

Rio Branco, AC / Janeiro, 2026

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL



Clones de *Hevea brasiliensis* com resistência genética ao mal das folhas, causado por *Pseudocercospora ulei* no Acre, Brasil

Rivaldalve Coelho Gonçalves⁽¹⁾, Carlos Raimundo Reis Mattos⁽²⁾, Ivo Cairo Cabral Júnior⁽²⁾, Saulo Emilio Almeida Cardoso⁽²⁾ e Frank Rivano⁽³⁾

⁽¹⁾ Pesquisador, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. ⁽²⁾ Pesquisador, Plantações Michelin da Bahia Ltda., Igrapiúna, BA. ⁽³⁾ Pesquisador, Centro de Cooperação Internacional em Pesquisa Agronômica para o Desenvolvimento, Centro de Investigación La Libertad, La Libertad, Colômbia.

Resumo – No bioma Amazônia do Brasil, 80,00% da área de cada propriedade, desmatada mais do que 20,00% após 22 de julho de 2008, deve estar com floresta, como reserva legal, além das áreas de preservação permanente. Áreas desmatadas até essa data podem ser reflorestadas visando à obtenção de produtos florestais com ganhos em biodiversidade. Um experimento com 14 clones de *Hevea brasiliensis* foi estabelecido em sítio pedoclimático com Argissolo Plíntico e alta incidência do mal das folhas causado pelo fungo *Pseudocercospora ulei*. Dados de sobrevivência, crescimento, resistência de campo ao mal das folhas e produção de borracha natural foram coletados para análise. Os clones PMB 1, FDR 5240, FDR 5788, MDX 624 e FDR 5665 apresentaram maior desempenho de crescimento e foram classificados para entrar em teste de produção visando à exploração comercial. Os clones PMB 1 e FDR 5788 se destacaram em produção por árvore, produtividade e resistência genética. Mesmo com alta área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), o clone MDX 624 se destacou em produção por árvore e produtividade, mostrando resistência incompleta satisfatória. Poderá haver aumento de produtividade de borracha natural nos clones e na floresta estudada, uma vez que clones com resistência incompleta são mais apropriados por serem portadores de múltiplos genes de resistência, conceitualmente efetivos contra todas as raças de *P. ulei*.

Termos para indexação: borracha natural, seringueira, indústria pneumática, bioeconomia, bioma Amazônia.

Clones of *Hevea brasiliensis* with genetic resistance to south american leaf blight caused by *Pseudocercospora ulei* in Acre state, Brazil

Abstract – In Brazil, 80.00% of the area of each property that was deforested beyond 20.00% after July 22, 2008 in the Amazon biome, must be covered by forest, with legal reserve, in addition to forests in a permanent preservation areas. Areas deforested to date can be reforested to produce forest products with rise in biodiversity. A clonal test with 14 clones of *Hevea brasiliensis*, was established in a pedoclimatic site with plinth ultisol and a high incidence

Embrapa Acre
Rodovia BR-364, km 14, sentido
Rio Branco/Porto Velho
Caixa Postal 321
69900-970 Rio Branco, AC
www.embrapa.br/acre
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
Presidente
Elias Melo de Miranda
Secretária-executiva
Claudia Carvalho Sena

Membros
Carlos Mauricio Soares de Andrade,
Celso Luis Bergo, Evandro Orfanó
Figueiredo, Rivaldalve Coelho
Gonçalves, Rodrigo Souza Santos,
Romeu de Carvalho Andrade Neto,
Tadário Kamel de Oliveira,
Tatiana de Campos e
Virgínia de Souza Álvares

Edição executiva
e revisão de texto
Claudia Carvalho Sena e
Suely Moreira de Melo

Normalização bibliográfica
Renata do Carmo França Seabra
(CRB-11/1044)

Projeto gráfico
Leandro Sousa Fazio

Diagramação
Francisco Carlos da Rocha Gomes

Publicação digital: PDF

Todos os direitos reservados à Embrapa.

of south american leaf blight caused by the fungus *Pseudocercospora ulei*. Data on survival, growth, field resistance and natural rubber production were collected for analysis. Clones PMB 1, FDR 5240, FDR 5788, MDX 624 and FDR 5665 had higher survival and growth performance and were classified to enter production testing for commercial exploitation. The clones that stood out in production per tree, productivity and genetic resistance were PMB 1 and FDR 5788. Even with high area under disease progress curve (AUDPC), the clone MDX 624 stood out in production per tree and productivity, showing incomplete and satisfactory resistance. There may be an increase in natural rubber productivity in the clones and in the forest studied, since clones with incomplete resistance carry multiple resistance genes, conceptually effective to all races of *P. ulei*.

Index terms: rubber tree, bioeconomy, amazon biome, tire industry, natural rubber.

Introdução

A área total de florestas plantadas no Brasil vem crescendo significativamente para atender os mercados de painéis e elementos estruturais conhecidos como placa de fibra de média densidade (MDF), placa de fibra de alta densidade (HDF), madeira folheada laminada (LVL), madeira laminada cruzada (CLT), compensado, aglomerado, painel de partículas de madeira orientadas (OSB), madeira para construção civil, energia, celulose, papel, carvão, estacas, mourões, postes para redes elétricas, látex, borracha natural, resina, goma-resina e móveis. Em 2023, o valor total da produção de florestas plantadas para fins comerciais foi de R\$ 31.723.627.000 (IBGE, 2023c). De acordo com a Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, 80,00% da área de cada propriedade na Amazônia deve ser constituída de floresta, como reserva legal (RL), contudo, há exceções. A reserva legal pode ser floresta nativa primária ou floresta em algum outro estágio de formação natural ou reflorestamento. Há exceção na lei quanto à obrigatoriedade de RL para as áreas que foram desmatadas até 22 de junho de 2008, contudo, não há impedimento legal para reflorestamentos em áreas de terra florestal degradada cujo desmatamento tenha ocorrido antes dessa data. Com relação às áreas de preservação permanente (APPs), a exceção de obrigatoriedade de aplicação da Lei Federal nº 12.651 não se dá pela data e sim pelo tipo de população humana que faz uso de área de mata ciliar. Havendo o uso da terra na APP em área de mata ciliar, por vazanteiros, não há obrigatoriedade de recomposição da área

com árvores. No entanto, se por interesse próprio, o proprietário ou posseiro na qualidade de vazanteiro quiser fazer o reflorestamento total ou parcial da mata ciliar, há liberdade de mudar o uso da terra. Para os demais usuários da terra, o reflorestamento da APP é obrigatório e a seringueira é uma das espécies permitidas nos projetos de recuperação e exploração de borracha natural na Amazônia. No estado do Acre, a área plantada com *Hevea* spp. destinada à exploração de borracha natural e látex é de 820,00 ha (IBGE, 2023a). Entretanto, há registro de 2.874,50 ha plantados (Acre, 2012), em programas de fomento, como o Programa de Incentivo à Produção de Borracha Natural (1978–1984) e Florestas Plantadas (2010–2014). No Brasil, registram-se 195.345,00 ha em produção (IBGE, 2023a). A principal tecnologia para produzir borracha natural de seringueira, *Hevea* spp. Aubl., é a planta clonal, que deve ser resistente às doenças para atingir boa produção. A tecnologia de zoneamento ecológico, especificamente pedoclimático, também se soma às tecnologias de plantas melhoradas para tornar os projetos de fomento produtivos cada vez melhores. Estudo do potencial pedoclimático das áreas desmatadas no Acre mostra grandes extensões de terra classificadas por aptidão pedológica (AP) e aptidão climática (AC) para serem cultivadas com seringueira nos níveis tecnológicos de manejo baixo, médio e alto (Bardales et al., 2021). No sudoeste da Amazônia, encontram-se terras degradadas e pouco produtivas, muitas das quais sem a devida recomposição das áreas de reserva legal, área de preservação permanente, ou, do déficit de reposição florestal. A política de valorização do ativo ambiental florestal do Acre, por meio do Decreto nº 11.564, de 11 de outubro de 2024, institui que a subvenção econômica e a necessidade de criar emprego e renda com a bioeconomia no Acre são fatores positivos para investimentos em florestas e agroflorestas com a utilização da seringueira como elemento florestal. Assim, tendo em vista as conjunturas legal, ecológica, econômica e social a serem atendidas para o desenvolvimento de projetos de reflorestamentos, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar clones de *Hevea brasiliensis* (Willd. ex. ADR. De Juss.) Muell.-Arg. quanto à resistência genética ao mal das folhas causado pelo fungo *Pseudocercospora ulei* (Henn.) Hora Junior et al. (2014) comb. nov. e à produção de borracha natural no estado do Acre.

Esta publicação está de acordo com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável), 13 (Ação contra a Mudança Global do Clima) e 15 (Vida Terrestre), uma

vez que o plantio de seringueira combinado com diferentes plantas permite a manufatura e industrialização de mais que 40 mil produtos da bioeconomia, além de alimentos, fixação de carbono, ciclo hidrológico equilibrado, abrigo para a fauna e renda para as pessoas ao longo da cadeia de valor. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são uma coleção de 17 metas globais estabelecidas pela Assembleia Geral das Nações Unidas e contam com o apoio da Embrapa para que sejam atingidas.

Material e métodos

Caracterização do experimento e do ambiente

Um experimento do tipo teste clonal em campo de clones em pequena escala (CCPE) com 14 clones de *H. brasiliensis* foi implantado em 2008, na Fazenda Campos-Iguatu, município do Bujari, Acre, Brasil. O sítio pedoclimático é caracterizado por predominância de Argissolo Plíntico, clima tropical úmido com curta estação seca e com nítida variação de intensidade interanual. As temperaturas mínima, média e máxima em Bujari são 24,78, 25,37 e 25,89 °C, respectivamente, com valores muito próximos em agosto, mês mais frio (Amaral et al., 2021). O déficit hídrico no município de Bujari é 61,18 mm, com precipitação anual total

mínima, média e máxima de 1.928,25, 1.953,12 e 1.977,26 mm, respectivamente (Amaral et al., 2021). Esses dados do clima mais a ocorrência do mal das folhas e outras doenças foliares em alta intensidade caracterizam o sítio pedoclimático apropriado para a pesquisa visando ao desenvolvimento de plantas resistentes. O experimento foi implantado no delineamento de blocos casualizados (DBC) em quatro blocos. O solo foi arado e gradeado com grade pesada e grade leve, seguido de coveamento, com broca tracionada por trator agrícola, para confecção de covas com 30,00 cm de diâmetro x 90,00 cm de profundidade, no espaçamento de 6,00 m entre linhas x 3,00 m entre plantas. O solo da cova foi adubado com superfosfato triplo a 45,00% de P₂O₅ e calcário dolomítico com 23,50% de CaO, 21,50% de MgO, PRNT > 90,00%, utilizando recipiente calibrado cheio para 229,00 e 100,00 g, respectivamente. Também, foram adicionados 100,00 g de superfosfato simples no fundo da cova. Os tratamentos foram distribuídos ao acaso em cada um dos quatro blocos, com uma repetição por bloco. Os clones e os parentais avaliados estão descritos na Tabela 1, sendo os clones MDF 180 e Fx 3864 considerados como testemunha de resistência e suscetibilidade ao mal das folhas, respectivamente.

Tabela 1. Códigos dos clones avaliados e seus parentais com identificação das espécies de seringueira (*Hevea brasiliensis*) nos cruzamentos.

Clone	Parental	Cruzamento
CD 1174	Avros 1581 x MDF 315	<i>Hevea brasiliensis</i> x <i>Hevea brasiliensis</i>
CDC 56	MDX 91 x RRIM 614	<i>Hevea brasiliensis</i> x <i>Hevea brasiliensis</i>
CDC 312	Avros 308 x MDX 40	<i>Hevea brasiliensis</i> x <i>Hevea brasiliensis</i>
FDR 4575	Harbel 68 x FDR 18	<i>Hevea brasiliensis</i> x <i>Hevea brasiliensis</i>
FDR 5240	Harbel 68 x TU 42-525	<i>Hevea brasiliensis</i> x <i>Hevea brasiliensis</i>
FDR 5597	Harbel 68 x TU 42-525	<i>Hevea brasiliensis</i> x <i>Hevea brasiliensis</i>
FDR 5665	Harbel 62 x MDX 25	<i>Hevea brasiliensis</i> x <i>Hevea brasiliensis</i>
FDR 5788	Harbel 8 x MDF 180	<i>Hevea brasiliensis</i> x <i>Hevea brasiliensis</i>
FDR 5802	Harbel 67 x CD 47	<i>Hevea brasiliensis</i> x <i>Hevea brasiliensis</i>
Fx 3864	PB 86 x B 38	<i>Hevea brasiliensis</i> x <i>Hevea brasiliensis</i>
MDF 180	Clone primário	<i>Hevea brasiliensis</i>
MDX 607	Avros 1581 x MDF ...	<i>Hevea brasiliensis</i> x <i>Hevea brasiliensis</i>
MDX 624	Avros 1581 x MDF ...	<i>Hevea brasiliensis</i> x <i>Hevea brasiliensis</i>
PMB 1	Clone primário	<i>Hevea brasiliensis</i>

Três pontos (...): informação não disponível.

Fonte: Bahia et al. (1985), Garcia et al. (2002), Gonçalves e Marques (2008), Rivano et al. (2010).

Os enxertos utilizados foram retirados de hastes dos clones provenientes das Plantações Michelin da Bahia Ltda, Ituberá, Bahia, transportadas por avião, semanalmente, durante o ciclo de enxertias. As mudas do tipo toco enxertado de raiz nua foram produzidas em viveiro de raiz nua a pleno sol, na fazenda da Embrapa Acre, Rio Branco, AC, utilizando sementes de *H. brasiliensis*, colhidas em floresta primária amazônica para porta-enxerto, e o método de borbúlia, enxertia marrom Forket. Essas mudas enxertadas permaneceram com placa dormente no viveiro até o preparo para envio ao campo, por tempo médio de 12 meses após a enxertia. As mudas enxertadas no viveiro foram preparadas como mudas do tipo toco enxertado de raiz nua, com cerca de 24 meses de idade, aproximadamente com 5,00 cm de diâmetro no coleto e 45,00 cm de raiz pivotante. Após o arranquio e corte em bisel, as mudas foram tratadas com parafina e, no momento do plantio, com ácido indol butírico (AIB) a 2.000 ppm diluído em etanol 99,00% e água, aplicado a um terço da raiz, por imersão rápida, sendo plantadas em covetas de speck no centro da cova principal. Após o plantio, foram realizadas adubações aos 30 dias com 50,00 gramas de ureia (45,00% de N) por planta, aos 60 dias com 50,00 gramas de ureia por planta mais 50,00 gramas de KCl (60,00% de K) por planta e 10,00 gramas por planta do adubo em pó contendo os micronutrientes: 9,00% de Zn, 1,80% de B, 0,80% de Cu, 2,00% de Mn, 3,50% de Fe e 0,10% de Mo. Aos 9 meses, após o plantio, foram aplicados 50,00 gramas de ureia por planta. No segundo ano, aos 21 meses após o plantio, foram aplicados 300,00 gramas de superfosfato simples por planta. Aos 25 e 45 meses, após o plantio, foi realizada a adubação com 100,00 gramas da formulação 4-14-8 de NPK por planta.

