides homozigotos, com valor fenotípico para os caracteres desejados. Essa linha propõe estabelecer o estabelecimento de seringais a partir de sementes advindas de boas matrizes, sem a preocupação do aparecimento de segregação, e, nesse sentido, não serão necessários os viveiros e jardins clonais como os atualmente utilizados para a obtenção da muda, mas apenas um arboreto constituído dos genótipos superiores.

b) Seleção de plantas em condições de viveiro - atualmente para o estabelecimento de viveiros são utilizadas sementes oriundas de seringais nativos, ou mesmo de seringais de cultivo. Devido à diferença genética entre as plantas doadoras das sementes, principalmente as estabelecidas em seringais nativos, é observada uma grande variabilidade entre os genótipos componentes do viveiro, isto é, existem várias nuances, variando desde indivíduos raquíticos até bem vigorosos. Assim, os indivíduos com bons aspectos fenotípicos estão passando por processos de seleção, principalmente quanto ao caráter de produção de borracha seca, pela utilização do teste CNPSe (associação do teste Cramer e Miniteste de produção).

c) Seleção de plantas em seringais nativos - um programa que vem merecendo grande atenção é o referente à seleção de plantas com bom valor fenotípico em condições de seringais nativos. Como é sabido, naquelas condições há grande variabilidade genética entre as plantas, onde cada um indivíduo é diferente dos outros em virtude de advirem de sementes, pois, como já foi dito, a forma de reprodução sexuada da seringueira (polinização cruzada) permite uma vasta segregação genética dos indivíduos oriundos dessas sementes sexuadas. Assim, já são conhecidas as áreas de ocorrência das principais espécies de Hevea interessantes ao programa de melhoramento genético (H. brasiliensis, H. benthamiana e H. pauciflora), bem como as áreas de sobreposição das espécies, sendo que, neste último caso, o programa visa à obtenção de híbridos naturais.

De posse desses conhecimentos já foram organizadas várias expedições aos Estados do Amazonas e Acre e Território Federal de Rondônia, que possibilitaram a clonagem de vários materiais advindos de matrizes superiores. Como exemplo, podem ser citados os clones RO 45 e RO 46, oriundos de matrizes que produziam 8 e 9 litros de látex por sangria, respectivamente.

Na seleção de genótipos são utilizadas metodologias previamente delineadas, envolvendo produção da planta, altura do fuste, espessura de casca, frequência de corte, altura do painel, disposição do painel, extensão do painel, número de painéis, consumo de casca por mês, altura da



colete de látex, circunferência do fuste à altura do peito do homem, aspectos de folhagem da planta, ocorrência de doenças, descrição sumária das espécies vegetais adjacentes, aspectos de hidrologia de micro-região, descrição sumária da Unidade Pedogenética, coleta de amostra de solos, coleta de amostra de casca do indivíduo selecionado, etc. (fichas em anexo).

Nas primeiras prospecções, as plantas selecionadas receberam a sigla do Estado ou Território onde foram eleitas, seguida de número de ordem de coleta. Por exemplo, RO 46 significa a quadragésima sexta planta selecionada no Território Federal de Rondônia, assim como a AC 53 explica a quinquagésima oitava planta selecionada no Estado do Acre. Com o advento do CNPSe, as plantas selecionadas passaram a receber a conotação CNS (Centro Nacional da Seringueira) seguida da sigla do Estado ou Território e da terminação do ano em que foi efetuada a coleta e número de ordem da mesma. Por exemplo, CNS-AM 7701, significa a primeira planta selecionada no Estado do Amazonas no ano de 1977. Em decorrência do exposto, podem ser citados os seguintes genótipos já clonados, advindos dessas prospecções:

RO 33	AC 53	CNS-AM 7626
RO 35	AC 56	CNS-AM 7630
RO 36	AC 59	CNS-AM 7632
RO 41	AC 63	CNS-AM 7635
RO 42	AC 70	CNS-AM 7638
RO 45	AC 72	CNS-AM 7641
RO 46	AC 74	CNS-AM 7644
RO 51	CNS-AC 7603	CNS-AM 7645
RO 53	CNS-AC 7610	CNS-AM 7649
RO 54	CNS-AC 7618	CNS-AM 7654

Esses clones, além de servirem para programas de melhoramento genético, poderão ser utilizados em plantios comerciais. Naqueles produtos e não resistentes a doenças, quando estabelecidos em áreas de ocorrência de patógenos, poderá ser utilizada a prática da enxertia de copa pela utilização de um clone resistente ou imune.

1) Poliploidização - como método de melhoramento genético da seringueira, vem sendo utilizada a poliploidização dada a hipótese da correlação positiva existente entre o diâmetro de tubos crivados e vasos laticíferos da casca da seringueira e sua produção de borracha seca. Assim, foi sugerida que a duplicação do número de cromossomos (tetraploidia) poderia levar à obtenção de genótipos com vasos laticíferos de maior diâmetro e, por certo, com maior performance para a produção de borracha seca.

