

Desempenho de clones de copa e painel de seringueira no sudoeste do Estado do Mato Grosso

Vicente Haroldo de Figueiredo Moraes⁽¹⁾, Larissa Alexandra Cardoso Moraes⁽²⁾, Adônis Moreira⁽²⁾, Nilson Pereira de Souza⁽³⁾, Roberto Yokoyama⁽³⁾, Ailton Vitor Pereira⁽⁴⁾ e Josefino de Freitas Fialho⁽⁵⁾

⁽¹⁾In memoriam. ⁽²⁾Embrapa Soja, Caixa Postal 231, CEP 86001-970 Londrina, PR. E-mail: larissa.moraes@embrapa.br, adonis.moreira@embrapa.br ⁽³⁾Guaporé Pecuária, Fazenda São José do Rio Branco, s/nº, Zona Rural, CEP 78250-000 Pontes e Lacerda, MT. E-mail: nilson@guaporepecuaria.com.br, yokoyama@guaporepecuaria.com.br ⁽⁴⁾Embrapa Produtos e Mercados, Rodovia BR-153, Km 4, Zona Rural, Caixa Postal 714, CEP 74001-970 Goiânia, GO. E-mail: ailton.pereira@embrapa.br ⁽⁵⁾Embrapa Cerrados, Caixa Postal 08223, CEP 73301-197 Planaltina, DF. E-mail: josefino.fialho@embrapa.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de 12 combinações de três clones de painel (PB 311, PB 314 e RRIM 600) com quatro clones de copa (F 4512, MDF 180, IAN 6158 e IAN 6543) de seringueira cultivados no sudoeste do Estado do Mato Grosso. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. Foram avaliados: produção de borracha seca, percentagem de plantas aptas à sangria, secamento de painel, estado nutricional, teor de borracha seca, plasticidade Wallace (P_0 e P_{30}), índice de retenção de plasticidade e viscosidade Mooney. As combinações das copas IAN 6543 e MDF 180 com os painéis PB 311, RRIM 600 e PB 314 apresentaram estado nutricional adequado, com produtividade de borracha seca acima de 1,41 Mg ha⁻¹ por ano. O clone de copa IAN 6158 propiciou, em oito anos, as maiores quantidades de plantas aptas à sangria. As combinações painel/copa apresentaram baixa incidência de secamento de painel, exceto PB 311 x IAN 6158. As borrachas das 12 combinações painel/copa apresentam boa resistência à degradação térmica e alta retenção de plasticidade.

Termos para indexação: *Hevea*, estado nutricional, plasticidade, produção de borracha seca, secamento de painel, viscosidade.

Performance of rubber tree crown and panel clones in the southwest of the state of Mato Grosso, Brazil

Abstract – The objective of this work was to evaluate the performance of 12 combinations of three rubber tree panel clones (PB 311, PB 314, and RRIM 600) and four crown clones (F 4512, MDF 180, IAN 6158, and IAN 6543) grown in the southwest of the state of Mato Grosso, Brazil. A randomized complete block design was used, with four replicates. The following were evaluated: dry rubber yield, percentage of tappable trees, tapping panel dryness, nutritional status, dry rubber content, Wallace plasticity (P_0 and P_{30}), plasticity retention index, and Mooney viscosity. The combinations of the crowns IAN 6543 and MDF 180 with the panels PB 311, RRIM 600, and PB 314 showed adequate nutritional status, with dry rubber yield greater than 1.41 Mg ha⁻¹ per year. The crown clone IAN 6158 provided, over eight years, the highest number of plants suitable for tapping. The panel/crown combinations showed low incidence of tapping panel dryness, except PB 311 x IAN 6158. The rubber of the 12 panel/crown combinations shows good resistance to thermal degradation and high plasticity retention.

Index terms: *Hevea*, nutritional status, plasticity, dry rubber yield, tapping panel dryness, viscosity.

Introdução

A seringueira [*Hevea brasiliensis* (Willd. Ex ADR. de Juss.) Muell.-Arg.] é natural da Região Amazônica, que apresenta condições climáticas favoráveis ao seu crescimento e à produção de látex durante o ano inteiro. No entanto, essas condições também são propícias aos surtos epidêmicos severos do mal-das-folhas, doença causada pelo fungo *Microcyclus ulei* (P. Henn.) v.

Arx e considerada uma das dez mais destrutivas das plantas (Gasparotto & Pereira, 2012). Com o declínio da exploração do seringal nativo e o fracasso de plantios comerciais, ocasionado pelo ataque da doença (Jackson, 2008), a Região Amazônica passou de maior exportador mundial de borracha a importador deste manufaturado.

Após o fracasso de cultivos na Região Amazônica, a heveicultura expandiu-se, no Brasil, para o Centro-Oeste,

o Sudeste, o norte do Paraná, o Tocantins e algumas regiões do Nordeste, onde ocorrem pelo menos dois meses consecutivos com umidade relativa média do ar inferior a 60%, o que impede os surtos epidêmicos na fase de re-enfoltamento anual da seringueira (Gasparotto & Pereira, 2012). Essas vantagens acarretaram ônus, como o atraso do crescimento e a redução acentuada da produção na fase de deficiência hídrica, no sul da Amazônia, ou na de insuficiência térmica e hídrica, no Planalto Paulista (região Sudeste), além da ocorrência crescente de ataque de ácaros fitófagos (Acari, Eriophyidae, Tenuipalpidae) e do percevejo-de-renda (*Leptopharsa heveae*) (Costa et al., 2003; Daud & Feres, 2007; Moraes & Moraes, 2008).

