

Clones de copa de seringueira resistentes ao mal-das-folhas para o cultivo na Amazônia tropical úmida

Larissa Alexandra Cardoso Moraes (^{1*}); Vicente Haroldo de Figueiredo Moraes (²); Adônis Moreira (¹); Everton Rabelo Cordeiro (³); Maria Cristina Neves de Oliveira (¹)

(¹) Embrapa Soja, Caixa Postal 231, 86001-970 Londrina (PR), Brasil.

(²) In memoriam.

(³) Embrapa Amazônia Ocidental, Caixa Postal 319, 69010-970 Manaus (AM), Brasil.

(*) Autor correspondente: larissa.moraes@embrapa.br

Recebido: 5/maio/2013; Aceito: 26/jul./2013

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de 11 clones de copa de seringueira de *Hevea pauciflora* × *H. guianensis*, *H. guianensis* × *H. pauciflora*, *H. pauciflora* × *H. rigidifolia* e *H. pauciflora* resistentes ao fungo *Microcyclus ulei*, causador do mal-das-folhas, sobre o painel de CNS AM 7905 (seleção primária de *H. brasiliensis*), durante 14 anos nas condições edafoclimáticas da Amazônia tropical úmida. Foram avaliados: produtividade de borracha seca durante sete anos, aspectos anatômicos, características fisiológicas do látex, estado nutricional das plantas e métodos de sangria (oriental e amazônica). Os clones de copa CPAA C 01, 06 e 45 produziram, na média, mais de 1,4 t ha⁻¹ ano⁻¹ de borracha seca, seguido pelos clones CPAA C 13, 14, 15, 16 e 20, com produtividade acima de 1,0 t ha⁻¹ ano⁻¹, enquanto os clones CPAA C 18, CPAA C 33 e CBA 2 registraram produtividade inferior a 0,9 t ha⁻¹ ano⁻¹. A concentração de Pi e Mg no látex e os teores foliares de K e Cu estão relacionados com a produtividade dos clones CPAA C 01, 06 e 45, sendo esses fatores importantes no programa de seleção de clones de copa de seringueira. Em plantio comercial, o método da sangria oriental é mais eficiente que a amazônica.

Palavras-chave: *Hevea* spp., *Microcyclus ulei*, produção, estado nutricional, aspectos anatômicos, características fisiológicas do látex.

Rubber tree crown clones resistant to South American leaf blight for cultivation in the humid tropical Amazon

Abstract

The objective of this study was to evaluate the performance of eleven clones of rubber tree crown of *Hevea pauciflora* × *H. guianensis*, *H. guianensis* × *H. pauciflora*, *H. pauciflora* × *H. rigidifolia* and *H. pauciflora*, resistant to fungi *Microcyclus ulei*, causing the South American leaf blight (SALB). Scions were grafted onto CNS AM 7905 (primary selection of *H. brasiliensis*), and grown for 14-years period in the humid tropical Amazon. Dry rubber yield over seven-years, plant nutritional status, anatomical and physiological characteristics of the latex, and methods of tapping (oriental and amazonian) were evaluated. The crown clones of CPAA C 01, 6 and 45 produced, on average, more than 1.4 t ha⁻¹ year⁻¹ of dry rubber, followed by clones CPAA C 13, 14, 15, 16 and 20, with yields above 1.0 t ha⁻¹ year⁻¹, while the clones CPAA C 18, CPAA C 33 and CBA 2 had yields lower than 0.9 t ha⁻¹ year⁻¹. The Pi and Mg concentrations in latex and leaf K and Cu concentrations were associated with the productivity of clones CPAA C 01, 06 and 45, being important traits for selection of rubber tree crown clones. In commercial plantation, the oriental method of tapping is more efficient than the amazonian method.

Key words: *Hevea* spp., *Microcyclus ulei*, yield, nutritional status, anatomical and physiological characteristics of latex.

1. INTRODUÇÃO

A presença do fungo *Microcyclus ulei* (P. Henn.) v. Arx., causador do mal-das-folhas da seringueira, tem sido o principal impedimento da expansão da heveicultura na Amazônia tropical úmida (GASPAROTTO e PEREIRA, 2012; MORAES e MORAES, 2008). Para viabilizar o cultivo comercial na região, vários estudos foram realizados, objetivando: i) melhoramento genético visando a obtenção

de clones resistentes ao *M. ulei* e produtivos; ii) substituição das copas susceptíveis por plantas jovens com clones resistentes testadas desde 1942, em trabalhos iniciados nas antigas plantações da Ford (Fordlândia), em Belterra, PA (PINHEIRO et al., 1989), com clones de *H. pauciflora* (Spruce ex Benth.) Müell. Arg. e de *H. benthamiana* Müell. Arg., e iii) teste em plantios no sul da Bahia com vários híbridos com copas enxertadas de *H. brasiliensis* Müell. Arg. × *H. benthamiana*, cuja resistência foi posteriormente

quebrada (DUNHAM et al., 1982). Sob o mesmo objetivo, a recuperação de plantios jovens de *H. brasiliensis* na Amazônia com a enxertia de copa com clones selecionados de *H. pauciflora* de resistência estável também foi realizada. Entretanto, nesse último caso, o fracasso ocorreu em razão dos baixos índices de pegamento, ressaltando-se um bloco de 180 hectares da plantação da Pirelli, no município de Ananindeua, estado do Pará, com copa de PA 31 (SOUZA e LION, 1989).