Com a utilização da Colchicina (um alcalóide de fórmula  $C_{22}H_{25}NO_6$  retirado da planta Croco de Outono) como substância poliploidizante, tem sido obtidos indivíduos de seringueira com 72 cromossomos (a espécie possui  $2n = 36$  cromossomos), tanto através de sementes sexuais como pela u-



tilização de gemas (sementes assexuadas). De um trabalho pioneiro realizado no Instituto Agronômico de Campinas (SP), já foram obtidos poliplóides a partir do clone IAN 873, entre outros. Atualmente estes clones encontram-se na fase jovem, mas com os testes precoces de produção evidenciando grande performance para a produção de borracha seca. Como resultado do trabalho pioneiro, entre os clones resultantes do IAN 873, podem ser citados : IAC 206, IAC 207, IAC 222, IAC 226, IAC 227, IAC 228, IAC 229 e IAC 232.

No CNPq, está sendo tentada a obtenção de outros clones poliplóides a partir do clone IAN 717 e híbridos de H. pauciflora x H. brasiliensis, estando prevista a inclusão de outros genótipos superiores. A metodologia em desenvolvimento no Centro consiste em podar as plantas em condições de jardim clonal à altura de aproximadamente 1 metro do local da enxertia, 2,5cm acima da primeira roseta. No dia seguinte, após uma leve escarificação da parte podada com o emprego de lixa fina, é passado o ácido Giberélico ( $GA_3$ ) a 250 ppm em pasta de lanolina, visando à indução de brotações mais vigorosas.

Quando as brotações começam a se desenvolver (1-2mm), é feito ao longo das mesmas uma leve raspagem, com a finalidade de acelerar o processo da divisão celular e facilitar a penetração da solução poliploidizante nas camadas mais profundas do meristema apical. No dia seguinte à raspagem de cada brotação, é retirada a película do látex que porventura se formou na brotação, e colocada em volta do rebento uma massa com o objetivo de aderir ao caule da planta um tubo de plástico de 3-4cm de comprimento por 8-10mm de diâmetro. Em seguida, por um espaço de 2 horas, é colocada a solução, composta de três partes de uma solução de Colchicina a 0,5% e uma parte de Ácido Dimetil Sulfóxido (DMSO) a 0,5%. O DMSO tem a finalidade de induzir mais rapidamente a penetração da Colchicina (muito instável) nos tecidos da planta. Para cada planta são deixadas, no máximo, três brotações tratadas e uma como testemunha (sem tratamento).

Após o espaço indicado de duas horas, o tubo de plástico é retirado, ficando a brotação a se desenvolver. Após um período compatível, são feitas as análises de crescimento e de laboratório em cada brotação desenvolvida. Para evitar o fenômeno de mixoploidia, após o desenvolvimento dos rebentos, aqueles tidos como poliploidizados são multiplicados tendo em vista a fixação do caráter de ploidia.

Visando a aumentar a chance de obtenção de indivíduos poliploidizados, atualmente a técnica desenvolvida no CNPq está passando por um processo de refinamento, que tem por finalidade induzir o aumento do índice mitótico. Esse fator aumentará a probabilidade de que, quando por ocasião do tratamento com a solução poliploidizante, grande número de células estejam na fase de metáfase, estágio da divisão celular em que atua a Colchicina.

De uma maneira geral, os seguintes caracteres diferenciam um indivíduo poliplóide de um diplóide:



- 1.- Número de cromossomos - o número de cromossomos nas células dos tecidos das plantas poliplóides é  $2n = 72$ , e nas diplóides é  $2n = 36$ .
- 2.- Espeçura do limbo foliar - as plantas poliplóides possuem o limbo foliar mais espesso.
- 3.- Peso do limbo foliar - em decorrência da maior espessura do limbo nos poliplóides, o peso também é superior em relação aos diplóides.
- 4.- Número de estômatos - por unidade de superfície do limbo foliar, este caráter é maior nas plantas diplóides.
- 5.- Tamanho de estômatos - as plantas poliplóides possuem estômatos maiores.
- 6.- Coloração dos folíolos - nos poliplóides, os folíolos possuem coloração verde mais intensa.
- 7.- Índice foliar - o índice ( $I_f = D_f/L_f$ ) é representado pela relação entre o diâmetro ( $D_f$ ) da nervura principal de um folíolo (tomado na parte mediana do comprimento) e o comprimento total da nervura. O índice é superior nas plantas poliplóides.
- 8.- Índice peciolar - o índice ( $I_p = D_p/L_p$ ) é calculado através da relação entre o diâmetro do pecíolo de um folíolo determinado ( $D_p$ ) tomado na parte mediana, e o seu comprimento ( $L_p$ ). Nos diplóides, o índice é menor.
- 9.- Índice de haste - o índice, que é simbolizado por  $I_h = D_h/L_h$ , é conhecido pela relação entre o diâmetro da haste principal ( $D_h$ ), tomada na metade do comprimento da haste, e o seu comprimento ( $L_h$ ). Nos poliplóides, este índice também é maior.
- 10.- Espeçura da casca - para uma mesma circunferência, a espessura de casca é maior nos poliplóides, fator este de grande importância, pois a planta poderá ser explorada antes dos 7 anos de idade (redução do período de imaturidade do seringal).
- 11.- Diâmetro de vasos laticíferos - os vasos laticíferos nos poliplóides possuem maior diâmetro.
- 12.- Resistência a doenças - como era de se esperar, a forma poliplóide de um genótipo não altera nível de resistência ou suscetibilidade a patógenos em relação a forma diplóide.
- 13.- Capacidade de produção - nos testes que vem sendo realizados em plantas jovens, ou poliplóides tem demonstrado produção de borracha seca superior em até 500% em relação a forma diplóide.