Nas áreas propícias à ocorrência do mal-das-folhas, a utilização da enxertia de copa com espécies de *Hevea* que apresentam resistência estável à doença se mostra uma alternativa viável. Moraes & Moraes (2008) e Moraes et al. (2011) obtiveram altas produtividades com clones de copa de *H. pauciflora* x *H. guianensis* e *H. pauciflora* x *H. rigidifolia*. Na Malásia e na Índia, a enxertia de copa é utilizada no cultivo de seringueira para a solução de problemas menos graves que o mal-das-folhas, como suscetibilidade à quebra das copas pelo vento e outras enfermidades das folhas (Rubber Research Institute of India, 1987; Moraes, 2010). Nesses países, os clones utilizados como copas enxertadas são de *H. brasiliensis*, e foram registrados, inclusive, aumentos de produtividade com o uso de copas enxertadas (Moraes, 2010).

O sudoeste do Estado do Mato Grosso é referência no plantio de seringueira na região, com mais de 1,5 milhão de pés plantados. Por ser uma área de transição climática entre a Floresta Amazônica e o Cerrado, a solução encontrada para o controle do mal-das-folhas foi utilizar painéis produtivos enxertados com clones de copa de resistência estável a *M. ulei*, para as condições climáticas locais.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de 12 combinações de três clones de painel (PB 311, PB 314 e RRIM 600) com quatro clones de copa (F 4512, MDF 180, IAN 6158 e IAN 6543) de seringueira cultivados no sudoeste do Estado do Mato Grosso.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Município de Pontes e Lacerda, MT (15°13'34"S, 59°20'07"W), em Argissolo Vermelho distrófico. O clima da região é do tipo Aw,

conforme classificação de Köppen, com precipitação média de 1.500 mm, chuvas relativamente abundantes durante o verão e períodos de seca durante o inverno. A temperatura média anual é de, aproximadamente, 25°C, com mínima de 9°C e máxima de 38°C.

A análise química do solo, na camada de 0–20 cm, indicou: pH em CaCl₂ de 4,91; 16,7 g kg⁻¹ de C; 1,31 mg kg⁻¹ de P (Mehlich 1); 0,17 cmol_c dm⁻³ de K; 2,14 cmol_c dm⁻³ de Ca; 0,85 cmol_c dm⁻³ de Mg; 0,28 cmol_c dm⁻³ de Al; 5,41 cmol_c dm⁻³ de H+Al; CTC de 8,57 cmol_c dm⁻³; V de 36,87%; 5,53 mg kg⁻¹ de S=SO₄²⁻; 0,18 mg dm⁻³ de B; 0,78 mg dm⁻³ de Cu (Mehlich 1); 78,50 mg dm⁻³ de Fe (Mehlich 1); 27,38 mg dm⁻³ de Mn (Mehlich 1); e 0,77 mg dm⁻³ de Zn (Mehlich 1).

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. Foram avaliados quatro clones de copa: um híbrido de *H. pauciflora* x *H. brasiliensis* [IAN 6543 (PB 10 x PB 86)], um de *H. brasiliensis* x *H. benthamiana* [IAN 6158 (F 43-655 x PB 186)], um de *H. benthamiana* [F 4512 (clone primário)] e um de *H. brasiliensis* [MDF 180 (clone primário originário do Peru)], combinados com três clones de painel: PB 311 (PB 5/51 x RRIM 600), RRIM 600 (Tjir 1 x PB 86) e PB 314 (PB 5/51 x RRIM 600). O experimento foi constituído de parcelas de 120 plantas, e o espaçamento adotado foi de 13x3x2,25 m. Na faixa entre as linhas de plantio, houve consórcio com café tipo Conilon (*Coffea canephora*) até o fechamento do dossel.

As sangrias foram iniciadas em plantas com perímetro superior ou igual a 45 cm, em 1/2S d/5 6d/7 10m/y ET 2,5% 4/y (Benesi & Oliveira, 2000). Os resultados dos anos de avaliação foram expressos em quilos de borracha seca por árvore por sangria por ano (kg por árvore por ano) e em megagramas por hectare por ano (Mg ha⁻¹ por ano).

Sementes ilegítimas de *H. brasiliensis* foram colocadas em canteiros de areia e, no estágio de crescimento denominado de 'pata de aranha', foram transplantadas para o viveiro em condições de campo. No plantio definitivo, foram selecionadas as plantas cuja brotação do enxerto de copa estava com, no mínimo, três lançamentos, tendo sido decapitado o primeiro lançamento. A enxertia de copa foi iniciada aos oito meses após a liberação dos enxertos de base, e o transplantio foi feito com toco alto do painel, com

as copas enxertadas correspondentes aos tratamentos avaliados.

Com relação à adubação, no preparo da área, antes da aração, foi adicionado, ao solo, o equivalente a uma megagrama de calcário dolomítico. Dois meses após a calagem, foi colocado, em cobertura, 113 g de mistura, na proporção de: 100 g de superfosfato triplo (40% de P_2O_5), 5 g de sulfato de cobre (13% de Cu), 5 g de sulfato ferroso (19% de B), 5 g de sulfato de zinco (20% de Zn) e 3 g de bórax (11% de B). Também foram adicionados em cobertura: ureia, 44% de N (equivalente a 696,9 kg ha^{-1}); sulfato de amônio, 20% de N (equivalente a 464,4 kg ha^{-1}); e cloreto de potássio, 60% de K_2O (equivalente a 696,1 kg ha^{-1}), fracionados em seis aplicações mensais a partir do segundo mês. As adubações de manutenção dos seringais foram feitas no primeiro ano de sangria, com aplicação de 84 kg ha^{-1} do formulado 20-5-20 (N- P_2O_5 - K_2O), e no quarto ano de sangria, com 73 kg ha^{-1} do formulado 20-10-20 (N- P_2O_5 - K_2O).

No oitavo ano de sangria, foram colhidas amostras de folíolos no terço médio superior das plantas, nos quatro pontos cardeais, para avaliação do estado nutricional. Foram determinados os teores foliares totais de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn de acordo com Malavolta et al. (1997).

