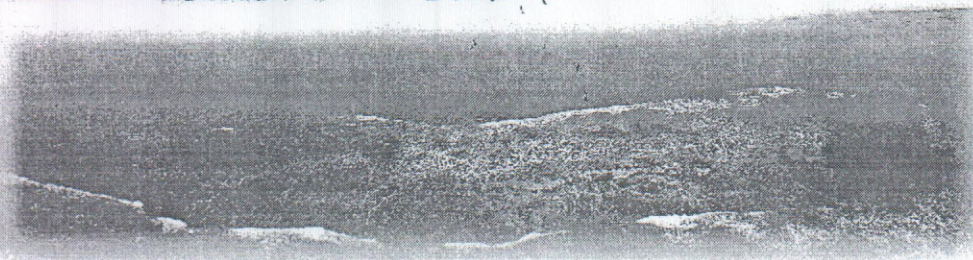


CBE CiMat

Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais

24 a 28 de Novembro 2008 • Porto de Galinhas • PE • Brasil



A QUALIDADE DA BORRACHA NATURAL DOS NOVOS CLONES DA SÉRIE IAC 300 PARA RECOMENDAÇÃO AO PLANTIO NO ESTADO DE SÃO PAULO (FASE FINAL)

Rogério Manoel Biagi Moreno¹, Paulo de Souza Gonçalves², Luiz Henrique Capparelli Mattoso³

^{1, 3} Embrapa Instrumentação Agropecuária, Rua XV de Novembro, 1452, C.P.741, CEP: 13. 560-970, São Carlos-SP, rogerio@cnpdia.embrapa.br, ² Instituto Agrônômico de Campinas

RESUMO

As propriedades tecnológicas da BN dos novos clones de seringueira da série IAC 300 (328-333, 335, 337) e de dois clones asiáticos GT 1 e RRIM 600 (testemunhas) foram avaliadas pela % de N, % de extrato acetônico, plasticidade Wallace (P_0), índice de retenção de plasticidade [PRI (%)] e viscosidade Mooney (V_R). Houve variações altamente significativas ($P < 0,01$) entre clones e coletas para todas as propriedades tecnológicas, exceto, para a % de N entre clones ($P < 0,05$). A BN do clone IAC 329 apresentou valores maiores da % de extrato acetônico e a média significativamente superior ao limite máximo 3,5% da norma ABNT/NBR 11597. Os valores da P_0 de todos os clones estão acima do valor de 30 unidades, abaixo do qual, as BN são consideradas moles. Dos resultados de viscosidade Mooney (V_R) verifica-se que as BN dos clones IAC 300 possuem, em geral, valores elevados indicando que estas necessitarão de maior trabalho dispensado ao seu processamento. Os valores do PRI (%) médio dos clones IAC 300 seguem a especificação da norma NBR 11597 (mínimo 60%) e superiores às testemunhas, exceto o clone IAC 332, e indicam que as BN dos novos clones da série IAC 300 são de boa qualidade.

Palavras-chave: borracha natural, novos clones série IAC 300, seringueira, propriedades tecnológicas.

INTRODUÇÃO

A borracha natural (BN), ao lado do petróleo e do aço, é uma matéria-prima de grande importância para o agronegócio e a economia brasileira como um grande gerador de empregos e de divisas para o país.

Para que o Brasil atinja a auto-suficiência na produção da BN será necessário o aumento da área plantada e o desenvolvimento de novos clones de seringueira com alta produtividade e boa qualidade da BN. Em locais como no Sudeste e no Centro-Oeste brasileiro, as condições para a produção da BN são amplamente favoráveis.

Dessa forma, o Instituto Agrônomo (Campinas/SP) e a Embrapa Instrumentação Agropecuária desenvolvem projetos de pesquisa para o melhoramento genético da seringueira e a caracterização da BN, respectivamente.

O objetivo deste trabalho foi avaliar e monitorar as propriedades tecnológicas da BN dos novos clones de seringueira da série IAC 300 com intuito de agregar resultados para a recomendação ao plantio no Estado de São Paulo.