As operações de limpeza constaram de roçagem entre as linhas, com roçadeira de arraste acoplada a trator agrícola a cada 3 meses aproximadamente, roçagem em faixa de 3,00 m na linha da seringueira, com roçadeira costal a cada 3 meses, seguida de uma primeira aplicação de herbicida diamônio de N-fosfometil glicina aos 25 meses, somente na faixa de 3,00 m da linha da seringueira.

Características avaliadas

Nas parcelas úteis de 24 plantas, foram avaliados: a sobrevivência das árvores de cada clone (R), o diâmetro do tronco com casca a 1,00 m do solo (d) e a 1,30 m do solo (D), a altura total (H), a incidência e severidade do mal das folhas causado pelo fungo *P. ulmi*. Dados das doenças foliares crosta-negra

(*Phyllachora uberi* Henn.), mancha de corynespora [*Corynespora cassiicola* (Berk. & M.A. Curtis) C. T. Wei], mancha-areolada [*Thanatephorus cucumeris* (A. B. Frank) Donk.] e antracnose (*Colletotrichum* spp. Corda) também foram coletados. Para estudos complementares, foi avaliada a sobrevivência das árvores na população total dos blocos. A ocorrência da mancha olho de pássaro [*Bipolaris heveae* (Petch.) Arx.] foi esporádica e relatada durante o estudo (Gonçalves et al., 2022).

Sobrevivência de plantas

A sobrevivência das árvores foi avaliada atribuindo a letra “v” para plantas vivas e “m” para plantas mortas. Falhas nas parcelas foram consideradas como plantas mortas, uma vez que o estande inicial estava completo. Em planilha eletrônica, atribuiu-se o valor 1 para “v”, representando plantas vivas, e 0 para “m”, representando plantas mortas. A soma dos dados resultou no número absoluto de árvores vivas ou sobrevivência por parcela. A variável R_{ijk} foi constituída da frequência de árvores vivas de cada clone i , por bloco j , no sítio pedoclimático k , em porcentagem, e foi calculada conforme a Equação 1:

$$R_{ijk} = \left(\left(\sum_{n=1}^{24} v_{ijk} \right) / 24 \right) \times 100 \quad (1)$$

em que R_{ijk} é a sobrevivência definida pela frequência de árvores vivas do clone i , no bloco j , no sítio pedoclimático k , em %; e v_{ijk} é o dado de sobrevivência de cada árvore do clone i na parcela j com $n = 24$ plantas iniciais, no sítio pedoclimático k , com $i = 1...14$, $j = 1...4$ e $k = 1$.

Os valores de R_{ijk} , após os testes e atendimento de pressupostos da Anova, foram submetidos à análise de variância e, em seguida, as médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste Tukey com $\alpha = 5,00\%$. A variável R_{ik} constituída pela frequência de árvores vivas de cada clone i , por sítio pedoclimático k , em porcentagem, foi calculada conforme a Equação 2:

$$R_{ik} = \left(\left(\sum_{j=1}^4 v_{ijk} \right) / 96 \right) \times 100 \quad (2)$$

em que R_{ik} é a sobrevivência definida pela frequência de árvores vivas do clone i , no sítio pedoclimático k , em %; e v_{ijk} é o número total de árvores vivas do clone i , em cada parcela, j no sítio pedoclimático k , com $i = 1...14$, $j = 1...4$, $k = 1$ e 96 plantas iniciais.

Mortalidade de plantas

O evento de mortalidade (M_{ik}) de indivíduos, incluindo também aqueles na fase de plântulas de toco enxertado e mudas em campo, foi calculado como complemento aritmético da sobrevivência (R_{ik}) de cada clone i no mesmo sítio pedoclimático k com a Equação 3:

$$M_{ik} = 100 - R_{ik} \quad (3)$$

em que M_{ik} é a mortalidade definida pela frequência de árvores mortas do clone i , no sítio pedoclimático k , em %, em 1.728,00 m²; e R_{ik} é a sobrevivência definida pela frequência de árvores vivas do clone i , no sítio pedoclimático k , em %, em área idêntica correspondente ao somatório das áreas das quatro parcelas úteis de 24 plantas.

Inventário e desempenho silvicultural

O inventário de crescimento das árvores para qualificação do índice de desempenho silvicultural (Is) foi realizado nas parcelas úteis de 24 plantas considerando o estande inicial, nas duas linhas centrais, justapostas, com 12 plantas cada uma. Adicionalmente, os dados das demais plantas presentes no bloco de 48 plantas foram mensurados e utilizados para compor parcelas completas de 24 árvores permitindo a análise entre e dentro de blocos completos. A altura total (H) foi mensurada com hipsômetro Haglöf Vertex IV (Haglöf Sweden Company) em todas as avaliações. Em fases iniciais da floresta, em que a circunferência dos troncos nas posições de 1,00 e 1,30 m do solo são circulares, os diâmetros (d e D) foram medidos com suta Haglöf ou fita diamétrica (Forestry Suppliers Inc.) em uma única medida por árvore. Nos anos seguintes, fixou-se o uso da mesma fita diamétrica para inventários de crescimento pelo d e D . Os dados do diâmetro do caule com casca a 1,00 m (d) e a 1,30 m (D) do solo foram utilizados para o cálculo da circunferência do caule com casca a 1,00 m (c) e a 1,30 m (C) do solo, respectivamente, conforme Equações 4 e 5 (Soares et al., 2012):

$$c = d \times \pi \quad (4)$$

em que c é a circunferência do caule com casca, a 1,00 m do solo, em cm; d é o diâmetro do caule com casca, a 1,00 m do solo, em cm; e π é a constante $\pi = 3,1416...$

$$C = D \times \pi \quad (5)$$

em que C é a circunferência do caule com casca, a 1,30 m do solo, em cm; D é o diâmetro do caule com casca, a 1,30 m do solo, em cm; e π é a constante $\pi = 3,1416...$

Classificação dos clones

Na classificação dos clones para os experimentos de produtividade, foram utilizados a sobrevivência (R) e o índice de desempenho silvicultural (Is) esperados. O Is foi representado pela frequência relativa (f) mínima de árvores vivas classificadas, para a exploração de borracha natural, de acordo com uma c mínima, aos 88 meses e aos 128 meses, conforme as Equações 6 e 7:

$$Is_{ijk} = \left(\sum_{n=1}^{24} Rc_{ijk} \right) / \left(\sum_{n=1}^{24} R_{ijk} \right) \times 100 \quad (6)$$

em que Is_{ijk} é o índice de desempenho silvicultural do clone i , na parcela j , no sítio pedoclimático k , em %; Rc_{ijk} é o dado de sobrevivência da árvore classificada para a exploração de borracha natural do clone i , na parcela j com $n = 1, \dots, 24$; e R_{ijk} é o dado de sobrevivência da árvore do clone i , na parcela j , no mesmo sítio pedoclimático k , com $n = 1, \dots, 24$ plantas.

$$Is_{ik} = \left(\sum_{n=1}^{96} Rc_{ik} \right) / \left(\sum_{n=1}^{96} R_{ik} \right) \times 100 \quad (7)$$

em que Is_{ik} é o índice de desempenho silvicultural do clone i , no sítio pedoclimático k , em %; Rc_{ik} é a sobrevivência da árvore classificada para exploração de borracha natural do clone i , no sítio pedoclimático k , com $n = 1, \dots, 96$; e R_{ik} é a sobrevivência da árvore do clone i , no sítio pedoclimático k , com $n = 1, \dots, 96$ plantas.

A frequência de árvores não classificadas para a exploração de borracha natural foi calculada como o complemento aritmético da variável Is_{ik} de cada clone i , no mesmo sítio pedoclimático k , conforme a Equação 8:

$$CIs_{ik} = 100 - Is_{ik} \quad (8)$$

em que CIs_{ik} é a frequência de árvores não classificadas para a exploração de borracha natural do clone i , no sítio pedoclimático k , em %; e Is_{ik} é a frequência de árvores classificadas para a exploração de borracha natural do clone i , no sítio pedoclimático k , em %.

Produtividade

a) Fase 1

O primeiro experimento de produtividade dos clones foi em delineamento de blocos ao acaso (DBC), em blocos completos, utilizando o índice de desempenho silvicultural esperado por parcela no sítio pedoclimático k , $Ise = 20,00\%$, para a classificação do número máximo de genótipos com quatro parcelas. As cinco repetições foram compostas por cinco árvores por parcela em cada bloco útil de 24 plantas. Todas as parcelas com $I_s \geq 20,00\%$, com $c \geq 35,00$ cm e $R_{ik} \geq 85,00\%$ aos 88 meses de idade foram classificadas, mas, somente os clones com quatro parcelas classificadas para a exploração de borracha natural foram selecionados para o experimento da fase 1.

As árvores escolhidas em cada bloco foram aquelas com maior c , nas quais foram realizadas 30 sangrias após a abertura do painel A1 a 1,20 m de altura, em relação ao nível do solo, e cinco sangrias de adaptação com produção excluída e limpeza do canal da bica de 20,00 cm. O sistema de sangria padronizado foi S/2 d3 6d/7 3m (dez.-jun.)/18 ET 2,50% Pa/La1,5 3/y especificado como corte de comprimento igual à meia espiral, descendente, frequência de sangria a cada 3 dias, 6 dias de sangria com 1 dia sem sangria a cada ciclo de 7 dias, com estimulação das árvores com aproximadamente 1,00 mL de solução aquosa de etefom a 2,50% de i.a., produzida com Ethrel P.A. a 10,00% de i.a., aplicada no painel baixo aberto em casca virgem a 37°, sob sangria descendente com pincel de meia polegada em faixa de 1,50 cm, volume aproximado de 1,00 mL, na casca em regeneração incluindo a canaleta com cernambi presente, três vezes por ano a cada 12 operações de sangria. O látex foi coagulado no campo com solução diluída de ácido acético a 0,33 mol/L e cada coágulo de borracha natural foi retirado da tigela antes do corte subsequente, seguido de armazenamento em fio de arame, ou recolhido em tubo falcon de 50,00 mL. As amostras foram enviadas para o Laboratório de Fitopatologia, onde a borracha foi seca em estufa por 16 horas (70 °C +/- 2 °C) e sua massa total foi medida com balança gravimétrica de 0,01 g de precisão conforme Wisniewski (1983).

b) Fase 2

No segundo experimento de produtividade, fase 2, também em delineamento DBC de blocos completos, a avaliação da produção de borracha natural foi realizada em todas as árvores classificadas na parcela útil de 24 plantas mensurando a massa

de borracha natural úmida após subtração do peso da embalagem em campo com uma balança verificada de precisão de 1,00 g. Padronizou-se o índice de desempenho silvicultural esperado no local $Ise = 50,00\%$ de modo que todos os clones que apresentaram $I_s \geq 50,00\%$ com $c \geq 45,00$ cm e $R_{ik} \geq 85,00\%$ aos 128 meses de idade fossem classificados para a operação de exploração da borracha natural nessa fase. O $I_s \geq 50,00\%$ significa que a frequência relativa $f \geq 50,00\%$ de árvores com $c \geq 45,00$ cm, por clone, considerando o total de plantas de parcela útil dos quatro blocos (96 plantas) com presença de árvores classificadas nos quatro blocos, visando obter o máximo de genótipos classificados para a exploração da borracha em blocos completos. O sistema de sangria padronizado foi S/2 d4-d5 6d/7 9m (out.-jun.)/12 ET 2,50% Pa/La1,5 4/y, também a cada 12 cortes, e o látex foi coagulado com solução aquosa de kwayaio lático Sofort a 15,00% por esguicho no látex e leve revolvimento rápido com espátula de madeira. O período efetivo de exploração da borracha natural foi de dezembro a junho.

Avaliação do mal das folhas

Na avaliação de doenças no experimento, cada amostra constituiu um grupo de folhas em um ramo atacado colhido ao acaso na copa de cada árvore, com tesoura de poda, avaliado no local por equipe treinada. A doença mal das folhas da seringueira foi avaliada por meio de escalas utilizadas para mensurar os níveis da densidade conidial (*DEC*), em folíolos jovens macios e verdes (Junqueira et al., 1986, Rivano et al., 2010) (Tabela 2), e da densidade de estromas (*DES*), em folíolos maduros (Rivano et al., 2010) (Tabela 3).

Para melhorar a objetividade da escala de *DEC*, entende-se que uma lesão fracamente esporulada tem visivelmente poucos conídios esparsos e é nota 3. As notas 3 e 4 devem ter no máximo 5,00% de severidade para estar na classe II da escala diagramática de Chee e Holliday (1986) e permitir a classificação do genótipo em resistente (R) ou com resistência incompleta 4 (RI4). Se a lesão estiver parcialmente esporulada, isso significa que é menos que moderadamente esporulada, que por sua vez, não é esporulação alta, mas a distribuição da esporulação na área da lesão é de forma heterogênea, devido às falhas de esporulação, sendo então nota 4. Moderadamente significa quantidade menor de esporos na lesão, mas é maior que parcialmente, e parcialmente significa que a lesão não é totalmente esporulada. Se a lesão é uniformemente esporulada, a esporulação cobre toda a lesão e a distribuição

da esporulação na área da lesão é homogênea, classificando-se nas notas 5 ou 6 da escala *DEC*.

De acordo com o método pré-estabelecido para o trabalho, os genótipos resistentes são aqueles com pelo menos uma resposta de resistência, R, no tipo de reação 1 (*TR1*), considerando os limites máximos de um dos binômios alfa-numéricos *DEC*

$\leq 5,0$ e $DES \leq 2,0$ (1) ou $DEC \leq 4,0$ e $DES \leq 3,0$ (2). Nas demais combinações de resultados, os genótipos são suscetíveis (S) ou altamente suscetíveis (AS), exceto nos resultados que permitem tecnicamente classificá-los como altamente resistentes (AR) (Tabela 4).

