

# Capítulo 4

*Ciríaca A. F. Santana do Carmo<sup>1</sup>*

*Celso Vainer Manzatto<sup>1</sup>*

*Antônio de Pádua Alvarenga<sup>2</sup>*

*Sérgio Gomes Tosto<sup>1</sup>*

*Jorge Araújo de Sousa Lima<sup>1</sup>*

*Andréia Kindel<sup>3</sup>*

*Neli A. Meneguelli<sup>1</sup>*



## **BIOMASSA E ESTOQUE DE CARBONO EM SERINGAIS IMPLANTADOS NA ZONA DA MATA DE MINAS GERAIS**

<sup>1</sup> Pesquisadores da Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico, 1024. CEP 22460-000, Rio de Janeiro, RJ. e-mails: [ciriaca@cnps.embrapa.br](mailto:ciriaca@cnps.embrapa.br); [manzatto@cnps.embrapa.br](mailto:manzatto@cnps.embrapa.br); [tosto@cnps.embrapa.br](mailto:tosto@cnps.embrapa.br); [jorge@cnps.embrapa.br](mailto:jorge@cnps.embrapa.br); [meneguelli@cnps.embrapa.br](mailto:meneguelli@cnps.embrapa.br)

<sup>2</sup> Pesquisador da EPAMIG- CTZM. Vila Giannetti, 46/47. Campus da UFV. CEP 36570.000, Viçosa, MG. e-mail: [padua@epamig.ufv.br](mailto:padua@epamig.ufv.br)

<sup>3</sup> IBAMA-DF, SCEN Trecho 2 - Ed. Sede, Cx. Postal no. 09870, 70818-900, Brasília, DF. e-mail: [andrea.kindel@ibama.gov.br](mailto:andrea.kindel@ibama.gov.br)

## INTRODUÇÃO

A seringueira (*Hevea brasiliensis* (Willd. Ex. Adr. de Juss) Müell. Arg.) representa a principal fonte de borracha natural produzida no mundo (CORNISH, 2001 a; GONÇALVES et al., 2001) e é considerada, ao lado do aço e do petróleo, um dos alicerces que sustentam o progresso da humanidade (MUCAMBO, 2005).

A borracha natural é uma matéria-prima estratégica utilizada na manufatura de mais de 50.000 produtos, que incluem materiais médico-hospitalares, calçados, pneus, material bélico e outros, em função de características que a tornam insubstituível, como elasticidade, flexibilidade, resistência à abrasão e à corrosão, impermeabilidade e fácil adesão a tecidos e ao aço (COSTA et al., 2001; GONÇALVES et al., 2001).

A borracha natural é uma “*commodity*” fundamental para o agronegócio brasileiro, uma vez que, nos últimos dez anos (1992-2002), o país despendeu US\$ 1,082 bilhão com importações do produto nas suas diversas formas (GAMEIRO, 2003).

Entretanto, a produção tem sofrido flutuações nesse período, enquanto o consumo interno tem crescido linearmente, atendendo apenas a 36% da demanda. O Brasil, *habitat* natural da seringueira, que, até o final da década de 50, era o principal produtor e exportador de borracha natural, passou à condição de produtor e importador, contribuindo com apenas 0,95% da produção global. A acentuada queda na produtividade dos seringueis da Amazônia ocorreu em decorrência, principalmente, da doença mal-das-folhas, provocada pelo fungo *Microcyclus ulei*, que inviabilizou as plantações na região (COSTA et al., 2001).

O Brasil é atualmente o 9º produtor mundial de borracha natural, atrás da Tailândia, Indonésia, Malásia, Índia, China e Vietnã. Outros países, como

os africanos Libéria, Camarões e Nigéria, já começam a aparecer no cenário mundial, como importantes produtores.

No entanto, plantios pioneiros de seringueira nas Regiões Sudeste e Centro-Oeste demonstram que a heveicultura, considerada restrita às áreas úmidas da Amazônia, poderia se estender para regiões com regime hídrico caracterizado por um período seco definido, concentrado em pelo menos quatro meses, englobando a fase de queda e renovação foliar e com elevado déficit hídrico (SÁ, 2000).

A partir da década de 80, o cultivo da seringueira entrou em franca expansão nessas regiões, que, por possuírem condições edafoclimáticas desfavoráveis ao ataque do mal-das-folhas, foram consideradas “áreas de escape”.

A solução para o Brasil ocupar novamente uma posição de relevância, ou mesmo minimizar os volumes de importação do produto na busca da auto-suficiência, será a realização de investimentos substanciais na expansão dos plantios racionais de seringueira, com produtividades estáveis, elevadas e de látex de boa qualidade.

A seringueira também propicia elevados ganhos ambientais, uma vez que se trata de uma planta que poderá contribuir para a redução do efeito estufa, fenômeno provocado pelo aumento da concentração de gases na atmosfera, com conseqüente aumento na temperatura global (HOUGHTON, 1994). Vários gases são responsáveis pelo efeito estufa. O dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) é o que tem causado mais preocupações, pois sua concentração na atmosfera vem crescendo à taxa de 0,4% ao ano. Algumas medidas podem ser adotadas para reduzir a emissão desse gás na atmosfera, destacando-se o reflorestamento, partindo-se do princípio de que, por meio do processo fotossintético dos vegetais, o carbono é captado da atmosfera e transformado em biomassa (SALATI, 1994; MARTINEZ, 2001).

Apesar de assimilar dióxido de carbono exclusivamente através do ciclo de Calvin (planta  $C_3$ ), a seringueira, segundo Moraes (1981), pode ser considerada um eficiente sistema conversor de energia solar em produção de carboidratos, uma vez que necessita de produzir metabólitos, tanto para o seu crescimento vegetativo quanto para a produção contínua de látex, ao longo de sua vida útil de cerca de 40 anos.

Estudos demonstram a eficiência da seringueira em estocar o carbono atmosférico em quantidades equivalentes ao de uma floresta natural (RAHAMAN et al., 1998). Segundo o autor, o total de carbono seqüestrado na fitomassa da madeira e na borracha produzida em um hectare de seringueiras, aos 30 anos, é de 135 toneladas.

O impacto ambiental da expansão da heveicultura no Brasil também se traduziria no aumento da oferta de borracha natural, uma vez que reduziria a produção de borracha sintética, produto resultante de um processo industrial, altamente poluente, cuja matéria-prima é o petróleo, uma das principais fontes de emissão do carbono atmosférico. A heveicultura, portanto, constitui-se numa atividade altamente sustentável e claramente enquadrada no conceito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) do Tratado de Quioto, podendo receber dividendos através do mercado de créditos de carbono.

