

ANÁLISE DA PLASTICIDADE E DO TEOR DE BORRACHA SECA (DRC) DO LÁTEX DE CLONES DE SERINGUEIRA (*Hevea* sp)

Antonio Nascim Kalil Filho¹
Geovanita Paulino da Costa Kalil²
Maria Elisa Cortezzi Graça³
Antonio Carlos de Souza Medeiros⁴

RESUMO

Foram discutidos alguns caracteres de qualidade da borracha, tais como teor de borracha seca, extrato acetônico e plasticidade. As análises de variâncias mostraram diferenças estatisticamente significativas entre tratamentos (clones) para teor de borracha seca (DRC), Plasticidade Wallace (P_o) e Plasticidade após 30 minutos (P_{30}) e entre épocas de sangria para teor de borracha seca. Não houve diferenças estatisticamente significativas entre médias de clones para extrato acetônico. O teor de borracha seca dos clones IAN 873 e Fx 3899 foi significativamente superior ao dos clones Fx3810 e Fx 4098, ao nível de 5%. O clone IAN 6158 apresentou o maior valor de P_o (64,19%) e o IAN 6543 o menor P_o (38,14). Os clones não diferiram entre si quanto ao Índice de Retenção de Plasticidade (PRI).

PALAVRAS-CHAVE: clone, plasticidade, borracha natural, *Hevea*.

¹ Eng. Agrônomo, Doutor, CREA nº 49.250/D, Pesquisador da *Embrapa Florestas*.

² Eng. Agrônomo, MSc., CREA nº 61492.

³ Eng. Agrônomo, PhD, CREA nº 14.659, 6ª Região, Pesquisador da *Embrapa Florestas*.

⁴ Eng. Agrônomo, PhD, CREA nº 9.637/D, Pesquisador da *Embrapa Florestas*.

PLASTICITY AND DRC ANALYSIS IN RUBBER TREE CLONES (*Hevea* sp)

ABSTRACT

This paper analysed and discussed these one, such as DRC, Acetonic Extrac (EA) and Plasticity. Variance analysis showed statistical differences between clones for DRC, Wallace Plasticity (P_0) and Plasticity after 30 minutos (P_{30}). No statistical differences were met for EA. Tukey test showed superiority for the clones Fx 3899 and IAN 873 for DRC. Clone IAN 6158 presented the highest Wallace Plasticity (P_0) (64,19%), whereas IAN 6543 the lowest (38,14%). Other clones tested showed intermediate values of P_0 . No significant differences were detected between clones for PRI.

KEY-WORDS: clone, plasticity, natural rubber, Hevea.

INTRODUÇÃO

O longo período demandado para o lançamento de novos clones em um programa de melhoramento genético da seringueira, em torno de trinta anos, no Brasil e na Malásia, ou vinte e um anos, na Costa do Marfim, justifica o acompanhamento das características inerentes à qualidade do látex. Este argumento é reforçado pelo desconhecimento atual das características tecnológicas nos híbridos interespecíficos, notadamente os oriundos de cruzamentos envolvendo *Hevea pauciflora*. Algumas amostras de coágulos coletados em híbridos desta espécie pareceram apresentar baixa plasticidade à temperatura ambiente, não apresentando, a exemplo dos clones de *H. brasiliensis* e híbridos entre *H. brasiliensis* e *H. benthamiana*, a capacidade de retornar ao tamanho normal, quando esticados.

Na Amazônia e na Bahia, o melhoramento genético da seringueira tem considerado como características mais importantes a produtividade de borracha e a resistência ao mal-das-folhas. As fontes de resistência ao patógeno têm sido buscadas em diversas espécies de *Hevea*, principalmente em *Hevea benthamiana* Muell. Arg. e *Hevea pauciflora* (Spr. ex. Bth.) Muell. Arg. Os híbridos oriundos de cruzamentos interespecíficos, seguidos de propagação assexuada, constituem atualmente clones comerciais com alto potencial produtivo. Entretanto, inexistem comparações quanto às propriedades físicas e tecnológicas da borracha, atuantes durante o armazenamento e no

desempenho de artigos manufaturados para clones amazônicos. Antes de seu lançamento comercial, os clones obtidos por melhoramento no Institut des Recherches sur le Caoutchouc (IRCA), na Costa do Marfim, têm sido monitorados quanto a suas características tecnológicas como o teor de borracha seca (DRC), extrato acetônico e plasticidade (Kalil Filho, 1989). Os padrões internacionais de qualidade dos diferentes tipos de borracha natural são regidos pela Rubber Manufacturers Association (RMA) (Compagnon, 1986).