Tabela 2. Escala numérico-descritiva de densidade conidial (*DEC*) em folíolos jovens para a avaliação da doença mal das folhas da seringueira (*Hevea brasiliensis*), causada por *Pseudocercospora ulei*, e classificação do tipo de reação do hospedeiro.

Classe de nota	Descrição	<i>TR1</i> ⁽¹⁾	<i>TR2</i> ⁽²⁾
1	Ausência de conídios nas lesões e lesões necróticas no limbo foliolar, menores que 1,00 mm de diâmetro.	AR	RC
2	Ausência de conídios nas lesões e lesões cloróticas no limbo foliolar, pequenas a grandes.	AR	RC
3	Poucos conídios nas lesões, esporulação muito baixa, distribuída de forma heterogênea na área da lesão somente na face inferior do folíolo. As lesões são cloróticas e necróticas fracamente esporuladas.	R	RI4
4	Muitos conídios nas lesões, lesões necróticas, parcialmente ou moderadamente esporuladas na face inferior do folíolo, esporulação distribuída de forma heterogênea na lesão e sem esporos na face superior do folíolo.	R	RI3
5	Muitos conídios nas lesões, lesões necróticas, fortemente esporuladas na face inferior do folíolo, esporulação muito alta com distribuição homogênea cobrindo uniformemente toda a área da lesão e sem esporos na face superior do folíolo.	S	RI2
6	Muitos conídios nas lesões, lesões necróticas, fortemente esporuladas na face inferior do folíolo, esporulação muito alta com distribuição homogênea cobrindo uniformemente toda a área da lesão e esporulação fraca a moderada na face superior do folíolo no local da lesão.	AS	RI1

⁽¹⁾ Tipo de reação 1 (*TR1*): altamente resistente (AR), resistente (R), suscetível (S) e altamente suscetível (AS). ⁽²⁾ Tipo de reação 2 (*TR2*): resistência completa (RC) e resistência incompleta (RI1... 4).

Tabela 3. Escala numérico-descritiva de densidade de estromas (*DES*), em folíolos maduros, para a avaliação da doença mal das folhas da seringueira (*Hevea brasiliensis*), causada por *Pseudocercospora ulei*, e classificação do tipo de reação do hospedeiro.

Classe de nota	Amp. ⁽¹⁾	Descrição	<i>TR1</i> ⁽²⁾	<i>TR2</i> ⁽³⁾	<i>TR3</i> ⁽⁴⁾
0	0	Zero estroma por folíolo	AR	RC	RCC
1	[1–5]	Um a cinco estromas por folíolo	R	RI4	RIC4
2	[6–10]	Seis a dez estromas por folíolo	R	RI3	RIC3
3	[11–30]	Onze a trinta estromas por folíolo	S	RI2	RIC2
4	> 30	Mais de trinta estromas por folíolo	AS	RI1	RIC1

⁽¹⁾ Amplitude do número de estromas (Amp.). ⁽²⁾ Tipo de reação 1 (*TR1*): altamente resistente (AR), resistente (R), suscetível (S) e altamente suscetível (AS). ⁽³⁾ Tipo de reação 2 (*TR2*): resistência completa (RC) e resistência incompleta (RI1...4). ⁽⁴⁾ Tipo de reação 3 (*TR3*): resistência completa de campo (RCC) e resistência incompleta de campo (RIC1...4).

Tabela 4. Critérios alfa-numéricos para classificação de plantas quanto ao tipo de reação à doença mal das folhas da seringueira (*Hevea brasiliensis*) causada por *Pseudocercospora ulei*.

Critério alfa-numérico ⁽¹⁾	TR1 ⁽²⁾	Descrição
$DEC = 1, DEC = 2$ ou $DES = 0$	AR	Altamente resistente
$DEC \leq 5,0$ e $DES \leq 2,0$	R	Resistente
$DEC \leq 4,0$ e $DES \leq 3,0$	R	Resistente
$DES = 3,0$	S	Suscetível
$DEC > 5,0$ e $DES \leq 2,0$	S	Suscetível
$DEC \leq 4,0$ e $DES > 3,0$	S	Suscetível
$DEC > 5$ ou $DES > 3,0$	AS	Altamente suscetível

⁽¹⁾Densidade conidial (DEC) e densidade de estromas (DES). ⁽²⁾Tipo de reação 1 (TR1).

Neste trabalho, para cada tipo de reação 1 (TR1) foi estabelecido um tipo de reação 2, de acordo com a classificação de resistência proposta por Parlevliet (1979) em níveis gradativos que variam de resistência completa (RC) a diferentes níveis decrescentes de resistência incompleta (RI4, RI3, RI2 e RI1) observando-se a esporulação do patógeno no folíolo doente.

Adicionalmente, foram feitas avaliações de severidade do mal das folhas nas épocas janeiro/fevereiro, fevereiro/março, março/abril, julho, novembro e dezembro com o auxílio da escala diagramática, adaptada de Chee (1976), elaborada com o software Quant (Vale et al., 2003) (Figura 1).

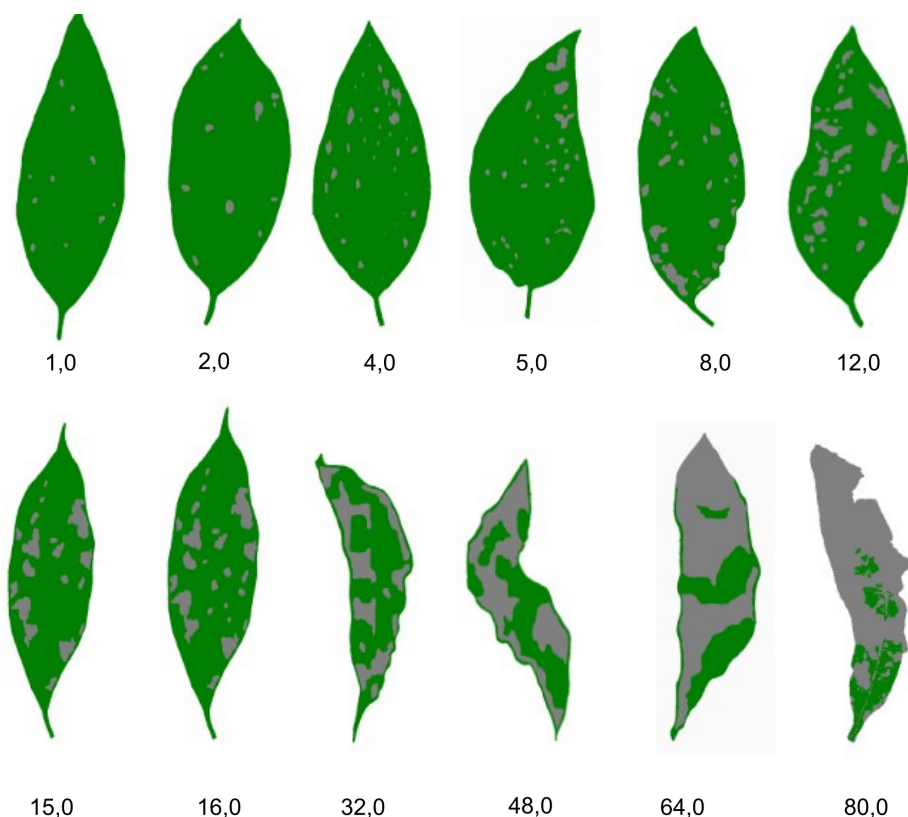


Figura 1. Escala diagramática de severidade para avaliação do mal das folhas da seringueira (*Hevea brasiliensis*), em porcentagem de área foliar lesionada.

Fonte: Adaptado de Chee (1976).

A reação das plantas durante a epidemia foi avaliada para determinar a resistência de campo (Le Guen et al., 2002), definida como a capacidade das plantas em resistir à doença sob ataque do patógeno, relativa à intensidade de doença na testemunha. A classificação da resistência genética de campo baseou-se no tipo de reação 3 (TR3), considerando os dados de *DES* da epidemia associada à *AACPD*, e não no maior valor da classe das variáveis *DEC* ou *DES* durante todo o estudo. Desse modo, foram definidos os tipos de reação de resistência completa de campo (RCC), com valores *AACPD* e *DES* = 0, e resistência incompleta de campo em quatro níveis decrescentes (RIC4, RIC3, RIC2 e RIC1) conforme dados da Tabelas 14 e 15.

Análise de dados

A sobrevivência (*R*), a mortalidade (*M*), o índice de desempenho silvicultural (*Is*) e o complemento de *Is* (*CIs*) para a exploração de borracha natural com $c \geq 35,00$ cm, $c \geq 45,00$ cm e $c \geq 50,00$ cm foram avaliados pelo teste de qui-quadrado com o qual se testou a hipótese H_0 de igualdade das frequências entre grupos com $\alpha = 5,00\%$ (Gomes, 1987).

O primeiro conjunto de dados de produção de borracha natural das árvores na fase 1 da pesquisa foi analisado inicialmente quanto aos pressupostos de análise de variância (Anova), teste de não aditividade do modelo (Tukey), independência dos erros (Durbin-Watson), distribuição normal dos resíduos ou erros (Lilliefors) e homogeneidade de variância dos resíduos (Bartlett).

A produtividade de cada árvore (*P*) [(produção de borracha natural em base seca, em gramas (g), por árvore (a), por ciclo de exploração (c), (g/a/c)], obtida pelo somatório da produção de borracha (*p*), em 30 sangrias (*s*), de cada árvore do clone *i*, na parcela *j*, do bloco *b*, foi calculada com a Equação 9:

$$P_{ijb} = \sum_{s=1}^{30} p_{sijb} \quad (9)$$

Em seguida, a variável original produtividade (*P*) foi transformada pelo método Box-Cox com lambda ótimo (Box; Cox, 1964), compondo nova variável paramétrica, denominada *Pt*. Após confirmação do atendimento dos pressupostos de Anova e da significância do teste F, inclusive para a fonte de variação tratamento, foi aplicado o teste Tukey, a 5,00% de probabilidade, para comparação múltipla das médias.

Na fase 2, outro conjunto de dados de produção de borracha natural das árvores na fase de

maturidade da floresta foi analisado pelo mesmo método utilizando uma variável *P* (produção de borracha natural em base seca, em quilogramas por árvore, por ciclo de exploração (kg/a/c)). A produtividade de borracha natural (*P*) de cada clone *i* dentro do período compreendido pelos semestres 2 do ano 1 e 1 do ano 2 foi considerada neste trabalho como produtividade real para o sítio pedoclimático único, $k = 1$, no ciclo de exploração único $t = 1$. Para tanto, a produtividade foi primeiramente calculada com as informações de cada parcela com a Equação 10:

$$P_{ijt} = N_{ijt} \times \beta_{ijt} \times \eta_{ijt} \times \mu_{ijt} \quad (10)$$

em que P_{ijt} é a produtividade de borracha natural do clone *i*, com dados da parcela *j*, no ciclo de exploração *t*, expressa em quilogramas de borracha natural seca, por hectare, por ciclo de exploração, sendo $i = 1...14$, $j = 1...4$ e $t = 1$; N_{ijt} é o número de árvores do clone *i* classificadas para a operação de exploração de borracha natural na parcela *j* de 48 plantas, no ciclo $t = 1$, extrapolado para 1,00 ha, mantendo o índice de desempenho silvicultural *Is* de cada clone; β é o fator calculado com a média dada pela razão entre número de árvores submetidas à operação de sangria no ciclo de exploração (*NAS*) e o número de árvores classificadas para a exploração de borracha natural (*NAC*) dividido pelo número de árvores de sangria efetiva (NSE_a), multiplicado pela razão entre o número de dias de sangria efetiva (NSE_c) sobre o número de dias de sangria planejada (NSP_c), conforme a Equação 11; η é a proporção entre o total de operação de colheita executada e efetiva (*OCE*) e o total de operação de colheita planejada ou esperada (*OCP*), conforme a Equação 12; e μ é a média de produção de borracha natural por árvore, de cada clone, em cada parcela no ciclo de exploração do semestre 2 do ano 1 e semestre 1 do ano 2, expressa em quilogramas de borracha natural, em base seca, por árvore, por ciclo de exploração (kg/a/c), com *n* dias.

$$\beta = \left(\sum_{d=1}^n \left[\left(\frac{NAS}{NAC} \right) / NSE_a \right] \right) \times (NSE_c / NSP_c) \quad (11)$$

$$\eta = OCE_c / OCP_c \quad (12)$$

A operação de colheita executada e efetiva consiste nas seguintes etapas: sangria intermitente da árvore, aplicação do coagulante no látex a cada sangria, observação da presença da borracha (*cup lump*) na tigela, colheita da borracha em saco plástico e disponibilização da produção na parcela para o

transporte primário. A operação de exploração consiste na colheita e no transporte primário até o pátio de armazenamento primário da floresta, onde há formação do lote de pesagem. A operação de sangria é efetiva quando há produção de látex no painel e formação da borracha na tigela. A sangria sem a obtenção do produto florestal e sem a colocação da borracha natural no pátio de armazenamento primário para quantificação não deve ser computada como OCE e sim como operação de colheita não executada (OCN), conforme a Equação 13:

$$\text{OCP} = \text{OCE} + \text{OCN} \quad (13)$$

Para o cálculo da produtividade real, o β foi considerado igual a 1,0, em que toda a quantidade do produto florestal obtida foi colhida e pesada; e η foi considerado igual a 0,54, em que todas as árvores classificadas para a exploração de borracha natural foram submetidas à sangria efetiva em todas as operações realizadas. Nesse ciclo, houve 54,00% das operações de sangrias efetivas, de um total de 88 operações esperadas por ciclo (Gonçalves et al., 2001) consideradas como 100,00% de intensidade relativa de sangria (I_r), no sistema S/2 d3, visando à menor incidência de secamento do painel de sangria.

Para o cálculo da produtividade potencial de cada clone, η e β foram considerados 1,0 mantendo-se os valores originais de N_{jt} e μ .