Além dos problemas de pegamento de enxertia, fatores como os efeitos depressivos, observados em muitos casos na produtividade de borracha, aliados ao aumento do custo adicional ocasionado pela adoção dessa técnica de manejo também foram fortes argumentos, na época, contra o uso de clones de copa resistentes ao mal-das-folhas (BAHIA e SENA-GOMES, 1981; MORAES e MORAES, 2008). Após as tentativas com pouco sucesso sobre a seleção de copas de *H. pauciflora*, foram realizados novos cruzamentos para obtenção de clones de copa de resistência estável ao *M. ulei*, com alta aptidão ao pegamento da enxertia e reduzido ou nulo efeito depressivo da produção (MORAES et al., 2008; 2012). Para hibridar com *H. pauciflora* foram escolhidos clones de bom pegamento da enxertia de *H. guianensis* Aubl. e *H. rigidifolia* (Spr. ex Benth.) Müell. Arg., ambos apresentando o mesmo grau de resistência estável ao mal-das-folhas e boa produtividade (MORAES e MORAES, 2008), o que foi confirmado por MORAES et al. (2011), que obtiveram altas produtividades de borracha seca com diferentes clones de painel enxertados com copas de *H. guianensis*. No caso da *H. rigidifolia*, a seleção desses híbridos é importante por apresentarem alta resistência ao percevejo-de-renda (*Leptopharsa heveae* Drake e Poor), principal praga desfolhadora da seringueira, e também boa produção de borracha seca (MORAES e MORAES, 2008).

Apesar de todos os esforços realizados nos trabalhos anteriormente descritos, ainda há necessidade de estudos que visem limitar a influência do fungo *Microcyclus ulei* (P. Henn.) v. Arx. na heveicultura da Amazônia tropical úmida. Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de 11 clones de copa de seringueira com resistência estável ao mal-das-folhas durante sete anos de sangria sobre o clone de painel CNS AM 7905 e dois métodos de sangria (oriental e amazônica) nas condições edafoclimáticas da Amazônia tropical úmida.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados 11 clones de copa de híbridos de *H. pauciflora* × *H. guianensis*, *H. guianensis* × *H. pauciflora*, *H. pauciflora* × *H. rigidifolia* e *H. pauciflora* (Tabela 1) em ensaio de blocos casualizados com sete plantas por parcela e três repetições em Manaus (AM), Brasil (3°8'25"S; 59°52'W), sobre latossolo amarelo distrófico muito argiloso (730 g kg⁻¹ de argila) e baixa

fertilidade natural, com H⁺+Al³⁺ prevalecendo na capacidade de troca catiônica (MOREIRA e FAGERIA, 2009). O clima da região é o tropical úmido, tipo Afi, pela classificação de Köppen; apresenta chuvas relativamente abundantes durante todo o ano (média de 2.250 mm), sendo a quantidade no mês de menor precipitação sempre superior a 60 mm. A temperatura média anual é de aproximadamente 26°C (ANTONIO, 2010).

O transplante em área definitiva foi feito com toco alto do painel CNS AM 7905 (*H. brasiliensis*, seleção primária em viveiro), com as copas enxertadas correspondentes aos tratamentos avaliados. O preparo do toco alto com copas enxertadas foi feito conforme as técnicas descritas por MORAES et al. (2008) e a enxertia de copa foi iniciada aos oito meses depois do transplante no campo e concluída antes de nove meses após a liberação dos enxertos de base do clone de painel (CNS AM 7905). Para o plantio foram selecionadas plantas cuja brotação do enxerto de copa estava com no mínimo três lançamentos, sendo o primeiro lançamento decapitado abaixo do primeiro nó.

No preparo da área, foi aplicado antes da aração o equivalente a uma tonelada de calcário dolomítico (26,37% de CaO, 12,42% de MgO e PRNT = 80%) e, dois meses após, foram colocados em cobertura superfosfato triplo (40% de P₂O₅, equivalente a 686,3 kg ha⁻¹), sulfato de cobre (13% de Cu, equivalente a 5,0 kg ha⁻¹), sulfato de zinco (20% de Zn, equivalente a 5,0 kg ha⁻¹) e ácido bórico (17% de B, equivalente a 1,5 kg ha⁻¹), seguindo-se o destorroamento do solo com enxada rotativa. Em cobertura, ainda, foram aplicados ureia (equivalente a 696,9 kg ha⁻¹), sulfato de amônio (equivalente a 464,4 kg ha⁻¹) e cloreto de potássio (equivalente a 696,1 kg ha⁻¹), fracionados em seis aplicações mensais a partir do segundo mês. A densidade de plantio utilizada foi de 476 plantas ha⁻¹ e a altura de enxertia de copa, de 1,7 m (MORAES et al., 2008). No período de avaliação dos clones de copa não foi feita adubação de manutenção.

No sétimo ano de sangria foram colhidas amostras de folíolos no terço médio superior para avaliação do estado nutricional das plantas. Foram determinados os teores foliares totais de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, segundo metodologias descritas em MALAVOLTA et al. (1997). No mesmo período foram retiradas amostras de látex, obtidas da sangria sem estimulação, em meio espiral do painel, para determinação do teor de P, Mg, tióis (R-SH), índice de ruptura de lutóides (IRL) e sacarose. Em tubo de ensaio contendo 9,0 mL de ácido tricloroacético a 2,5% foi coletada uma amostra composta de 1,0 mL de látex, de três plantas por parcela de cada um dos três blocos, 10 minutos após o início da sangria. Os tubos com 10% de látex foram agitados e levados ao laboratório em caixa de poliestireno com gelo. Lá, os coágulos foram prensados com bastão de vidro dentro dos tubos e, posteriormente, retirados deles (MORAES e MORAES, 1995). O teor de Mg no látex foi determinado no soro diluído em ácido tricloroacético a 2,5% (MORAES e

Tabela 1. Parentais de 11 clones de copa selecionados no campo experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, estado do Amazonas, e enxertados sobre o clone de painel CNS AM 7905