O conteúdo de borracha seca no látex *in natura* ou DRC situa-se entre 20% e 45%, variando com o clone, sistemas de sangria e condições de tempo (Cheaw, 1979), e afetando o preço do litro de látex a ser pago pelos usineiros aos produtores. O extrato acetônico, quando acima de 5%, indica a presença de substâncias estranhas no látex (Wisniewski, 1983). A Plasticidade Wallace mede o grau de degradação causado nos coágulos do campo nas condições de estocagem ou usinagem. Ela varia de clone para clone e também com as coletas. Se inferior a 30, indica que a borracha deverá ser rejeitada em função de sua má qualidade (Wisniewski, 1983). A plasticidade P_{30} é aquela medida quando a borracha é submetida à temperatura da indústria de pneumáticos (140°C) por 30 minutos. O cociente $P_{30}/P_0 \times 100$ é o Índice de Retenção de Plasticidade (PRI) que, quando inferior a 60, evidencia que a borracha plastifica-se rapidamente (Compagnon, 1986). Os valores de PRI fornecem uma estimativa da resistência à degradação termo-oxidativa (Esah, 1990; Na-Ranong et al., 1995)

Com o objetivo de monitorar a qualidade da borracha, buscando atender a altos padrões de qualidade da borracha no processamento industrial, este trabalho procurou comparar, níveis de parâmetros tecnológicos da borracha e do látex em clones amazônicos de seringueira, plantados na Amazônia.

MATERIAL E MÉTODOS

O material constou de sete clones amazônicos de seringueira de diferentes origens genéticas (Tabela 1). As amostras de látex foram coletadas de experimentos no Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental (CPAA), durante o período de aproximadamente um ano. Foram efetuadas 17 coletas de 1 litro de látex de cada clone identificado na Tabela 1.

TABELA 1 - Clones amazônicos, ancestralidade e espécies envolvidas nos cruzamentos

CLONE ¹	PARENTAIS ²	ESPÉCIES
IAN 873	PB 86 x FA 1717	<i>H. brasil.</i> x <i>H. brasil.</i>
Fx 4098	PB 86 x FB 74	<i>H. brasiliensis</i> Willd ex. A. Juss.. x <i>H. brasiliensis</i>
Fx 3899	F 4542 x AVROS 363	<i>H. benthamiana.</i> x <i>H. brasiliensis</i>
IAN 717	PB 86 X F 4542	<i>H. brasiliensis</i> x <i>H. benthamiana</i>
Fx 3810	F 4542 x AVROS 363	<i>H. benthamiana</i> x <i>H. brasiliensis</i>
IAN 6158	(F4542 x Tjir 1) xPB186	(<i>H.benthamiana.xH.brasil</i>) <i>iensis</i> x <i>H.brasiliensis</i>
IAN 6543	P 10 x PB 86	<i>H. pauciflora</i> x <i>H. brasiliensis</i>

¹ Clone: IAN Instituto Agrônômico do Norte e Fx- Seleções efetuadas em Fordlândia pela Cia Ford

² Siglas: **P:** Pauciflora; **PB:** Prang Besar, Malásia; **FA:** Ford Acre; **F:** Ford; **Tjir:** Tjirandji, Indonésia; **AVROS:** Algemene Vereniging Rubberplanters, Oostkust, Sumatra

Foram realizadas no laboratório de tecnologia da borracha do CPAA as determinações de DRC (Drying Rubber Content-Teor de Borracha no látex), EA (Extrato Acetônico), P_o (Plasticidade Wallace), P_{30} (Plasticidade após 30 minutos) e PRI (Índice de Retenção de Plasticidade), definido pelo cociente $P_{30}/P_o \times 100$. Utilizaram-se os métodos recomendados pelo ASTM da American Chemical Society (Annual Book of ASTM, 1974. O delineamento foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial do DRC, P_o , considerando-se sete tratamentos (clones) e dezessete (17) determinações, que funcionaram como repetições ao longo do tempo. Assim, para efeito da análise de variância, os dados mensais de DRC foram repartidos em duas épocas do ano (julho a novembro e dezembro a junho) contrastantes para as variáveis climáticas consideradas.