As análises referentes ao conteúdo de borracha seca (DRC) do látex, à viscosidade Mooney (VR) e às plasticidades Wallace (P_0 , plasticidade in natura; e P_{30} , plasticidade após 30 min de degradação térmica) foram realizadas segundo a ASTM International (1998), em janeiro e março, no laboratório de qualidade de borracha da Fazenda Triângulo da Guaporé Pecuária S.A., Pontes e Lacerda, MT. O índice de retenção de plasticidade (PRI) foi calculado a partir da expressão: $PRI = (P_{30}/P_0) \times 100$.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e, posteriormente, à análise de variância e ao teste F, e as médias foram comparadas pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade. Os clones (painel/copa) foram classificados quanto à qualidade da borracha e à percentagem de secamento de painel.

Resultados e Discussão

Após oito anos de avaliação, o clone de copa IAN 6158 apresentou as maiores quantidades de plantas aptas à sangria, com perímetro ≥ 45 cm ($82,2 \pm 2,5\%$), independentemente do painel (Tabela 1).

O clone MDF 180, possivelmente por apresentar folhas decíduas durante o período mais seco do ano e posterior refolhamento (Pires et al., 2002), teve a menor percentagem de plantas com incremento do perímetro do caule ($62,3 \pm 4,2\%$) sobre os três clones de painel avaliados (PB 311, RRIM 600 e PB 314). Quando comparados, os clones de painel apresentaram, na média, a seguinte sequência quanto à quantidade de plantas aptas para sangria: IAN 6158 > F 4512 > IAN 6543 > MDF 180. Semelhantemente ao observado por Gonçalves et al. (2011), o número de plantas aptas à sangria, com perímetro do tronco (x) ≤ 45 cm, não está necessariamente associado a altas produtividades de borracha seca (\hat{y}), como foi verificado na equação de correlação entre essas duas variáveis: $\hat{y} = 106,45 - 24,669x$, $r = 0,79$ ($p \leq 0,05$).

O aumento de árvores/clones aptas à sangria no último ano de avaliação foi de 6,5%, com variação de 5% (RRIM 600) a 9,1% (PB 311). Ao se compararem os clones de painel (Tabela 1), também houve diferença significativa na média das quatro copas enxertadas. Observou-se que o PB 314 apresentou as maiores quantidades de plantas comercialmente em atividade, seguido pelos clones RRIM 600 e PB 311, o que equivale a uma diferença de 6,1%, do clone PB 314 para o RRIM 600; de 12,2%, do clone PB 314 para o PB 311; e de 6,5%, do clone RRIM 600 para o PB 311. A percentagem de plantas aptas à sangria é um caráter importante na manutenção ou no aumento da produção por área, principalmente com o uso de copas enxertadas e volumosas, como *H. pauciflora* (Pires et al., 2002), o que ajuda na redução da quebra de árvores pelo vento.

As percentagens acima de 70% de plantas aptas à sangria, com as copas de *H. pauciflora* e *H. benthamiana* ou de híbridos dessas com *H. brasiliensis* (Tabela 1), mostram que os baixos índices de pegamento de enxertia de copa, descritos por Moraes & Moraes (2008) como empecilho de adoção dessa técnica com espécies de *Hevea*, não foram problema na utilização destes clones no controle do mal-das-folhas. Com relação à incidência de seca de painel, os percentuais finais de plantas situaram-se dentro da normalidade, com valores abaixo de 5% (Silva et al., 2007), exceto para a combinação PB 311 x IAN 6158. Ao se compararem os efeitos nos clones de copa e painel, a maior seca de painel foi verificada sob as copas de IAN 6158 e F 4512, o que evidencia a maior sensibilidade à doença fisiológica, seca dos painéis, de grande importância

na heveicultura. Quanto aos efeitos nos clones de painel, a maior incidência de seca ocorreu nos clones PB 311 e PB 314, em comparação ao clone RRIM 600 (Tabela 2).

As combinações de copas de *H. pauciflora* x *H. brasiliensis* (IAN 6543) e *H. brasiliensis* (MDF 180) com os painéis PB 311, RRIM 600 e PB 314 acarretaram bom desempenho, com produção de borracha seca acima de 3,5 kg por árvores por ano ou 1,41 Mg ha⁻¹ por ano após oito anos de sangria (Tabela 2). A produção da combinação clone de copa MDF 180 e clone de painel PB 311 foi, na média do segundo ao oitavo ano de avaliação, de 65,2, 78,7 e 67,8%, superior às combinações PB 311 x F 4512, RRIM 600 x F 4512 e PB 314 x F 4512, respectivamente (Tabela 2). Independentemente dos painéis utilizados, as copas apresentaram, em relação à produção, a seguinte sequência: MDF 180 (1,66 Mg ha⁻¹ por ano) > IAN 6543 (1,64 Mg ha⁻¹ por ano) > IAN 6158 (1,55 Mg ha⁻¹ por ano) > F 4512

(1,07 Mg ha⁻¹ por ano). A utilização do clone de painel PB 311 proporcionou a maior produtividade média de borracha seca (1,58 Mg ha⁻¹ por ano), seguido pelos clones PB 314 (1,45 Mg ha⁻¹ por ano) e RRIM 600 (1,40 Mg ha⁻¹ por ano). Esses resultados foram semelhantes aos obtidos por Virgens Filho et al. (2003) e Gonçalves et al. (2011), com o clone de painel RRIM 600, cultivado na região noroeste do Estado de São Paulo.

Moraes & Moraes (2008) e Moraes et al. (2011) também observaram resultados promissores quanto à produção de borracha seca, com o uso de enxertia de copa com híbridos de *H. pauciflora* x *H. guianensis* e de *H. pauciflora* x *H. rigidifolia* sobre o clone de painel CSN AM 7905, em áreas endêmicas de mal-das-folhas. Estes autores obtiveram produtividades acima de 1,5 Mg ha⁻¹ por ano de borracha seca, mesmo em solo caracterizado por acidez elevada e baixos teores de nutrientes disponíveis para as plantas (Moreira & Fageria, 2009).