Clones	Parentais
CPAC C 01	<i>Hevea guianensis</i> var. <i>marginata</i> (Hgm 1) × <i>H. pauciflora</i> var. <i>pauciflora</i> (CNS G 112)
CPAC C 06	<i>H. pauciflora</i> (CNS G 112) × <i>H. rigidifolia</i> (CNS NA 8105)
CPAC C 13	<i>H. guianensis</i> (Hgm 1) × <i>H. pauciflora</i> (CNS G 112)
CPAC C 14	<i>H. guianensis</i> (Hgm 1) × <i>H. pauciflora</i> (CNS G 112)
CPAC C 15	<i>H. guianensis</i> (Hgm 1) × <i>H. pauciflora</i> var. <i>pauciflora</i> (CNS G 124)
CPAC C 16	<i>H. pauciflora</i> (CNS G 124) × <i>H. guianensis</i> (Hgm 1)
CPAC C 18	<i>H. pauciflora</i> (CNS G 124) × <i>H. guianensis</i> (Hgm 1)
CPAC C 20	<i>H. guianensis</i> (Hgm1) × <i>H. pauciflora</i> (CNS G 112)
CPAC C 33	<i>H. pauciflora</i> var. <i>pauciflora</i> (CBA 1) × <i>H. rigidifolia</i> (CNS NA 8105)
CPAC C 45	<i>H. guianensis</i> var. <i>marginata</i> (Hgm 16) × <i>H. pauciflora</i> (CBA 1)
CBA 2	Clone primário de <i>H. pauciflora</i> , seleção do CBA 1 (coleção de Baldwin)

MORAES, 1997). A sacarose foi determinada pelo método da antrona (ASHWELL, 1957), enquanto tióis (R-SH), IRL e P inorgânico o foram de acordo com as metodologias descritas em BOYNE e ELLMAN (1972), RIBAILLIER (1968) e TANSSKI e SHORR (1953), respectivamente. No mesmo período foi determinada a circunferência das plantas, feita a coleta das amostras de casca para determinação do número de anéis e diâmetro dos vasos laticíferos e avaliada a porcentagem de plantas com secamento de painel.

As sangrias das primeiras plantas foram iniciadas quando elas apresentaram diâmetro superior a 45 cm, sendo feita em meio espiral de acordo com o seguinte modelo: 1/2s, d/3, 6d/7, 10m/y, ET. 2,5%. Pa (1:1) (BENESI e OLIVEIRA, 2000). A produção foi expressa em quilos de borracha seca por hectare ao ano – PBS ($\text{kg}^{-1} \text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$) utilizando-se a seguinte equação:

$$\text{PBS} = (\text{DAA}/\text{FS}) \times \text{NAS} \times \text{PBAS} \quad (1)$$

em que: DAA = dias aptos à sangria; FS = frequência de sangria; NAS = número de árvores em sangria por hectare; PBAS = produção de borracha seca por árvore por sangria. Em decorrência do potencial de uso dos clones para o aumento da densidade de plantas em seringal nativo, no clone CPAA C 13 foi também comparada a produção de borracha seca com o método de sangria oriental utilizado em plantio comercial e o método amazônico realizado em seringal nativo (MORAES, 1978).

Os resultados de produção de borracha seca, aspectos anatômicos, características fisiológicas do látex, estado nutricional e dos tipos de sangria foram submetidos ao teste de normalidade e, posteriormente, à análise da variância e teste F e as diferenças das médias foram comparadas pelo teste de agrupamento de SCOTT e KNOTT (1974), a 5% de significância. A produção de borracha seca, aspectos anatômicos e características fisiológicas do látex também foram agrupados para análise dos componentes principais com o uso do gráfico biplot (HAIR JUNIOR et al., 2009).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na média dos sete anos de avaliação, o clone de copa CPAA C 01 teve o melhor desempenho, com produção média superior a $1.800 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de borracha seca, seguido pelos clones CPAA C 06 ($1.446,9 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) e CPAA C 45 ($1.411,2 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), com produtividade de 73,1% e 68,9%, respectivamente, superiores ao clone de copa de *H. pauciflora* CBA 2 (Tabela 2). Esses valores são semelhantes aos das avaliações feitas por GONÇALVES et al. (2007; 2011) e VIRGENS FILHO et al. (2001) com clones cultivados no estado de São Paulo. Em contrapartida, os clones CPAA C 18 e CPAA C 33 apresentaram baixo desempenho, com produtividade, na média, inferior a $1.000 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de borracha seca, indicando baixo potencial, não sendo eles indicados para o cultivo na região (Tabela 2). Os clones CPAA C 13, 14, 15, 16 e 20, apesar de diferirem estatisticamente dos mais produtivos, tiveram produtividade considerada viável para o cultivo.

Todos as plantas das parcelas, independentemente dos clones de copa, apresentaram na média, após sete anos de sangria, 20 cm acima do perímetro de 45 cm (Tabela 3), considerado adequado para exploração comercial da seringueira (GONÇALVES et al., 2001a). No entanto, é importante notar que os clones menos produtivos (CBA 2, CPAA C 18 e 30) foram os que apresentaram circunferência menor, o que acarreta em menor área de painel a ser sangrado, limitando a exploração de maior quantidade de vasos laticíferos.

Semelhante ao observado por MORAES et al. (2011) nos estudos de seleção de painéis de sangria com copas de *H. pauciflora* × *H. guianensis*, os altos teores de Pi verificados nos clones CPAA C 01 e CPAA C 45 (Tabela 3) influenciaram positivamente no incremento da produtividade de borracha seca, fato esse não observado no clone CPAA C 06. Segundo JACOB et al. (1989b) e MORAES e MORAES (2004), o Pi reflete a intensidade da síntese de borracha, pois há a liberação de duas moléculas de isopentenilpirofosfato utilizadas para incorporação do isopreno à macromolécula

Tabela 2. Produção média anual de borracha seca (kg ha⁻¹ ano⁻¹ de borracha seca) e incremento na produção (%) dos 11 clones de copa de seringueira cultivados na Amazônia Central, Manaus, AM¹