Foram estabelecidas correlações entre o DRC e as variáveis climáticas (média mensal do período 1961-1990) (Normais Climatológicas, 1992) mais representativas na região de Manaus, tais como temperatura máxima em °C (TM), precipitação pluviométrica mensal em mm (PA), umidade relativa % (UR) e evaporação total em mm (ET).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram detectadas diferenças altamente significativas entre tratamentos (clones) para as características de DRC, P_o e P_{30} e entre épocas para o DRC.

TABELA 2 - Análise das variâncias das características de teor de borracha seca (DRC), Extrato Acetônico (EA), Plasticidade Wallace (P_o), Plasticidade aos 30 minutos (P₃₀) e Índice de Retenção de Plasticidade (PRI).

F.V.	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS				
		DRC ¹	EA	P _o	P ₃₀	PRI
Clone (C)	6	200,12**	0,63	1660,22**	868,43**	127,70
Época-(E)	1	751,28**				
C x E	6	24,97				
Resid. ^a	133	27,50				
Resid. ^b	145		0,37	53,92	23,98	87,36

^a Resíduo do DRC

^b Resíduo do EA, P_o, P₃₀ e PRI

Os DRC dos clones IAN 873 e Fx 3899 foram significativamente superiores aos dos clones Fx 3810 e Fx 4098 (Tabela 3). O DRC varia, não apenas com o clone, mas também com as condições climáticas. Ferreira et al. (1996) constataram que o DRC manteve valor praticamente constante entre os clones GT1, PB 235, IAN 873 e RRIM 600. O DRC diminui da estação quente e úmida para a estação fria e seca. Este também diminui a partir do início da sangria. Os mesmos autores verificaram que o clone GT1 apresentou a menor variação de DRC entre sangrias e o clone PB 235 a maior variação.

As correlações fenotípicas foram positivas e altamente significativas entre o DRC e temperatura máxima -TM (0,4071), e entre o DRC e evaporação total – ET (0,4022). As correlações fenotípicas foram negativas e altamente significativas com precipitação pluviométrica – PA (-0,3206) e com umidade relativa – UR (-0,4128). Entretanto, os baixos coeficientes de determinação R² indicam que as variações de DRC ao longo do ano são pouco explicadas pelas variáveis climáticas acima correlacionadas. Os valores de DRC obtidos acham-se dentro da faixa normal de variação para essa característica (entre 20% e 45%).

TABELA 3 – Médias de características de DRC, EA, P_o, P₃₀ e PRI para clones de seringueira conduzidos em Manaus, AM.

CLONE	DRC ¹ (%)	PLASTICIDADE			
		MÁX. 5%	MÍN. 30%	MÍN. 60%	
		EA ² (%)	P _o ³	P ₃₀ ⁴	PRI ⁵ (%)
IAN 873	41,05a	2,46 ^a	57,00b	41,00ab	71,91a
Fx 3899	40,88a	2,47 ^a	53,05bc	38,23bc	72,22a
IAN 717	38,66ab	2,31 ^a	43,18de	30,95d	72,18a
IAN 6158	37,77ab	2,42 ^a	64,19 ^a	43,67a	68,23a
IAN 6543	36,85abc	2,28 ^a	38,14e	25,82e	67,86a
Fx 3810	33,93bc	2,34 ^a	48,91cd	35,23cd	72,09a
Fx 4098	32,38c	2,80 ^a	55,09bc	40,86ab	74,76a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem ao nível de 5% pelo teste de Tukey

