

SISTEMAS DE EXPLOTAÇÃO PRECOCE DE SERINGUEIRA
CULTIVAR RRIM 600
NO PLANALTO OCIDENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

MARCOS SILVEIRA BERNARDES

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, para obtenção do Título de Doutor em Agronomia; Área de Concentração: Fitotecnia

PIRACICABA

ESTADO DE SÃO PAULO - BRASIL

Agosto – 1995

Dados internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Divisão de Biblioteca e Documentação - CAMPUS "LUIZ DE QUEIROZ"/USP

Bernardes, Marcos Silveira

Sistemas de exploração precoce de seringueira cultivar RRIM 600 no
planalto ocidental do Estado de São Paulo. Piracicaba, 1995.
182p.

Tese - ESALQ
Bibliografia.

1. Seringueira - Exploração precoce I. Escola Superior de Agricultura
Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 633.895

**SISTEMAS DE EXPLOTAÇÃO PRECOCE DE SERINGUEIRA
CULTIVAR RRIM 600
NO PLANALTO OCIDENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO**

MARCOS SILVEIRA BERNARDES

Engenheiro Agrônomo, MSc

Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto de Camargo e Castro

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, para obtenção do Título de Doutor em Agronomia; Área de Concentração: Fitotecnia

PIRACICABA

ESTADO DE SÃO PAULO - BRASIL

Agosto - 1995

SISTEMAS DE EXPLOTAÇÃO PRECOCE DA SERINGUEIRA

CULTIVAR RRIM 600

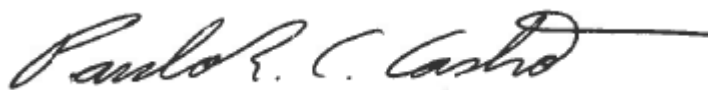
PLANALTO OCIDENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

MARCOS SILVEIRA BERNARDES

Aprovada em: 24.10.1995

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Paulo Roberto de Camargo e Castro	ESALQ/USP
Prof. Dr. Altino Aldo Ortolani	IAC/SAESP
Prof. Dr. Gil Miguel de Sousa Câmara	ESALQ/USP
Dr. Paulo de Souza Gonçalves	EMBRAPA/MA
Prof. Dr. Silvio Moure Cícero	ESALQ/USP



Prof. Dr. PAULO ROBERTO DE CAMARGO E CASTRO

Orientador

À minha esposa Sueli
e aos filhos Janaína e Daniel
pelo amor, apoio e incentivo
e por me aguentarem nos meus momentos de
"nervos à flor da pele por um trabalho interminável"

À minha mãe Dona Cida
que me ensinou a amar as plantas e animais e
mostrou-me como lidar com eles, através do seu
"indigenous knowledge". Aprendi com ela que a agricultura e
agro-indústria, principalmente da goiaba, podem favorecer
bastante a nossa vida acadêmica.

Ao meu pai Jair
quem me primeiro mostrou a aplicabilidade da Física,
Química, Matemática e Engenharia no manejo das plantas e
animais, e que como estas ciências podiam ser usadas na
prática, mesmo para lidar com as mais simples questões.

DEDICO DE CORAÇÃO

AGRADECIMENTOS

Muitos contribuíram em menor ou maior escala, para a realização do meu curso de doutorado e desta tese. A lista seria demasiadamente grande para ser incluída aqui. Portanto, cito nominalmente somente aqueles que dedicaram especial ajuda ao trabalho. Porém, agradeço a todos que deram seu quinhão de apoio, desde um sorriso no momento certo até o caso dos companheiros do prédio da Botânica que suportaram o "perfume" de enormes quantidades de borracha secando na estufa. Agradeço especialmente:

ao Senhor Guilherme Fontana e esposa Senhora Miradan Morandi Fontana, proprietários do sítio Bosque Paraíso, que ofereceram todo o apoio e infraestrutura local, necessários para o desenvolvimento do experimento 1. O rigor do método e da precisão do Sr. Guilherme, lapidados em sua experiência no Banco do Brasil S.A., foram extremamente úteis para auxiliar na coleta de dados de um experimento de longo prazo como este;