MATERIAIS E MÉTODOS

As sangrias foram realizadas em 12 árvores de cada um dos 8 novos clones da série IAC 300 (328, 329, 330, 331, 332, 333, 335 e 337) e dos clones testemunha do experimento GT 1 e RRIM 600 no Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Centro-Norte Paulista, em Pindorama/SP, a 20°20'S de latitude, 49°58'W de longitude e 550 m de altitude, em solo podizólico Vermelho-Amarelo TB, de textura média profundo, abrupto e bem drenado⁽¹⁾.

As BN cruas foram obtidas dos látices sangrados mensalmente no período de outubro/2006 a dezembro/2007. Os coágulos foram obtidos por coagulação com solução de ácido acético a 10% no campo e secos ao ar por 20 dias.

As análises de variância foram realizadas utilizando o software SISVAR utilizando o teste F que tem por finalidade comparar estimativas de variância.

As propriedades tecnológicas foram avaliadas por: % de N, % de extrato acetônico, plasticidade Wallace (P_0), índice de retenção de plasticidade PRI (%) e viscosidade Mooney (V_R) de acordo com a norma brasileira NBR 11597 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)⁽²⁾.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 1 apresenta os dados de temperatura média e de precipitações acumuladas de 30 dias anteriores a cada data de coleta. A Tabela 1 apresenta os resultados das médias e dos coeficientes de variação [C.V. (%)] para as propriedades tecnológicas referentes à % de N e a % de extrato acetônico dos novos clones da série IAC 300.

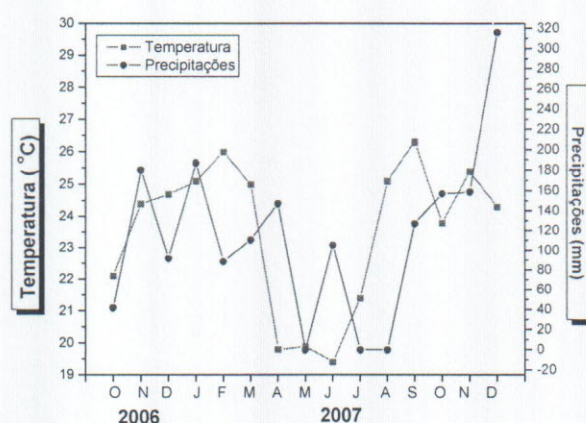


Figura 1 – Temperatura média e precipitações referentes aos 30 dias anteriores às datas de coleta.

A % de N na BN é proveniente, principalmente, de proteínas e amino ácidos. Othman et al. (1993)⁽³⁾ mostraram que alguns amino ácidos, tal como a arginina, causa um aumento no módulo de elasticidade da BN, devido, a formação de ligações cruzadas. Dos resultados da % de N obtidos (Tabela 1) observa-se que o clone IAC 331 possui a maior % de N média (0,47%) e a maior variabilidade foi obtida pelo clone IAC 328 (CV=34,09%); os clones IAC 332 e IAC 337 possuem o menor valor médio (0,40%). Em relação às testemunhas GT 1 e RRIM 600, os clones IAC 300 obtiveram valores % de N média equivalentes e também aos obtidos da literatura⁽⁴⁻¹⁰⁾.

A Figura 2 apresenta as curvas dos valores das propriedades tecnológicas para os dez clones.

Tabela 1 - Médias e coeficientes de variação [C.V. (%)] das propriedades tecnológicas da BN relativas à % de N e % de extrato acetônico de dez clones.

Clones	% de N		% de extrato acetônico	
	<i>Média</i>	<i>C.V.(%)</i>	<i>Média</i>	<i>C.V.(%)</i>
IAC 328	0,44	34,09	2,72	16,18
IAC 329	0,42	16,67	3,80	18,68
IAC 330	0,42	26,19	2,83	13,58
IAC 331	0,47	29,79	2,68	9,70
IAC 332	0,40	25,00	2,73	15,38
IAC 333	0,41	21,45	2,76	19,20
IAC 335	0,45	24,44	2,87	19,51
IAC 337	0,40	27,50	2,75	15,64
GT 1	0,43	23,26	3,12	25,00
RRIM 600	0,48	29,17	3,06	18,67

De abril a setembro/2007, observa-se a ocorrência de um comportamento de aumento nos valores da % de N, onde houve variação clonal do valor máximo da % de N. Esse aumento pode estar associado aos processos gradativos de aumento da produção de proteínas, acompanhado de um acréscimo na produtividade da BN⁽¹¹⁾, e o envelhecimento e queda das folhas, onde elemento químico N está entre os nutrientes minerais translocados⁽¹²⁾.