¹DRC - Drying Rubber Content

²EA - Extrato Cetônico

³P_o - Plasticidade Wallace

⁴P₃₀ - Plasticidade aos 30 minutos

⁵PRI - Índice de Retenção de Plasticidade

Não foram constatadas diferenças significativas entre os clones para extrato acetônico, valores estes todos num nível inferior ao limite máximo permitido (5%). Assim, nenhum deles apresenta borracha com alto teor de resina. Esta característica não é muito importante para clones provenientes de plantação, sendo mais importante para plantas provenientes de seringais nativos, onde a probabilidade de mistura com látices de outras espécies como sorva, garrote, maçaranduba e amapá é maior, aumentando o valor do extrato acetônico a limites intoleráveis (Wisniewski, 1983). Entretanto, a determinação do EA de borracha de plantações torna-se importante em borrachas especiais do tipo LV (de viscosidade estabilizada), que requerem adição de óleo para facilitar seu processamento, formando as OENR – Oil Extended Natural Rubber (Compagnon, 1986).

Ferreira et al. (1996), ao analisar o látex dos clones GT1, PB 235, RRIM 600 e IAN 873 de *Hevea brasiliensis*, verificaram que o clone PB 235 possuía o maior valor de extrato acetônico (3,89 ± 0,573).

Em termos de Plasticidade Wallace, o clone IAN 6158, com P_o igual a 64,19% foi estatisticamente superior aos demais. Muito embora o limite

importante quanto a este parâmetro seja para baixo, admite-se que as borrachas excessivamente duras, com elevados valores de plasticidade na escala Mooney ou Wallace, nem sempre são as preferidas, já que elas consomem excesso de mão-de-obra, tempo e energia por ocasião do processamento (Wisniewski, 1983). Entretanto, os valores encontrados não foram considerados altos, mas adequados ao processamento que ocorre na vulcanização. Moreno et al. (1999) determinaram que a P_o do clone RRIM 600 era maior que a do clone PB 235 por possuir uma estrutura de cadeias poliméricas maiores, embora ambos os clones possuíssem P_o acima de 30.

A variação na plasticidade da borracha é explicada pela variação da massa molecular e do tamanho das moléculas na cadeia poliisoprênica (Johnson, 1948). Segundo Moreno et al. (1999), as variações de P_o e PRI nas borrachas de clones são influenciadas pelas alterações nas condições climáticas, variações estas que atuam diretamente na síntese dos constituintes não borracha do látex. O clone IAN 6543, híbrido entre *H. brasiliensis* e *H. pauciflora*, apresenta a borracha mais mole entre os materiais estudados, com P_o igual a 25,82%, o único abaixo do limite mínimo de 30%, o que significa maior volume de borracha gasto no processo de industrialização. As borrachas dos demais clones situaram-se acima do limite mínimo. A alta facilidade de plastificação da borracha do clone IAN 6543 é, muito provavelmente, característica herdável da *H. pauciflora*. Daí, a importância de se incluir a seleção para plasticidade nos híbridos obtidos em cada geração de cruzamentos.

Em relação ao Índice de Retenção de Plasticidade ou PRI, não foram observadas diferenças significativas entre os clones, todos eles posicionando-se bem acima do limite mínimo de 60 exigido, pelos padrões SMR internacionais. Este parâmetro representa a percentagem de plasticidade retida ou resistência à deterioração apresentada pela borracha após trinta (30) minutos sob alta temperatura (140°C), que simula a temperatura durante o processamento na indústria de pneumáticos. Moreno et al. (1999) constataram que os resultados médios de PRI dos clones GT1, PB 235, IAN 873 e RRIM 600 situaram-se abaixo do limite mínimo de 60%. Dentre estes, o GT1 apresentou os menores valores médios de PRI, sendo, portanto, menos resistente à degradação térmica. O clone Fx 4098, um dos melhores clones amazônicos quanto ao potencial produtivo, cultivado com copa própria na Bahia e atualmente testado como painel com copa resistente no Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental – CPAA, apresentou o maior PRI (74,76%). Todos os clones apresentam um PRI alto. Contudo, para clones que possuem uma Plasticidade P_o baixa, como o IAN 6543 (38,14%) e IAN 717 (43,18%), seus

valores de P_{30} atingiram valores mais baixos ainda, respectivamente de 25,82% e 30,95%, ou seja, suas plasticidades foram retidas (PRIs altos), porém em níveis de P_{30} baixos. O PRI é, portanto, um parâmetro bom avaliador de borrachas cuja Plasticidade Wallace assuma valores altos, pois, caso contrário, o PRI passa a ser um mascarador do nível de qualidade desta borracha, como é o caso do clone IAN 6543. Entre os parâmetros considerados neste estudo, a Plasticidade Wallace é o que reflete melhor a qualidade da borracha dos clones, porque além de permitir maiores contrastes entre as médias, foi mais eficiente para revelar os níveis reais de plasticidade P_0 das borrachas "in natura", permitindo verificar com clareza as diferentes magnitudes de plasticidade entre os clones.