#### SIGLAS MAIS COMUNS DE CLONES DE SERINGUEIRA

IAN - Instituto Agrônômico do Norte	AVROS (GA) - Algemene Vereniging
F - Ford	Pubberplanter s Oostkust
FX - Cruzamento Ford	Sumatra
FB - Ford Belém	RRIM - Rubber Research Institute of
FA - Ford Acre	Malaya
FP - Ford Pauciflora	RRIC - Rubber Research Institute of
GT - Gondang Tapen	Ceylon
GU - Guatemala	LCB - S Lands Caotchouc Bedrijven
Har - Harbel	PB - Prang Besar
BD - Bodjong Datar	Tjir - Tjirandji



War - Waringiana	CNS-I - Centro Nacional da Seringuei
RO - Rondônia	ra - Ilhéus
AC - Acre	CNS-AC- Centro Nacional da Seringuei
PFB - Pé Franco de Belterra	ra - Acre
CNS-AM - Centro Nacional da Seringuei	CNS-RO- Centro Nacional da Seringuei
ra - AM	ra - Rondônia
CNS-B - Centro Nacional da Seringuei	SIAL - Seleção Instituto Agronômico
ra - Belém	do Leste
IAC - Instituto Agronômico de Cam-	MDF - Madre de Dios Firestone
pinas - SP	PV - Porto Velho

#### SELECÇÕES FEITAS EM BELTERRA E FORDLÂNDIA

F 1 a F 3999 - Seleções de H. brasiliensis  
 F 4000 a F 4999 - Seleções de H. benthamiana  
 F 5000 a F 5999 - Seleções de H. guianensis  
 F 6000 a F 6999 - Seleções de H. spruceana  
 FB 1 a FB 3500 - Seleções de Belém, origem feita em Belterra  
 F 1 a F 1999 - Sementes de Fordlândia, seleções de origens variadas  
 F 2000 a F 3000 - Sementes de Belterra, seleções de origens variadas  
 FA 1 a FA 1825 - Seleções Acre  
 Fx 1 a Fx 999 - Cruzamentos feitos em Belterra  
 Fx 1000 a Fx 2000 - Cruzamentos feitos em Fordlândia  
 Fx 2001 a Fx 8000 - Cruzamento feitos em Belterra  
 Fx 43 a Fx 43 1291 - Cruzamentos de Belterra e Fordlândia, seleções de se  
 mentes cruzadas em 1943  
 FM 1500 a FM 1600 - Seleções de H. microphilla  
 FP 1 a FP 100 - Seleções de H. pauciflora  
 FL ou L - Seleções de material de ilegítimo

#### PRINCIPAIS CLONES E RESPECTIVOS PARTENAIIS

IAN 717 - PB 86 x F 4542  
 IAN 873 - PB 86 x FA 1717  
 IAN 2878 - Fx 516 (F 4542 x Av 363) x PB 86  
 IAN 2388 - Fx 2025 (F 315 x Av 183) x Fx 25 (F 351 x Av 49)  
 IAN 6323 - Tj 1 x Fx 3810 (F 4542 x Av 363)  
 IAN 4488 - Fx 4421 (F 4537 x PB 86) x Tj 1  
 IAN 4493 - Fx 4421 (F 4537 x PB 86) x Tj 1  
 IAN 4510 - Fx 2841 (F 4537 x Tj 1) x Tj 1  
 IAN 4354 - Fx 4421 (F 4537 x PB 86) x Tj 1  
 Fx 3899 - F 4542 x Av 363  
 Fx 3810 - F 4542 x Av 363  
 Fx 3864 - PB 86 x FB 38  
 Fx 2261 - F 1619 x Av 183  
 IAN 6720 - Fx 43-655 (F 4542 x Tjir 1) x PB 86  
 IAN 6721 - Fx 43-655 (F 4542 x Tjir 1) x PB 86  
 IAN 2903 - Fx 516 (F 4542 x Av 363) x PB 86  
 Fx 1042 - F 1425 x PB 186  
 Fx 3925 - F 4542 x Av 363  
 Fx 4098 - PB 86 x FB 74  
 Fx 349 - F 4542 x Tj 1  
 Fx 614 - F 4542 x Tj 1  
 Fx 617 - F 4542 x Tj 1  
 Fx 636 - F 4542 x Tj 1  
 Fx 2703 - F 315 x Av 49  
 Fx 4071 - F 4542 x PB 86  
 IAN 3087 - Fx 516 (F 4542 x Av 363) x PB 86  
 Fx 3844 - Av 183 x FB 45  
 IAN 6159 - Fx 43-655 (F 4542 x Tjir 1) x PB 186  
 Fx 25 - F 361 x Av 49  
 Fx 985 - F 315 x Av 183  
 Fx 3639 - PB 86 x FB 38  
 Fx 3846 - Av 183 x FB 45  
 IAN 3156 - Fx 516 (F 4542 x Av 363) x PB 86  
 IAN 3193 - Fx 516 (F 4542 x Av 363) x PB 86