Clones	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Média	Δ
CPAA C 01	975,7 a	1.637,9 a	2.077,9 a	1.671,5 a	2.254,6 a	2.253,0 a	1.748,5 a	1.802,7 a	115,7
CPAA C 06	612,4 c	1.387,7 b	1.745,8 b	1.506,7 a	2.004,9 a	1.808,7 a	1.062,2 b	1.446,9 b	73,1
CPAAC 13	731,0 b	1.271,1 b	1.635,0 b	1.124,7 b	1.627,8 b	1.491,0 b	1.196,1 b	1.296,7 c	55,2
CPAA C 14	740,6 b	1.203,1 b	1.282,2 b	1.046,6 b	1.484,9 b	1.360,2 c	969,1 b	1.155,2 c	38,2
CPAA C 15	822,0 a	1.337,8 b	1.372,5 b	955,1 b	1.161,5 c	1.239,3 c	1.026,1 b	1.130,6 c	35,3
CPAA C 16	769,0 b	1.185,9 b	1.214,7 b	1.153,7 b	1.434,3 b	1.414,1 c	1.130,4 b	1.186,0 c	41,9
CPAA C 18	609,2 c	1.143,6 b	930,4 c	733,1 c	1.021,0 c	834,7 d	648,3 c	850,8 d	1,8
CPAA C 20	572,9 c	1.206,9 b	1.445,5 b	886,5 b	1.188,3 c	1.234,8 c	978,4 b	1.073,3 c	28,4
CPAA C 33	532,9 d	900,3 c	586,5 d	965,7 b	890,7 c	750,3 d	526,4 c	736,1 d	-11,9
CPAA C 45	782,0 c	1.267,0 b	1.708,4 b	1.225,4 b	1.778,2 b	1.710,6 b	1.406,6 a	1.411,2 b	68,9
CBA 2	442,3 d	928,7 c	993,2 c	692,9 c	966,1 c	889,4	937,6 b	835,7 d	0
Média	690,0	1.224,8	1.338,4	1.087,5	1.437,5	1.362,4	1.057,2	1.175,0	
Desvio padrão	147,9	234,6	358,6	239,9	401,5	368,1	218,2	288,45	
CV (%)	21,4	19,2	26,8	22,1	27,9	27,0	20,6	24,6	
Mínimo	442,3	900,3	586,5	692,9	890,7	750,3	526,4	736,1	
Máximo	975,7	1.637,9	2.077,9	1.679,5	2.254,6	2.253,0	1.748,5	1.802,7	

¹Médias seguidas por letras distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Scott e Knott; CV – coeficiente de variação

Tabela 3. Aspectos anatômicos e características fisiológicas do látex dos 11 clones de copa de seringueira cultivadas na Amazônia Central, Manaus, AM¹

Clones	Perímetro (cm)	Pi (mg L ⁻¹)	Mg (M)	R-SH (mM)	Sacarose (%)	IRL (%)	Esp. (mm)	Ø vasos (mm)	DMECAV (mm)	d 5,0 mm	Anéis (n)	ASP (%)
CPAA C 01	62,4 a	30,1 a	18,93 a	0,38 a	6,55 b	18,0 b	9,06 a	18,76 a	199,5 b	97,94 a	40 a	10 c
CPAA C 06	66,0 a	13,3 b	16,11 a	0,25 b	7,95 b	30,0 a	8,96 a	18,34 a	284,5 a	92,43 a	29 b	12 c
CPAA C 13	73,0 a	16,3 b	9,83 b	0,25 b	10,77 a	23,3 b	10,58 a	20,62 a	224,7 b	98,30 a	40 a	22 a
CPAA C 14	69,0 a	12,4 b	12,86 a	0,31 b	10,40 a	16,4 b	10,03 a	19,33 a	220,2 b	98,06 a	39 a	4 d
CPAA C 15	64,3 a	18,6 b	12,25 a	0,45 a	11,67 a	20,1 b	9,60 a	20,00 a	207,6 b	97,69 a	41 a	4 d
CPAA C 16	71,4 a	14,7 b	13,67 a	0,50 a	13,07 a	25,5 a	9,73 a	19,23 a	212,3 b	92,31 a	40 a	9 c
CPAA C 18	58,4 a	16,0 b	6,25 b	0,29 b	10,23 a	14,5 b	10,98 a	18,85 a	212,7 b	97,34 a	43 a	16 b
CPAA C 20	63,8 a	19,6 b	9,55 b	0,57 a	11,74 a	32,2 a	9,58 a	19,04 a	225,6 b	92,67 a	37 a	17 b
CPAA C 33	59,5 a	25,8 a	8,46 b	0,32 b	13,28 a	16,8 b	10,08 a	18,66 a	224,0 b	98,78 a	39 a	26 a
CPAA C 45	72,4 a	20,0 a	10,99 b	0,49 a	9,76 b	27,4 a	9,58 a	19,04 a	222,3 b	94,11 a	38 a	4 d
CBA 2	52,8 a	14,2 b	12,06a	0,50 a	9,18 b	26,4 a	9,92 a	18,85 a	231,7 b	93,75 a	35 b	4 d
Média	65,7	18,3	11,90	0,39	10,42	22,8	9,83	19,16	224,1	95,76	38	12
Desvio padrão	3,6	2,5	0,70	0,15	1,81	2,8	1,47	3,83	219,8	5,90	8	2
CV (%)	5,5	13,6	5,9	38,5	17,4	12,3	14,9	19,9	9,7	6,2	21,0	16,7
Mínimo	52,8	13,3	6,25	0,25	6,55	14,5	8,96	18,34	19,9	92,31	29	4
Máximo	73,0	30,1	18,93	0,57	13,28	32,2	10,98	20,62	28,5	98,78	43	26

¹Médias seguidas por letras distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Scott e Knott; Perímetro – perímetro do tronco a 1,2 m do solo; P – fósforo inorgânico do látex; Mg – teor de magnésio no látex; R-SH – tióis; IRL – Índice de Ruptura de Lutóides; d (5 mm) – densidade dos vasos laticíferos em 5 mm do anel; Ø vasos – diâmetro dos vasos; Esp. – espessura da casca; DMECAV – distância média entre os consecutivos anéis dos vasos laticíferos, ASP – % de árvores com secamento de painel; CV – coeficiente de variação

da borracha, além da liberação de P com a utilização de ATP (adenosina trifosfato). No caso dos teores de Mg no látex (Tabela 3), foram verificados valores entre 6,25 molar (CPAA C 18) e 18,93 molar (CPAA C 01), considerados não limitantes para a biossíntese da borracha nos laticíferos (VIRGENS FILHO et al., 2003; MORAES e MORAES, 2008; MORAES et al., 2011). O teor de Mg no látex apresentou correlação significativa com a produtividade de borracha seca ($\hat{y}=369,886+60,282x$, $r=0,68$, $p\leq 0,05$), validando a indicação de MORAES e MORAES (1997) para utilização desse critério no processo de seleção de clones de copa de seringueira.