Na BN seca a % de extrato acetônico está associada aos constituintes não borracha, dos quais os lipídios são os principais componentes⁽⁴⁾. Uma composição típica de lipídios no látex de BN consiste de 54% em lipídios neutros, 33% em glicolipídios e 14% em fosfolipídios⁽¹³⁾.

Os resultados obtidos para a % de extrato acetônico apresentaram comportamento discreto de acréscimo nos valores no período de Abril a Julho/07 (Figura 2) e uma tendência geral de decréscimo, também discreto, no período de Agosto a Dezembro/07. O clone IAC 300 que apresentou a menor variabilidade foi o IAC 331 (CV=9,70%) e, também, o menor valor médio (2,68%); o clone IAC 335 (CV=19,51%) mostrou-se pouco mais susceptível às variações climáticas. Em relação às testemunhas GT 1 e RRIM 600, exceto o clone IAC 329, todos os clones da série IAC 300 apresentaram valores médios inferiores. Todos os clones da série IAC 300, exceto o clone IAC 329, estão de acordo com a especificação máxima de 3,5% da norma NBR 11597⁽²⁾.

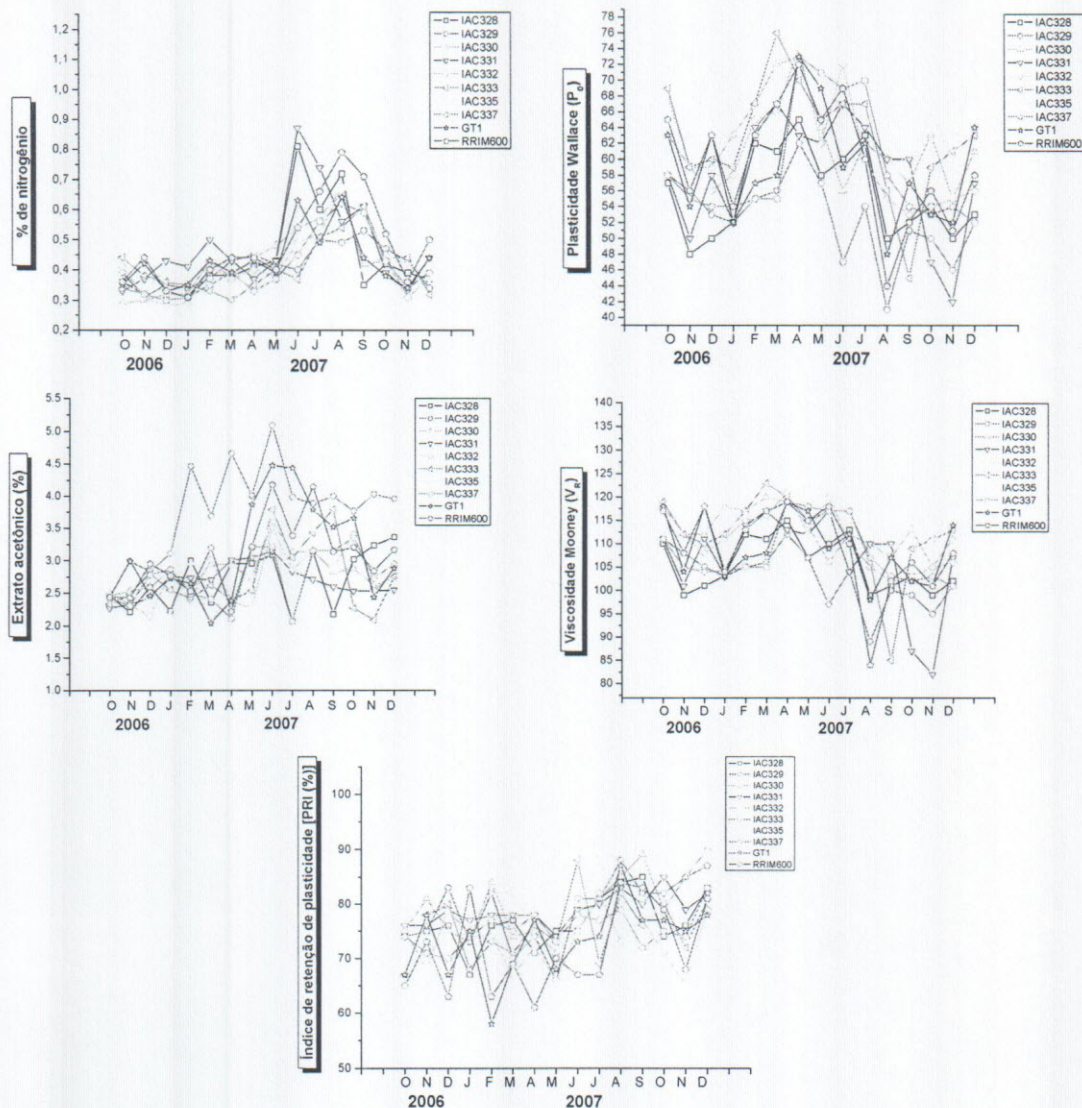


Figura 2 – Variação das propriedades tecnológicas % de N, % de extrato acetônico, P₀, PRI (%) e V_R para as BN dos 10 clones.

Do mês de Maio até Junho, a planta dispõe de todos os seus assimilados, sem drenos, para a produção do látex. O máximo de produtividade, de uma maneira geral, ocorre no bimestre Abril-Maio. A partir de Junho, ainda com alta produção, inicia-se a senescência, com alteração da coloração das folhas e