Tabela 1. Percentagem de plantas aptas à sangria com perímetro ≥ 45 cm e de plantas com painel seco (PPS), nas diferentes combinações entre copa e painel de seringueira⁽¹⁾.

Clones de painel/copa ⁽²⁾	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	PPS
	----- (%) -----								
PB 311 x F 4512	-	2,3e	16,9e	30,4e	50,0d	57,5c	68,5b	76,5b	2,7 (7) ⁽⁵⁾
PB 311 x MDF 180	-	0,5e	19,6e	26,9f	43,1e	45,8d	54,6c	60,2c	1,9 (8)
PB 311 x IAN 6158	0,8c	6,4d	31,7c	49,6c	66,3b	70,4b	75,0b	79,4b	5,6 (1)
PB 311 x IAN 6543	1,9b	9,4c	23,1d	30,6e	43,5e	47,1d	54,8c	60,0c	3,4 (5)
RRIM 600 x F 4512	-	0,8e	13,1e	28,3f	56,3c	60,4c	71,9b	77,1b	1,4 (9)
RRIM 600 x MDF 180	-	1,7e	18,8b	29,6e	44,2e	47,3d	55,0c	59,2c	1,1 (10)
RRIM 600 x IAN 6158	-	8,1c	42,9b	61,5a	72,5a	75,8a	80,8a	82,7a	3,6 (4)
RRIM 600 x IAN 6543	6,3a	22,9b	48,3a	56,3b	69,0a	71,5a	75,4b	76,7b	0,8 (11)
PB 314 x F 4512	-	6,7d	24,8d	33,8d	57,1c	65,0b	78,1a	85,2a	4,5 (2)
PB 314 x MDF 180	-	1,0e	18,3e	28,5f	43,3e	48,3d	60,4c	67,5c	3,1 (6)
PB 314 x IAN 6158	0,5c	10,0c	43,3b	59,6a	71,7a	75,6a	80,6a	84,4a	3,8 (3)
PB 314 x IAN 6543	6,3a	31,4a	51,3a	57,9a	67,9a	69,6b	77,3a	77,5b	0,3 (12)
Média	1,3	8,4	29,3	41,1	57,1	61,2	69,4	73,9	2,7
Desvio-padrão	0,2	2,6	3,6	4,4	12,0	11,7	9,4	9,6	0,5
CV (%)	15,4	30,9	13,3	10,7	21,0	19,1	13,5	13,0	16,2
PB 311 ⁽³⁾	0,7b	4,7c	22,8c	34,4b	50,7b	55,2b	63,2c	69,0c	3,4 (1)
RRIM 600	1,6a	8,4b	30,8b	43,9a	60,5a	63,8a	70,4b	73,9b	2,0 (3)
PB 314	1,7a	12,3a	34,4a	45,0a	60,0a	64,6a	74,1a	78,7a	2,4 (2)
F 4512 ⁽⁴⁾	-	3,3c	18,3b	30,8b	54,5b	61,0b	72,8a	79,6a	2,9 (2)
MDF 180	-	1,1c	18,9b	28,3b	43,5c	47,1c	56,7b	62,3b	2,0 (3)
IAN 6158	0,4b	8,2b	39,3a	56,9a	70,2a	73,9a	78,8a	82,2a	3,4 (1)
IAN 6543	4,8a	21,2a	40,9a	48,3a	60,1b	62,7b	69,2a	74,2a	1,5 (4)

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade. ⁽²⁾F 4512, *Hevea benthamiana*; MDF 180, *H. brasiliensis*; IAN 6158, híbrido de *H. brasiliensis* x *H. benthamiana*; PB 311 (PB 5/51 x RRIM 600), RRIM 600 (Tjir 1 x PB 86) e PB 314 (PB 5/51 x RRIM 600) são clones de painel. ⁽³⁾Comparação das copas dentro dos quatro painéis avaliados. ⁽⁴⁾Comparação dos painéis dentro das três copas avaliadas. ⁽⁵⁾Entre parênteses, a classificação dos clones dentro de cada variável analisada.

Na avaliação dos teores foliares, apesar das diferenças entre as combinações (Tabela 3), verificou-se que, na média, N, P, S, B, Cu e Zn ficaram dentro das faixas tidas como adequadas por Boardman et al. (1997) e Malavolta et al. (1997), enquanto os teores de K, Ca, Mg, Fe e Mn situaram-se acima dos níveis críticos estabelecidos para seringueira. Ao se compararem os clones de copa, foram constatadas diferenças significativas nos teores foliares de Fe, em F 4512 e IAN 6543, e de Mn, com os maiores teores em IAN 6543 e IAN 6158 (Tabela 3). Cabe ressaltar que os clones de *H. pauciflora* e *H. benthamiana*, compostos por folíolos mais rígidos ou pilosos com densa ramificação de nervuras secundárias e terciárias (Pires et al., 2002), poderiam ter apresentado teores foliares não compatíveis com os de *H. brasiliensis*, espécie utilizada como referência na interpretação do estado nutricional das plantas. Diferentemente do observado por Moraes et al. (2011), em plantas com enxertia de copa, no presente trabalho, os

teores foliares de K e Cu não foram limitantes para a produção de borracha seca.

Os valores de DRC (Tabela 4), registrados na média de duas coletas realizadas (janeiro e março), variaram de 43,8% (RRIM 600 x IAN 6543) a 64,7% (RRIM 600 x IAN 6158) e ficaram acima dos valores obtidos por Kalil Filho et al. (2000), com os clones IAN 6543 e IAN 6158, e por Moreno et al. (2005), com GT 1, PB 235, IAN 873 e RRIM 600. De acordo com Moreno et al. (2003), as diferenças dos valores de DRC resultaram da grande variação existente nesta propriedade do látex, dependente de sistemas e intensidades de sangria, variações climáticas, clones, práticas de estimulação e tratos culturais. Na comparação do clone RRIM 600 com copa própria e com enxertia de copa (F 4512, IAN 6543, MDF 180 e IAN 6158), somente a combinação painel/copa RRIM 600 x IAN 6543 ficou com DRC inferior a 48,8%, o que indica alta quantidade de água no látex. Entre os clones de painel, o RRIM 600, na média

Tabela 2. Produção de borracha seca por árvore e por hectare por ano, após cinco anos da realização da enxertia de copa, nas diferentes combinações de copa e painel de seringueira⁽¹⁾.