IAN 3248 - Fx 516 (F 4542 x Av 363) x PB 86  
 IAN 2880 - Fx 516 (F 4542 x Av 363) x PB 86  
 IAN 3044 - Fx 516 (F 4542 x Av 363) x PB 86  
 IAN 3095 - Fx 516 (F 4542 x Av 363) x PB 86  
 IAN 2909 - Fx 516 (F 4542 x Av 363) x PB 86  
 IAN 3007 - Tjir 1 x Fx 3810 (F 4542 x Av 363)

FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DA ESTRADA

1. - LOCALIZAÇÃO

- 1.1 - Município
- 1.2 - Estado ou Território
- 1.3 - Via de acesso à sede do seringal
- 1.4 - Nome do seringal
- 1.5 - Nome da colocação
- 1.6 - Distância em horas da sede do seringal à sede do município
- 1.7 - Via de acesso à colocação
- 1.8 - Distância em horas da sede do seringal à colocação

2. - PRODUTIVIDADE DA AMOSTRA

- 2.1 - Números de estradas da colocação
- 2.2 - Números de árvores por estrada
- 2.3 - Número de cortes por safra
- 2.4 - Número de meses por safra
- 2.5 - Produção por safra em kg de borracha
- 2.6 - Produção por estrada em volume de látex por corte (média n/ safra)

3. - DESCRIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS LOCAIS

3.1 - Solo  
 várzea ☐ ; terra firme ☐ ; transição entre várzea  
 e terra firme ☐

3.1.1 - Solo de terra firme ou limite várzea/terra firme

Relevo -

plano ☐ ; ondulado ☐ ; declivoso ☐

Textura -

leve ☐ ; média ☐ ; pesada ☐

Drenagem -

rápida ☐ ; lenta ☐ ; imperfeita ☐

- Profundidade efetiva do solo:

- Amostra do solo

. Horizonte orgânico nº \_\_\_\_\_

. Coleta com trado a 1,50m de profundidade nº \_\_\_\_\_

3.2 - Clima e Vegetação

3.2.1 - Espécies emergentes e submergentes dominantes da associação vegetal.



3.2.2 - Espécies de sub-bosque dominantes.

3.2.3 - Meses da estação seca (quando não se dispuser de dados publicados).

FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DOS INDIVÍDUOS SELECIONADOS

NOME DO MUNICÍPIO:

NOME DO SERINGAL :

NOME DA COLOCAÇÃO:

Nº DA ESTRADA :

Nº DA ÁRVORE :

1.- CARACTERÍSTICAS DE PRODUÇÃO DE LÁTEX

1.1 - Circunferência a 1,00 metro do solo

1.2 - Número de painéis

1.3 - Comprimento do corte

1.4 - Tipo de corte

1.5 - Espessura da casca

1.6 - Idade estimada da planta

1.7 - Produção de látex por sangria

1.8 - Estado da folhagem

fraca ☐ ; média ☐ ; densa ☐

1.9 - Estado do painel

virgem ☐ ; boa regeneração ☐ ; má regeneração ☐

2.- CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

2.1 - Cor do floema

2.2 - Aspecto exterior da casca

2.3 - Formato do tronco

2.4 - Forma de inserção do galho na haste principal

inclinado ☐ ; horizontal ☐

2.5 - Orientação das folhas

eretos ☐ ; horizontais ☐ ; reclinados ☐

2.6 - Cor do látex

do tronco -

dos ramos -

2.7 - Enegrecimento do látex após o corte

sim ☐ ; não ☐

2.8 - Cor da borracha após a coagulação

2.9 - Brilho da face superior dos folíolos

brilhante ☐ ; fosco ☐

2.10 - Disposição dos folíolos

superpostos ☐ ; não superpostos ☐



### 3.- SINTOMAS DE ENFERMIDADES NOS FOLÍCULOS

3.1 - Anotar a ocorrência de estromas de M. ulei ou lesões provocadas por ataques de confídios às folhas jovens.

3.2 - Lesões de outras doenças das folhas

Obs: - Coletar material para estudos de raça de M. ulei

### 4.- CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DO LOCAL ONDE SE ENCONTRA O INDIVÍDUO SELECIONADO

4.1 - Diferença de solo em relação à descrição feita para a estrada.

4.2 - Proximidade de curso d'água (indicar se rio ou igarapé).

4.3 - Indicação de espécies emergentes, submergentes e de sub-bosque circunvizinhas.

### 5.- HERBORIZAÇÃO

5.1- Número de amostras.

Obs: - Devem ser preparadas várias exsicatas de cada amostra a ser feita para cada indivíduo coletado ou estudado no campo.

### TESTES PRECOCES DE AVALIAÇÃO DA POTENCIALIDADE

#### DE PRODUÇÃO DE CLONES DE SERINGUEIRA

Uma grande restrição que um trabalho de melhoramento genético com seringueira apresentava era a dificuldade que tinha o melhorista de conhecer mais cedo o potencial dos genótipos obtidos quanto ao caráter de produção de borracha seca, pois, como é sabido, uma seringueira, em média, começa a produzir aos 7-8 anos após o plantio. Esse fato acarretava, como consequência, a grande demora na obtenção de um novo clone, sem citar os gastos na condução em campo de uma grande gama de clones até a fase de sangria, sem antes passar por um teste na fase juvenil, o que por certo iria diminuir o número de genótipos em estudo.