Os seguintes modelos estatísticos foram utilizados nos algoritmos para a análise dos dados, considerando o delineamento de blocos casualizados completos com informações entre parcelas (Equação 14) e o de blocos casualizados completos com informações dentro de parcela (Equação 15).

$$Y_{ijk} = \mu + g_i + b_j + e_{ij} \quad (14)$$

$$Y_{ijk} = \mu + g_i + b_j + e_{ij} + d_{ijk} \quad (15)$$

em que Y_{ijk} é a observação do k -ésimo indivíduo, avaliado no i -ésimo genótipo da j -ésima repetição; μ é a média geral do experimento; g_i é o efeito do genótipo i ; b_j é o efeito de bloco j ; e_{ij} é o erro aleatório entre parcelas; e d_{ijk} é o erro aleatório dentro da parcela como efeito do indivíduo k do i -ésimo genótipo no j -ésimo bloco.

As análises estatísticas de pressuposições de análise de variância, transformação de variáveis, análise de variância (Anova), testes estatísticos de comparações múltiplas das médias, tabelas e

gráficos foram realizadas em microcomputador plataforma: x86_64-w64-mingw32/x64 (64-bit), utilizando SAS versão 9.4 (SAS Institute, 2019), Rbio (Bhering, 2017), R versão 4.1.3 (R Core Team, 2022) e Microsoft Excel 2003. Os resultados de testes Tukey obtidos no SAS não apresentaram diferença.

Os dados das avaliações do ano 1, Av1, aos 6 meses após o plantio, do ano 2, Av2, aos 24 meses, e do ano de 2014, Av3, foram analisados para este trabalho. A análise dos dados consta da seleção da nota máxima observada (*DEC*) e a média das notas (*DES*) em cada parcela (bloco) como critério de classificação dos genótipos para resistência genética; adicionalmente, aplicou-se a média das notas (*DES*) associada à *AACPD* como critério complementar para a classificação dos genótipos quanto à resistência de campo. Para a severidade do mal das folhas (*SEV*) Av3, foram calculados a média e o desvio-padrão dos dados dos quatro blocos e identificados os valores de limite inferior e superior dos dados, para cada clone, em cada época de avaliação, considerando o somatório de plantas dos quatro blocos. O dado do evento ausência de folha foi eliminado com uma variável binária criada durante a análise no Statistical Analysis System (SAS) v. 9.4. Com os dados da média, construiu-se um gráfico e calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença (*AACPD*), pelo método trapezoidal (Campbell; Madden, 1990) para cada clone. A densidade de estromas (*DES*) foi avaliada de acordo com Rivano et al. (2010) e analisada conforme descrito anteriormente.

Resultados e discussão

A sobrevivência (*R*) e a mortalidade (*M*) apresentaram diferença significativa para o conjunto dos clones pelo teste de qui-quadrado com $\alpha = 5,00\%$, bem como, o índice de desempenho silvicultural (*Is*) e seu complemento aritmético (*C/Is*), com $c \geq 35,00$ cm, $c \geq 45,00$ cm e $c \geq 50,00$ cm (Tabela 5). O clone FDR 5788 apresentou sobrevivência de 91,00%, com 29,00% das árvores vivas com $c \geq 50,00$ cm, 60,00% das árvores vivas com $c \geq 45,00$ cm e 89,00% das árvores vivas com $c \geq 35,00$ cm aos 88 meses, e a testemunha Fx 3864 apesar de ter apresentado sobrevivência de 93,00% teve $Is = 0$, sem nenhuma árvore classificada, para as três circunferências avaliadas (Tabela 5).

O tempo de 5 a 7 anos, normalmente, é considerado como a idade técnica de colheita (ITC) indicando a maturidade das árvores de seringueira e o início da produção de borracha natural. Com essa idade, a quantidade esperada de árvores

classificadas para a exploração de borracha natural no ano 1 (após 84 meses) é 240 árvores, utilizando-se a medida da circunferência do tronco com casca a 1,20 m do solo, $c \geq 45,00$ cm, para classificar cada árvore, e um estande máximo de 400 árvores classificadas a partir do ano 4 (após 132 meses) (Gonçalves et al., 2001). Contudo, se no mínimo 20,00% (Gonçalves et al., 2001) ou 50,00% (Pereira; Pereira, 2001) das árvores vivas estiverem classificadas por esse método, havendo previsão de

lucro líquido, a operação de exploração da borracha natural pode ser iniciada (Gonçalves et al., 2001; Pereira; Pereira, 2001). Após a floresta completar 84 meses, deve-se executar o inventário no tempo mais próximo possível dessa idade (em até 25 dias) e bem antes do prazo previsto para iniciar a exploração de borracha natural, de forma que seja possível analisar os dados, marcar as árvores classificadas e equipá-las.

Tabela 5. Sobrevivência (R), mortalidade (M), índice de desempenho silvicultural (Is) e complemento aritmético de Is (CIs) de clones de árvores de *Hevea brasiliensis* em três classes de circunferência a 1,00 m do solo ($c \geq 35,00$ cm, $c \geq 45,00$ cm e $c \geq 50,00$ cm) no sítio Bujari, Acre, em floresta plantada aos 88 meses de idade.

Clone	$R^{(1)}$	M	*	$c \geq 35,00$ cm			$c \geq 45,00$ cm			$c \geq 50,00$ cm		
				Is	CIs	*	Is	CIs	*	Is	CIs	*
CD 1174	98	2		34	66		3	97		1	99	
CDC 56	50	50		4	96		0	100		0	100	
CDC 312	96	4		4	96		0	100		0	100	
FDR 4575	88	12		18	82		0	100		0	100	
FDR 5240	96	4		45	55		13	87		1	99	
FDR 5597	86	14		25	75		24	76		18	82	
FDR 5665	88	12		63	37		4	96		0	100	
FDR 5788	91	9		91	9		60	40		29	71	
FDR 5802	97	3		24	76		0	100		0	100	
Fx 3864	93	7		0	100		0	100		0	100	
MDF 180	87	13		17	83		2	98		0	100	
MDX 607	92	8		11	89		1	99		1	99	
MDX 624	94	6		73	27		38	62		14	86	
PMB 1	89	11		55	45		1	99		0	100	

⁽¹⁾Valores arredondados.

* Significativo a 5,00% de probabilidade pelo teste de qui-quadrado aplicado à frequência absoluta.

No trabalho atual, a $c \geq 50,00$ cm e $Is = 40,00\%$, estabelecidos como critério prévio de classificação das árvores para a operação de exploração da fase 2, mostraram-se muito rigorosos para o sítio pedoclimático em estudo, pois na idade de 7 anos e 4 meses, o melhor clone apresentou $Is = 29,00\%$ nessa circunferência. Com o critério de classificação adaptado ao sítio pedoclimático para $c \geq 45,00$ cm, o clone FDR 5788 atingiu 60,00% de árvores classificadas para exploração de borracha natural aos 88 meses. A idade técnica de exploração de borracha natural (ITC) (Soares et al., 2012) deverá ser definida por clone, de acordo com o critério técnico

estabelecido como índice de desempenho silvicultural da população de plantas do clone (Is), o qual mede a uniformidade intraclonal na parcela. Clones mais uniformes em vigor, devido à maior compatibilidade fisiológica relativa com o porta-enxerto, à eficiência biológica de uso dos recursos do meio ambiente e à resistência genética às doenças e pragas que ocorrem no sítio pedoclimático, possuem valores de Is superiores. Especificamente, nos casos de experimentos e testes clonais ou testes pilotos, o critério para a classificação do genótipo, quanto ao desempenho silvicultural por parcela, talhão ou sítio pedoclimático, pode considerar a classificação

de cada indivíduo pela $C \geq 45,00$ cm, o que permite a utilização dos dados de inventário de crescimento para marcar as árvores individualmente no momento do inventário. Em seguida, procede-se ao cálculo de desempenho silvicultural de cada clone e compara-se com o Is esperado. Outra abordagem mais prática e de menor custo é a utilização do diâmetro médio aritmético $\bar{D} \geq 14,32$ cm, correspondente, portanto, à circunferência média aritmética $\bar{C} \geq 45,00$ cm da população para decisão de exploração de látex e borracha natural em talhões de seringueira (Gonçalves et al., 2013) desde que o diâmetro mínimo não inviabilize a sangria. Essa abordagem elimina os custos relacionados à prognose e ao controle de árvores ingresso (In) a cada ano, sendo mais apropriada para clones mais uniformes, com baixa variabilidade em diâmetro D , tendo casca original no tronco, com espessura $E \geq 6,00$ mm, medida a 1,20 m do nível do solo, na maioria das árvores da população classificada. No teste de produção, na fase 1, as árvores classificadas e em exploração apresentaram pequena variação de espessura de casca original no tronco, permitindo obter 85,00 e 95,00% de árvores com $E \geq 6,00$ mm a 1,20 m do nível do solo nos clones PMB 1 e FDR 5788, respectivamente. Nos outros três clones, 100,00% das árvores em exploração apresentavam $E \geq 6,00$ mm (Figura 2).

A frequência relativa (f) de árvores classificadas e em exploração com casca remanescente no tronco, no painel de sangria, medindo mais que 2,00 mm de espessura ($Er > 2,00$ mm), variou entre os clones, indicando a necessidade de maior padronização na operação de sangria pelo seringueiro para obter ($Er < 2,00$ mm), preferencialmente, $Er = 1,50$ mm, que poderia levar a maiores produtividades de borracha natural (Figura 3).

Os resultados de sobrevivência (R) e mortalidade (M) de árvores por clone, índice de desempenho silvicultural de clones (Is) e o complemento aritmético de Is (CIs) por clone no sítio Bujari, com $c \geq 45,00$ cm e $c \geq 50,00$ cm para parcelas de 24 plantas, aos 128 meses de idade, são apresentados na Tabela 6. Os clones FDR 5240, FDR 5665, FDR 5788, MDX 624 e PMB 1 foram classificados com $Is \geq 50,00\%$ e $c \geq 45,00$ cm. Um conjunto de 514 árvores desses clones com $c \geq 48,69$ cm, com um X marcado com tinta no caule, foi submetido à exploração da borracha natural nos quatro blocos. A medida da circunferência de tronco a 1,00 m do nível do solo, $c \geq 48,69$ cm, foi escolhida por permitir maior número de árvores para avaliação e estar próxima (menos de 3,00%) da medida $c = 50,00$ cm, utilizada como critério para a seleção de árvores por Rivano et al. (2013).

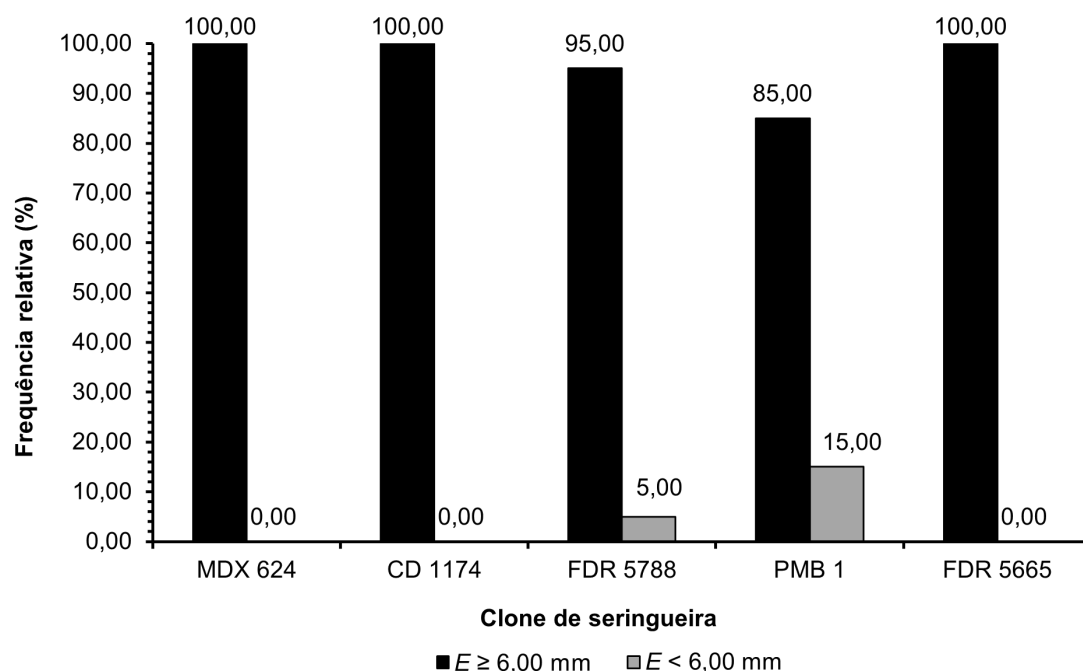


Figura 2. Frequência relativa (f), em porcentagem, de árvores classificadas e em exploração, com casca original no tronco com espessura menor que 6,00 mm ($E < 6,00$ mm) e maior ou igual a 6,00 mm ($E \geq 6,00$ mm), a 1,20 m de altura do solo, por clone, em floresta de *Hevea brasiliensis* aos 88 meses de idade no sítio Bujari, Acre.