Assim sendo, a heveicultura pode ser considerada como uma alternativa viável para a diminuição dos atuais problemas socioeconômicos e ambientais, tanto por fixar o homem na terra, pelo aumento de rendimento da propriedade e larga ocupação da mão-de-obra familiar e local, como também por ser uma cultura altamente ajustada às áreas degradadas, promovendo sua estabilização e recuperação.

O Estado de Minas Gerais, notadamente a região da Zona da Mata, caracteriza-se por pequenas e médias propriedades, que se constituem na única fonte de renda dos produtores, calcada em mão-de-obra familiar e com

sérias dificuldades de acesso às políticas de crédito, informações de mercado e de novas tecnologias alternativas. Ressalta-se, ainda, que o cultivo em áreas declivosas e as práticas inadequadas de uso do solo, nessas regiões, em geral, têm ocasionado acentuado e contínuo processo erosivo, com nefastos prejuízos ambientais no setor agrícola regional, com claros reflexos econômicos e sociais. Este quadro tem como conseqüências diretas o êxodo rural e a criação de bolsões de pobreza, tanto no setor rural quanto no urbano.

Este trabalho apresenta os resultados da quantificação da biomassa total e por compartimento, na parte aérea e na raiz, bem como, do carbono estocado por seringais dos clones IAN 873 e RRIM 600, plantados em áreas de relevo acidentado no município de Oratórios, na Zona da Mata de Minas Gerais.

O estudo foi realizado em áreas localizadas na Fazenda Experimental do Vale do Piranga, pertencente à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG, em seringais dos clones IAN 873 e RRIM 600, por serem dois clones recomendados para plantio em larga escala na Região Sudeste. O seringal do clone IAN 873 foi implantado na década de 80 (20 anos), em plantio pioneiro no Estado de Minas Gerais, utilizando a metodologia preconizada para os seringais das áreas tradicionais, isto é, com muda em raiz nua e a copa induzida por meio de decapitação da gema apical, o que conferiu às árvores uma parte aérea constituída de dois ramos longilíneos e facilmente quebráveis pela ação do vento e do peso dos galhos. Já o seringal do clone RRIM 600 foi implantado na década de 90 (15 anos), com muda ensacolada e formação natural de copa, apresentando arquitetura foliar bem distribuída. O manejo e a condução do seringal foram os normais da cultura.

Visando identificar as classes de solos sob os seringais, em cada estrato da encosta, foram abertas trincheiras onde amostras foram coletadas em horizontes pedogenéticos. A classificação foi realizada adotando-se os critérios

do novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999). Na área do clone IAN 873, nos terços superior e médio da encosta, dominam Latossolos Vermelho-Amarelos (LVA), com altos e uniformes teores de argila ao longo do perfil. No terço superior, observa-se LVA ácrico e álico. No terço médio, identifica-se um LVA distrófico com caráter álico ao longo dos primeiros 100 cm. No terço inferior, foi constatada a ocorrência de um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (PVAd) de textura média/argilosa e que exibe em profundidade características intermediárias às dos Latossolos.

Na área do clone RRIM 600, foi constatado que, no terço superior, ocorre um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, muito argiloso, com baixa saturação por bases. Nos terços inferior e médio da encosta, verificou-se a ocorrência de um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura argilosa/muito argilosa, que tende a ser mais fértil no terço inferior da encosta. No terço médio, já na transição para o LVAd, o PVAd apresenta, ao longo de todo o perfil, saturação por bases mais baixa e alta saturação por alumínio. Os perfis do solo encontram-se descritos em Carmo et al. (2003 e 2004).

## **DETERMINAÇÃO DA BIOMASSA E DO ESTOQUE DE CARBONO NA PARTE AÉREA**

A determinação da biomassa da parte aérea foi realizada através do método direto e destrutivo, com abate individual de nove árvores por clone, localizadas nos estratos superior, médio e inferior da encosta, com três árvores por estrato. Para a seleção dessas, foi medido previamente o perímetro do caule, a 1,30m, de todas as árvores localizadas nos três estratos, separadamente, a fim de determinar o perímetro médio representativo da população. Após esta seleção, as árvores foram derrubadas (Figura 1A) e os seguintes compartimentos vegetais separados e pesados, individualmente, para determinação da biomassa fresca: caule, galhos grossos (constituídos em

grande parte pelos galhos principais da árvore); galhos finos (ramos) e folhas. Após esta pesagem, amostras foram retiradas e pesadas, para determinação da biomassa seca (Figuras 1B,C,D ). Estas amostras foram colocadas em estufa de circulação forçada de ar, a 65°C; após peso constante, foram novamente pesadas.



Figura 1 – Derrubada da árvore (A), separação dos compartimentos vegetais galhos principais (B), folhas (C) e galhos finos (D) de seringueira, Oratórios, MG.

Foram também retirados discos a 1,30m de altura, pesados e colocados na estufa, para determinação da biomassa seca do caule.(Figura 2).



Figura 2 – Detalhe da pesagem de uma amostra do caule da seringueira (disco).

Para determinar o estoque de carbono orgânico (CO) na biomassa da parte aérea e das raízes, foi adotado o fator de conversão 0,45, como proposto por Botkin et al. (1993), citado por Schumacher et al.(2002).

Partindo-se da suposição de não-normalidade, os dados de circunferência do caule e os de biomassa seca e fresca, dos diversos compartimentos vegetais dos dois clones, nos três estratos estudados, foram submetidos ao teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, análogo à análise de variância, usando o procedimento NPAR1WAY do Statistical Analysis System

(SAS, 1999). O nível de significância estabelecido para a comparação desses dados foi de 10% de probabilidade. A interpretação do teste é feita pela comparação das probabilidades encontradas e estabelecidas. Se a possibilidade encontrada for menor que 10%, rejeita-se a hipótese de nulidade ( $H_0$ ) de que os estratos não diferem entre si, ou seja, existe significância entre eles; em caso contrário, aceita-se  $H_0$ . O teste baseia-se na soma de escores para as variáveis estudadas.

## **RESULTADOS DO CLONE IAN 873**

Os resultados demonstraram que as variáveis circunferência (perímetro do caule) e biomassa seca da parte aérea do clone IAN 873 apresentaram diferenças significativas nos três estratos estudados (Tabela 1). Observa-se que, em ambas as variáveis, os escores correspondentes ao estrato médio da encosta foram, estatisticamente, superiores aos escores do estrato superior, e estes, superiores aos do terço inferior. Considerando que as árvores dos estratos superior e médio estão sob Latossolos, tais resultados corroboram aqueles encontrados por Carmo et al. (2000), Cunha et al. (2000) e Carmo et al. (2002), que constataram a importância desse tipo de solo para o bom desenvolvimento da seringueira.