Corroborando JACOB et al. (1989a) e MORAES et al. (2011), os clones de maior produção de borracha seca apresentaram os menores teores de sacarose no látex (Tabela 3), possivelmente devido à maior utilização dele na síntese de borracha, além do possível efeito de diluição ocasionado pela maior exportação de látex. Os teores de tióis (R-SH) variaram de 0,25 mM (CPAA C 06 e 13) a 0,57 mM (CPAA C 20), ficando na média em 0,39 mM (Tabela 3), valor indicado como baixo por VIRGENS FILHO et al. (2003). Esperava-se que os clones mais produtivos (CPAA C 01, 06 e 45) apresentassem os maiores teores de R-SH e os menores IRL, uma vez que os tióis atuam na integridade das membranas, acarretando em baixo

IRL, o que evita a prematura coagulação do látex (D'AUZAC e JACOB, 1989). no entanto, o inverso foi verificado com o clone CPAA C 06, que mesmo com produtividade acima de 1.400 kg ha⁻¹ teve menores teor de R-SH e número de anéis e, em contrapartida, apresentou altos valores de IRL e DMECAV (Tabela 3).

Mesmo estando diretamente relacionados com a produção de látex (WEBSTER e PAARDEKOOPE, 1989), diâmetro dos vasos, espessura da casca, densidade de vasos e número de anéis não foram influenciados pelas combinações copa e painel (Tabela 3). O clone de painel CPAA C 7905, apesar de utilizado apenas no estado do Amazonas, apresenta características importantes e excelente potencial de exploração, como espessura da casca acima de 5,6±0,7 mm e de 8,1±0,3 mm, registradas por GONÇALVES et al. (2001b) e VIRGENS FILHO et al. (2003), com o clone RRIM 600, principal clone de painel cultivado na região de planalto do estado São Paulo. O DMECAV variou de 199,5 mm (CPAA C 01) a 284,5 mm (CPAA C 06), apresentando correlação negativa com o diâmetro dos vasos laticíferos. Na avaliação do secamento de painel após sete anos de sangria, verificou-se que os clones CPAA C 13 (22%) e CPAA C 33 (26%) foram os mais susceptíveis, seguidos pelos clones CPAA C 18 (16%) e CPAA C 20 (17%), todos esses com alta incidência de secamento de painel (Tabela 3).

Para avaliação dos teores foliares (Tabela 4), foram utilizados como referência os dados obtidos por MORAES et al. (2011) com híbridos de copa de *H. guianensis* × *H. pauciflora*. Verificou-se que, na média, os teores foliares de N (24,02±2,99 g kg⁻¹), P (1,53±0,29 g kg⁻¹), K (7,29±1,83 g kg⁻¹), Ca (5,12±1,13 g kg⁻¹), Mg (2,69±0,61 g kg⁻¹), S (1,91±0,34 g kg⁻¹), Cu

(6,28±0,89 mg kg⁻¹), Fe (91,81±9,77 mg kg⁻¹) e Zn (24,75±5,02 mg kg⁻¹) ficaram próximos das faixas obtidas pelos supracitados autores, enquanto os teores de B (38,89±6,13 mg kg⁻¹) e Mn (91,68±29,56 mg kg⁻¹) apresentaram-se abaixo dos teores considerados adequados. No entanto, se forem utilizados os níveis críticos de teores estabelecidos para clones de *H. brasiliensis* por BOARDMAN et al. (1997), MALAVOLTA et al. (1997) e MOREIRA et al. (2006), eles podem ser considerados baixos. Tal resultado possivelmente deva-se a aspectos morfológicos, como o escleromorfismo foliar das folhas dos clones de *H. rigidifolia* e de *H. guianensis* com *H. pauciflora*, com folíolos rígidos e densa ramificação de nervuras secundárias e terciárias (PIRES et al., 2002), o que pode ser caracterizado por menor teor de nutrientes e, além disso, com o calibre visivelmente mais grosso que os verificado nos folíolos mais tenros de *H. brasiliensis*, que também deve ter influenciado negativamente o teor foliar.

Os clones mais produtivos (CPAA C 01, CPAA C 06 e CPAA C 45) apresentaram os maiores teores de Cu e K, enquanto o Mg, indicado como critério importante na seleção de copas (MORAES e MORAES, 2004), apresentou teor considerado intermediário, não diferindo estatisticamente dos demais clones avaliados (Tabela 4). Resultados semelhantes foram obtidos por MORAES et al. (2011), que verificaram relação positiva entre o teor de Cu e de K na folha com a produtividade. Segundo JACOB et al. (1989a), teores mais elevados de Cu na planta são caráter importante por ele atuar como inibidor da sacarose sintetase, enzima responsável pela neossíntese da sacarose no látex, mantendo disponível o substrato para a síntese da borracha. O mesmo ocorre com o K, explicando-se o grau de importância pela sua função metabólica nos processos ligados à translocação de compostos

Tabela 4. Teor foliar de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn nos 11 clones de copa de seringueira cultivadas na Amazônia Central, Manaus, AM¹