aos colegas Francisco Spatti e Williy Pedro V. Prellwitz, da Fazenda São José, que ofereceram todo o apoio e infraestrutura local para a condução do experimento 2;

ao meu orientador, Prof. Dr. Paulo Roberto de Camargo e Castro, pela coragem de enfrentar o desafio de uma pesquisa

de longa duração desta natureza, por viabilizar de uma forma ou de outra os recursos necessários, mas principalmente pelo companheirismo demonstrado desde as "jornadas" de coleta de amostras no campo embaixo de chuva por várias horas, até as discussões de cunho científico;

ao Dr. Altino A. Ortolani, entusiasta da heveicultura, e Sr. Luiz André Macedo, da Seção de Climatologia do Instituto Agrônomo, que forneceram dados climatológicos;

ao Prof. Dr. José Eduardo Corrente, Prof^a Dra. Clarice G. B. Demétrio e Eng^a Agrônoma Alessandra Maria Elias, do Departamento de Matemática e Estatística da ESALQ que desenvolveram a metodologia de análise estatística;

aos colegas da SUDHEVEA, Gilson G. dos Santos, Roberto S. Siqueira e Luiz Roberto Viccaro; da Pós-Graduação da ESALQ, Adonias Castro Virgens Filho, Moacir J. S. Medrado e Adriana N. Martins e do Departamento de Agricultura da ESALQ, Prof. Dr. Gil M. de Sousa Câmara; pelo apoio na condução dos experimentos, na discussão científica ou substituindo-me nas minhas tarefas corriqueiras para possibilitar minha dedicação a este trabalho;

à FINEP e à EMBRAPA pelos recursos financeiros para a condução dos experimentos, fornecidos através de convênios com a FEALQ.

SUMÁRIO

	página
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE FÓRMULAS E EQUAÇÕES.....	xix
RESUMO.....	xx
SUMMARY.....	xxiv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Antecedentes.....	4
2.2. Fisiologia da produção.....	7
2.2.1. Biossíntese de borracha.....	8
2.2.2. Exploração e partição.....	10
2.2.3. Mecanismos de fluxo do látex.....	16
2.2.4. Resposta à sangria.....	20
2.2.5. Secamento de painel.....	21
2.3. Estimulação da produção.....	23
2.3.1. Modo de ação dos estimulantes.....	24
2.3.2. Fisiologia da estimulação.....	26
2.3.3. Resposta à estimulação.....	30
2.4. Fatores condicionantes dos sistemas de exploração.....	33

2.4.1. Padrão de entrada em sangria.....	34
2.4.2. Horário de sangria.....	37
2.4.3. Variação sazonal de produção e descanso anual.....	40
2.4.4. Idade da planta.....	40
2.4.5. Comprimento e sentido do corte.....	41
2.4.6. Frequência de sangria.....	45
2.4.7. Balançamento de painel.....	47
2.4.8. Sistemas de estimulação.....	47
2.4.9. Intensidade de sangria.....	48
2.5. Exploração precoce da seringueira.....	49
2.5.1. Definição.....	49
2.5.2. Resultados experimentais.....	51
3. MATERIAL E MÉTODO.....	61
3.1. Localização e caracterização das áreas experimentais.....	61
3.2. Clima.....	62
3.3. Solo.....	67
3.4. Material botânico.....	76
3.5. Manutenção do seringal.....	76
3.6. Tratamentos e delineamento experimental.....	79
3.7. Instalação e condução dos experimentos.....	86
3.8. Variáveis estudadas.....	95
3.8.1. Produção de borracha.....	95

3.8.2. Perímetro do tronco.....	97
3.8.3. Espessura de casca.....	98
3.8.4. Percentagem de comprimento de corte seco.....	99
3.8.5. Relações entre produção e crescimento..	99
3.8.6. Observações adicionais.....	100
3.9. Análise estatística.....	101
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	106
4.1. Experimento 1.....	106
4.1.1. Produção de borracha.....	106
4.1.2. Perímetro do tronco.....	111
4.1.3. Espessura de casca.....	118
4.1.3.1. Espessura de casca virgem.....	118
4.1.3.2. Espessura de casca regenerada...	124
4.1.4. Percentagem de comprimento de corte seco.....	132
4.1.5. Relações entre produção e crescimento..	134
4.1.6. Observações adicionais.....	137
4.1.6.1. Consumo de casca.....	137
4.1.6.2. Escorrimento de látex.....	141
4.1.6.3. Outras observações.....	142
4.2. Experimento 2.....	143
4.2.1. Produção de borracha.....	143
4.2.2. Perímetro do tronco.....	145