Tabela 1 - Somas de escores para as variáveis circunferências de caule e biomassa do clone IAN 873, segundo o teste Kruskal-Wallis

Circunferência do Caule				
Estrato	cm	Soma de escores	Esperado sob H0	Desvio-Padrão sob H0
Superior	74	15,0	15,0	3,84
Médio	77	24,0	15,0	3,84
Inferior	65	6,0	15,0	3,84
Biomassa seca				
Estrato	kg árvore <sup>-1</sup>	Soma de escores	Esperado sob H0	Desvio-Padrão sob H0
Superior	256,3	18,0	15,0	3,87
Médio	262,9	21,0	15,0	3,87
Inferior	183,1	6,0	15,0	3,87

Teste Kruskal-Wallis entre os estratos.

$\chi^2$ (Circunferência de caule) = 7,32; DF = 2; Pr >  $\chi^2$  = 0,02\* < 0,10

$\chi^2$ (biomassa) = 5,60; DF = 2; Pr >  $\chi^2$  = 0,06\* < 0,10

Na Tabela 2, são apresentados os resultados relativos aos estoques totais medios de biomassas fresca e seca (527,1 e 234,5 kg árvore<sup>-1</sup>, respectivamente) da parte aérea e a sua distribuição nos diferentes compartimentos vegetais do clone IAN 873, nos três estratos estudados. As maiores quantidades de biomassa secas foram encontradas nos galhos grossos, representando 57,5% da biomassa total da parte aérea, seguidos do caule, com 23,4%, dos galhos finos, com 12,1% e das folhas com 7,0%. Observa-se, também, que o peso total da árvore seca representou 44,5% do seu peso fresco enquanto que os pesos do caule seco e da copa seca corresponderam a 56,4 e 41,8% do peso de cada um enquanto fresco, respectivamente. Constatou-se também que os pesos do caule fresco e do seco representaram 18,5 e 23,4%, respectivamente, em relação ao peso total da árvore. Considerando-se que a biomassa seca da parte aérea foi

de 234,5 kg. árvore<sup>-1</sup> e que um hectare de seringueira tem, em média, 500 árvores, a biomassa seca total da parte aérea foi de 117,2 t.

Rahaman e Sivakumaram (1998), trabalhando com seringal policlonal de 30 anos no Sudeste Asiático, encontraram biomassa seca aérea de cerca de 381,9 kg árvore<sup>-1</sup> e o peso do caule correspondente a 11% do peso total da árvore seca. Haag e Viégas (2000) observaram que o crescimento da seringueira nos países asiáticos é bem mais intenso do que no Brasil. Segundo os autores, provavelmente deve-se isso à maior fertilidade e adequação física dos solos, aliadas ao manejo da cultura e à ausência de doenças fúngicas. Os autores verificaram também o maior estoque de biomassa seca nos galhos principais, como também observado neste trabalho.

Tabela 2 - Dados médios de biomassa fresca e seca estocada em diferentes compartimentos vegetais do clone de seringueira IAN 873

Estrato	Biomassa Fresca (kg árvore <sup>-1</sup> )					Biomassa Seca (kg árvore <sup>-1</sup> )				
	Caule	Galho grosso	Galho fino	Folha	Total	Caule	Galho grosso	Galho fino	Folha	Total
Superior	108,7	379,2	68,5	31,5	587,9	62,2	151,8	27,8	14,5	256,4
Médio	104,8	382,6	66,8	33,4	587,7	59,6	154,2	30,5	18,6	263,0
Inferior	78,4	244,4	54,9	28,0	405,8	42,8	98,3	26,7	16,3	184,1
Total	291,9	1.006,2	190,2	92,9	1.581,2	166	404,3	85,0	49,4	703,3
Média	73,3	335,4	63,4	31,0	527,1	54,9	134,8	28,3	16,5	234,5
%	18,5	63,6	12,0	5,9	100,0	23,4	57,6	12,0	7,0	100,0

Seguindo a mesma tendência verificada para a biomassa, maior quantidade de carbono orgânico estocado foi encontrada nos galhos grossos principais da seringueira, seguidos dos caules, galhos finos e folhas (Tabela 3). O carbono orgânico estocado na biomassa aérea, em média, totalizou 105,4 kg árvore<sup>-1</sup>. Assim o teor de carbono orgânico estocado na biomassa aérea totaliza 52.700 kg ha.<sup>-1</sup>, ou seja, 52,7 Mg ha.<sup>-1</sup>

Tabela 3 - Dados médios do carbono orgânico (kg árvore<sup>-1</sup>) estocado na biomassa dos diferentes compartimentos vegetais do clone de seringueira IAN 873

Estrato	Caule	Galho grosso	Galho fino	Folha	Total
Superior	28,0	68,3	12,5	6,5	115,3
Médio	26,8	69,4	13,7	8,4	118,3
Inferior	19,3	44,2	12,0	7,3	82,8
Total	74,1	181,9	38,2	22,2	316,4
Média	24,7	60,6	12,7	7,4	105,4
%	23,4	57,5	12,1	7,0	100

## RESULTADOS DO CLONE RRIM 600

No que se refere ao seringal do clone RRIM 600, observa-se que a variável circunferência do caule apresentou diferença significativa nos três estratos estudados (Tabela 4), com o escore médio, referente ao estrato superior, maior que os dos estratos médio e inferior, confirmando o bom desenvolvimento da seringueira nos Latossolos. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Carmo et al. (2000), Cunha et al. (2000) e Carmo et al. (2002), em trabalhos realizados na mesma região. Não foram detectadas diferenças significativas da biomassa seca entre árvores localizadas nos três estratos considerados.

Tabela 4 - Somas de escores, classificadas por estrato, para as variáveis circunferência de caule (cm) e biomassa aérea seca (kg árvore<sup>-1</sup>) do clone RRIM 600

Circunferência do Caule				
Estrato	cm	Soma de escores	Esperado sob H0	Desvio-padrão sob H0
Superior	72	22,0	15,0	3,84
Médio	71	17,0	15,0	3,84
Inferior	65	6,0	15,0	3,84
Biomassa Seca				
Estrato	kg árvore <sup>-1</sup>	Soma de escores	Esperado sob H0	Desvio-padrão sob H0
Superior	278	18,0	15,0	3,87
Médio	239	10,0	15,0	3,87
Inferior	278	18,0	15,0	3,87

$\chi^2$  (Circunferência de Caule) = 6,06; DF = 2; Pr >  $\chi^2$  = 0,05

$\chi^2$  (Biomassa) = 2,4; DF = 2; Pr >  $\chi^2$  = 0,30

Na Tabela 5, encontram-se os dados médios referentes à biomassa fresca e seca, estocadas nos diferentes compartimentos vegetais do clone RRIM 600. Verifica-se que a biomassa seca total média, por árvore, foi de 265,0 kg ou de 132,5 t ha<sup>-1</sup>. Os pesos tanto do caule seco quanto da copa seca da seringueira corresponderam a cerca de 59 e 48%, respectivamente, do peso dos dois compartimentos frescos.