Clones	(g kg ⁻¹)						(mg kg ⁻¹)				
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
CPAA C 01	22,98 a	1,50 b	8,27 a	5,58 b	2,62 a	1,82 a	38,74 a	7,03 a	93,78 a	61,61 b	24,07 b
CPAA C 06	28,97 a	1,92 a	9,82 a	4,50 b	2,91 a	2,27 a	39,04 a	7,06 a	98,83 a	93,36 a	27,75 b
CPAA C 13	22,33 a	1,28 b	5,93 b	4,53 b	2,40 a	1,74 a	33,04 a	5,80 a	96,86 a	106,88 a	27,94 b
CPAA C 14	23,29 a	1,54 b	7,24 a	5,59 b	2,65 a	2,08 a	39,40 a	6,89 a	87,38 a	76,55 b	23,29 b
CPAA C 15	24,36 a	1,58 b	6,57 a	4,50 b	2,28 a	1,79 a	40,38 a	6,28 a	90,08 a	84,25 b	23,51 b
CPAA C 16	24,44 a	1,58 b	7,42 a	4,32 b	2,54 a	2,09 a	38,50 a	6,49 a	84,83 a	82,02 b	21,52 b
CPAA C 18	24,43 a	1,65 b	7,73 a	4,37 b	2,50 a	1,84 a	35,11 a	6,24 a	97,20 a	119,03 a	21,93 b
CPAA C 20	23,15 a	1,51 b	8,17 a	5,26 b	2,32 a	1,93 a	41,69 a	5,24 a	87,77 a	87,54 b	21,16 b
CPAA C 33	21,08 a	1,27 b	5,41 b	5,81 b	3,06 a	1,87 a	34,79 a	5,11 a	83,16 a	85,54 b	26,99 b
CPAA C 45	21,00 a	1,21 b	9,12 a	7,42 a	3,76 a	1,77 a	46,64 a	6,64 a	97,87 a	97,36 a	21,54 b
CBA 2	28,13 a	1,81 a	4,52 b	4,45 b	2,34 a	1,87 a	40,43 a	6,27 a	92,16 a	114,38 a	32,61 a
Média	24,02	1,53	7,29	5,12	2,69	1,91	38,89	6,28	91,81	91,68	24,75
Desvio padrão	2,99	0,29	1,83	1,13	0,61	0,34	6,13	0,89	9,77	29,56	5,02
CV (%)	12,45	18,95	25,10	22,07	22,68	17,80	15,76	14,17	10,64	32,24	20,28
Mínimo	19,29	1,03	3,86	3,47	1,82	1,32	25,71	4,52	68,44	46,02	15,93
Máximo	33,45	2,12	11,15	7,77	5,29	2,71	49,45	8,31	106,28	165,80	41,23

¹Médias seguidas por letras distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Scott e Knott; CV – coeficiente de variação

fotosintetizados pelo floema, à síntese isoprênica e à duração do fluxo de látex após a sangria (VIRGENS FILHO et al., 2003).

Com base na representação gráfica das variáveis nos componentes principais utilizando aspectos anatômicos, características fisiológicas e produtividade (Figura 1), foi possível caracterizar as variáveis que mais discriminaram a seleção dos clones de copa. As variáveis produção de borracha seca (PBS), número de anéis e teores de Mg e de P no látex foram responsáveis pela seleção do clone CPAA C 01, enquanto no clone CPAA C 45, as variáveis determinantes foram a PBS e o teor de Mg no látex. Com relação ao clones CPAA C 06, as variáveis que apresentaram maior correlação foram: teor de Mg no látex, PBS, IRL e DMECAV. As variáveis R-SH, densidade da casca, diâmetro dos vasos laticíferos, espessura da casca e sacarose têm pouca influência sobre a produtividade desses três clones de copa (Figura 1).

Diferentemente dos resultados obtidos por MORAES (1978) com o clone de *H. brasiliensis* Fx 25, o método de sangria oriental com o mesmo clone de copa (CPAA C 13), na mesma frequência de sangria e quantidade de Ethrel (2,5%) foi, na média dos anos de avaliação, estatisticamente superior ao da sangria amazônica, com incremento na produtividade de 19,9% (Tabela 5). Fatores como a maior espessura da casca do clone de painel CNS AM 7905 ($9,83 \pm 1,47$ mm), com profundidades de cortes semelhantes nos dois métodos de sangria e o grande consumo de casca com o uso dos

painéis A e B com casca regenerada na sangria amazônica acarretaram em menor produtividade de borracha seca após sete anos de avaliação. MORAES (1978), ao avaliar o painel de sangria com casca não regenerada, verificou que o método da sangria amazônica foi mais eficiente que o da sangria oriental. No entanto, nas plantas com exploração feita com sangria amazônica não houve secamento de painel, enquanto no método oriental 22% das plantas de CPAA C 13 apresentaram essa enfermidade (Tabela 3).

Tabela 5. Produção de borracha seca ($\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) dos clones de copa CPAA C 13 e painel CNS AM 7905 com os métodos de sangria oriental e amazônica na presença de estimulação com ethrel a 2,5%, em Manaus, AM¹

Período de sangria	Sangria oriental	Sangria amazônica
Ano 1	731,0	759,4
Ano 2	1.271,1	1.336,7
Ano 3	1.635,0	1.278,2
Ano 4	1.124,7	928,4
Ano 5	1.627,8	1.031,4
Ano 6	1.491,0	1.097,3
Ano 7	1.196,1	1.137,0
Média	1.296,7 a	1.081,2 b
Desvio padrão	245,7	198,4
CV (%)	18,9	18,3

¹Médias seguidas por letras distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Scott e Knott