Nas regiões onde estão sendo levados a efeito experimentos de avaliação de clones de seringueira com fins de recomendação como em São Paulo, Bahia e Mato Grosso, é de fundamental importância o monitoramento da qualidade da borracha, principalmente quanto à cor, voláteis, índice de sujidade, cinzas, extrato acetônico, nitrogênio, plasticidade Wallace e índice de retenção de plasticidade, visando a atender a altos padrões de qualidade das borrachas granuladas e facilitando o processamento industrial.

CONCLUSÕES

- 1- Os valores de extrato acetônico, plasticidade Wallace (P_0) e índice de retenção de plasticidade (PRI) de todos os clones alcançaram valores que atendem aos padrões internacionais;
- 2- O látex dos clones IAN 873 e Fx 3899 é comercialmente mais valioso que o dos clones Fx 3810 e Fx 4098, pois contém, no mínimo, 6 g de borracha seca a mais por litro;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANNUAL BOOK OF ASTM STANDARDS. Philadelphia, v.34. pt.37, 1974. 706p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas (1961-1990)**. Brasília, 1992. 84p.
- CHEAW, C.H. Methods for measuring the dry rubber content of field latex. **In: RRM training manual on latex and rubber analysis**. Kuala Lumpur: RRM, 1979. p.65-73.
- COMPAGNON, P. **Le caoutchouc naturel: biologie - culture - production**. Paris: G.P. Maisonneuve & Larose, 1986. 595p.

- DEPENDENCE of bulk viscosities (Mooney and Wallace) on Malaysian parameters of natural rubber. **Journal of Natural Rubber Research**, Kuala Lumpur, v.1 n. 23. p.76-83, 1970.
- ESAH, Y. Clonal characterisation of latex and rubber properties. **Journal of Natural Rubber Research**, v.5, n.1, p.52-80, 1990.
- FERREIRA, M.; OKAMOTO, M.; SEGNINI JÚNIOR, I.; GONÇALVES, P. de S.; MATTOSO, L.H. Comparação da qualidade de látex e borracha natural de diferentes clones da região de Matão, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 36., 1996, São Paulo. **Resumos**. São Paulo: Associação Brasileira de Química, 1996. não paginado.
- HOMANS, L.S.; GILS, G.E. van. Fresh Hevea Latex. A complex colloidal system. In: RUBBER TECHNOLOGY CONFERENCE, 2., 1948, Cambridge. **Proceedings**... Cambridge: International Rubber Research Development Board, 1948. p.292-302.
- JOHNSON, B.L. Effect of molecular weight distribution on physical properties of natural and synthetic polymers. **Ind. Eng. Chem.** v.40, n2, p.351-356, 1948.
- KALIL FILHO, A.N. **Rapport d'étape réalisé a l'IRCA-Côte d' Ivoire au sein du programme amélioration génétique de l'Hévéa**. Côte d' Ivoire: IRCA, 1989. não paginado.
- MORENO, R.M.B.; FERREIRA, M.; GONÇALVES, P. de S.; MATTOSO, L.H.C. Variação da plasticidade Wallace e viscosidade Mooney da borracha de clones de *Hevea*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍMEROS, 5., 1999, Águas de Lindóia. **5º Congresso**... São Carlos, Associação Brasileira de Polímeros, 1999. p.1422-1425.
- NA-RANONG, N.; DE LIVONNIÉRE, H.; JACOB, J.L. **Natural rubber**: doubts about the PRI – Plantations, recherche, development. Local: [s.n.], 1995. não paginado.
- WISNIEWSKI, A. **Látex e borracha**. Belém: Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, 1983. 171p.