Da mesma forma, espécies nativas da floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia, habitat natural da seringueira, apresentaram concentrações semelhantes de água nos tecidos, conforme observado por Higuchi et al. (1998). Esses autores encontraram para o peso do tronco seco e da copa seca percentuais da ordem de 61 e 58%, em relação ao peso destes frescos, respectivamente. Os resultados corroboram o que já se conhece sobre a

fisiologia da seringueira quanto à sua necessidade de um bom suprimento de água no solo.

Observa-se, também, que o peso do caule seco representou 21% do peso total da planta seca, diferentemente das espécies nativas da floresta tropical úmida de terra firme, na Amazônia, cujo caule representa 65,6% do peso total da árvore (HIGUCHI et al., 1998), e das florestas plantadas de *Pinus taeda* e *Acacia mearnsiia*, no Paraná, cujos caules representam cerca de 70% do seu peso total (SCHUMACHER et al., 2002). Segundo Schumacher (1996), durante a fase inicial do desenvolvimento de uma floresta, grande parte dos carboidratos é direcionada para a produção de biomassa da copa e das raízes. Com o passar do tempo, quando as copas começam a competir entre si, ocorre aumento da produção relativa do tronco e redução, gradativa, das folhas e dos galhos. Andrae (1982), citado por Schumacher et al. (2002), enfatiza que o maior percentual de biomassa de um povoamento florestal encontra-se no tronco, e este tende a aumentar à medida que o povoamento envelhece.

Conforme dados obtidos por Reis et al., (1985) e Morais (1988), trabalhando com *Eucalyptus*, e Castro (1984) e Poggiani (1985), com *Pinus*, verifica-se que a variabilidade na biomassa de cada compartimento, bem como a total, são muito grandes, tanto em função da espécie quanto da sua localização na paisagem. No caso das duas espécies estudadas, verificou-se que a copa da árvore representa pequena proporção da biomassa da parte aérea; as maiores quantidades são encontradas no tronco.

Nos plantios de seringueira, na Zona da Mata de Minas Gerais, acredita-se que o amplo espaçamento entre árvores (8,0 x 2,50m), aliado à declividade das áreas, não se constituem em fatores limitantes para o desenvolvimento das copas, como nas florestas.

Tabela 5 - Dados médios da biomassa fresca e seca (kg árvore<sup>-1</sup>) estocadas nos diferentes compartimentos vegetais do clone de seringueira RRIM 600

Estrato	Biomassa Fresca (kg. árvore <sup>-1</sup> )					Biomassa Seca (kg. árvore <sup>-1</sup> )				
	Caule	Galho Grosso	Galho Fino	Folha	Total	Caule	Galho Grosso	Galho Fino	Folha	Total
Superior	95,6	317,0	154,2	38,4	605,3	57,3	119,2	79,5	22,1	278,2
Médio	95,6	240,9	95,8	35,4	467,7	55,2	99,3	57,6	26,7	238,8
Inferior	95,7	269,9	167,8	52,1	585,6	55,6	116,2	76,9	29,0	278,0
Total	286,9	827,8	417,8	125,9	1.658,6	168,1	334,7	214,0	77,8	795,0
Média	95,6	276,0	139,3	42,0	552,9	56,0	111,6	71,3	25,9	265,0
%	17,2	49,9	25,3	7,6	100,0	21,1	42,1	26,9	9,9	100,0

As maiores quantidades de carbono orgânico, estocadas na biomassa aérea da seringueira do clone RRIM 600, foram encontradas nos galhos grossos, com 50,2 kg árvore<sup>-1</sup>, representando 42% do carbono total da parte aérea, seguidos dos galhos finos, do caule e das folhas (Tabela 6). Higuchi et al. (1998) e Schumacher et al. (2002) encontraram nos troncos maiores teores de carbono orgânico, tanto nas espécies nativas da floresta tropical úmida de terra firme, na Amazônia, quanto nas florestas plantadas de *Pinus taeda* e *Acacia mearnsii* no Paraná.

O carbono orgânico estocado na biomassa aérea da seringueira do clone RRIM 600, em média, totalizou 119,4 kg árvore<sup>-1</sup>. Considerando-se que um hectare de seringueira no espaçamento de 8,0m x 2,5m tem 500 árvores, a quantidade de carbono orgânico estocada na biomassa aérea totaliza 59.650 kg ha<sup>-1</sup>, ou seja, 59,6 Mg ha<sup>-1</sup>.

Tabela 6 - Dados médios do carbono orgânico (kg árvore<sup>-1</sup>) estocado em diferentes compartimentos vegetais do clone de seringueira RRIM 600

Estrato	Caule	Galho Grosso	Galho Fino	Folha	Total
Superior	26	53,6	35,8	10,0	125,4
Médio	25	44,7	26,0	12,0	107,7
Inferior	25	52,3	34,6	13,0	125,1
Total	76	150,6	96,4	35,0	358,0
Média	25,3	50,2	32,1	11,7	119,4
%	21	42	27	10	100

## DETERMINAÇÃO DA BIOMASSA E DO ESTOQUE DE CARBONO NA RAIZ

A maioria dos trabalhos que têm o objetivo de quantificar a biomassa de povoamentos florestais normalmente só obtém os dados da parte aérea, uma vez que, de modo geral, é onde se concentra a maior parte da biomassa e também pelas dificuldades na amostragem de raízes, que podem penetrar consideráveis profundidades nos solos e se estenderem lateralmente por grandes distâncias (REIS et al., 1994). O desenvolvimento do sistema radicular não é controlado apenas por fatores como temperatura, umidade e fertilidade do solo (CORREA, 1982 e GONÇALVES, 1992), mas também pelas condições e pelo estado fisiológico da parte aérea das plantas. Segundo Leles (1995), um limitado sistema radicular compromete o crescimento da parte aérea, em virtude da redução no abastecimento de água e minerais para a copa. A redução na superfície fotossintética também limita o crescimento das raízes, em consequência de redução no abastecimento de hidrato de carbono e de reguladores de crescimento (MILLER, 1986).

No caso de seringais, os estudos relativos ao sistema radicular são de primordial importância, principalmente em áreas com período seco definido, uma vez que a seringueira necessita de um sistema radicular profundo e bem distribuído, a fim de facilitar a absorção de água em maiores profundidades no solo, de modo a manter o “status hídrico” das plantas, principalmente considerando que o látex é composto de 60% de água.