Assim, houve a necessidade imperiosa de serem desenvolvidos testes visando a determinar precocemente a capacidade de produção da seringueira, testes esses que são assim definidos:

#### - TESTES MORRIS - MANN

Este teste, também denominado de HAMAKER MORRIS-MANN (HMM) é aplicado em plantas com aproximadamente três anos de idade e vem sendo utilizado pelas principais instituições de pesquisa da seringueira, pela segurança que apresenta em seus resultados. Para a sua execução é utilizada a faca "jebong" e as sangrias são realizadas geralmente no sistema S/2, J/2, ~~J/2~~, J/3, sendo efetuada uma série de 15 cortes, e descartados os 5 primeiros, devido a planta ainda encontrar-se em fase de resposta à sangria. Os resultados obtidos por este teste são mais seguros quanto mais próximo a planta encontrar-se para atingir a circunferência ideal para a execução da sangria comercial.

Ø 300 a 0,5 — do solo



- TESTE DE MICRO SANGRIA

*Idade de 1 ano e 5 meses do solo*

O teste consiste na utilização de discos de papel de filtro preso às plantas jovens, onde, com o auxílio de um estilete, são efetuados 4 furos. O látex que escorre fica aderido ao papel de filtro, e, depois de seco, e por diferença de peso, é conhecida a produção de borracha. O teste tem a inconveniência de ser realizado somente uma vez, não sendo assim repetido no tempo, além de não permitir o conhecimento do caráter de regeneração do látex pela planta determinada.

- TESTE CRAMER OU TESTATEX

É utilizado em plantas jovens com idade superior a 1 ano. Consiste na utilização de um aparelho composto de uma tira de material flexível, à qual se acham presas lâminas de aço dispostas em forma de V, formando uma série de 4 pequenas facas equidistantes. A uma altura de 30 cm do solo, para seringueiras de pé-franco, ou a 30 cm da parte inferior do calo de enxertia, para as enxertadas, o aparelho é pressionado contra a planta até as facas atingirem o câmbio. Após, a planta fica com 4 incisões longitudinais em relação à haste, com os vértices voltados para baixo. Em seguida é feita a leitura em relação a produção de látex e as plantas são classificadas nos seguintes grupos:

- I - o látex não flui;
- II - cada corte produz uma gota de látex;
- III - o látex flui de maneira a quase formar conexões entre os vários cortes;
- IV - o látex flui até formar conexões entre os vários cortes;
- V - como em IV, porém o látex flui pela haste de planta até encontrar o solo.

O teste Cramer, apesar de vir sendo utilizado em várias oportunidades pelas Instituições de Pesquisa da Seringueira, traz alguns inconvenientes, como a classificação apenas qualitativa dos genótipos e a aplicação em somente uma oportunidade. Se forem colocações de um lado as plantas classificadas nos grupos I e II e do outro as dos demais grupos, na fase adulta, invariavelmente, as plantas dos grupos III, IV e V produzirão mais borracha do que aquelas dos grupos I e II. Porém, as plantas do grupo III poderão ser mais produtivas do que aquelas do grupo V, pois o látex das plantas deste último grupo atingiu o solo por está mais fluído por conter menor quantidade de borracha, ao passo que o látex das plantas classificadas no grupo III, por possuir mais borracha, não atingiu o solo. O que vai interessar na fase adulta é a produção de borracha seca, daí a inconveniência da classificação que poderá levar a erros.

- TESTE DE MENDES OU MINITESTE DE PRODUÇÃO (MTP)

Em vista das dificuldades apresentadas pelo teste Cramer quanto à segura seleção de plantas jovens no referente à produção de borracha seca, houve a necessidade de ser desenvolvido um teste que permitisse o co-



nhecimento quantitativo da produção de borracha de seringueiras, variando as repetições das sangrias no tempo e no espaço. Assim, foi desenvolvido no Instituto Agrônomo de Campinas em São Paulo o Miniteste de Produção, que pode ser aplicado em plantas já a partir dos 6 meses de idade.

Os materiais necessários para a aplicação do Miniteste são os seguintes:

- 1.- Faca "Mendes" - apresenta estilo aproximado da faca "Cramer", com um gume de 5mm de comprimento e 0,6mm de espessura, afiada em bisel de um só lado, conservando o outro plano. No ato da sangria a parte biselada fica voltada para cima.
- 2.- Capsulas Cilíndricas de Alumínio - normalmente fabricadas para tampar frascos de penicilina, são utilizadas para coletar o látex, e medem 22mm de diâmetro por 8mm de altura.
- 3.- Fita Adesiva - no teste podem ser utilizadas fitas crepe azenite.
- 4.- Saia de Material Plástico - fixada à planta com fita adesiva para proteger a capsula e a região do corte em épocas de chuva, evitando a penetração de água na capsula.