4.2.3. Espessura de casca.....	148
4.2.3.1. Espessura de casca virgem.....	148
4.2.3.2. Espessura de casca regenerada...	150
4.2.4. Percentagem de comprimento de corte seco.....	151
4.2.5. Relações entre produção e crescimento..	151
4.2.6. Observações adicionais.....	152
4.2.6.1. Consumo de casca.....	152
4.2.6.2. Escorrimento de látex.....	153
4.2.6.2. Outras observações.....	153
4.3. Discussão complementar.....	154
5. CONCLUSÕES.....	158
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	160

LISTA DE FIGURAS

Figuras	página
01. Representação gráfica esquemática do painel do tratamento 1, no experimento 1, mostrando a sangria precoce e convencional.....	88
02. Representação gráfica esquemática do painel dos tratamentos 2 e 3, no experimento 1, mostrando a sangria precoce e convencional....	89
03. Representação gráfica esquemática do painel do tratamento 4, no experimento 1, mostrando a sangria precoce e convencional.....	90
04. Representação gráfica esquemática do painel do controle, no experimento 1, mostrando a sangria convencional.....	91
05. Representação gráfica esquemática do painel do tratamento 1, no experimento 2, mostrando a sangria precoce e convencional.....	92
06. Representação gráfica esquemática do painel do controle, no experimento 2, mostrando a sangria convencional.....	93

LISTA DE TABELAS

Tabela	página
01. Normais climatológicas, média de 30 anos (1961-1990) da Estação Meteorológica de Pindorama-SP, representando a região do experimento 1.....	65
02. Normais climatológicas, média de 30 anos (1961-1990) da Estação Meteorológica de Cordeirópolis-SP, representando a região do experimento 2.....	66
03. Resultados de análise granulométrica de amostras compostas de solo retiradas em três locais, a duas profundidades (0-20 cm e 20-40 cm), do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara, Estado de São Paulo, abril de 1986.....	68
04. Resultados de análise química de amostras compostas de solo retiradas em três locais, a profundidade de 0-20 cm, do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara, Estado de São Paulo, junho de 1986.....	69
05. Resultados de análise química de amostras compostas de solo retiradas em três locais, a profundidade de 0-20 cm, do experimento 1,	

	Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara, Estado de São Paulo, junho de 1988.....	70
06.	Resultados de análise química de amostras compostas de solo retiradas em três locais, a profundidade de 0-20 cm, do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara, Estado de São Paulo, maio de 1990.....	71
07.	Resultados de análise granulométrica de amostras compostas de solo retiradas em dois locais, a duas profundidades (0-20 cm e 20-40 cm), do experimento 2, Fazenda São José, município de Rio Claro, Estado de São Paulo, junho de 1989.....	73
08.	Resultados de análise química de amostras compostas de solo retiradas em dois locais, a profundidade de 0-20 cm, do experimento 2, Fazenda São José, município de Rio Claro, Estado de São Paulo, junho de 1989.....	74
09.	Resultados de análise química de amostras compostas de solo retiradas em dois locais, a profundidade de 0-20 cm, do experimento 2, Fazenda São José, município de Rio Claro, Estado de São Paulo, maio de 1990.....	75

10.	Programa de adubação efetuado no seringal do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara, Estado de São Paulo, 1986-1990.	78
11.	Programa de adubação efetuado no seringal do experimento 2, Fazenda São José, município de Rio Claro, Estado de São Paulo, 1989-1990....	79
12.	Resumo dos tratamentos de sistema de exploração precoce utilizados no experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara, Estado de São Paulo.....	82
13.	Resumo dos tratamentos de sistema de exploração precoce utilizados no experimento 2, Fazenda São José, município de Rio Claro, Estado de São Paulo.....	85
14.	Esquema de análise de variância em delineamento inteiramente casualizado, para cada data de coleta de dados.....	102
15.	Esquema de análise de variância em delineamento inteiramente casualizado, de parcelas subdivididas no tempo.....	104
16.	Médias de produção de borracha, em g por árvore no período, dos diversos tratamentos, para os diferentes períodos de exploração, do	

	experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara-SP.....	110
17.	Médias de perímetro do tronco (PT), em cm, dos diversos tratamentos, para as diferentes datas de mensuração, do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara-SP.....	113
18.	Análise de variância de parcelas subdivididas no tempo, para perímetro do tronco (PT), do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara-SP.....	114
19.	Contraste entre datas de mensuração com teste de Tukey, da análise de parcelas subdivididas no tempo, para a variável perímetro do tronco (PT), do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara-SP.....	115
20.	Médias do perímetro relativo de tronco (PRT) para o período de exploração precoce e convencional, com contraste entre médias pelo teste de Tukey, do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara-SP.....	116
21.	Médias da espessura de casca virgem (ECV), em mm, dos diversos tratamentos, para as diferentes datas de mensuração, do experimento	

	1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara-SP.....	119
22.	Análise de variância de parcelas subdivididas no tempo, para espessura de casca virgem (ECV), do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara-SP.....	120
23.	Contraste entre datas de mensuração com teste de Tukey, da análise de parcelas subdivididas no tempo, para a variável espessura de casca virgem (ECV), do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara-SP.....	121
24.	Médias da espessura relativa de casca virgem (ERCV) entre a primeira e a última data de mensuração, com contraste entre médias pelo teste de Tukey, do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara-SP.....	122
25.	Médias da espessura de casca regenerada (ECR), em mm, dos diversos tratamentos, para as diferentes datas de mensuração, do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara-SP.....	127
26.	Análise de variância de parcelas subdivididas no tempo, para espessura de casca regenerada	

	(ECR), do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara-SP.....	128
27.	Contraste entre tratamentos com teste de Tukey, da análise de parcelas subdivididas no tempo, para a variável espessura de casca regenerada (ECR), do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara-SP.....	129
28.	Contraste entre datas de mensuração com teste de Tukey, da análise de parcelas subdivididas no tempo, para a variável espessura de casca regenerada (ECR), do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara-SP....	130
29.	Médias da espessura relativa de casca regenerada (ERCR) entre a primeira e a última data de mensuração, com contraste entre médias pelo teste de Tukey, do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara-SP....	131
30.	Médias de percentagem de comprimento de corte seco, dos diversos tratamentos, para as diferentes períodos de exploração, do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara-SP.....	133
31.	Médias de coeficiente de colheita (c), fator de perda de biomassa (k) e proporção de	

	borracha produzida por perda de crescimento (B/PC), dos diversos tratamentos, para o período de exploração precoce, do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara-SP.....	137
32.	Médias de consumo de casca, em mm, dos diversos tratamentos, para diferentes períodos de exploração, do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara-SP.....	140
33.	Médias de produção de borracha, em g por árvore por período, dos dois tratamentos, para os diferentes períodos de exploração, do experimento 2, Fazenda São José, município de Rio Claro-SP.....	145
34.	Médias de perímetro do tronco (PT), em cm, dos dois tratamentos, para as diferentes datas de mensuração, do experimento 2, Fazenda São José, município de Rio Claro-SP.....	147
35.	Médias do perímetro relativo de tronco (PRT) para os períodos de exploração precoce e convencional, do experimento 2, Fazenda São José, município de Rio Claro-SP.....	148
36.	Médias de espessura de casca virgem (ECV), em mm, dos dois tratamentos, para as diferentes	

datas de mensuração, e médias da espessura relativa de casca virgem (ERCV) entre a primeira e a última data de mensuração, do experimento 2, Fazenda São José, município de Rio Claro-SP.....	150
---	-----