Clones de painel/copa ⁽²⁾	(kg por árvore por ano)								(Mg ha ⁻¹ por ano)							
	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8
PB 311 x F 4512	-	2,43g	2,48h	3,82h	2,60g	2,82h	2,98i	2,51g	-	0,97f	1,00i	1,52g	1,04g	1,13h	1,20h	1,00g
PB 311 x MDF 180	-	2,81d	3,08f	5,76a	4,70c	5,76a	5,52a	4,50a	-	1,23b	1,23g	2,22d	1,88b	2,30a	2,21a	1,80a
PB 311 x IAN 6158	3,12b	3,07b	3,92a	4,51e	4,34c	4,51e	3,87f	3,30e	1,25b	1,23b	1,57a	2,38c	1,74c	1,80e	1,55e	1,32e
PB 311 x IAN 6543	2,03e	2,95c	3,72b	5,11b	4,82a	5,11b	4,12d	3,80c	0,81e	1,18c	1,49b	2,53b	1,93a	2,05b	1,65d	1,53c
RRIM 600 x F 4512	-	2,42f	2,54h	2,44i	2,42h	2,44i	2,36j	2,13h	-	0,72g	1,02i	1,49g	0,97h	0,98i	0,94i	0,86h
RRIM 600 x MDF 180	-	2,81d	2,85g	5,00c	4,11d	5,00c	4,41c	4,33b	-	1,13d	1,14h	1,70f	1,64d	2,00c	1,76c	1,73b
RRIM 600 x IAN 6158	-	2,87d	3,27e	4,22f	3,96e	4,22f	3,62g	3,02f	-	1,15d	1,31f	2,02e	1,58e	1,69f	1,45f	1,21f
RRIM 600 x IAN 6543	2,23d	2,55e	3,26e	4,48e	3,95e	4,48e	3,93f	3,56d	0,89d	1,01e	1,30f	2,05e	1,58e	1,79e	1,57d	1,42d
PB 314 x F 4512	-	2,35f	2,53h	2,45i	2,37h	2,45i	2,26k	2,14h	-	0,94f	1,01i	1,98e	0,95h	0,98i	0,90i	0,86h
PB 314 x MDF 180	-	3,08b	3,10f	4,76d	4,29c	4,76d	4,02e	3,80c	-	1,23b	1,16h	2,23d	1,71c	1,90d	1,61d	1,52c
PB 314 x IAN 6158	3,40a	3,28a	3,50c	3,81g	3,76f	3,81g	4,95b	2,97f	1,36a	1,31a	1,40c	2,60b	1,50f	1,52g	1,98b	1,19f
PB 314 x IAN 6543	2,77c	2,96c	3,37d	4,55e	4,26c	4,55e	3,49h	3,53d	1,11c	1,18c	1,35d	2,93a	1,70c	1,82e	1,40g	1,41d
Média	2,71	2,74	3,14	3,92	3,80	4,16	3,79	3,30	1,08	1,10	1,25	1,97	1,52	1,66	1,52	1,32
Desvio-padrão	0,46	0,48	0,53	0,35	0,90	1,13	1,00	0,84	0,18	0,19	0,22	0,14	0,36	0,45	0,40	0,34
CV (%)	16,97	17,52	16,88	8,93	23,68	27,16	36,38	25,45	16,67	17,27	17,6	7,10	23,68	27,11	26,31	25,76
PB 311 ⁽³⁾	1,29b	2,82a	3,30a	4,80a	4,12a	4,55a	4,12a	3,53a	1,03b	1,15a	1,32a	2,16b	1,65a	1,93a	1,65a	1,41a
RRIM 600	0,56c	2,66b	2,98b	4,03b	3,61b	4,04b	3,58b	3,26b	0,89c	1,00b	1,19b	1,82c	1,44b	1,62b	1,43b	1,30b
PB 314	1,54a	2,92a	3,13b	3,89b	3,67b	3,89b	3,68b	3,11b	1,24a	1,17a	1,23b	2,44a	1,46b	1,56b	1,47b	1,25b
F 4512 ⁽⁴⁾	-	2,40a	2,52b	2,90b	2,46b	2,57b	2,53b	2,26b	-	0,88a	1,01b	1,66b	0,99b	1,03b	1,01b	0,91b
MDF 180	-	2,90a	3,01b	5,17a	4,37a	5,17a	4,65a	4,21a	-	1,20a	1,18b	2,05b	1,74a	2,07a	1,86a	1,68a
IAN 6158	2,17a	3,07a	3,56a	4,18a	4,02a	4,18a	4,14a	3,10a	0,87a	1,23a	1,43a	2,34a	1,61a	1,67a	1,66a	1,24a
IAN 6543	2,34a	2,82a	3,45a	4,71a	4,34a	4,71a	3,85a	3,63a	0,94a	1,12a	1,38a	2,50a	1,74a	1,89a	1,54a	1,45a

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade. ⁽²⁾F 4512, *Hevea benthamiana*; MDF 180, *H. brasiliensis*; IAN 6158, híbrido de *H. brasiliensis* x *H. benthamiana*; IAN 6543, híbrido de *H. pauciflora* x *H. brasiliensis*. PB 311 (PB 5/51 x RRIM 600), RRIM 600 (Tjir 1 x PB 86) e PB 314 (PB 5/51 x RRIM 600) são clones de painel. ⁽³⁾Comparação das copas dentro dos quatro painéis avaliados. ⁽⁴⁾Comparação dos painéis dentro das três copas avaliadas.

das quatro copas, apresentou o maior DRC (53,6%), seguido pelos clones PB 314 e PB 311 (Tabela 4).