redução da eficiência fotossintética⁽¹⁴⁾. Dessa forma, há valores maiores da % de extrato acetônico no período de Abril a Julho coincidindo com o período de máxima produção. Esse comportamento foi relatado por Moreno et al. (2008)⁽¹⁵⁾.

Os valores elevados da P_0 e da V_R na BN não são desejados pelo excesso de mão-de-obra, tempo e energia por ocasião do processamento; essas duas propriedades tecnológicas, em geral, exibem uma boa correlação linear^(4,6,16).

A P_0 está ligada ao comprimento da cadeia do poliisopreno, sendo uma medida do estado de degradação da BN⁽¹⁷⁻²⁰⁾ e varia entre clones e coletas. O clone IAC 335 é o que apresentou o maior valor médio ($P_0 = 66\%$) com a menor variação (C.V. = 8%) e o clone IAC 329 o menor ($P_0 = 53\%$). O clone IAC 337 apresentou a maior variabilidade (C.V. = 14%) (Tabela 2). Assim, em média, os resultados indicam que o clone IAC 329 é o que deve estar associado a uma estrutura de cadeias poliméricas menores e o clone IAC 335 a uma estrutura de cadeias maiores por possuírem o menor e o maior valor médio da P_0 , respectivamente. No entanto, todos os clones possuem P_0 acima do valor de 30 unidades, abaixo do qual, as BN são consideradas muito moles^(4,16). Em relação às testemunhas GT 1 e RRIM 600, as BN dos clones IAC 328, 329 e 331 possuem valores médios menores e os demais maiores. Todos os clones da série IAC 300 possuem valores médios de C.V. (%) menores que das testemunhas, exceto o clone IAC 337.