LISTA DE FÓRMULAS E EQUAÇÕES

Fórmula ou equação	página
01. Biomassa produzida por plantas em exploração (Wa) em função do fator k.....	11
02. Biomassa produzida por plantas em exploração (Wa) em função do incremento de peso seco e da produção de borracha.....	12
03. Incremento de peso seco de plantas em exploração (Wg).....	12
04. Coeficiente de colheita.....	13
05. Proporção de borracha produzida por perda de crescimento (B/PC).....	15
06. Peso da matéria seca da parte aérea (W) em função do perímetro do tronco.....	16
07. Fluxo do látex em função do tempo e do índice de obstrução.....	17
08. Produção de borracha seca por árvore e por sangria (Y_s).....	18
09. Comprimento do corte (l) em função do perímetro do tronco.....	19
10. Perímetro relativo do tronco (PRT).....	97
11. Espessura relativa de casca (ERC).....	98
12. Percentagem de comprimento de corte seco(PCS)	99

SISTEMAS DE EXPLOTAÇÃO PRECOCE DE SERINGUEIRA
CULTIVAR RRIM 600
NO PLANALTO OCIDENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO-BRAZIL

Autor: Marcos Silveira Bernardes

Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto de Camargo e Castro

RESUMO

Um problema importante na heveicultura é o seu longo período de imaturidade. A exploração precoce pode reduzi-lo, porém, o seu efeito a longo prazo não é bem conhecido. O objetivo do presente estudo foi de investigar a factibilidade da exploração precoce da seringueira e avaliar diferentes sistemas de exploração.

Foram explotadas árvores com perímetro do tronco entre 36 e 41 cm e sua produção e crescimento comparados com daqueles em plantas sem exploração. Quando todas as plantas do experimento atingiram perímetro de tronco de aproximadamente 45 cm, foram explotadas pelo sistema convencional 1/2S d/3 6d/7 10m/y ET 2.5% La/Pa 1/1 5/y. O delineamento experimental adotado foi inteiramente

casualizado, com uma planta por parcela. O experimento 1 foi conduzido em Nhandeara-SP, com 25 repetições por tratamento, durante 17 meses de exploração precoce e três anos de exploração convencional. Os sistemas de exploração precoce foram: tratamento 1, 1/4S d/3 6d/7 10m/y ET 2.5% La/Pa 1/1 5/y, sangria matinal; tratamento 2, 1/2S d/7 6d/7 10m/y ET 2.5% La/Pa 1/1 5/y, sangria matinal; tratamento 3, 1/2S d/7 6d/7 10m/y ET 2.5% La/Pa 1/1 5/y, sangria vespertina; tratamento 4 6PI 70x1 d/2 6d/7 10m/y ET 5% Ga 1/1 10/y, sangria matinal. No experimento 2, conduzido em Rio Claro-SP, com 20 repetições, durante um ano de exploração precoce e um ano de convencional, repetiu-se o tratamento 1.

As produções obtidas no experimento 1, na fase de exploração precoce, foram similares entre os tratamentos 1, 2 e 4, com aproximadamente 1,2 kg de borracha por árvore, porém significativamente menor no tratamento 3, com aproximadamente 0,9 kg por árvore. Durante o mesmo período as produções em g por árvore por sangria foram maiores no tratamento 2 (22,6 g) e 3 (18,82 g), do que no tratamento 1 (14,41 g) e 4 (8,97 g), diminuindo com o aumento da frequência de sangria. A produção acumulada, nos 4,5 anos de exploração precoce e convencional, foi maior no tratamento 1 (7,92 kg) do que no controle (5,95 kg). Os

outros tratamentos de exploração precoce tiveram um resultado intermediário. O incremento do perímetro do tronco durante a fase precoce foi significativamente menor nos tratamentos 3 e 4, em comparação com os outros tratamentos e o controle. Entretanto, durante a fase convencional, o incremento de perímetro de tronco de todos os tratamentos foi comparável ao do controle. O índice de colheita teve valores similares em todos os sistemas de exploração precoce, porém o tratamento 1 resultou em um valor para o "fator de perda de biomassa" (k) muito menor do que o dos outros tratamentos (entre 0,109 e 0,1794). No experimento 2, a produção obtida durante a exploração precoce foi de aproximadamente 0,85 kg por árvore. Durante o mesmo período, a produção por árvore por corte foi de 13,31 g e comparável com aquela do experimento 1. As produções obtidas durante o primeiro ano de exploração convencional no tratamento 1 (1,52 kg) e no controle (1,15 kg) foram bastante similares às aquelas dos mesmos tratamentos no experimento 1, respectivamente, 1,53 kg e 1,08 kg. Durante as fases precoce e convencional, o incremento de perímetro de tronco foi igual no tratamento 1 e no controle. O coeficiente de colheita no tratamento 1 foi similar àquele observado no experimento 1, enquanto que o "fator de perda de biomassa" (k) foi maior.