Com relação à plasticidade Wallace, o clone RRIM 600 com copa própria obteve o maior P_0 (26,3), superior a todos os painéis com copas enxertadas (Tabela 4). Os baixos valores de P_0 de todas as combinações painel/copa evidenciaram que o látex desses materiais apresenta alta plasticidade, o que demanda menos mão de obra, tempo e energia por ocasião do processamento (Esah, 1990). Fatores como espécie de *Hevea*, clone, processamento, condições de secagem e plastificação do elastômero, com diminuição do tamanho da cadeia molecular, podem influenciar os valores de P_0 do látex (Kalil Filho et al., 2000; Moreno et al., 2003). O P_{30} variou de 10,6 (PB 314 x MDF 180) a 20,1 (PB 311 x IAN 6543), e a média foi de 15,3. Valores muito baixos de P_{30} indicam má qualidade da borracha para indústria de pneumáticos, em razão do alto grau de degradação do látex a temperaturas $\geq 140^\circ\text{C}$.

O látex das combinações painel/copa RRIM 600 x F 4512, PB 314 x F 4512 e PB 314 x MDF 180

mostrou PRI inferior a 60, indicado como o mínimo necessário de especificação para a resistência à degradação termo-oxidativa em altas temperaturas, característica utilizada pela indústria para avaliar a estabilidade da borracha natural (Moreno et al., 2003; Dall'Antonia et al., 2006). Em termos de qualidade da borracha, o clone de copa IAN 6543 sobre os painéis PB 311 e PB 314 (Tabela 4) apresentou os maiores PRI (80,1 e 83,0), o que indica maior resistência à degradação térmica. Valores altos de PRI são indicativos de boas propriedades quanto ao grau de envelhecimento e à resistência ao aquecimento da borracha (Moreno et al., 2003).

O clone RRIM 600 e a combinação painel/copa PB 314 x IAN 6158 expressaram os maiores valores de V_R (Tabela 4), enquanto os menores valores foram verificados nas combinações RRIM 600 x F 4512 (43,2%) e RRIM 600 x MDF 180 (44,8%). As diferenças observadas para V_R entre os clones decorreram, possivelmente, da maior quantidade de constituintes não borrachosos presentes, como, por exemplo, a formação de ligações cruzadas na cadeia

Tabela 3. Teores de macro e micronutrientes nas diferentes combinações de copa e painel de seringueira⁽¹⁾.

Clones de painel/copa ⁽²⁾	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
PB 311 x F 4512	33,6b	2,1a	18,0a	11,2b	4,3a	1,7a	18,8a	10,3c	138,5c	55,2d	19,6a
PB 311 x MDF 180	33,6b	1,6b	20,5a	15,8a	5,6a	2,0a	21,0a	11,6c	135,5c	105,6b	19,7a
PB 311 x IAN 6158	30,1b	2,9a	20,7a	8,3b	5,6a	2,1a	16,5a	15,2b	105,6d	51,0d	26,6a
PB 311 x IAN 6543	30,1b	2,8a	19,4a	7,7c	3,4a	2,1a	20,5a	15,1b	175,2b	59,0d	25,9a
RRIM 600 x F 4512	35,7b	1,7b	19,7a	9,5b	3,2a	1,8a	23,3a	14,8b	234,0a	60,0d	29,5a
RRIM 600 x MDF 180	35,8b	1,8a	19,4a	6,9c	4,3a	2,0a	25,8a	12,6c	183,6b	57,6d	22,3a
RRIM 600 x IAN 6158	32,2b	2,9a	17,1a	7,3c	3,9a	1,5a	21,0a	13,3c	186,6b	83,4c	29,8a
RRIM 600 x IAN 6543	34,3b	2,8a	19,3a	9,9b	4,4a	2,0a	23,0a	20,0a	219,0a	49,2d	36,1a
PB 314 x F 4512	31,5b	2,2a	20,9a	9,1b	4,2a	2,2a	25,8a	16,6b	139,2c	71,4c	23,8a
PB 314 x MDF 180	35,7b	2,1a	20,2a	8,6c	3,4a	2,1a	25,8a	13,7c	111,0d	93,0b	22,0a
PB 314 x IAN 6158	40,6a	1,7b	16,4a	8,3c	3,7a	1,5a	23,0a	11,8c	112,8d	137,6a	25,4a
PB 314 x IAN 6543	33,6b	2,1a	18,5a	6,8c	3,7a	1,8a	23,0a	14,6b	148,2c	148,2a	26,7a
Média	33,9	2,2	19,2	9,1	4,1	1,9	22,3	14,1	157,4	80,9	25,6
Desvio-padrão	3,0	0,4	4,0	2,3	0,6	0,2	5,0	2,4	32,0	6,3	7,8
CV (%)	8,8	16,7	20,8	25,3	14,9	10,5	22,6	17,0	20,3	7,8	30,5
PB 311 ⁽³⁾	31,9a	2,4a	19,7a	10,8a	4,7a	2,0a	19,2a	13,1a	138,7b	67,7b	23,0a
RRIM 600	34,5a	2,3a	18,9a	8,3a	4,0a	1,8a	23,3a	15,2a	205,8a	62,6b	29,4a
PB 314	35,4a	2,0a	19,0a	8,2a	3,8a	1,9a	24,4a	14,2a	127,8b	112,6a	24,5a
F 4512 ⁽⁴⁾	33,6a	2,0a	19,5a	9,9a	3,9a	1,9a	22,6a	13,9a	170,6a	62,2b	24,3a
MDF 180	35,0a	1,8a	20,0a	10,4a	4,4a	2,0a	24,2a	12,6a	143,4b	85,4a	21,3a
IAN 6158	34,3a	2,5a	18,1a	8,0a	4,4a	1,7a	21,5a	13,4a	135,0b	79,3a	29,1a
IAN 6543	32,7a	2,6a	19,1a	8,1a	3,8a	2,0a	22,2a	16,6a	180,8a	92,9a	29,6a

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade. ⁽²⁾F 4512, *Hevea benthamiana*; MDF 180, *H. brasiliensis*; IAN 6158, híbrido de *H. brasiliensis* x *H. benthamiana*; IAN 6543, híbrido de *H. pauciflora* x *H. brasiliensis*. PB 311 (PB 5/51 x RRIM 600), RRIM 600 (Tjir 1 x PB 86) e PB 314 (PB 5/51 x RRIM 600) são clones de painel. ⁽³⁾Comparação das copas dentro dos quatro painéis avaliados. ⁽⁴⁾Comparação dos painéis dentro das três copas avaliadas.