Na efetuação do miniteste, inicialmente a uma altura de 50cm do solo para "seedlings" e 50cm da parte inferior do local de enxertia para plantas enxertadas, são tomadas as medidas de circunferência e espessura de casca, anotando-se também o estado fitossanitário e estágio de desenvolvimento foliar do material a ser testado. As alturas indicadas referem-se a plantas com idade mínima de um ano.

Posteriormente é efetuada a marcação do local para o início da sangria e, em uma altura conveniente, é colocada a saia protetora de material plástico. Em seguida, é levantada a proteção e fixada a cápsula de alumínio sobre a haste da planta, à altura conveniente, mediante uma certa pressão, amoldando a cápsula à forma de haste. Um pouco acima do seu bordo é efetuada uma pequena incisão de 5 mm de comprimento na casca da planta até atingir o câmbio; face a forma cilíndrica da haste, deve-se efetuar um movimento circular tendo por centro a parte mediana da haste da planta, cortando uniformemente toda a espessura de casca. O corte deve ter uma inclinação de 30° com a horizontal e deve ser efetuado da esquerda para a direita. Para fixação da proteção de plástico e da capsula na planta é utilizada a fita adesiva.

Após o corte é conveniente deixar a capsula até o corte seguinte, pois o látex coagula naturalmente, facilitando o seu transporte para o laboratório. Normalmente são efetuados 10 cortes no material em teste.

O intervalo de tempo entre um corte e outro fica a critério do experimentador. No Centro Nacional de Pesquisa da Seringueira, os cortes são efetuados em dias alternados.

Em caso de plantas pouco produtivas, o látex não escorrerá até a capsula e, neste caso, deverá ser coletado e colocado dentro da respectiva capsula e fixado a esta por meio de um pequeno pedaço de fita adesiva.



A medida que as capsulas vão sendo coletadas e rotuladas, são colocadas em bolsa apropriada e transportadas para laboratório, onde são postas a secar em estufa a 40 - 50°C até alcançarem peso constante.

As amostras, ao atingirem <sup>+ - 15 dias</sup> peso constante, são pesadas juntamente com as capsulas e, após, são retiradas das capsulas, voltando estas a serem pesadas. Assim, por diferença de peso é conhecida a quantidade de borracha produzida por planta.

Quando não há necessidade de ser acompanhada a produção da planta corte por corte, a mesma capsula pode ser utilizada para os diversos cortes, mudando-se apenas a posição desta, 5mm abaixo da primeira posição, e assim sucessivamente.

Como pode ser observado, o Miniteste de Produção apesar de ser mais trabalhoso que o teste "Cramer" é mais confiável em decorrência de mostrar resultados quantitativos em matéria seca por corte, enquanto que o teste "Cramer" avalia a produção pelo látex que flui, que, como já foi visto, leva a uma classificação qualitativa errônea.

No entanto, apesar de haver pelo MTP evidências quanto a uma correlação positiva entre uma planta produtiva na fase jovem e na fase adulta, é notada a necessidade de haver um refinamento na técnica de aplicação do Miniteste de Produção, ainda mais porque é o teste de maior importância para os trabalhos de seleção de plantas já a partir da fase jovem, visando ao caráter de produção de borracha seca. Os resultados obtidos na aplicação do teste, como foi concebido pelo autor, estão apresentando grandes variações não só intraclones, como no próprio "seedling". Daí estarem em início de desenvolvimento estudos que visam a conhecer e diminuir as interações com o ambiente ou com a parte fisiológica da planta, tendo em vista o conhecimento só do potencial genético da planta para o caráter de produção de borracha. Nesses estudos estão sendo levados em consideração, entre outros, os fatores de correlação entre, altura de aplicação do teste, número de vasos laticíferos e produção de borracha visando a encontrar a melhor altura para a aplicação do teste em relação a fase adulta da planta; com e sem aplicação de estimulantes visando a conhecer a influência do índice de obstrução na produção da planta; interação entre o enxerto e o porta-enxerto; renetição do teste por planta; além da correlação do MTP com o HMM e a produção exteriorizada pela planta na fase adulta. A partir dos resultados desses estudos espera-se uma melhor aplicabilidade do MTP.

#### - TESTE CNPSe

Este novo teste corresponde à associação do Miniteste de Produção ao Teste Cramer.

Como pode ser despreendido, o MTP é um teste que apesar de confiável é por demais trabalhoso, o que de certo modo dificulta a sua aplicação, principalmente quando está sendo estudado grande número de genóti-



pos, onde, geralmente, apenas uma pequena percentagem dos indivíduos estudados possuem bom valor fenotípico para o caráter de produção de borracha seca. Como exemplo, pode ser citado o atual método de melhoramento genético de seringueira de selecionar plantas em condições de viveiro.

Por outro lado, o teste Cramer, apesar das inconveniências que apresenta, possibilita separar os indivíduos a serem estudados em duas classes (grupos I, II e grupos III, IV, V) de maneira muito menos trabalhosa do que para o caso do MTP.

Na utilização da associação dos dois testes, primeiramente emprega-se o teste Cramer e após a classificação, os genótipos dos dois primeiros grupos são descartáveis por serem maus produtores de borracha seca, evitando-se desta maneira a aplicação do MTP nesses indivíduos. Os genótipos dos grupos III, IV e V, devido apresentarem bons valores para o caráter procurado, são utilizados para o MTP. Desta maneira é evitado o desperdício do tempo na aplicação do MTP em plantas com baixa produção de borracha. Esta associação foi pela primeira vez empregada pelo Centro Nacional de Pesquisa da Seringueira (CNPSe) em 1977 na seleção de plantas em condições de viveiros, com inteiro sucesso.