A quantificação da biomassa das raízes foi realizada pelo método da escavação de trincheira aberta em uma superfície equivalente à metade da área média ocupada pela árvore ( $8,0 \times 2,5 \text{ m} = 20 \text{ m}^2$ ). No caso, a trincheira foi aberta no espaço de 1,25 m entre plantas e 4,0 m entre linhas (Figura 3). Para conhecer a arquitetura radicular, inicialmente foram retiradas, com cuidado, todas as raízes dos primeiros 20 cm. Verificou-se que grande parte do sistema radicular está concentrado nos primeiros 20 a 30 cm do solo, onde são encontradas raízes grossas de sustentação (perímetro entre 27 e 11 cm), que se desenvolvem paralelas a pivotante, até mais ou menos a profundidade de 2,0 m. As raízes laterais foram separadas da raiz pivotante e pesadas para a determinação da biomassa fresca. Após a pesagem individual, foram retiradas amostras de peso conhecido para a determinação da biomassa seca.



Figura 3 – Detalhe da arquitetura do sistema radicular do clone RRIM 600 de seringueira, Oratórios, MG.

No caso da raiz pivotante, adotou-se procedimento similar ao utilizado para quantificar a biomassa seca do caule, isto é, após a determinação da biomassa fresca, foram retirados discos de pesos conhecidos para determinação do peso seco. Todas as amostras foram colocadas em estufa de circulação forçada de ar, a 65<sup>o</sup> C, e, após peso constante, novamente foram pesadas para determinação da biomassa seca. Os cálculos para determinação do carbono orgânico foram semelhantes aos utilizados para a quantificação da parte aérea.

Os dois clones de seringueira apresentaram raízes pivotantes bem definidas e profundas (Figura 4), com raízes laterais distribuídas, uniformemente, nos primeiros 30 cm. Esta capacidade de desenvolver sistema

radicular profundo permite a esta espécie absorver água em camadas mais profundas do solo, capacitando-o a estabelecer-se em locais de acentuada deficiência hídrica (AWE et al., 1976 e REIS e HALL, 1987).



Figura 4 – Detalhe da quantificação das raízes pivotantes, Oratórios, MG.

O clone IAN 873 apresentou maior biomassa radicular média total do que RRIM 600, não se verificando variações na biomassa total entre os estratos da encosta (Tabela 7). A maior biomassa radicular total do IAN 873 foi encontrada na maior pivotante em relação à do RRIM 600. Já a quantidade de raízes laterais foi maior no clone RRIM 600 (Tabela 7).

Tabela 7 - Médias de biomassa seca e carbono das raízes laterais e pivotantes dos clones IAN 873 e RRIM 600 por estrato na encosta (kg.ha<sup>-1</sup>)

	Estrato					
	Inferior		Médio		Superior	
	IAN 873	RRIM 600	IAN 873	RRIM 600	IAN 873	RRIM 600
Raízes laterais	4.802	9.878	5.551	7.492	7.469	4.980
Raiz pivotante	44.196	18.664	41.433	24.617	42.176	29.350
Total de biomassa	48.997	28.542	46.984	32.109	49.645	34.330
Total de carbono	22.049	12.844	21.143	14.449	22.340	15.449

Ao se analisarem as raízes separadamente, ou seja, raízes laterais e pivotantes, observam-se variações em relação à localização na encosta (Tabela 7). No caso das raízes laterais do clone RRIM 600, verificou-se redução do volume do estrato inferior (Argissolo) para o superior (Latossolo), isto é, maior desenvolvimento de raízes laterais no Argissolo, enquanto no clone IAN 873, apesar da pequena variação, observou-se um aumento do estrato inferior (Argissolo) para o superior (Latossolo). Nas raízes pivotantes, verificou-se aumento de biomassa do estrato inferior para o superior no RRIM 600, enquanto, com relação ao clone IAN 873, não se registrou variação significativa entre os estratos. O menor desenvolvimento da raiz pivotante do clone RRIM 600, no estrato inferior, provavelmente está relacionado à presença do Argissolo com acúmulo de argila nos horizontes inferiores e, conseqüentemente, ao aumento da densidade aparente. Em regiões com distribuição irregular de chuvas e que apresentam um déficit hídrico acentuado, como é o caso de Minas Gerais, este aspecto reveste-se de grande relevância, uma vez que a seringueira precisa assegurar um bom desenvolvimento do sistema radicular e, conseqüentemente, um suprimento adequado de água para as plantas. Em seringais implantados em municípios da região da Zona da Mata, local deste estudo, tem-se observado

que, nas partes mais baixas da encosta, ocorre menor desenvolvimento das plantas, se comparadas às localizadas nas posições mais elevadas.

Observou-se também grande quantidade de raízes de sustentação grossas paralelas à pivotante, que, normalmente, são importantes em áreas muito declivosas, onde é comum a queda de árvores provocada por vento forte, freqüente na região. Cabe ressaltar que, tendo em vista que a raiz pivotante representou em média 82% do sistema radicular e, no caso de RRIM 600, apresentou variabilidade ao longo da encosta, a quantificação da biomassa da pivotante é imprescindível para a correta quantificação da biomassa radicular.

A estimativa do carbono orgânico na biomassa radicular da seringueira seguiu a mesma tendência observada para os clones (Tabela 7), com teor médio de 22,0 Mg ha<sup>-1</sup> de carbono no clone IAN 873 e de cerca de 14,0 Mg ha<sup>-1</sup> de carbono no clone RRIM 600.

## **COMPARAÇÃO ENTRE OS CLONES IAN 873 E RRIM 600**

Quando se compararam os clones IAN 873 e RRIM 600, na análise dos dados da biomassa seca por compartimento, constatou-se que ambos os clones estocaram maior biomassa nos galhos grossos, representando 42 e 58 %, respectivamente, do total estocado na parte aérea dos clones RRIM 600 e IAN 873 (Figura 5A). Já os caules contribuíram com cerca de 20 e 23 % do total (Figura 5A). O clone RRIM 600 estocou no total 12 % a mais de biomassa que o IAN 873, estes com, respectivamente, 265 kg árvore<sup>-1</sup> e 235 kg árvore<sup>-1</sup> de biomassa aérea.

Em seringal de 15 anos, do clone PB 235, localizado em Paranapoema - PR, sobre Latossolo Vermelho-Escuro, encontrou-se a seguinte distribuição de biomassa por compartimento: semelhante aos dados deste estudo em galhos grossos (41%) e maior no caule (40,5%) (PEREIRA e RAMOS, 2004).

Lima et al. (2003), trabalhando em uma capoeira de 38 anos, também localizada na fazenda experimental da EPAMIG, observaram que a fração constituída por galhos grossos contribuiu com apenas 10 % da biomassa total, sendo o tronco responsável por cerca de 80 % da biomassa aérea. Nesta capoeira, as árvores estocaram, em média, apenas 54 kg árvore<sup>-1</sup>, ou seja, cerca de cinco vezes menos biomassa que o clone de maior biomassa aérea, o RRIM 600.