Tabela 4. Propriedades do látex de seringueira relativas ao conteúdo de borracha seca (DRC), à plasticidade Wallace (P_0 e P_{30}), ao índice de retenção de plasticidade (PRI) e à viscosidade Mooney (V_R), nas diferentes combinações de copa e painel de seringueira. Entre parênteses, a classificação dos clones dentro de cada variável analisada.

Clones de painel/copa ⁽¹⁾	DRC ---- (%) ----	P_0	P_{30}	PRI	V_R ---- (%) ----
PB 311 x F 4512	52,7 (4)	25,8 (3)	17,4 (7)	67,4 (6)	54,8 (3)
PB 311 x MDF 180	51,3 (6)	23,4 (6)	14,3 (5)	61,1 (10)	54,5 (4)
PB 311 x IAN 6158	48,9 (8)	22,7 (8)	13,9 (8)	61,2 (9)	51,5 (8)
PB 311 x IAN 6543	50,0 (7)	25,1 (4)	20,1 (1)	80,1 (2)	54,8 (3)
RRIM 600 x F 4512	53,2 (2)	18,9 (11)	11,3 (11)	59,8 (11)	43,2 (12)
RRIM 600 x MDF 180	52,8 (3)	17,6 (12)	10,8 (12)	61,4 (8)	44,8 (11)
RRIM 600 x IAN 6158	64,7 (1)	23,2 (7)	17,2 (6)	74,1 (4)	52,1 (6)
RRIM 600 x IAN 6543	43,8 (10)	18,9 (11)	12,7 (9)	67,2 (7)	51,6 (7)
PB 314 x F 4512	51,2 (6)	21,2 (9)	12,1 (10)	57,1 (12)	48,4 (9)
PB 314 x MDF 180	53,2 (2)	19,0 (10)	10,6 (13)	55,8 (13)	47,4 (10)
PB 314 x IAN 6158	52,3 (5)	26,2 (2)	19,6 (3)	74,8 (3)	57,1 (2)
PB 314 x IAN 6543	52,7 (4)	24,1 (5)	20,0 (2)	83,0 (1)	52,3 (5)
RRIM 600 ⁽²⁾	48,8 (9)	26,3 (1)	18,3 (4)	69,6 (5)	64,8 (1)
Média	52,0	22,5	15,3	67,1	52,1
Desvio-padrão	4,6	3,1	3,6	8,8	5,6
CV (%)	8,9	13,8	23,5	13,1	10,7
PB 311 ⁽³⁾	50,7 (3)	24,3 (1)	16,4 (2)	67,5 (2)	53,9 (2)
RRIM 600	53,6 (1)	19,7 (3)	13,0 (3)	65,0 (3)	47,9 (3)
PB 314	52,3 (2)	23,9 (2)	17,1 (1)	70,8 (1)	55,4 (1)
F 4512 ⁽⁴⁾	52,4 (2)	22,0 (3)	13,6 (3)	61,4 (3)	48,8 (4)
MDF 180	52,4 (2)	20,0 (4)	11,9 (4)	59,4 (4)	51,3 (3)
IAN 6158	55,3 (1)	24,0 (1)	16,9 (2)	70,0 (2)	53,6 (1)
IAN 6543	48,8 (3)	22,7 (2)	17,6 (1)	76,8 (1)	52,9 (2)

⁽¹⁾F 4512, *Hevea benthamiana*; MDF 180, *H. brasiliensis*; IAN 6158, híbrido de *H. brasiliensis* x *H. benthamiana*; IAN 6543, híbrido de *H. pauciflora* x *H. brasiliensis*. PB 311 (PB 5/51 x RRIM 600), RRIM 600 (Tjir 1 x PB 86) e PB 314 (PB 5/51 s RRIM 600) são clones de painel. ⁽²⁾RRIM 600, planta referência com copa própria. ⁽³⁾Comparação das copas dentro dos quatro painéis avaliados. ⁽⁴⁾Comparação dos painéis dentro das três copas avaliadas.

carbônica (Dall'Antonia et al., 2006) causadas pelas reações entre as moléculas de poli-isopreno que contêm grupos aldeídos ou carbonil na fase não borracha do látex (Moreno et al., 2003). Semelhantemente ao observado por Esah (1990) e Moreno et al. (2003), com diferentes clones de painel, houve correlação positiva e significativa entre P_0 e V_R ($\hat{y} = 34,115 + 1,179x$, $r = 0,76$, $p \leq 0,05$). Ao se compararem os clones de painel, a V_R apresentou a seguinte sequência: PB 314 > PB 311 > RRIM 600 e ficou dentro da faixa de 46 a 78%, indicada como classe 2, na Tabela de classificação de qualidade da borracha (Yip, 1990).

Conclusões

1. Os clones de copa IAN 6543 e MDF 180 com os clones de painel PB 311, RRIM 600 e PB 314 proporcionam bom desempenho, com produtividade

de borracha seca acima de 3,5 kg por árvore por ano ou 1,41 Mg ha⁻¹ por ano.