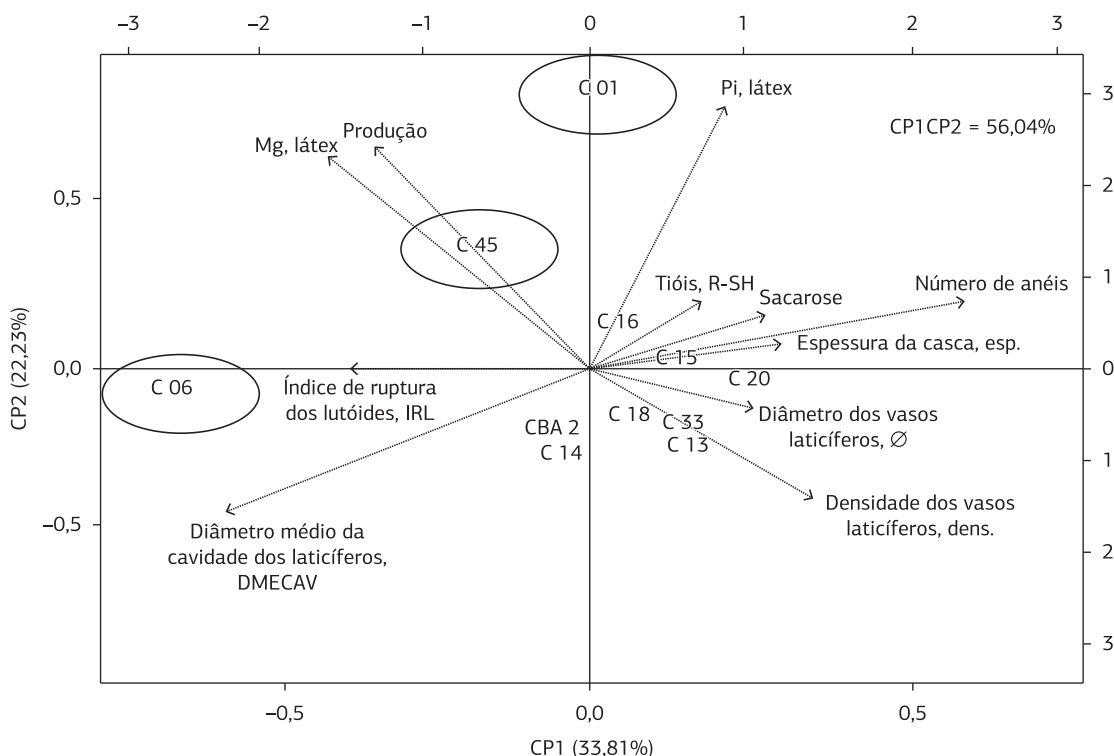


Figura 1. Dispersão das diferentes variáveis (produção de borracha seca, aspectos anatômicos e características fisiológicas do látex) no gráfico biplot sobre os 11 clones de copa de seringueira (CPAA C 01, 06, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 33, 45 e CBA 2) enxertados sobre o clone de painel CNS AM 7905.

4. CONCLUSÃO

Os clones de copa CPAA C 01, CPAA C 06 e CPAA C 45, combinados com o clone de painel CNS AM 7905, apresentam excelente potencial de produção. A combinação da avaliação do estado nutricional com as características fisiológicas do látex e anatômicas do painel de sangria foi fundamental para a seleção dos clones de copa de *H. pauciflora* × *H. guianensis*, *H. guianensis* × *H. pauciflora* e *H. pauciflora* × *H. rigidifolia*. O método de sangria oriental foi mais efetivo que o amazônico, porém ocasionou maior secamento no painel de sangria da seringueira.

AGRADECIMENTOS

Aos funcionários da Embrapa Amazônia Ocidental Concita Campelo, Renaldo, Francisco Exigídras e Sérgio Araújo pela coleta dos dados e apoio nas análises laboratoriais. Projeto financiado pela Embrapa.