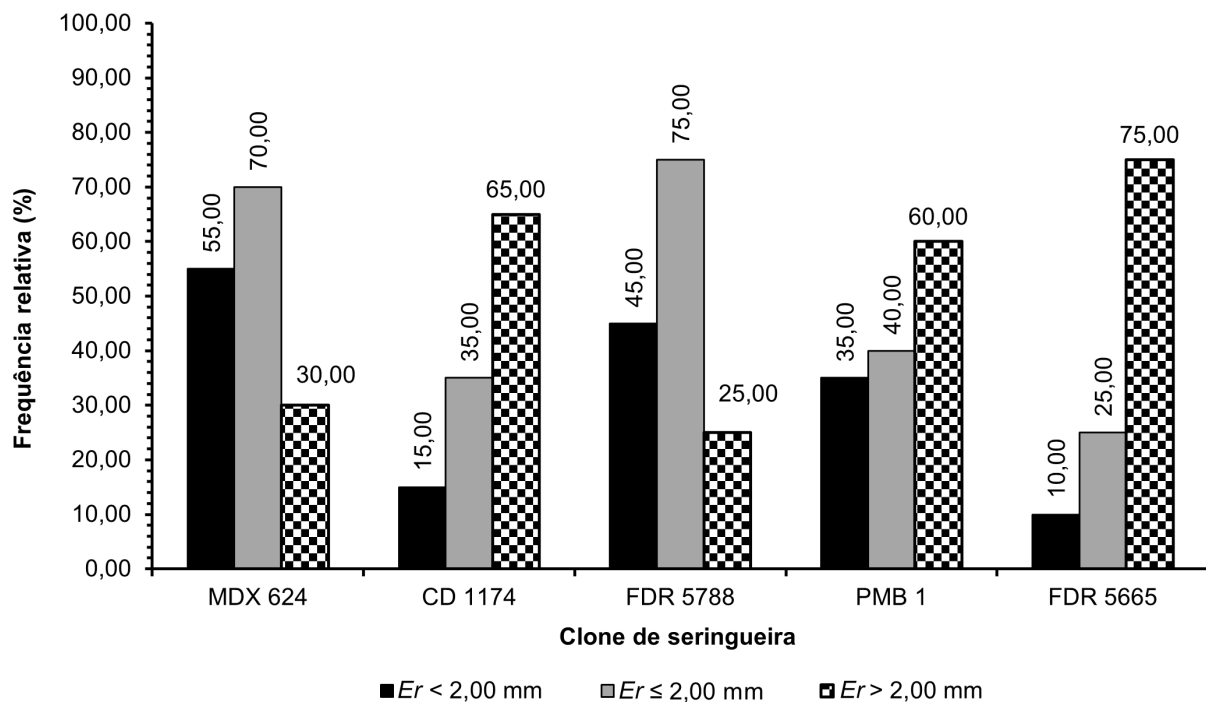


Figura 3. Frequência relativa (f), em porcentagem, de árvores classificadas e em exploração, com casca remanescente no tronco com espessura menor, menor ou igual e maior que 2,00 mm ($Er < 2,00$ mm, $Er \leq 2,00$ mm e $Er > 2,00$ mm), a 1,20 m de altura do solo, por clone, em floresta de *Hevea brasiliensis* aos 88 meses de idade no sítio Bujari, Acre.

Tabela 6. Sobrevivência (R), mortalidade (M), índice de desempenho silvicultural (Is) e complemento aritmético de Is (CIs) de clones de árvores de *Hevea brasiliensis* em duas classes de circunferência a 1,00 m do solo ($c \geq 45,00$ cm e $c \geq 50,00$ cm) no sítio Bujari, Acre, em parcelas com 24 plantas em floresta com 128 meses de idade.

Clone	$R^{(1)}$	M	*	$c \geq 45,00$ cm		$c \geq 50,00$ cm			
				Is	CIs	*	Is	CIs	*
CD 1174	97	3		49	51		27	73	
CDC 56	46	54		14	86		5	95	
CDC 312	95	5		12	88		3	97	
FDR 4575	85	15		16	84		1	99	
FDR 5240	97	3		56	44		38	62	
FDR 5597	81	19		6	94		1	99	
FDR 5665	86	14		67	33		47	53	
FDR 5788	91	9		86	14		80	20	
FDR 5802	95	5		37	63		19	81	
Fx 3864	91	9		0	100		0	100	
MDF 180	79	21		13	87		7	93	
MDX 607	93	7		12	88		7	93	
MDX 624	94	6		71	29		68	32	
PMB 1	85	15		63	37		51	49	

⁽¹⁾ Valores arredondados.

* Significativo a 5,00% de probabilidade pelo teste de qui-quadrado de frequência absoluta.

Em casos de clones suscetíveis à quebra pelo vento, as árvores devem preventivamente ser selecionadas com $c \geq 60,00$ cm.

A sobrevivência (R) e o índice de desempenho silvicultural dos clones (Is), com $c \geq 35,00$ cm aos 88 meses (Figura 4) e $c \geq 45,00$ cm aos 128 meses (Figura 5), são apresentados a seguir com a linha de valores esperados para cada variável (Re e Ise). Em ambas as figuras, adotou-se a lista de códigos C1,...,C14 para C1-CD 1174, C2-CDC 56, C3-CDC 312, C4-FDR 4575, C5-FDR 5240, C6-FDR 5597, C7-FDR 5665, C8-FDR 5788, C9-FDR 5802, C10-Fx 3864, C11-MDF 180, C12-MDX 607, C13-MDX 624 e C14-PMB 1.

Nesse segundo conjunto de dados, foi possível observar que o clone FDR 5597 apresentou frequência de 81,00% para sobrevivência, somando-se ao clone CDC 56 que não atingiu o limite mínimo de 85,00% para esse sítio pedoclimático. Os outros clones apresentaram sobrevivência $R_{ik} \geq 85,00\%$.

O clone CD 1174, classificado na primeira fase, apresentou $Is = 49,00\%$, ficando 1,00% abaixo do Is de classificação para a segunda fase. O índice de desempenho silvicultural de cinco clones (C5-FDR 5240, C7-FDR 5665, C8-FDR 5788, C13-MDX 624 e C14-PMB 1) foi superior a 50,00%, o que é considerado satisfatório na classificação dos clones para exploração de borracha natural. O clone FDR 5788 apresentou a maior frequência (86,00%) de árvores classificadas para exploração de borracha natural (Figura 5).

A média geral de sobrevivência de todos os clones, aos 88 meses, foi $R_{ik} = 88,80\%$, e o coeficiente de variação experimental (CV) foi de 11,71%; aos 128 meses, a média geral foi $R_{ik} = 86,88\%$ e o CV = 12,62%. Esses dados mostram sobrevivência satisfatória da floresta no sítio pedoclimático conforme a análise feita com os dados do inventário aos 88 e 128 meses (Tabela 7).

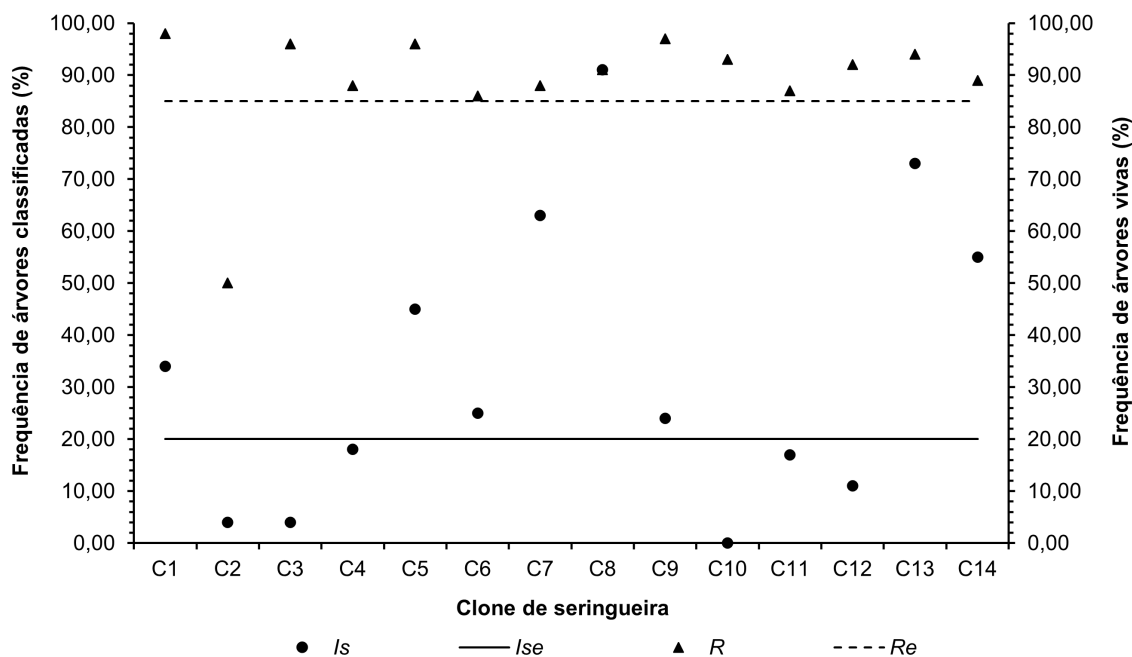


Figura 4. Sobrevivência (R) e índice de desempenho silvicultural de árvores classificadas (Is) com $c \geq 35,00$ cm de cada clone em comparação à sobrevivência esperada (Re) e desempenho silvicultural esperado (Ise) no sítio pedoclimático k aos 88 meses de idade da floresta.

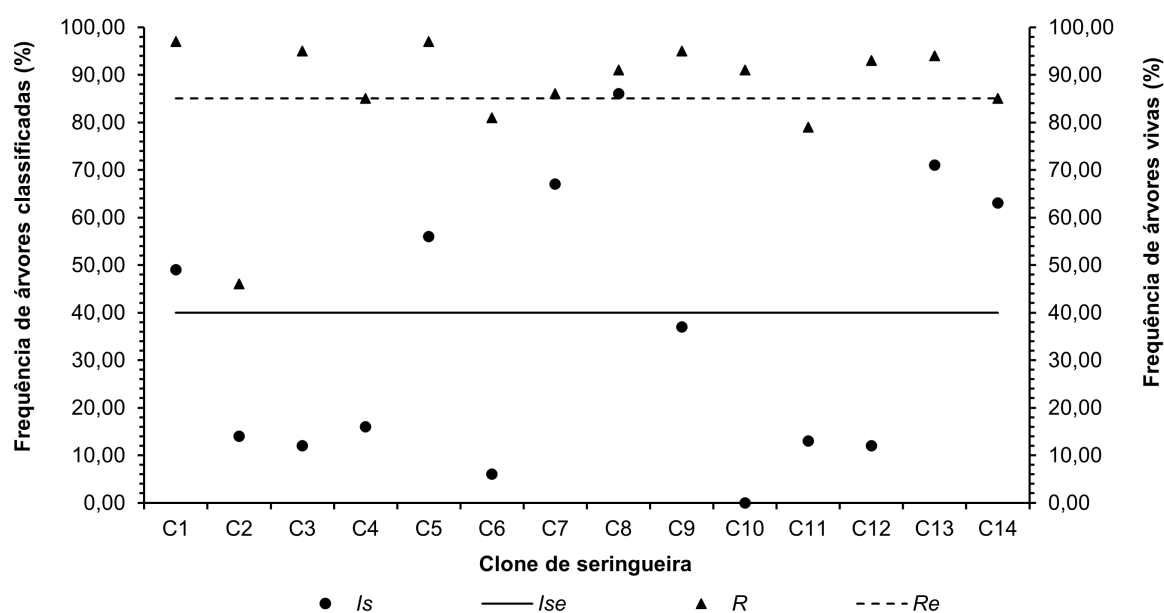


Figura 5. Sobrevivência (R) e índice de desempenho de árvores classificadas (I_s) com $c \geq 45,00$ cm de cada clone em comparação à sobrevivência esperada (R_e) e desempenho silvicultural esperado (I_{se}) no sítio pedoclimático k aos 128 meses de idade da floresta.

Tabela 7. Estatísticas iniciais dos dados originais de sobrevivência (R) das árvores aos 88 e 128 meses, destacando valor alto para a média da variável R e coeficiente de variação (CV) apropriado para experimento em campo.

Idade ⁽¹⁾	Média (%) R	CV (%)	R^2	Raiz QME ⁽²⁾
88	88,80	11,71	0,660	10,40
128	86,88	12,62	0,667	10,97

⁽¹⁾ Idade da floresta em meses. ⁽²⁾ Quadrado médio do erro (QME).

A análise de sobrevivência dos clones com idade de 88 meses mostrou que um clone, CDC 56, com $R = 50,00\%$, apresentou diferença significativa para o grupo com $R \geq 86,25\%$ formado por 13 clones (Tabela 8). O mesmo clone apresentou $R = 45,75\%$ na avaliação aos 128 meses, formando um grupo estatisticamente diferente de 11 clones, quanto à variável sobrevivência (R). Esse grupo apresentou médias de 81,25, 79,00 e 45,75% para os clones FDR 5597, MDF 180 e CDC 56, respectivamente, indicando que a transformação da variável R torna o teste Tukey mais rigoroso e inclui clones com aproximadamente 80,00% de sobrevivência.

A sobrevivência de clones de seringueira em florestas plantadas tem sido pouco estudada. Maior ênfase é dada à mortalidade associada primariamente ao fungo *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griff. & Maubl. em plantas infectadas pelo nematoide das galhas *Meloidogyne exigua* Goeldi (1887). Santos et al. (1992) relatam que nas florestas clonais de seringueira plantadas em Rondonópolis, Mato Grosso, havia 75.009 árvores infectadas por *M. exigua* e 1.444 árvores mortas, resultando em mortalidade de 1,89%, com a constatação de *L. theobromae* nas plantas infectadas.

Tabela 8. Sobrevivência de clones de seringueira (*Hevea brasiliensis*) e agrupamento das médias originais aos 88 e 128 meses.

Idade: 88 meses				Idade: 128 meses			
Clone	N ⁽¹⁾	R _{ik} ⁽²⁾	G ⁽³⁾	Clone	N ⁽¹⁾	R _{ik} ⁽⁴⁾	G ⁽³⁾
CD 1174	4	98,00	A	FDR 5240	4	97,00	A
FDR 5802	4	97,00	A	CD 1174	4	97,00	A
CDC 312	4	96,00	A	CDC 312	4	95,00	A
FDR 5240	4	96,00	A	FDR 5802	4	95,00	A
MDX 624	4	94,00	A	MDX 624	4	94,00	A
Fx 3864	4	92,75	A	MDX 607	4	93,00	A
MDX 607	4	92,00	A	Fx 3864	4	90,75	A
FDR 5788	4	90,75	A	FDR 5788	4	90,75	A
PMB 1	4	88,50	A	FDR 5665	4	86,75	A
FDR 5665	4	87,75	A	FDR 4575	4	85,50	A
FDR 4575	4	87,75	A	PMB 1	4	85,50	A
MDF 180	4	86,50	A	FDR 5597	4	81,25	AB
FDR 5597	4	86,25	A	MDF 180	4	79,00	AB
CDC 56	4	50,00	B	CDC 56	4	45,75	B

⁽¹⁾ Número de blocos (N). ⁽²⁾ Sobrevivência aos 88 meses (R_{ik}). ⁽³⁾ Grupos de médias com dados (%) arredondados por parcela (G).

⁽⁴⁾ Sobrevivência aos 128 meses (R_{ik}).

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5,00% de probabilidade.