## III CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM HEVEICULTURA

MECANISMOS GENÉTICOS DE RESISTÊNCIA DE PLANTAS À DOENÇAS

Afonso Celso Caideira Valois  
EMBRAPA-CNPSe

A resistência de plantas à doenças é, de um modo geral, dividida em oligogênica quando a resistência é governada por poucos genes, e poligogênica, quando a resistência é governada por muitos genes.

Há várias características próprias de cada tipo de resistência. Assim sendo, a oligogênica pode ser estudada em detalhe, inclusive com identificação de cada gene. A dominância ou recessividade do caráter são facilmente determinadas, os segregantes são facilmente agrupados em classes, a resistência é pouco influenciada pelo meio ambiente, etc.

Já na resistência poligênica os segregantes variam continuamente e não podem ser agrupados facilmente em classes. O efeito individual de cada gene não pode ser detetado e só o efeito do conjunto de genes é levado em consideração. A resistência, com frequência, é um efeito indireto de outros processos, além de ser fortemente influenciada pelo meio ambiente o que dificulta ainda mais os trabalhos com este tipo de resistência.

### 1. Hipótese Gene-para-Gene

H.H. FLOR efetuando estudos de resistência-suscetibilidade e virulência-avirulência no sistema linho *Melampsora lini* concluiu para este caso, existir uma relação específica entre genes de resistência na planta e genes de virulência no patógeno. Em outras palavras: Para cada gene de resistência no hospedeiro há um gene específico de virulência no patógeno e vice-versa.

Esta teoria também chamada hipótese Gene-para-Gene, mostrou-se ser bastante geral e hoje sabe-se que é de ocorrência comum.

O quadro seguinte dá bem uma idéia da hipótese Gene-para-Gene no sistema Batata - *Phytophthora infestans*.

VARIEDADES DE BATATA	RAÇAS DE PHYTOPHTHORA INFESTANS			
	0	1	2	1.2
R0	S	S	S	S
R1	R	S	R	S
R2	R	R	S	S
R1R2	R	R	R	S

R = Resistente

S = Suscetível



## 2. Virulência Desnecessária

Pesquisas têm demonstrado que raças com genes desnecessários para a virulência são menos aptas em sobreviver.

Suponhamos uma variedade com um gene R1 de resistência. Pela teoria de FLOR, qualquer raça com o gene (1) de virulência conseguirá vencer a resistência conferida pelo gene R1. Assim tanto a raça (1), como a (1,2) causarão doença nessa variedade, mas a última raça terá menor capacidade de sobrevivência neste hospedeiro R1, devido possuir 1 gene desnecessário de virulência.

Um experimento bastante preciso, conduzido em casa de vegetação, e que também evincencia a validade de virulência desnecessária, foi efetuado WATSON e SINGH, 1952. Nesse experimento foram inoculadas juntas, em um mesmo hospedeiro suscetível, duas raças que diferiam entre si em número de genes de virulência. Através de reisolamentos e inoculações sucessivas foram conseguidos os seguintes resultados:

- Efeito da passagem através da variedade "Federation" sobre a porcentagem de várias raças de Puccinia graminis tritici em 3 diferentes misturas (WATSON e SINGH, 1952).

MISTURA	RAÇA	Nº de passagens pelo hospedeiro		
		1	3	4
1	126-6	69,0	85,5	86,4
	126-1,6	31,0	4,5	13,6
2	126-1,6	71,3	90,4	90,8
	222-1,2,6	28,7	9,6	9,2
3	126-6	84,9	96,6	97,8
	222-1,2,6	15,1	3,4	2,2

A análise deste quadro mostra claramente que raças com genes desnecessários de virulência têm menor capacidade de sobrevivência. Na mistura 3, por exemplo, vemos que a raça com 3 genes desnecessários (222-1,2,6) caiu até 2,2% em relação à raça 126-6, que apresenta apenas um gene desnecessário de virulência.

## 3. Resistências Horizontal e Vertical

Os dois principais mecanismos de resistência de plantas ao ataque de patógenos são definidos como resistência horizontal e resistência vertical.

Os estudos até agora desenvolvidos têm demonstrado ser a resistência horizontal ou de campo, devida a muitos genes, isto é, poligênica; enquanto que a resistência vertical tem sido tomada como devida a poucos genes (oligogênica).

Por outro lado, as raças do patógeno que atuam na resistência horizontal do hospedeiro são denominadas de raças agressivas, enquanto que aquelas participantes da resistência vertical são chamadas de raças virulentas.



Para melhor visualizar os dois tipos de resistência do hospedeiro e os tipos de raças do patógeno, passemos a examinar as tabelas 1 e 2. Nestas tabelas, o índice de doença é dado por um número que varia de 0 a 5, sendo 0 significando imunidade e 5 o mais alto grau de suscetibilidade.