REFERÊNCIAS

- ANTONIO, I.C. Boletim agrometeorológico 2009: estação agroclimatológica da Embrapa Amazônia Ocidental, no Km 29 da Rodovia AM 010. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2010. 26p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, n.83).
- ASHWELL, G. Colorimetric analysis of sugar. In: COLOWICK, S.P.; KAPLAN, N.O. (Ed.). *Methods in enzymology*. New York: Academic Press, 1957. p.73-75.
- BAHIA, D.B.; SENA-GOMES, A.R. Painel versus copa em alguns clones de seringueira (*Hevea* spp.). *Revista Theobroma*, v.11, p.203-208, 1981.
- BENESI, J.F.C.; OLIVEIRA, M.A. Sangrador de seringueira: sangria de seringueira. São Paulo: SENAR, 2000. 57p. PMID:10698656.
- BOARDMAN, R.N.; CROMER, R.N.; LAMBERT, M.J.; WEBB, M.J. Forest plantation. In: REUTER, D.J.; ROBINSON, J.B. (Ed.). *Plant Analysis; an interpretation manual*. Collingwood: CSIRO Publishing, 1997. p.505-566.
- BOYNE, A.F.; ELLMAN, G.L. A methodology for analysis of tissue sulfhydryl components. *Analytical Biochemistry*, v.46, p.639-653, 1972. [http://dx.doi.org/10.1016/0003-2697\(72\)90335-1](http://dx.doi.org/10.1016/0003-2697(72)90335-1)
- D'AUZAC, J.; JACOB, J.J. The composition of latex from *Hevea brasiliensis* as a laticiferous cytoplasm. In: D'AUZAC, J.; JACOB, J.L.; CHRESTIN, H. (Ed.). *Physiology of rubber tree latex*. Boca Raton: CRC Press, 1989. p.59-96.
- GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J.C.R. Doenças da seringueira no Brasil. Brasília: Embrapa, 2012. 255p.
- GONÇALVES, P.S.; BORTOLETTO, N.; FURTADO, E.L.; SAMBUGARO, R.; BATAGLIA, O.C. Desempenho de clones de seringueira da série IAC 300 selecionados para a região noroeste do Estado de São Paulo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.36, p.589-599, 2001a. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2001000400001>
- GONÇALVES, P.S.; BORTOLETTO, N.; SAMBUGARO, R.; FURTADO, E.L.; BATAGLIA, O.C.; ORTOLANI, A.A.; GODOY JÚNIOR, G. Desempenho de clones de seringueira de origem amazônica no planalto do Estado de São Paulo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.36, p.1469-1477, 2001b. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2001001200004>
- GONÇALVES, P.S.; SILVA, M.A.; AGUIAR, A.T.E.; MARTINS, M.A.; SCALOPPI JUNIOR, E.J.; GOUVÊA, L.R.L. Performance of new *Hevea* clones from IAC 400 series. *Scientia Agricola*, v.64, p.241-248, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162007000300005>
- GONÇALVES, P.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.
- HAIR JUNIOR, J.F.; BLACK, W.C.; BABIN, B.J.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L. Análise multivariada de dados. Porto Alegre: Bookman, 2009. 688p.
- JACOB, J.L.; PREVÔT, J.C.; KEKWICK, G.O. General metabolism of *Hevea brasiliensis* latex (with the exception of isoprenic anabolism). In: D'AUZAC, J.; JACOB, J.L.; CHRESTIN, H. (Ed.). *Physiology of rubber tree latex*. Boca Raton: CRC Press, 1989a. p.101-144.
- JACOB, J.L.; PREVÔT, J.C.; ROUSSEL, D.; LACROTTE, R.; SERRES, E.; D'AUZAC, J.; ESCHBACH, J.M.; OMONT, H. Yield limiting factors, latex physiological parameter, latex diagnosis, and clonal typology. In: D'AUZAC, J.; JACOB, J.L.; CHRESTIN, H. (Ed.). *Physiology of rubber tree latex*. Boca Raton: CRC Press, 1989b. p.348-382.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas, princípios e aplicações. Piracicaba: Associação Brasileira de Pesquisa do Potássio e do Fósforo, 1997. 319p.
- MORAES, L.A.C.; MORAES, V.H.F.; MAGALHÃES, F.E.L.; MOREIRA, A. Emissão de fluxos foliares, floração e ciclagem de nutrientes em clones de copa de *Hevea pauciflora*. *Acta Amazonica*, v.42, p.399-404, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672012000300012>
- MORAES, L.A.C.; MOREIRA, A.; FONTES, J.R.A.; CORDEIRO, E.R.; MORAES, V.H.F. Assessment of rubber tree panels under crowns resistant to South American leaf blight. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.46, p.466-473, 2011.
- MORAES, V.H.F. Comparação entre sangria oriental e sangria amazônica em seringais nativos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.13, p.69-73, 1978.
- MORAES, V.H.F.; MORAES, L.A.C. Diagnóstico do látex em sangria precoce de seringueiras com copas enxertadas: possibilidades de emprego na seleção precoce de clones de copa e de painel. *Agrotropica*, v.7, p.49-62, 1995.
- MORAES, V.H.F.; MORAES, L.A.C. Efeito de copas enxertadas de seringueira (*Hevea* spp.) sobre o teor de magnésio e a regeneração do látex no painel do clone Fx 3899. *Agrotropica*, v.9, p.59-66, 1997.

- MORAES, V.H.F.; MORAES, L.A.C. Características do látex do clone de *Hevea brasiliensis* Fx 4098 sob diferentes copas enxertadas de *H. pauciflora*. Revista de Ciências Agrárias, n.42, p.97-107, 2004.
- MORAES, V.H.F.; MORAES, L.A.C. Desempenho de clones de copa de seringueira resistentes ao mal-das-folhas. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.45, p.852-858, 2008.
- MORAES, V.H.F.; MORAES, L.A.C.; MOREIRA, A. Cultivo da seringueira com copas enxertadas resistentes ao mal-das-folhas. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2008. 30p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, n.63).
- 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. <http://dx.doi.org/10.1080/00103620903175371>
- MOREIRA, A., MORAES, V.H.F.; CASTRO, C. Fontes e doses de boro em porta-enxertos de seringueira. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.41, p.1291-1298, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2006000800012>
- PINHEIRO, E.; LIBONATI, V.F.; CASTRO, C.; PINHEIRO, F.S.V. 1989. A enxertia de copa na formação de seringais de cultivo nos trópicos úmidos da Amazônia. In: EMBRAPA. Enxertia de Copa da Seringueira. Manaus: SUDHEVEA, 1989. p.63-81.
- PIRES, J.M.; SECCO, R.S.; GOMES, J.I. Taxonomia e fitogeografia das seringueiras *Hevea* spp. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 103p.
- RIBAILLIER, D. Action *in vitro* de certain ion minéraux et composés organiques sur la stabilité des lutoïdes du latex d'*Hevea*. Révue Générale des Caoutchoucs et Plastiques, v.45, p.1395-1398, 1968.
- SCOTT, A.J.; KNOTT, M.A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. Biometrics, v.30, p.507-512, 1974. <http://dx.doi.org/10.2307/2529204>
- SOUZA, M.I.R.; LION, A. Observações de campo na Guamá Agro-Industrial (Grupo Pirelli). In: ENXERTIA de Copa da Seringueira. Manaus: SUDHEVEA, 1989. p.21-27.
- TANSSKI, H.H.; SHORR, E.A. A microcolorimetric method for the determination of inorganic phosphorus. Journal of Biological Chemistry, v.202, p.675-685, 1953.
- VIRGENS FILHO, A.C.; MOREIRA, A.; CASTRO, P.R.C. Efeito da calagem e adubação da seringueira no estado nutricional e produção de borracha seca. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.36, p.1019-1026, 2001. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2001000800003>
- VIRGENS FILHO, A.C.; MOREIRA, A.; CASTRO, P.R.C. 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. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542003000600005>
- WEBSTER, C.C.; PAARDEKOOOPER, E.C. The botany of the rubber tree. In: WEBSTER, C.C.; BAULKWILL, W.J. (Ed.). Rubber. New York: Longman, 1989. p.57-84. PMID:2674164.