Os resultados do teste Tukey com agrupamento das médias da variável circunferência do tronco com casca (*c*) transformada pelo método de Box e Cox com modelo sem interação blocos x tratamentos (SI) e com interação blocos x tratamentos (CI) aos 128 meses estão apresentados na Tabela 9. A classificação dos clones nos agrupamentos não diferiu entre os modelos (SI e CI). O teste F para a fonte de variação tratamentos foi significativo no procedimento GLM, indicando possíveis diferenças significativas entre os tratamentos, mas não houve variação significativa entre e dentro de parcela. O clone FDR 5788 foi superior a todos os outros clones avaliados. Os clones MDX 624, FDR 5665 e PMB 1 formaram o segundo melhor grupo, com alguns desses não apresentando diferença significativa com os de clones do grupo C. O clone Fx 3864 apresentou a menor média de *c*, estatisticamente significativo. A menor média de *c* para o clone testemunha de suscetibilidade pode ser evidência do efeito negativo decorrente das doenças bióticas que ocorrem no sítio pedoclimático em estudo, inclusive o mal das folhas. De acordo com este estudo, para uma *c* média $\geq 45,00$ cm, seis clones podem ser classificados para esse sítio pedoclimático (FDR 5788, MDX 624, FDR 5665, PMB 1, FDR 5240, CD

1174) e, para uma *c* média $\geq 50,00$ cm, apenas dois clones podem ser classificados (FDR 5788 e MDX 624).

As análises de produção de borracha natural realizadas com o primeiro conjunto de dados do experimento preliminar de produção mostraram que houve efeito de tratamento dentro dos clones selecionados para o experimento, com o modelo que considera efeito de tratamentos e efeito de blocos (14), e com o modelo que considera efeito de tratamentos, de blocos e da interação blocos x tratamentos (15). O efeito de bloco e da interação blocos x tratamentos foi significativo na análise com o modelo (15) indicando variabilidade dentro de bloco para a variável produção *P* (Tabela 10). Contudo, o resultado do teste Tukey não mostrou diferenças entre os resultados com os modelos (14 e 15).

Os resultados mostraram que há diferença entre tratamentos, e o clone FDR 5788 neste ensaio foi superior aos clones PMB 1, FDR 5665, MDX 624 e CD 1174. O clone PMB 1 foi estatisticamente superior aos três clones do experimento. Os clones MDX 624 e CD 1174 não diferiram significativamente no teste de produção precoce aos 88 meses (Tabela 11).

Tabela 9. Crescimento de clones de seringueira (*Hevea brasiliensis*) em circunferência do tronco com casca (c) com modelo sem interação blocos x tratamentos (SI) e com interação blocos x tratamentos (CI) aos 128 meses.

Clone	Média	N ⁽¹⁾	SI ⁽²⁾	CI ⁽²⁾
FDR 5788	58,849	87	A	A
MDX 624	50,946	90	B	B
FDR 5665	47,423	83	B C	B C
PMB 1	47,271	81	B C	B C
FDR 5240	45,570	93	C D	C D
CD 1174	45,546	93	C D	C D
FDR 5802	41,939	91	D	D
FDR 4575	36,937	82	E	E
MDX 607	36,404	89	E	E
CDC 312	36,277	91	E	E
FDR 5597	35,282	78	E	E
MDF 180	35,082	76	E F	E F
CDC 56	31,066	44	F	F
Fx 3864	21,673	87	G	G

⁽¹⁾ Número de indivíduos (N). ⁽²⁾ Médias para os modelos estatísticos sem interação (SI) e com interação (CI). Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5,00% de probabilidade.

Tabela 10. Resultados das análises de variância da variável produção (P) de borracha natural de *Hevea brasiliensis* em floresta plantada com 88 meses de idade, sem interação blocos x tratamentos (SI) e com interação blocos x tratamentos (CI) em Bujari, Acre.

Anova (SI) ⁽¹⁾					
Fonte de variação	GL ⁽²⁾	SQ ⁽³⁾	QME ⁽⁴⁾	F ⁽⁵⁾	Pr > F ⁽⁶⁾
Bloco	3	0,00208	0,00069	1,875	0,139 ^{ns}
Tratamentos	4	0,16055	0,04014	108,627	<2e-16 ^{***}
Resíduo	92	0,03399	0,00037	–	–
Anova (CI) ⁽¹⁾					
Fonte de variação	GL	SQ	QME	F	Pr > F
Bloco	3	0,00208	0,00069	2,926	0,0388 [*]
Tratamentos	4	0,16055	0,04014	169,501	<2e-16 ^{***}
Interação B x T	12	0,01505	0,00125	5,296	1,7e-06 ^{***}
Resíduo	80	0,01894	0,00024	–	–

⁽¹⁾ Análise de variância considerando dados dentro de parcelas sem perda de graus de liberdade para a interação bloco x tratamento (Anova (SI)) e com perda (Anova (CI)). ⁽²⁾ Graus de liberdade (GL). ⁽³⁾ Soma dos quadrados (SQ). ⁽⁴⁾ Quadrado médio do erro (QME). ⁽⁵⁾ Estatística de Fisher (F). ⁽⁶⁾ Probabilidade (p-value) de que o F calculado seja maior que o F tabelado a 0,05 ou 0,001 (Pr > F).

^{ns} Não significativo. Não rejeita H₀. ^{***} Significativo a 0,001 decimal. Rejeita-se H₀ a 0,10%. ^{*} Significativo a 0,05 decimal. Rejeita-se H₀ a 5,00% (H₀: Efeito fixo: Médias dos efeitos são iguais).

Traço (–): informação não existente.

Tabela 11. Resultados do teste Tukey da variável produtividade (P) de borracha de *Hevea brasiliensis* em base seca de árvores de floresta plantada com 88 meses de idade sem interação blocos x tratamentos (SI) e com interação blocos x tratamentos (CI), com apresentação das médias reais dos dados sem transformação.

Clone	N ⁽¹⁾	P (g/a) ⁽²⁾	D (%) ⁽³⁾	SI ⁽⁴⁾	CI ⁽⁴⁾
				Grupo	Grupo
FDR 5788	20	380,20	138,4	A	A
PMB 1	20	188,83	18,4	B	B
FDR 5665	20	92,05	-42,28	C	C
MDX 624	20	70,77	-55,63	D	D
CD 1174	20	65,39	-59,00	D	D
Média		159,45			

⁽¹⁾ Número de árvores (N). ⁽²⁾ Produtividade de borracha natural em gramas de borracha seca por árvore por ciclo de produção (P). ⁽³⁾ Diferença da média em porcentagem (D). ⁽⁴⁾ Médias corrigidas da variável transformada para os modelos estatísticos sem interação blocos x tratamentos (SI) e com interação blocos x tratamentos (CI).

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5,00% de probabilidade.

O clone FDR 5788 superou a média de produção em 138,40% e o clone PMB 1 superou essa média em 18,40%. Os demais clones ficaram abaixo da média geral de todos os clones avaliados.

As análises dos dados de produção de borracha natural, do ciclo de exploração de 2018/2019, expressa em peso seco, realizadas com o segundo conjunto de dados do experimento de produção, mostraram efeito significativo de tratamento e não efeito significativo de bloco utilizando-se o modelo (14) que considera variação entre parcelas (blocos). O modelo (15) que considera a interação blocos x tratamentos, embora seja operacionalizado pelo programa com apenas uma repetição por bloco, não permite o cálculo da soma de quadrado de resíduo, não sendo aplicável ao conjunto de dados para a

obtenção do quadro de Anova. Parte dos resultados da análise de variância para o modelo (14) obtida pelo procedimento GLM no SAS está na Tabela 12.

O resultado do teste Tukey mostrou que há diferença significativa entre médias dos tratamentos. O clone PMB 1 apresentou a maior média de produção de borracha natural em relação aos clones FDR 5788, FDR 5665 e MDX 624 (4,11 quilogramas por árvore por ciclo de exploração), mas não diferiu estatisticamente da média de produção do clone FDR 5240. A média de produtividade P do clone FDR 5788 não diferiu significativamente das médias dos clones FDR 5240 e MDX 624. O clone FDR 5665 apresentou a menor média, $P = 1,54$ quilograma por árvore por ciclo de exploração (Tabela 12).

Tabela 12. Resultados de análise de variância dos dados originais da variável produtividade P de borracha natural de *Hevea brasiliensis* em floresta plantada com 128 meses de idade, sem interação blocos x tratamentos, em Bujari, Acre.

Anova ⁽¹⁾					
Fonte de variação	GL ⁽²⁾	SQ tipo I ⁽³⁾	QME ⁽⁴⁾	F ⁽⁵⁾	Pr > F ⁽⁶⁾
Blocos	3	0,876	0,292	0,446	0,7248 ^{ns}
Tratamentos	4	22,135	5,534	8,442	0,0018**
Resíduos	12	7,866	0,655	–	–

⁽¹⁾ Análise de variância considerando dados entre parcelas (Anova). ⁽²⁾ Graus de liberdade (GL). ⁽³⁾ Soma de quadrados tipo 1 (SQ tipo I). ⁽⁴⁾ Quadrado médio do erro (QME). ⁽⁵⁾ Estatística de Fisher (F). ⁽⁶⁾ Probabilidade (p-value) de que o F calculado seja maior que o F tabelado a 0,01 (Pr > F).

^{ns} Não significativo. Não rejeita H₀. ** Significativo a 0,01 decimal. Rejeita-se H₀ a 1,00% (H₀: Efeito fixo: Médias dos efeitos são iguais). Traço (–): informação não existente.

A análise dos dados de produtividade P dos clones, mantendo o índice de desempenho silvicultural de cada clone (I_s), extrapolando o número de árvores da parcela para 1,00 ha, mostrou dois grupos de clones descritos no formato clone/número de árvore por hectare: o grupo A formado pelos clones FDR 5788, PMB 1, FDR 5240 e MDX 624 com 431, 235, 243 e 342 árvores, respectivamente, e o grupo B formado pelos clones MDX 624 e FDR 5665 com 342 e 237 árvores, respectivamente, com produtividade real média geral $P = 450,42$ quilogramas por hectare por ciclo de exploração em base seca com DRC = 100,00% equivalente a 825,76 quilogramas

por hectare por ciclo de exploração com DRC = 53,00%. A produtividade potencial média dos clones do grupo A variou de $P = 661,26$ quilogramas por hectare por ciclo de exploração para o clone FDR 5788 a $P = 379,26$ quilogramas por hectare por ciclo de exploração para o clone MDX 624 em base seca. A produtividade potencial média geral em base úmida, DRC = 53,00%, foi 1.263,42 quilogramas por hectare por ciclo de exploração com valor mínimo de 544,42 quilogramas por hectare por ciclo de exploração e valor máximo de 1.854,83 quilogramas por hectare por ciclo de exploração sem extrapolação para 400 árvores por hectare (Tabela 13).

Tabela 13. Análise estatística para a produtividade P sem interação blocos x tratamentos (SI) aos 128 meses, com apresentação das médias originais da produtividade de borracha natural em base seca, com DRC = 100,00% e média potencial para ciclo de exploração completo em base seca e úmida.

Trat. ⁽¹⁾	N ⁽²⁾	P (kg/a/c) ⁽³⁾	G ⁽⁴⁾	Trat. ⁽¹⁾	N ⁽²⁾	P (kg/ha/c) ⁽⁵⁾	G ⁽⁴⁾	P (kg/ha/c) ⁽⁶⁾	P (kg/ha/c) ⁽⁷⁾
PMB 1	4	4,11	A	FDR 5788	4	661,26	A	1.212,31	1.854,83
FDR 5240	4	3,67	AB	PMB 1	4	522,57	A	958,10	1.465,82
FDR 5788	4	2,77	BC	FDR 5240	4	494,90	A	907,33	1.388,21
MDX 624	4	2,06	CD	MDX 624	4	379,26	AB	695,30	1.063,81
FDR 5665	4	1,54	D	FDR 5665	4	194,09	B	355,83	544,42
Média		2,83				450,42		825,76	1.263,42

⁽¹⁾ Tratamentos (Trat.). ⁽²⁾ Número de blocos (N). ⁽³⁾ Produtividade de borracha natural seca em quilogramas por árvore por ciclo de exploração (P). ⁽⁴⁾ Grupos de médias (G). ⁽⁵⁾ Produtividade de borracha natural seca (DRC = 100,00%) em quilogramas por hectare por ciclo de exploração com $\beta = 1$, penalizada pelo fator $\eta = 0,545455$, real do ciclo de exploração (P). ⁽⁶⁾ Produtividade potencial de borracha natural seca (DRC = 100,00%) em quilogramas por hectare, por ciclo, considerando $\beta = 1$ e $\eta = 1$ (P). ⁽⁷⁾ Produtividade potencial de borracha natural úmida (DRC = 53,00%) em quilogramas por hectare, considerando $\beta = 1$ e $\eta = 1$ (P).

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5,00% de probabilidade.

Os clones PMB 1 e FDR 5240 formaram o grupo mais produtivo no primeiro ensaio de produção, aos 88 meses, seguidos pelos clones FDR 5788 e MDX 624 que não diferiram estatisticamente entre si. O clone FDR 5665 apresentou menor produção nos dois ensaios. No segundo ensaio de produção, aos 128 meses, FDR 5788, PMB 1, FDR 5240 e MDX 624 formaram o grupo de clones mais produtivo. O clone FDR 5788 produziu 2.770,00 gramas de borracha por árvore aos 128 meses no ciclo reduzido de exploração, mas no estado da Bahia, a produtividade média em quatro ciclos de exploração foi de 3.320,25 g (DRC = 100,00%) (Mattos, 2010a), indicando o potencial genético desse clone para os próximos anos de exploração. O clone PMB 1, em Bujari, produziu 4.110,00 gramas (DRC = 100,00%) por árvore e superou a produtividade média de

2.742,25 g registrada em floresta localizada no estado da Bahia (Mattos, 2010a). No Brasil, o rendimento médio de produção de borracha em base úmida, registrado em 2023, interpretado como produtividade ao DRC = 53,00%, foi de 2.372,00 quilogramas por hectare por ano (IBGE, 2023b), ou seja, 1.257,16 quilogramas por hectare por ano em base seca. A produtividade potencial de borracha em base seca no Acre, com os clones FDR 5788 e PMB 1 com estande padrão de 400 árvores em exploração por hectare, pode ser estimada em 1.109,00 quilogramas por hectare por ano para o FDR 5788 e 1.644,00 quilogramas por hectare por ano para PMB 1, que juntos podem produzir 1.376,00 quilogramas por hectare por ano, correspondentes a 2.596,23 quilogramas por hectare por ano de borracha em base úmida ao DRC = 53,00%. Os clones FDR

5788, PMB 1 e CDC 312 são recomendados para cultivo em locais de ocorrência do mal das folhas, com verão quente e úmido nos estados do Espírito Santo e Bahia no Brasil (Mattos, 2010b). A avaliação de doenças foliares aos 6 meses de idade não refletiu, por completo, o fenômeno da interação das plantas com o patógeno presente na área, pois, mesmo havendo doença no tratamento testemunha para alta suscetibilidade (planta bicomposta com clone Fx 3864), bem como em mais três clones, muitos clones que não foram afetados pelo mal das folhas da seringueira nessa avaliação apresentaram a doença na avaliação realizada no segundo ano (Gonçalves et al., 2010).