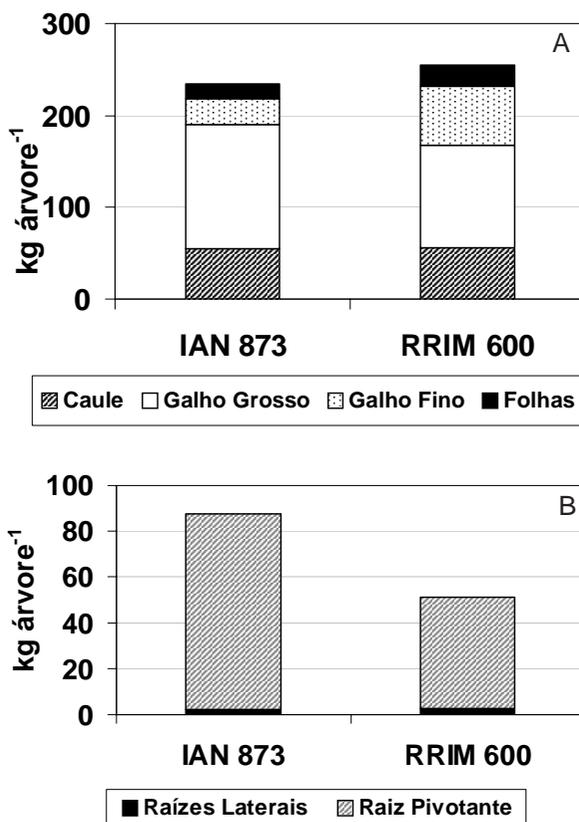


Figura 5 - Biomassa aérea (A) e radicular (B) por compartimento em seringueiras do clone IAN 873 e RRIM 600, em Oratórios, MG.

Com relação às raízes, a quantidade estocada pela raiz pivotante é, respectivamente, nos clones RRIM 600 e IAN 873, 35 e 17 vezes maior que o somatório de todas as raízes laterais (Figura 5 B). O estoque de biomassa acumulado na pivotante do clone IAN 873 é quase o dobro do acumulado no RRIM 600 (85 kg árvore<sup>-1</sup> no IAN 873 e 48 kg árvore<sup>-1</sup> no RRIM 600) (Figura 5 B). A biomassa de raízes representa, respectivamente, 37 e 18 % do total de biomassa aérea dos clones IAN 873 e RRIM 600.

É interessante observar que, apesar do clone IAN 873 apresentar maior biomassa nas raízes que o RRIM 600, neste verificou-se maior acúmulo na parte aérea, o que resultou em um acúmulo total de carbono por área semelhante entre os dois clones, ou seja, de 165,7 e 164,1 kg árvore<sup>-1</sup> de carbono no IAN 873 e RRIM 600, respectivamente (Figura 6 A e B).

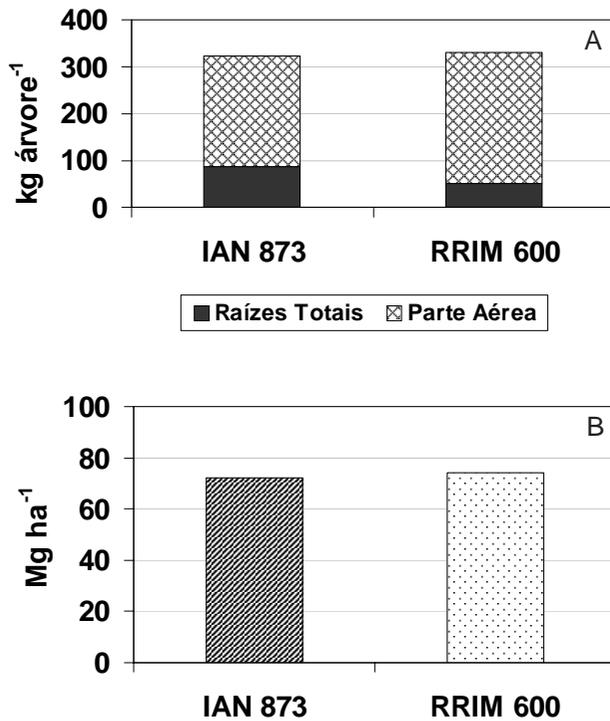


Figura 6 - Estoques totais de biomassa das raízes e aérea, por árvore (A) e por hectare (B), em seringueiras do clone IAN 873 e RRIM 600.

As biomassas médias de raízes no clone IAN 873 e RRIM 600, respectivamente, de  $48,5 \text{ Mg ha}^{-1}$  e  $31,6 \text{ Mg ha}^{-1}$ , estão próximas da obtida na capoeira de 38 anos ( $37,6 \text{ Mg ha}^{-1}$ ), incluindo a pivotante e as raízes laterais, em uma área de cinco metros de raio de distância do tronco (LIMA et al., 2005).

O carbono estocado pelos clones de seringueira IAN 873 e RRIM 600 dividido pelo tempo de plantio, 20 e 15 anos, respectivamente, resulta na taxa de acúmulo anual de carbono. Assim sendo, constatou-se maior eficiência do clone RRIM 600 ( $4,9 \text{ Mg. ha}^{-1}$ ), já que a taxa de acúmulo anual de carbono foi

maior nesse clone que no IAN 873 ( $3,7 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) (Figura 7), ou seja, apesar de o primeiro ser cinco anos mais jovem, estocou 63,4% mais carbono orgânico. Esse resultado provavelmente seja em decorrência da maior biomassa foliar do clone RRIM 600 e conseqüentemente, com maior capacidade fotossintética.

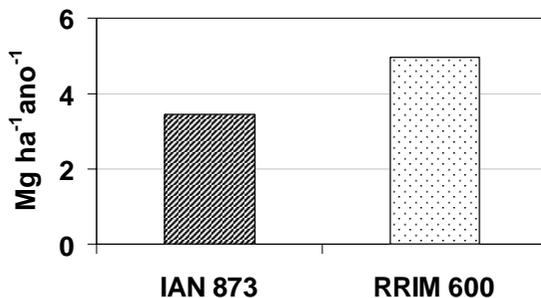


Figura 7 - Taxa anual de acúmulo de carbono na biomassa dos clones IAN 873 e RRIM 600.

Os resultados referentes ao carbono estocado na biomassa ficam assim distribuídos: no RRIM 600, um total de  $73,6 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$  sendo  $59,6 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$  na parte aérea e  $14,0 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$  nas raízes, enquanto o total de carbono do clone IAN 873 foi de  $74,7 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , com  $52,7 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$  na parte aérea e  $22 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$  nas raízes.