Dos resultados da V_R verifica-se que os clones IAC 331 apresentou uma menor variabilidade (C.V. = 9%) e os clones IAC 330 e 337 as menores. O clone IAC 335 teve o maior valor médio da V_R (116), valor esse significativamente maior, em relação às testemunhas; os clones IAC 330, 332, 333 e 335 possuem, em geral, valores elevados da V_R . Assim, a V_R varia entre clones e coletas, provavelmente, devido à maior ou menor quantidade de constituintes não borracha que influenciarão nas características da BN como, por exemplo, na formação de ligações cruzadas e variações na massa molar e sua distribuição⁽²¹⁾. Segundo a literatura^(3,22) a BN quando estocada em condições de temperatura e umidade ambientes tenderão a aumentar a quantidade de ligações cruzadas ocasionando um aumento adicional da V_R , devido às reações entre as moléculas de poliisopreno envolvendo grupos aldeído ou carbonil e a condensação de grupos aldeído na fase não borracha incluindo alguns amino ácidos.

A V_R a P_0 , principalmente, apresentam um comportamento interessante de aumento dos valores no período de máxima produtividade que geralmente ocorre no trimestre março-abril-maio. Atualmente, sabe-se que as variações na P_0 e na V_R da BN crua são, principalmente devido às diferenças no tamanho molecular e o arranjo

estrutural das cadeias hidrocarbônicas, além da influência dos constituintes não BN^(4,21,23), e estas características são específicas para cada clone.

O PRI (%) da BN é a principal propriedade tecnológica de interesse da indústria de beneficiamento e de manufatura. Esta fornece uma estimativa da resistência à degradação termo-oxidativa da BN^(16,20). Altos valores de PRI (%) correspondem a uma boa resistência ao aquecimento, que leva a degradação termo-oxidativa. As especificações da norma NBR 11597⁽²⁾ padronizam o valor de 60% como um mínimo necessário, para todas as classes de BN. Assim, da Tabela 2, nota-se que os resultados médios dos clones da série IAC 300 nas coletas realizadas estão de acordo com a referida norma. Os clones IAC 329, 330 e 331 apresentaram o maior valor médio do PRI e esse último teve o menor C.V. (4%). Em relação às testemunhas GT 1 e RRIM 600, todos os clones da série IAC 300 possuem o PRI médio maior. Os resultados do PRI (%) foram superiores aos obtidos em outros trabalhos nacionais^(6,7,15,24) Nota-se (Figura 2) um comportamento um pouco melhor definido de aumento dos valores do PRI (%), no período de Abril a Setembro/07 para todos os clones, com posterior queda dos valores até Novembro/07. Tal comportamento possui similaridade com o das curvas de temperatura e precipitações neste mesmo período (Figura 1).

Tabela 2 - Médias e coeficientes de variação das propriedades tecnológicas da BN relativas à P_0 , PRI (%) e V_R de dez clones.

Clones	P_0		PRI (%)		V_R	
	Média	C.V.(%)	Média	C.V.(%)	Média	C.V.(%)
IAC 328	56	11	77	6	106	6
IAC 329	53	9	79	8	103	6
IAC 330	62	8	79	8	113	4
IAC 331	58	12	79	4	107	9
IAC 332	61	11	73	7	111	5
IAC 333	63	11	76	8	112	8
IAC 335	66	8	78	6	116	3
IAC 337	59	14	75	4	108	6
GT 1	59	12	73	10	109	6
RRIM 600	60	13	72	11	109	8

As diferenças entre os clones foram altamente significativas ($P < 0,01$) para todas as propriedades tecnológicas, com exceção da % de N, sendo significativa ($P < 0,05$) (Tabela 3). As diferenças entre as coletas foram altamente significativas ($P < 0,01$) para todas as propriedades tecnológicas. Há uma maior homogeneidade para as propriedades tecnológicas P_0 , PRI (%) e V_R e uma menor para as demais. A % de cinzas apresentou a maior variabilidade, tendo o maior C.V. (%). Por outro lado, a V_R apresentou a menor variabilidade entre os 10 clones (Tabela 4).

Tabela 3 - Quadrados médios das análises de variância para as propriedades tecnológicas da BN relativas a % de N, % de extrato acetônico, P_0 , PRI (%) e V_R dos dez clones.