As notas obtidas para a variável densidade conidial (*DEC*) na segunda avaliação corroboram os resultados verificados na região sul do estado da Bahia em cinco clones (Mattos et al., 2010 apud Gonçalves et al., 2010). Os clones PMB 1, FDR 5240, CD 1174, FDR 5597, CDC 56, FDR 5802, CDC 312, FDR 5788, MDX 624, MDX 607 e FDR 4575 apresentaram notas que permitem classificá-los como resistentes ao mal das folhas pelo critério adotado previamente de $DEC \leq 4$ e $DES \leq 3$. Os clones FDR 5665 e MDF 180, mesmo com valores muito inferiores para a variável densidade de estromas (*DES*) em relação à testemunha Fx 3864, apresentaram reação de alta suscetibilidade ao fungo recebendo a nota 5 para a variável densidade conidial (*DEC*) (Gonçalves et al., 2010). Estudos anteriores, utilizando diferentes variáveis para representar componentes de resistência genética em seringueira ao mal das folhas, mostraram que a porcentagem de área foliolar lesionada e o grau de esporulação conidial são as melhores variáveis para a seleção de plantas em campo com base em sua resistência genética (Langford, 1945; Chee; Holliday, 1986; Rivano et al., 2013; 2016). Contudo, a assincronia de fenofases das árvores dificulta significativamente a coleta de grande quantidade de dados em campo somente nos folíolos de estágio C. Desse modo, utilizando-se o conceito de resistência de campo como uma resistência parcial (Parlevliet, 1979) e também como uma resistência incompleta, os dados das avaliações da severidade de sintomas da doença mal das folhas em folhas maduras (estágio D) foram utilizados para o cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença (*AACPD*), visando à comparação de uma epidemia nos diferentes clones como evidência de resistência genética de campo. Na avaliação 1, Av1, apenas o clone testemunha de suscetibilidade Fx 3864 ficou classificado como suscetível e os outros 13 clones foram classificados

como resistentes, R, pelo tipo de reação 1 com ambos os critérios alfa-numéricos (1 e 2). Na avaliação 2, Av2, os clones FDR 4575 e Fx 3864 foram classificados como suscetíveis (S), por ambos os critérios alfa-numéricos. No entanto, o critério (2) também permitiu classificar os clones FDR 5665 e MDF 180 como suscetíveis (S). Pelo critério de maior rigor, os quatro clones ficaram classificados como suscetível (S) pelo *TR1*. A adoção do critério $DEC \leq 5$ e $DES \leq 2$, considerando o clone MDF 180 colocado como testemunha de resistência, permitiu a separação dos genótipos em resistentes e suscetíveis devido à nota de *DES*, porém, as testemunhas de resistência e de suscetibilidade apresentaram $DEC \leq 5$. Essa constatação indica que o fungo, possivelmente uma ou mais raças, apresenta capacidade de se multiplicar em fase assexuada nesse clone, nas condições ecológicas do sítio pedoclimático do experimento. Apesar do MDF 180 ter sido colocado como testemunha de resistência no estudo, possui histórico de ataque do patógeno, apresentando $DEC \leq 5$ no estado da Bahia (Mattos et al., 2003). Contudo, devido ao desempenho silvicultural insatisfatório, apesar de alguns clones terem sido classificados como resistentes pela *TR1*, o nível de resistência ao mal das folhas pela *TR2* foi baixo e permite o desenvolvimento de epidemias. Os estudos de epidemias para inferir sobre a resistência genética em campo devem considerar que a quantidade de inóculo do patógeno e sua diversidade genética são desconhecidas. Outro fato relevante é que os clones MDF 180 e CDC 56 foram afetados pela doença mancha olho de pássaro, além da incidência constante e severa de mancha de *Corynespora* no clone CDC 56. O mal das folhas foi constatado, em todas as épocas de avaliação do experimento em 2014, com maior severidade na testemunha, clone Fx 3864 (Figura 6A). A severidade do mal das folhas da seringueira variou entre clones e entre as épocas de avaliação dentro de cada clone. Os clones PMB 1 (Figura 6B), FDR 5802, FDR 5240, FDR 5597, FDR 5665, FDR 5788, CDC 56 e MDF 180 apresentaram valores zero para a *AACPD*.

Plantas dos clones da classe 1 (MDF 180, PMB 1, FDR 5802, FDR 5240, FDR 5597, FDR 5665, FDR 5788 e CDC 56) apresentam evidência de expressiva resistência de campo à doença mal das folhas, nesse sítio pedoclimático, pela análise de *AACPD*. Plantas dos clones da classe 2 (Fx 3864, MDX 624, MDX 607, CDC 312, FDR 4575 e CD 1174) apresentam resistência de campo variável com maior suscetibilidade na testemunha Fx 3864 pela mesma abordagem.



Figura 6. Foliolo do clone Fx 3864 de *Hevea brasiliensis* atacado por *Pseudocercospora ulei* com elevada quantidade de estromas do fungo ($DES > 30$) (A) e folíolos saudáveis do clone PMB 1 (B), fotografados no mesmo dia e no mesmo experimento de campo de clones em pequena escala, em Bujari, Acre.

A interpretação epidemiológica inicial da variável *DES* para os clones da classe 1 não significou resistência parcial elevada desses clones no local estudado, pois, o valor *DES* = 0,98 foi considerado baixo para a testemunha Fx 3864 pelo critério de classificação prévio. No entanto, com a normalização dos dados de *DES*, especificamente para a epidemia em análise de *AACPD*, os clones da classe 1 foram classificados pelo *TR3* em resistência completa de campo (RCC), com *DES* = 0, e os outros clones foram classificados em diferentes níveis de resistência incompleta de campo (RIC). A resistência completa de campo significa que clones podem apresentar genes de resistência completa a uma ou mais raças prevalentes e impedir a reprodução do patógeno, considerando acurácia na amostragem e ausência de efeito de porta-enxerto na resistência. A frequência relativa (FR) de cada nota atribuída nas amostras analisadas da Av3 consta na Tabela 14. Desse modo, o termo classe de nota foi utilizado neste trabalho para representar os níveis de *DEC* e *DES*, e o termo tipo de reação para representar em qual tipo de reação de resistência os clones estão classificados.

Os valores das variáveis analisadas e as classificações obtidas pelos tipos de reação, *TR1*, *TR2* e *TR3*, mais a *AACPD* da terceira avaliação deste estudo, são apresentados nas Tabelas 15 e 16.

A análise dos dados de severidade do mal das folhas mostrou que a severidade da doença variou de acordo com o clone, sendo a *AACPD* do clone Fx 3864 muito superior à dos demais clones. Em ordem decrescente, os valores encontrados para *AACPD* foram: 43, 34, 23, 18, 17 e 1 para os clones Fx 3864, MDX 624, MDX 607, CDC 312, FDR 4575 e CD 1174, respectivamente. Os clones PMB 1, FDR 5802, FDR 5240, FDR 5597, FDR 5665, FDR 5788 e CDC 56 apresentaram valores iguais a zero para a variável *AACPD*, semelhante à *AACPD* do clone MDF 180, utilizado como testemunha de alta resistência ao mal das folhas. A ocorrência de valores zero para *AACPD* nesses clones em avaliações do mal das folhas sob condições de intensa amostragem na floresta é indicativo de resistência de campo desses genótipos a essa doença nesse local. Nesse grupo, também se encontra o clone FDR 5788 com alto vigor de crescimento.

Tabela 14. Frequência relativa de cada classe de nota atribuída às amostras de folíolos de seringueira para avaliação da variável densidade de estromas (*DES*) associada à severidade do mal das folhas, doença causada por *Pseudocercospora ulei*.

Tratamento	N ⁽¹⁾	Classe de notas de <i>DES</i>				
		0	1	2	3	4
CD 1174	480	90,21	9,79	0	0	0
CDC 312	480	27,29	71,67	1,04	0	0
CDC 56	480	100,00	0	0	0	0
FDR 4575	480	78,13	11,04	7,08	2,92	0,83
FDR 5240	480	100,00	0	0	0	0
FDR 5597	480	100,00	0	0	0	0
FDR 5665	480	100,00	0	0	0	0
FDR 5788	480	100,00	0	0	0	0
FDR 5802	480	100,00	0	0	0	0
Fx 3864	480	31,04	53,54	11,04	3,13	1,25
MDF 180	480	100,00	0	0	0	0
MDX 607	480	45,83	51,46	2,29	0,42	0
MDX 624	480	40,21	43,75	11,88	2,91	1,25
PMB 1	480	100,00	0	0	0	0

⁽¹⁾ Quantidade de dados coletados e analisados em cada tratamento por clone (N).

Tabela 15. Reação de clones de *Hevea brasiliensis* a *Pseudocercospora ulei* e classificação da resistência genética pelo tipo de reação 1, em teste clonal no município de Bujari, Acre.

Clone	Av1 ⁽¹⁾				Av2 ⁽¹⁾				Av3 ⁽¹⁾	
	DEC ⁽²⁾	DES ⁽³⁾	TR1 ⁽⁴⁾	TR1 ⁽⁵⁾	DEC	DES	TR1 ⁽⁴⁾	TR1 ⁽⁵⁾	DES	TR1 ⁽⁶⁾
CD 1174	0	0	R	R	4	1	R	R	1	R
CDC 56	0	0	R	R	3	1	R	R	0	R
CDC 312	0	0	R	R	3	1	R	R	3	S
FDR 4575	4	2	R	R	3	4	S	S	2	R
FDR 5240	0	0	R	R	4	2	R	R	0	R
FDR 5597	0	0	R	R	4	1	R	R	0	R
FDR 5665	4	1	R	R	5	1	R	S	0	R
FDR 5788	0	0	R	R	4	1	R	R	0	R
FDR 5802	0	0	R	R	1	1	R	R	0	R
Fx 3864	4	4	S	S	5	4	S	S	4	S
MDF 180	0	0	R	R	5	1	R	S	0	R
MDX 607	4	2	R	R	0	3	S	R	3	S
MDX 624	0	0	R	R	4	1	R	R	3	S
PMB 1	0	0	R	R	3	3	S	R	0	R

⁽¹⁾ Avaliação 1, 2 e 3 (Av1, Av2 e Av3). ⁽²⁾ Densidade conidial (DEC). ⁽³⁾ Densidade de estromas (DES). ⁽⁴⁾ Tipo de reação 1 (TR1) pelo critério alfa-numérico $DEC \leq 5,0$ e $DES \leq 2,0$ (binômio 1): resistente (R) e suscetível (S). ⁽⁵⁾ Tipo de reação 1 (TR1) pelo critério alfa-numérico $DEC \leq 4,0$ e $DES \leq 3,0$ (binômio 2). ⁽⁶⁾ Tipo de reação 1 (TR1) com a maior nota de severidade de DES.

Fonte: Dados preliminares de Av1 e Av2 em Gonçalves et al. (2010).

A resistência incompleta, quando combinada com vigor, produtividade e outras características relevantes para o sistema silvicultural, é altamente desejável por ser do tipo inespecífica de raça, ou seja, é efetiva contra todas as raças do patógeno. Desse modo, os clones que apresentaram resistência incompleta podem compor florestas e agroflorestas para a produção de látex e borracha natural se a produção local for satisfatória, até que clones superiores sejam produzidos e disponibilizados. Para que uma ou mais tecnologias do tipo planta melhorada seja recomendada tecnicamente para cultivo em mais de um ambiente, é necessário que seja testada em diferentes ambientes existentes no estado, tendo desse modo uma conclusão cientificamente provada de adaptabilidade ampla, restrita ou mesmo inexistente. Assim, não é possível inferir correlação entre sítio de seleção e adaptabilidade ampla no espaço geográfico, nem mesmo dar garantias de

estabilidade por tempo indeterminado, devido a variações no clima (Furtado et al., 2015), ao surgimento de novas raças de *P. ulei* (Mattos et al., 2003) e à existência de 53 raças desse patógeno (Bevenuto et al., 2017), além de outros patógenos que podem se tornar risco biológico (Gasparotto et al., 2012; Gonçalves et al., 2017, 2022; Guevara et al., 2022).

Ressalta-se ainda que o ambiente no sudeste acreano tem claramente uma curta estação seca, suficiente para a troca natural de folhas de *H. brasiliensis* com baixa incidência de mal das folhas, o que favorece os clones avaliados neste estudo. O Brasil e países vizinhos detêm naturalmente grande diversidade genética de seringueira e podem se empenhar para garantir que a humanidade terá borracha natural no futuro para os mais de 40 mil produtos derivados, atendendo ao Código Florestal Brasileiro, inclusive com geração de lucro líquido nas propriedades rurais.

Tabela 16. Reação de clones de *Hevea brasiliensis* a *Pseudocercospora ulei* e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) do mal das folhas, em teste clonal no município de Bujari, Acre.

Clone	TR1 ⁽¹⁾	TR2 ⁽²⁾	TR3 ⁽³⁾	TR3 ⁽⁴⁾	AACPD
CD 1174	R	RI3	RI4	RIC4	1
CDC 56	R	RI4	RI4	RCC	0
CDC 312	R	RI4	RI2	RIC2	18
FDR 4575	R	RI3	RI1	RIC3	17
FDR 5240	R	RI3	RI3	RCC	0
FDR 5597	R	RI3	RI4	RCC	0
FDR 5665	R	RI2	RI4	RCC	0
FDR 5788	R	RI3	RI4	RCC	0
FDR 5802	R	RI1	RI4	RCC	0
Fx 3864	S	RI2	RI1	RIC1	43
MDF 180	R	RI2	RI4	RCC	0
MDX 607	R	RI3	RI2	RIC2	23
MDX 624	R	RI3	RI2	RIC2	34
PMB 1	R	RI4	RI2	RCC	0

⁽¹⁾ Tipo de reação 1 (TR1) com as maiores notas de densidade (DEC e DES) da Tabela 15 com o critério do binômio 2: resistente (R) e suscetível (S). ⁽²⁾ Tipo de reação 2 (TR2) com a maior nota de densidade (DEC) da Tabela 15: resistência incompleta (RI1... 4). ⁽³⁾ Tipo de reação 2 (TR2) com as maiores notas de densidade (DEC e DES) da Tabela 15 por ambos os critérios de binômio 1 ou 2. ⁽⁴⁾ Tipo de reação 3 (TR3) de acordo com área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) em campo: resistência incompleta de campo (RIC1... 4) e resistência completa de campo (RCC).