O acúmulo total de biomassa observado por Pereira e Ramos (2004) no seringal de PB 235 de 15 anos no Paraná ( $93,6 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) foi 20 % maior que o verificado no RRIM 600 e no IAN 873. No entanto, o estoque de raízes foi de duas a três vezes menor ( $13,4 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

Os resultados deste estudo comparados aos da capoeira (LIMA et al., 2004; total:  $44,9 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ; parte aérea:  $28,8 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , e raízes:  $16,1 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), demonstraram que os clones de seringueira estocaram, em média,  $28,6 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$  a mais de carbono.

## CARBONO ESTOCADO NA BORRACHA NATURAL

A quantificação do carbono orgânico estocado na borracha natural, neste estudo, foi obtida através de simulação a partir da produção da seringueira e da sua vida útil. O látex é uma suspensão coloidal, caracterizada por uma fase sólida (soluto) dispersa em uma fase líquida (solvente). A fase sólida, que representa 40%, é constituída pelo hidrocarboneto polisopreno, juntamente com ésteres, protídios ou proteínas, ácidos graxos e sais minerais. A fase líquida, que representa 60%, é o soro, constituído em sua maior parte por água, ácidos orgânicos e enzimas (ESAH, 1990). A Tabela 8 mostra a composição da borracha natural.

Tabela 8 - Composição da borracha natural

Hidrocarbonetos de borracha	~93,7%
Proteínas	~2,2%
Carboidratos	~0,4%
Lipídios naturais	~2,4
Glicolipídios + fosfolipídios	~1,0
Materiais inorgânicos	~0,2
Outros	~0,1

O látex é praticamente neutro, com pH entre 7,0 e 7,2, mas, quando exposto ao ar por um período de 12 a 24 horas, cai para 5,0 e ocorre coagulação espontânea, formando o polímero que é a borracha, representada por  $(C_5H_8)_n$ , sendo n da ordem de 10.000, apresentando massa molecular média de 600.000 a 950.000g/mol.

A quantificação do carbono estocado na borracha seca crua evidencia que 90% de sua composição natural é de carbono. No Brasil, a quantidade média total de borracha seca produzida por um hectare de seringueira, em 30 anos, é de 45,0 t, sendo 40,0 t constituídas de carbono. A taxa anual de carbono orgânico acumulado pelo clone IAN 873 é de 3,7 Mg.ha<sup>-1</sup> e do clone RRIM 600 é de 4,9 Mg.ha<sup>-1</sup>. Assim sendo, o total de carbono seqüestrado na biomassa da madeira e borracha produzida por um hectare de seringueiras do clone IAN 873, com 20 anos, e do clone RRIM 600, com 15 anos, é de cerca de 114 Mg.ha<sup>-1</sup>.

## CONCLUSÃO

1. O clone IAN 873 estocou maior percentual de carbono orgânico na biomassa da parte aérea, na seguinte ordem: galhos grossos > caule > galhos finos > folhas. Resultado semelhante foi encontrado na biomassa da parte aérea do clone RRIM 600, que apresentou o seguinte estoque de carbono: galhos grossos > galhos finos > caule > folhas.

2. O total de carbono orgânico estocado na parte aérea por árvore no clone IAN 873, em média, foi de 105,4 kg, o que representa 52,7 Mg ha<sup>-1</sup>, e no RRIM 600 foi de 119,4 kg, totalizando 59,6 Mg ha<sup>-1</sup>. No caso da raiz, o total de carbono orgânico acumulado no clone IAN 873 foi de 22 Mg ha<sup>-1</sup> e, no RRIM 600, foi de 14,0 Mg ha<sup>-1</sup>.

3. O total de biomassa estocado no clone IAN 873 foi de 165,7 t ha<sup>-1</sup> e de carbono orgânico foi de 74,7 Mg ha<sup>-1</sup>. No caso do clone RRIM 600, o total de biomassa estocado foi de 164,1 t ha<sup>-1</sup> e de carbono orgânico foi de 73,6 Mg ha<sup>-1</sup>.

4. O total de carbono seqüestrado na biomassa da madeira e da borracha produzida por um hectare de seringueiras do clone IAN 873, com 20 anos, e do clone RRIM 600, com 15 anos, é de cerca de 114 Mg.ha<sup>-1</sup>.

5. Constatou-se maior desenvolvimento dos clones IAN 873 e RRIM 600 nos solos latossólicos, traduzidos pela maior circunferência do caule das árvores.

6. Os resultados deste estudo permitem concluir que, além dos benefícios sociais e econômicos que plantios de seringueira podem proporcionar a pequenos e médios produtores, a espécie se apresenta como uma eficiente seqüestradora de carbono, podendo gerar receita para o País por meio do mercado de créditos de carbono, já que se trata de um cultivo perfeitamente sustentável e enquadrado nos critérios de elegibilidade do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) do Tratado de Quioto. Dentre os seringais estudados, o clone RRIM 600 mostrou-se o mais eficiente em acumular carbono.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AWE, J. O.; SHEPHERD, K. R.; FLORENCE, R. G. Root development in provinces of eucalyptus camadulensis Dehn. **Australian Forestry**. Melbourne, AU, v. 39, n. 1, p. 201-209, 1976.

CARMO, C. A. F. S.; CUNHA, T.J. F.; CALDERANO FILHO, B.; CONCEIÇÃO, M.; MENEGUELLI, N. do A.; BLANCANEUX, P. **Influência de atributos químicos e físicos do solo no desenvolvimento da seringueira na região da Zona da Mata de Minas Gerais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 23p. (Boletim de Pesquisa, 10)

CARMO, C. A. F. S.; MENEGUELLI, N. do A.; LIMA, J. A. de S.; EIRA, P. A.; CUNHA, T. J. F. Avaliação do estado nutricional de seringais implantados na região da Zona da Mata de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 37, n. 10, p. 1437-1444, 2002.

CARMO, C. A. F. S.; ALVARENGA, A. de P.; MENEGUELLI, N. do A.; LIMA, J. A. de S.; MOTTA, P. E. F. **Estimativa do carbono orgânico estocado na fitomassa do clone IAN 873 em solos da região da Zona da Mata de Minas Gerais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 19p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 28)

CARMO, C. A. F. S.; MENEGUELLI, N. do A.; LIMA, J. A. de S.; MOTTA, P. E. F.; ALVARENGA, A. de P. **Estimativa do estoque de carbono na biomassa do clone Ide seringueira RRIM 600 em solos da Zona da Mata de Minas Gerais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 19p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 24)

CASTRO, C. F de A. **Distribuição da fitomassa acima do solo e nutrientes em talhões de pinus Oocarpa Shiede plantados no Estado de São Paulo**. 1984. 63f. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz, Piracicaba.

CORNISH, K. Biochemistry of natural rubber, a vital raw material, emphasizing biosynthetic rate, molecular weight and compartmentalization, in evolutionarily divergent plant species. **Nat. Prod. Rep.**, v. 18, p.182-189, 2001.