VARIEDADES			
	A	B	C
1	5	0	0
2	0	5	0
3	0	0	5

TABELA 1

VARIEDADES			
	A	B	C
4	3	4	5
5	2	3	4
6	1	2	3

TABELA 2

Analisando a Tabela 1, vemos que a raça 1 causou doença na variedade A mas não causou nas variedades B e C. A raça 2 causou doença em B mas não causou em A e C e a raça 3 causou doença em C e não causou em A e B.

Percebemos então que houve uma clara interação diferencial entre raças e variedades.

A Tabela 2, por seu turno, apresenta uma situação totalmente diferente. Logo ao primeiro exame já notamos que não há interação diferencial entre raças e variedades pois a raça 4 causou maior índice de doença nas 3 variedades, a raça 6 causou o menor índice de doença nas 3 variedades e a raça 5 situou-se entre as 6 e 4 também em todas as variedades testadas. Analisando-se a tabela pelo lado do hospedeiro notamos que a variedade D foi a mais resistente às 3 raças e a variedade F a mais suscetível às mesmas 3 raças, enquanto que a variedade E mostrou-se em um nível de resistência intermediário entre D e F.

Visto isso, dizemos que, por definição, as raças e variedades que apresentam interação diferencial são chamadas de raças virulentas e variedades com resistência vertical, respectivamente, e as raças e variedades que não apresentam interação diferencial são chamadas de raças agressivas e variedades com resistência horizontal, respectivamente.

#### 4. Seleção Estabilizadora

Estudos realizados por VAN DER PLANK (1968), evidenciaram que se uma proporção de genótipos de uma população altera-se em resposta a uma pressão seletiva introduzida, ela tenderá a reverter à população original quando a pressão seletiva for removida.

Desta maneira, se uma variedade R1 está sendo cultivada, a maioria da população do patógeno será de raça (1). Se uma variedade R1R2 for agora introduzida, a população do patógeno, por seleção, passará a se constituir da raça (1,2). Voltando-se a cultivar a variedade R1 a população do patógeno também voltará a ser predominantemente da raça (1). A razão disto é que, como já foi demonstrado, raças com genes desnecessários de virulência são menos aptas em sobreviver.

A seleção em direção à virulência que ocorreu na passagem da raça (1) para a (1,2), é chamada de Seleção Direcional. A seleção em direção a população original, quando a pressão seletiva foi removida, é chamada de Seleção Estabilizadora.



Vemos assim que a base da seleção estabilizadora é a menor capacidade de sobrevivência de raças com genes de virulência desnecessária.

### 5. Genes Fortes e Fracos.

Como já foi visto, a seleção estabilizadora é a volta a população original do patógeno quando a pressão de seleção é removida. Essa volta pode se dar com diferentes intensidades, desde uma seleção estabilizadora nula até uma seleção estabilizadora fortíssima.

É essa maior ou menor intensidade na volta a população original do patógeno que é usada na conceituação de gene forte ou fraco. Em outras palavras: um gene de resistência no hospedeiro é forte quando a seleção estabilizadora é drástica contra a raça do patógeno com o gene complementar de virulência. É fraco quando a seleção estabilizadora atua suavemente contra a raça com o gene complementar de virulência.

Exemplificando: se tivermos uma população de plantas R1 e passarmos para uma população R1R2 a raça predominante do patógeno também passará de (1) para (1,2). Se voltarmos a plantar hospedeiros R1 duas coisas poderão acontecer: ou o patógeno volta a ser (1) ou continua sendo, predominantemente, (1,2). No primeiro caso o gene R2 de resistência é forte e no segundo é fraco.

É evidente que, ao melhorista, só deverão interessar genes fortes, pois são somente genes deste tipo que produzem a seleção estabilizadora.

### 6. Variedade Multilinha

Qualquer variedade é suscetível a um inóculo vindo de um campo no qual se cultiva a mesma variedade. O correto uso da seleção estabilizadora visa evitar justamente que isto ocorra. E, para tal, devemos obrigar ao patógeno passar por plantas com diferentes genes de resistência e, então, nessa passagem por plantas diferentes, agir a seleção estabilizadora (VAN DER PLANK, 1968, 1969).

Pode-se conseguir isso por diferentes caminhos. Aqui só será considerado o emprego de multilinhas.

O uso de multilinhas foi primeiro proposto por Jensen (1952) para aveia. Em 1959, Borlang sugeriu o mesmo para trigo.

Uma variedade multilinha consiste em uma mistura de linhagens, com idênticas características agrônômicas, mas que diferem entre si unicamente em genes fortes de resistência vertical.

Suponhamos então uma multilinha composta por 4 linhagens, cada uma delas com um gene de resistência diferente: R1, R2, R3 e R4. Quando essa multilinha for plantada, ela vai obrigar a raça que colonizou R1, por exemplo, a passar por R2, que está plantada ao lado. Logicamente, pela teoria de FLOR, a raça que colonizou R1 será (1) e ela não terá condições de colonizar R2. Assim, cada esporo que sair de uma planta só poderá voltar a causar doenças em 1/4 da população em questão. Se a multilinha fosse composta por 5 linhagens, cada raça poderia atacar apenas 1/4 da população e assim por diante. Desta maneira, nós nunca teremos uma epidemia dentro de uma multilinha a sim endemia; que não causarão prejuízos significativos.