Ensaio padrão	Quadrado médio ⁽¹⁾		
	Clones	Coletas	Resíduo
% de N	0,0155*	0,1025**	0,0064
% de extrato acetônico	1,6985**	1,2633**	0,1637
P_0	213**	251**	19
PRI (%)	105**	136**	24
V_R	216**	261**	27

⁽¹⁾ Graus de liberdade de clones, coletas e resíduo são 9, 14 e 126.

n.s., * e ** - não significativo, significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 4 - Média geral (\bar{x}), intervalo de variação, desvio padrão (s) e coeficiente de variação (C.V.%) para as propriedades tecnológicas da BN.

Ensaio padrão	\bar{x}	intervalo de variação	s	C.V.%
% de N	0,43	0,28 – 0,87	0,081	18,84
% de extrato acetônico	2,93	2,18 – 5,09	0,40	13,80
P_0	60	41 – 76	4	7
PRI (%)	76	63 – 90	5	6
V_R	109	89 - 123	5	5

CONCLUSÕES

Houve variações altamente significativas ($P>0,01$) para as propriedades tecnológicas entre clones e coletas, exceto para a % de N entre coletas ($P>0,05$).

As BN dos novos clones da série IAC 300 vêm apresentaram bom desempenho frente às propriedades tecnológicas e seguindo a recomendação da norma em vigência, exceto para a % de extrato acetônico do clone IAC 329. Em especial, os valores médios do PRI (%) para os novos clones da série IAC 300 estão de acordo com a especificação da norma em vigência indicando bom desempenho e com menor variabilidade em relação às testemunhas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o suporte financeiro proporcionado por FAPESP, Embrapa Instrumentação Agropecuária, CNPq e CAPES.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

1. LEPSCH, I. F.; VALADARES, J. M. da S. Levantamento pedológico detalhado da Estação Experimental de Pindorama, SP. *Bragantia*, v. 35, n. 1, p. 13-40, 1976.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Borracha natural*: NBR 11597. Rio de Janeiro, 1997, 22 p.
3. OTHMAN. A. B.; HEPBURN. C.; HASMA. H. Influence of non-rubber constituents on elastic properties of natural rubber vulcanizates. *Plastics. Rubber and Composites Processing and Applications*. v. 19. n. 3. p. 185-194. 1993.
4. YIP, E. Clonal characterisation of latex and rubber properties. *Journal of Natural Rubber Research*, v. 5, p. 52-80, 1990.
5. HAQUE, M. E., AKHTAR F, DAFADER N. C.; AI-SIDDIQUE F. R. Characterization of natural rubber latex concentrate from Bangladesh . *Macromolecules Reports*, v. 32, n. 4, p. 435-445, 1995.
6. FERREIRA, M.; MORENO, R.M.B.; GONÇALVES, P. de S.; MATTOSO, L.H.C. Evaluation of natural rubber from clones of *Hevea brasiliensis*. *Rubber Chemistry and Technology*, v. 75, p.1-7, 2002.