2. O clone de copa IAN 6158 propicia as maiores quantidades de plantas aptas à sangria.

3. O clone de painel PB 314 apresenta a melhor qualidade de borracha com maiores retenção de plasticidade e viscosidade Mooney.

4. As borrachas das 12 combinações painel/copa apresentam boa resistência à degradação termo-oxidativa e alta retenção de plasticidade, e são indicadas para uso industrial.

Agradecimentos

Ao pesquisador Vicente Haroldo de Figueiredo Moraes (*in memoriam*); e aos proprietários da Fazenda Triângulo da Guaporé Pecuária S.A., pelo apoio material.

Referências

- ASTM INTERNATIONAL. **Annual book of ASTM standards**. West Conshohocken: ASTM International, 1998. v.3, 545p.
- BENESI, J.F.C.; OLIVEIRA, M.A. **Sangrador de seringueira**: sangria em seringueira. São Paulo: Senar, 2000. 57p.
- BOARDMAN, R.N.; CROMER, R.N.; LAMBERT, M.J.; WEBB, M.J. Forest plantation. In: REUTER, D.J.; ROBINSON, J.B.; DUTKIEWICZ, C. (Ed.). **Plant analysis: an interpretation manual**. Collingwood: CSIRO Publishing, 1997. p.505-566.
- COSTA, V.A.; PEREIRA, C. de F.; BATISTAFILHO, A. Observações preliminares sobre o parasitismo de ovos de *Leptopharsa heveae* (Hemiptera: Tingidae) em seringueira em Pindorama, SP. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.70, p.205-206, 2003.
- DALL'ANTONIA, A.C.; MARTINS, M.A.; MORENO, R.M.B.; MATTOSO, L.H.C.; JOB, A.E.; FERREIRA, F.C.; GONÇALVES, P.S. Avaliação de clones de borracha natural crua por ensaios padrão e análise dinâmico-mecânica. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v.16, p.239-245, 2006. DOI: 10.1590/S0104-14282006000300015.
- DAUD, R.D.; FERES, R.J.F. Dinâmica populacional de ácaros fitófagos (Acari, Eriophyidae, Tenuipalpidae) em seis clones de seringueira no sul do Estado de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.51, p.377-381, 2007. DOI: 10.1590/S0085-56262007000300016.
- ESAH, Y. Clonal characteristics of latex and rubber properties. **Journal of Natural Rubber Research**, v.5, p.52-80, 1990.
- GASPAROTTO, L.; PEREIRA J.C.R. (Ed.). **Doenças da seringueira no Brasil**. 2.ed. rev. atual. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2012. 255p.
- GONÇALVES, P. de S.; SCALOPPI JÚNIOR, E.J.; MARTINS, M.A.; MORENO, R.M.B.; BRANCO, R.B.F.; GONÇALVES, E.C.P. Assessment of growth and yield performance of rubber tree clones of the IAC 500 series. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1643-1649, 2011. DOI: 10.1590/S0100-204X2011001200009.
- JACKSON, J. **The thief at the end of the world**: rubber, power, and the seeds of empire. New York: Penguin Group, 2008. 395p.
- KALIL FILHO, A.N.; KALIL, G.P. da C.; GRAÇA, M.E.C.; MEDEIROS, A.C. de S. Análise da plasticidade e do teor de borracha seca (DCR) do látex clones de seringueira (*Hevea* sp). **Boletim de Pesquisa Florestal**, v.41, p.3-11, 2000.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.
- MORAES, L.A.C. **Cianogênese e estado nutricional na seleção de clones de copa de seringueira resistentes ao mal-das-folhas**. 2010. 85p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- MORAES, L.A.C.; MOREIRA, A.; FONTES, J.R.A.; CORDEIRO, E.R.; MORAES, V.H. de F. Assessment of rubber tree panels under crowns resistant to South American leaf blight. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.466-473, 2011. DOI: 10.1590/S0100-204X2011000500003.
- MORAES, V.H. de F.; MORAES, L.A.C. Desempenho de clones de copa de seringueira resistentes ao mal-das-folhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.1495-1500, 2008. DOI: 10.1590/S0100-204X2008001100007.
- MOREIRA, A.; FAGERIA, N.K. Soil chemical attributes of Amazonas State, Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.40, p.2912-2925, 2009. DOI: 10.1080/00103620903175371.
- 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, p.583-590, 2003. DOI: 10.1590/S0100-204X2003000500005.
- MORENO, R.M.B.; FERREIRA, M.; GONÇALVES, P. de S.; MATTOSO, L.H.C. Technological properties of latex and natural rubber of *Hevea brasiliensis* clones. **Scientia Agricola**, v.62, p.122-126, 2005. DOI: 10.1590/S0103-90162005000200005.
- PIRES, J.M.; SECCO, R. de S.; GOMES, J.I. **Taxonomia e fitogeografia das seringueiras *Hevea* spp.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 103p.
- RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF INDIA. Crown budding of susceptible high yielding clones with resistant/tolerant clones. In: RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF INDIA. **Annual report 1986/87**. Kerala: RRII, 1987. p.37-38.
- SILVA, J.Q.; SOUZA, M.I.T. de; GONÇALVES, P. de S.; AGUIAR, A.T. da E.; GOUVÊA, L.R.L.; PINOTTI, R.N. Viabilidade econômica de diferentes sistemas de sangria em clones de seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.349-356, 2007. DOI: 10.1590/S0100-204X2007000300007.
- VIRGENS FILHO, A. de C.; MOREIRA, A.; CASTRO, P.R. de C. e. Características físicas e químicas do látex e crescimento da seringueira em função da calagem e da adubação NPK em dois sistemas de exploração. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, p.1237-1245, 2003. DOI: 10.1590/S1413-70542003000600005.
- YIP, E. Clonal characterization of latex and rubber properties. **Journal of Natural Rubber Research**, v.5, p.52-80, 1990.

Recebido em 5 de abril de 2013 e aprovado em 29 de maio de 2013