CORREA, L. S. **Distribuição do sistema radicular de cultivares de abacateiro (Persea sp) num solo podzólico vermelho-amarelo**. 1982. 119f. Dissertação (Doutorado) Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz, Piracicaba.

COSTA, R. B.; GONÇALVES, P. de S.; RÍMOLI, A. O.; ARRUDA, E. J. Melhoramento e conservação genética aplicados ao desenvolvimento local: o caso da seringueira (hevea sp.). **Interações: Rev. Inter. de Desenvolvimento Local**, v. 1, n. 2, p. 51-58, 2000.

CUNHA, T. J. F.; BLANCANEUX, P.; CALDERANO FILHO, B.; CARMO, C. A. F. S.; GARCIA, N. C. P.; LIMA, E. M. B. Influência da diferenciação pedológica no desenvolvimento da seringueira no município de Oratórios, MG. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 35, n. 1, p. 145-155, 2000.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos ( Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA/Serviços de Produção de Informação, 1999. 412p.

ESAH, Y. Clonal characterization of latex and rubber properties. **Journal of Natural Rubber Research**. Kuala Lumpur, v. 5, n. 1, p. 52-80, 1990.

GAMEIRO, A. H. **Importação e produção de borracha natural no Brasil: período de 1992 a 2002**. Disponível em: <<http://www.borrachanatural.org.br>>

GONÇALVES, M. R. **Crescimento, acúmulo de nutrientes e temperatura de copa em cinco espécies de eucalyptus spp. sob dois regimes híbridos**. 1992. 84f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

GONÇALVES, P. S.; BATAGLIA, O. C.; ORTOLONI, A.A.; FONSECA, F. da S. **Manual de heveicultura para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 2001. 78p.

HAAG, P. H.; VIÉGAS, I. de J. M. Crescimento e extração de nutrientes da seringueira. In: VIÉGAS, I. de Jesus Matos; CARVALHO, Janice Guedes (eds.). **Seringueira: nutrição e adubação no Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2000. 284p.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; RIBEIRO, R. J.; MINETTE, L.;BIOT, Y. Biomassa da parte aérea da vegetação da floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia brasileira. **Acta Amazônica**. Manaus, v. 28, n. 2, p. 153-66, 1998.

HOUGHTON, R. A. Forests and the tropical carbon cycle: current storage and emissions. In: SEMINÁRIO EMISSÃO X SEQUESTRO DE CO<sub>2</sub>- UMA NOVA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL, 1994, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Companhia Vale do Rio Doce, 1994. p. 15-37.

LELES, P. S. dos S. **Crescimento, alocação e distribuição de nutrientes e uso de água em E. camalduensis e E. pellita sob diferentes espaçamentos.** 1995. 133f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

LIMA, J. A. S.; CARMO, C. A. F. de S. do; KINDEL, A.; MOTTA, P. E. F. **Estimativa de biomassa e estoque de carbono de uma floresta secundária em Minas Gerais.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 18 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 20)

LIMA, J. A. S.; CARMO, C. A. F. de S. do; KINDEL, A.; MOTTA, P. E. F. **Metodologia para estimar a biomassa radicular de uma floresta secundária por meio da árvore média.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 19—. (Comunicado Técnico)

MARTINEZ, C. B. Efeitos do aumento de CO<sub>2</sub> atmosférico no crescimento das plantas. **Ação Ambiental.** Viçosa, MG, ano 4, n. 21, p. 16-19, 2001.

MILLER, D. E. Roots systems in relation to stress tolerance. **Hortscience.** Alexandria, Va, v. 21, n. 4, p. 963-970, 1986.

MORAES, V. H. F. Fisiologia da seringueira. In: CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM SERINGUEIRA, 9. Belém, 1981. 37p.

MORAIS, E. J. **Crescimento e eficiência nutricional de espécies de eucalipto em duas regiões bioclimáticas de Minas Gerais.** 1988. 56f. Dissertação

(Mestrado) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MUCAMBO/MAPA PROFESSIONNEL. **História da borracha**. Disponível em: <<http://www.mucambo.com.br>>.

PEREIRA, J. R.; RAMOS, A. L. M. Culturas intercalares e alternativas de renda para a cultura da seringueira. In: CICLO DE PALESTRAS SOBRE A HEVEICULTURA PAULISTA, 4., Bebedouro, SP, 24-25 nov. 2004. [**Palestra...**]. Bebedouro, SP : Secretaria de Agricultura e Abastecimento: APABOR, 2004. 18p.

POGGIANI, F. **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas de plantações florestais de eucalyptus e pinus: implicações silviculturais**. 1985. 211f. Dissertação (Livre docência) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

RAHAMAN, W. A.; SIVAKUNARAN, S. Studies of carbon sequestration in rubber. IN: RUBBER FORUM, Bali, Indonésia, October, 19998. [**Proceedings...**] Gêneve; UNCTAD/IRSC, 1998. 17p.

REIS, M. G. F.; KIMMINS, J. P.; REZENDE, G. C.; BARROS, N. F. Acúmulo de biomassa em uma seqüência de idade de eucalyptus grandis plantado no cerrado em duas áreas com diferentes produtividades. **Revista Árvore**. Viçosa, MG, v. 11, n. 1, p. 43-5, 1987.

SÁ, T. D. de A. Aspectos climáticos da heveicultura no Brasil. In: VIÉGAS, I. de Jesus Matos; CARVALHO, Janice Guedes (eds.). **Seringueira: nutrição e adubação no Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2000. 284p.

SALATI, E. Emissão x seqüestro de CO<sub>2</sub>-uma nova oportunidade de negócios para o Brasil. In: SEMINÁRIO EMISSÃO X SEQUESTRO DE CO<sub>2</sub>-UMA NOVA

OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL, 1994, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Companhia Vale do Rio Doce, 1994. p. 15-37.

SAS INSTITUTE INC. SAS on line Doc<sup>r</sup>. Version 8. Cary, NC. 1999. CD-RO.

SCHUMACHER, M.V. Ciclagem de nutrientes como base da produção sustentada em ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMAS NATURAIS DO MERCOSUL: O AMBIENTE DA FLORESTA, 1., 1996. **Anais...** Santa Maria: UFSM/CEPEF, 1996.

SCHUMACHER, M.V.; WITSCHORECK, R.; CALDEIRA, M.V.W. E.; WATZLAWICK, L.F. Estoque de carbono em florestas de Pinus taeda L e Acácia mearnsii de wild. plantadas no Estado do Rio Grande do Sul-Brasil. In: SANQUETTA, C. R.; WARZLAWICH, L. F.; BALBINOT, R. MA.; ZILLOTTO, M. A. B.; GOMES, F. dos S. (eds.). **As florestas e o carbono**. Curitiba, 2002. 264p.