7. MORENO, R. M. B.; FERREIRA, M.; GONÇALVES, P. de S.; MATTOSO, L. H. C. Avaliação do látex e da borracha natural de clones de seringueira no Estado de São Paulo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 38, n. 5, p. 583-590, 2003.
8. MORENO, R. M. B.; FERREIRA, M.; GONÇALVES, P. de S.; MATTOSO, L. H. C. Technological properties of látex and natural rubber *Hevea brasiliensis* clones. *Scientia Agricola*, v. 62, n. 2, p. 122-126, 2005a.
9. MORENO, R. M. B.; JOB, A.; GONÇALVES, P. de S.; MATTOSO, L. H. C. Desempenho da borracha natural crua de novos clones de seringueira (*Hevea ssp*) da série IAC para recomendação ao plantio no Estado de São Paulo: II – As propriedades tecnológicas DRC (%), % de Nitrogênio, % de Cinzas e % de Extrato Acetônico”. *Circular Técnica Embrapa*, n. 32, p. 1-6, 2006.
10. MORENO, R. M. B.; GONÇALVES, P. de S.; MATTOSO, L. H. C. Performance of látex and natural rubber of new rubber tree clones (IAC series). *Kautschuk Gummi Kunststoffe*, v. 12, p. 659-661, 2007.
11. COUPÉ, M. Biosynthese des proteines du latex, facteur de la production de l'Hevea. *Caoutchoucs et Platiques*, v. 579, p. 91-95, 1978.
12. LARCHER, W. *Physiological Plant Ecology*, Springer-Verlag: Berlin, 1995.
13. HASMA, H. Lipids associated with rubber particles and their possible role in mechanical stability of latex concentrates. *Journal of Natural Rubber Research*, v. 6, n. 2, p.105-114, 1991.
14. ORTOLANI, A A; SENTELHAS, P.C.; CAMARGO, M.B.P.; PEZZOPANE, J.E.M. e GONÇALVES, P.S. Modelos agrometeorológicos para estimativa da produção anual e sazonal de látex em seringueira. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v. 4, n. 1, p. 147-150, 1996.
15. MORENO, R. M. B.; GONÇALVES, P. de S.; MATTOSO, L. H. C. Evaluation and monitoring of natural rubber technological properties of rubber tree clones recommended for plantation on the plateau of São Paulo State, Brazil. *Progress in Rubber, Plastics and Recycling Technology*, v. 24, n. 1, p. 1-14, 2008.
16. NAIR, S. Dependence of bulk viscosities (Mooney and Wallace) on molecular parameters of natural rubber. *Journal of the Rubber Research Institute of Malaya*, v.23, n.1, p.76-92, 1970.
17. BATEMAN, D.; SEKAHAR, B. C. Significance of PRI in raw and vulcanised natural rubber. *Journal of Rubber Research of Malaysia*, v. 19, n. 3, p. 133-140, 1966.

18. SEKARAN, N. Characterisation of natural rubber for greater consistency. *Rubber World*, v.198, n.4, p. 27-30, 1988.
19. SAMBHI, M. S. An analysis of the plasticity retention index of the standard Malaysian rubber scheme. *Journal of Natural Rubber Research*, v.4, n.2, p.133-140, 1989.
20. NA-RANONG, N.; LIVONNIÉRE, H.; JACOB, J. L. *Plantations, Recherche and Development*, v.2, p.44-54, 1995.
21. TANGPAKDEE, J; TANAKA, Y. Characterization of sol and gel in *Hevea* natural rubber. *Rubber Chemistry and Technology*, v. 70, p. 707-713, 1997.
22. GAN, S. N. Storage hardening of natural rubber. *J. M. S. – Pure Applied Chemistry*, v. 33, n. 12, p. 939-1948, 1996.
23. YIP, E.; SUBRAMANIAM, A. Characterization of variability in properties of clonal latex concentrates and rubbers. *Journal of Rubber Research Institute of Malaysia*, v.32, n.1, p. 347-368, 1985.
24. MORENO, R. M. B.; GONÇALVES, P. de S.; MATTOSO, L. H. C. Desempenho da borracha natural crua de novos clones de seringueira (*Hevea ssp*) da série IAC para recomendação ao plantio no Estado de São Paulo: II – As propriedades tecnológicas P_0 , PRI (%) e V_R ". *Circular Técnica Embrapa*, n. 27, p. 1-5, 2005b.

**THE QUALITY OF THE NATURAL RUBBER FROM NEW IAC 300 SERIES
CLONES FOR RECOMMENDATION FOR PLANTATION IN SÃO PAULO STATE
(FINAL FASE)**

ABSTRACT

The technological properties from new rubber tree clones of IAC 300 series (328-333, 335, 337) and two asiatics clones GT 1 and RRIM 600 (witness) was evaluated by the nitrogen percentage, ash percentage, acetone extract percentage, Wallace plasticity (P_0), plasticity retention index [PRI (%)] and Mooney viscosity (V_R). The results have shown highly and significant variations among clones and tappings ($P < 0,01$), except, for %N among clones ($P < 0,05$). BN from IAC 329 clone showed average value superior to maximum limit 3.5% of norm NBR 11597. The results of P_0 and V_R indicated highly average values. The PRI (%) of clones IAC 300 follows the specification of norm NBR 11597 (minimum 60%) and superiors the witness, except clone IAC 332, and indicate that de NR from new IAC 300 clones are good quality.

Key-words: natural rubber, new clones IAC 300 series, rubber tree, technological properties.