Conclusões

Os clones PMB 1, FDR 5240, FDR 5788, MDX 624 e FDR 5665 apresentaram maior desempenho no crescimento e foram classificados para teste de produção com finalidade de exploração comercial aos 128 meses, em sítio com predominância de Argissolo Plíntico e alta frequência de ataque do mal das folhas, localizado em Bujari, no estado do Acre. Os clones PMB 1 e FDR 5788 se destacaram em produtividade e resistência genética. O clone MDX 624 se destacou em produtividade, mostrando resistência do tipo incompleta de campo satisfatória no local, conforme AACPD. Há grande potencial de aumento de produtividade de borracha natural nos clones e na floresta estudada, uma vez que clones com resistência incompleta são mais apropriados por serem portadores de múltiplos genes de resistência, conceitualmente efetivos contra várias raças de *P. ulei*.

Agradecimentos

A todos os profissionais da Plantações Michelin da Bahia Ltda, nas pessoas de Saulo Emilio e Carlos R. R. Matos, aos pesquisadores do Centro de Cooperação Internacional em Pesquisa Agronômica para o Desenvolvimento (Cirad), Frank Rivano, Dominique Garcia e Vincent Le Guen, à família Radaeli nas pessoas de Dona Carmelinda (in memoriam), seus filhos Paulo Perez e Paulo Roberto Perez, ao governo do estado do Acre, à Emater-AC, à Prefeitura Municipal de Bujari, ao Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Embrapa e todos os funcionários operacionais, na pessoa de Francisco José Abomrad, que juntos proporcionaram a realização deste trabalho.

Referências

- ACRE (Estado). Secretaria de Extensão Agroflorestal e Produção Familiar. Divisão de Remuneração de Serviços Ambientais. **A produção de borracha sob a perspectiva econômica da expansão do seringal de cultivo.** [S. l.: s. n.], 2012.
- AMARAL, E. F. do; LANI, J. L.; BARDALES, N. G.; ARAÚJO, E. A. de. Origem, formação e diversidade dos solos do Acre. In: AMARAL, E. F. do; GONÇALVES, R. C. (ed.). **Zoneamento pedoclimático para a seringueira no estado do Acre.** Brasília, DF: Embrapa, 2021. cap. 2, p. 61-102. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1133404>. Acesso em: 10 nov. 2024.
- BAHIA, D. B.; PINHEIRO, E.; GOMES, A. R. S.; VALOIS, A. C. C.; GONÇALVES, P. de S.; MELO, J. R. V. de; PEREIRA, J. de P. **Clones de seringueira (*Hevea sp.* (Hbk) Muel. Arg.):** origem e ancestralidade. Itabuna: CEPLAC/CEPEC: Embrapa, 1985. 428 p. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/667402>. Acesso em: 10 nov. 2024.
- BARDALES, N. G.; ARAÚJO, E. A.; MELO, A. W. F. de; AMARAL, E. F. do; LANI, J. L. de. Solos e aptidão pedoclimática para o cultivo da seringueira no Acre. In: AMARAL, E. F. do; GONÇALVES, R. C. (ed.). **Zoneamento pedoclimático para a seringueira no estado do Acre.** Brasília, DF: Embrapa, 2021. p. 133-171. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1133415>. Acesso em: 10 nov. 2024.
- BEVENUTO, J. A. Z.; PASSOS, J. R. S.; FURTADO, E. L. *Microcyclus ulei* races in Brazil. **Summa Phytopathologica**, v. 43, n. 4, p. 326-336, Oct./Dec. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-5405/172339>.
- BHERING, L. L. Rbio: a tool for biometric and statistical analysis using the R platform. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 17, n. 2, p. 187-190, Apr./June 2017. Disponível em: <https://cbab.sbmp.org.br/2021/04/19/software-device-release-rbio-a-tool-for-biometric-and-statistical-analysis-using-the-r-platform/>. Acesso em: 10 nov. 2024.
- BOX, G. E. P.; COX, D. R. An analysis of transformations. **Journal of the Royal Statistical Society Series B: Statistical Methodology**, v. 26, n. 2, p. 211-252, July 1964. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1964.tb00553.x>.
- CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology.** New York: John Wiley & Sons, 1990. p. 192-194.
- CHEE, K. H. Assessing of suscetibility of *Hevea* clones to *Microcyclus ulei*. **Annals of Applied Biology**, v. 84, n. 2, p. 135-145, Oct. 1976. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1976.tb01743.x>.
- CHEE, K. H.; HOLLIDAY, P. **South American leaf blight of *Hevea rubber*.** Kuala Lumpur: MRRDB, 1986. 50 p. (MRRDB. Monograph, 13).
- FURTADO, E. L.; CUNHA, A. R. da; ALVARES, C. A.; BEVENUTO, J. A. Z.; PASSOS, J. R. Ocorrência de epidemia do mal das folhas em regiões de "escape" do Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 82, p. 1-6, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1808-657000882013>.
- GARCIA, D.; LE GUEN, V.; MATTOS, C. R. R.; MATTOS; GONÇALVES, P. de S.; CLÉMENT-DEMANGE, A. Relationships between yield and some structural traits of the laticiferous system in *Hevea* clones resistant to South American leaf blight. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 2, n. 2, p. 307-318, 2002. Disponível em: <https://cbab.sbmp.org.br/2023/09/26/article-relationships-between-yield-and-some-structural-traits-of-the-laticiferous-system-in-hevea-clones-resistant-to-south-american-leaf-blight/>. Acesso em: 10 nov. 2024.
- GASPAROTTO, L.; FERREIRA, F. A.; SANTOS, A. F. dos; PEREIRA, J. C. R.; FURTADO, E. L. Doenças das folhas. In: GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J. C. R. (ed.). **Doenças da seringueira no Brasil.** 2. ed. rev. atual. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2012. cap. 3, p. 35-176.
- GOMES, F. P. O teste de qui-quadrado e suas aplicações. In: GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental.** 12. ed. rev. e amp. Piracicaba: Nobel, 1987. p. 287-299.
- GONÇALVES, P. de S.; BATAGLIA, O. C.; ORTOLANI, A. A.; FONSECA, F. da S. **Manual de heveicultura para o estado de São Paulo.** Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 78 p. (Série tecnologia APTA. Boletim técnico IAC, 189).
- GONÇALVES, P. S.; MARQUES, J. R. B. Clones de seringueira: influência dos fatores ambientais na produção e recomendação para o plantio. In: ALVARENGA, A. P. de; CARMO, C. A. F. S. (ed.). **Seringueira.** Viçosa, MG: Epamig, 2008.
- GONÇALVES, R. C.; MATTOS, C. R. R.; OLIVEIRA, E. N. de. Dados preliminares da reação de plantas bicompostas com clones de seringueira a doença mal-das-folhas da seringueira causada por *Microcyclus ulei* no Acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HEVEICULTURA, 2., 2010, Ilhéus. **Resumos [...].** Ilhéus: Ceplac, 2010. 1 CD-ROM.
- GONÇALVES, R. C.; SÁ, C. P. de; DUARTE, A. F.; BAYMA, M. M. A. **Manual de heveicultura para a região sudeste do estado do Acre.** Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2013. 152 p. (Embrapa Acre. Documentos, 128). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/982145>. Acesso em: 10 nov. 2024.

- GONÇALVES, R. C.; GOMES, A. P.; MACEDO, P. E. F. de. Aspectos epidemiológicos da antracnose-foliar da seringueira no Acre, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HEVEICULTURA, 5., 2017, Goiânia. **Anais** [...]. Goiânia: APROB-GO/TO, 2017. p. 83-87. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1084519>. Acesso em: 10 nov. 2024.
- GONÇALVES, R. C.; VALLIM, J. H.; MACEDO, P. E. F. de. Mancha olho-de-pássaro causada por *Bipolaris heveae* em clones de seringueira no Acre, Brasil. In: SEMINÁRIO DA EMBRAPA ACRE DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO, 4., 2021, Rio Branco, AC. **Atividades agropecuária e florestal para o desenvolvimento sustentável da Amazônia: anais**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2022. p. 117-122. (Embrapa Acre. Eventos técnicos & científicos, 4). Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1145960>. Acesso em: 10 nov. 2024.
- GUEVARA, A.; LÓPEZ, M.; RIVANO, F.; CASTRO, O. First report of secondary leaf fall in rubber trees caused by *Phyllosticta capitalensis* in the Eastern Plains of Colombia. **New Disease Reports**, v. 45, n. 2, e12096, Apr./June 2022. DOI: <https://doi.org/10.1002/ndr.2.12096>.
- HORA JUNIOR, B. T. da; MACEDO, D. M. de; BARRETO, R. W.; EVANS, H. C.; MATTOS, C. R. R.; MAFFIA, L. A.; MIZUBUTI, E. S. G. Erasing the past: a new identity for the damoclean pathogen causing south american leaf blight of rubber. **PLOS ONE**, v. 9, n. 8, e104750, Aug. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0104750>.
- IBGE. **Tabela 1613**: área plantada, área colhida, quantidade produzida e valor da produção da lavoura permanente. 2023a. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/tabela/1613#resultado>. Acesso em: 10 fev. 2025.
- IBGE. **Produção de borracha**. 2023b. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/borracha-latex-coagulado/br>. Acesso em: 7 fev. 2025.
- IBGE. **Produção da extração vegetal e da silvicultura (PEVS)**. 2023c. Disponível em: https://dados.florestal.gov.br/pt_BR/dataset/producao-da-extracao-vegetal-e-silvicultura. Acesso em: 10 fev. 2025.
- JUNQUEIRA, N. T. V.; CHAVES, G. M.; ZAMBOLIM, L.; GASPAROTTO, L.; ALFENAS, A. C. Variabilidade fisiológica de *Microcyclus ulei*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 11, n. 4, p. 823-833, dez. 1986.
- LANGFORD, M. H. **South American leaf blight of Hevea rubber trees**. Washington, DC: USDA, 1945. 31 p. (USDA. Technical bulletin, 882). (Título: i. e. Hevea rubber trees).
- LE GUEN, V.; GARCIA, D.; MATTOS, C. R. R.; CLÉMENT-DEMANGE, A. Evaluation of field resistance to *Microcyclus ulei* of a collection of Amazonian rubber tree (*Hevea brasiliensis*) germplasm. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 2, n. 1, p. 141-148, 2002. Disponível em: <https://cbab.sbmp.org.br/2023/08/12/article-evaluation-of-field-resistance-to-microcyclus-ulei-of-a-collection-of-amazonian-rubber-tree-hevea-brasiliensis-germplasm/>. Acesso em: 10 nov. 2024.
- MATTOS, C. R. R.; GARCIA, D.; PINARD, F.; LE GUEN, V. Variabilidade de isolados de *Microcyclus ulei* no sudeste da Bahia. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, n. 5, p. 502-507, set./out. 2003.
- MATTOS, C. R. R. **Projeto CMB (Cirad-Michelin-Brasil) de melhoramento genético da seringueira**. [S. l.: s. n.], 2010a.
- MATTOS, C. R. R. O melhoramento genético da seringueira para área de ocorrência de *Microcyclus ulei* – a experiência da Michelin. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HEVEICULTURA, 2., 2010, Ilhéus. **Resumos** [...]. Ilhéus: Ceplac, 2010b. 1 CD-ROM.
- PARLEVLIET, J. E. Components of resistance that reduce the rate of epidemic development. **Annual Review of Phytopathology**, v. 17, p. 203-222, Sept. 1979.
- PEREIRA, A. V.; PEREIRA, E. B. C. **Cultura da seringueira no Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. 59 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/559958>. Acesso em: 10 nov. 2024.
- RIVANO, F.; MARTINEZ, M.; CEVALLOS, V.; CILAS, C. Assessing resistance of rubber tree clones to *Microcyclus ulei* in large-scale clone trials in Ecuador: a less time-consuming field method. **European Journal of Plant Pathology**, v. 126, p. 541-552, Apr. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10658-009-9563-7>.
- RIVANO, F.; MATTOS, C. R. R.; CARDOSO, S. E. A.; CARDOSO, M. M.; CEVALLOS, V.; LE GUEN, V.; GARCIA, D. Breeding *Hevea brasiliensis* for yield, growth and SALB resistance for high disease environments. **Industrial Crops and Products**, v. 44, p. 659-670, Jan. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.09.005>.
- RIVANO, F.; VERA, J.; CEVALLOS, V.; ALMEIDA, D.; MALDONADO, L.; FLORI, A. Performance of 10 *Hevea brasiliensis* clones in Ecuador, under South American leaf blight escape conditions. **Industrial Crops and Products**, v. 94, p. 762-773, Dec. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.09.035>.
- R CORE TEAM. **R versão 4.1.3 (2022-03-10)**. The R Foundation for Statistical Computing, 2002.
- SANTOS, J. M. dos; MATOS, C.; BARRÉ, L.; FERRAZ, S. *Meloidogyne exigua*, sério patógeno da seringueira nas plantações E. Michelin, em Rondonópolis, MT. In:

CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 16., 1992, Lavras. **Anais** [...]. Lavras: ESAL: SBN, 1992. p. 75.

SAS INSTITUTE. **Statistical analysis system**: SAS for Windows, v. 9.4. Cary: SAS Institute, 2019.

SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A. L. **Dendrometria e inventário florestal**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2012. 272 p.

VALE, F. X. R.; FERNANDES FILHO, E. I.; LIBERATO, J. R. QUANT: A software plant disease severity assessment. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF PLANT PATHOLOGY, 8., 2003, Christchurch, New Zealand. **Proceedings** [...]. Christchurch, New Zealand: Australasian Plant Pathology Society, 2003. v. 8, p. 105.

WISNIEWSKI, A. **Látex e borracha**. Belém, PA: Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. 1983. 171 p. (FCAP. Informe didático, 171).