As principais conclusões foram:

1. O sistema de exploração precoce do tratamento 1 possibilita uma produção prévia de borracha, a níveis satisfatórios, mantendo um crescimento adequado das plantas. Pela sua capacidade, em ambientes diferentes, de produção precoce sem prejuízo permanente para as plantas, pode ser recomendado para uso em seringais comerciais.

2. Os sistemas de exploração precoce dos tratamentos 2, 3 e 4 possibilitam uma produção prévia de borracha, a níveis satisfatórios, porém reduzem o crescimento das plantas.

PREMATURE EXPLOITATION SYSTEMS OF RUBBER
CULTIVAR RRIM 600
IN THE OCCIDENTAL PLATEAU OF SÃO PAULO STATE-BRAZIL

Author: Marcos Silveira Bernardes

Adviser: Prof. Dr. Paulo Roberto de Camargo e Castro

SUMMARY

One major problem of rubber cultivation is the long immature period. Premature exploitation may reduce it, however, its long term effects are not fully understood. The aim of this study was to investigate the feasibility of premature exploitation of rubber, and evaluate different exploitation systems.

Trees of about 36 to 41 cm of girth were tapped with premature exploitation systems, and their yield and growth were compared to untapped control trees. When all experimental trees reached approximately 45 cm of girth, they were converted to conventional tapping 1/2S d/3 6d/7 10m/y ET 2.5% La/Pa 1/1 5/y. The experiments were arranged in a complete randomized design, with one tree per plot.

Experiment 1 was carried out in Nhandeara-SP, with 25 replications for each treatment, during 17 months of premature and three years of conventional exploitation. The premature systems included: treatment 1, 1/4S d/3 6d/7 10m/y ET 2.5% La/Pa 1/1 5/y, morning tapping; treatment 2, 1/2S d/7 6d/7 10m/y ET 2.5% La/Pa 1/1 5/y, morning tapping; treatment 3, 1/2S d/7 6d/7 10m/y ET 2.5% La/Pa 1/1 5/y, afternoon tapping; treatment 4 6PI 70x1 d/2 6d/7 10m/y ET 5% Ga 1/1 10/y, morning tapping. In experiment 2, carried out in Rio Claro-SP, with 20 replications, during one year of premature and one year of conventional tapping, treatment 1 was repeated.

In experiment 1, yield obtained during premature exploitation, was similar between treatment 1, 2 and 4, with about 1.2 kg of rubber per tree, but significantly lower in treatment 3 with approximately 0.9 kg per tree. During the same period, yield in terms of g per tree per tapping, was higher in treatment 2 (22.6 g) and 3 (18.82 g), than in treatment 1 (14.41 g) and 4 (8.97 g), declining with increased tapping frequency. Cumulative yield obtained over 4,5 years of premature and conventional exploitation was higher in treatment 1 (7.92 kg) than in the control (5.95 kg). The other treatments with premature exploitation had an intermediate result. The girth increment

during premature phase was significantly lower in treatment 3 and 4, compared to other treatments and control. However, during the conventional phase, girth increment of all treatments was comparable to the control. Harvest index values were similar in all premature exploitation systems, but treatment 1 resulted in a much lower value (0.019) for the 'factor of biomass loss' (k) than the other treatments (0.109 to 0.1794). In experiment 2, yield obtained during premature exploitation in treatment 1 was approximately 0.85 kg per tree. During the same period, yield per tree per tapping was 13.31 g thus comparable to that in experiment 1. Yields obtained during the first year of conventional exploitation in treatment 1 (1.52 kg) and in control (1.15 kg) were very similar to the yields in those treatments in experiment 1, respectively 1.53 kg and 1.08 kg. During premature and conventional phases girth increment was equal in treatment 1 and control. Harvest index in treatment 1 was similar to that in experiment 1, whereas the 'factor of biomass loss' (k) was higher (0.098).

The main conclusions were:

1. The premature exploitation system of treatment 1 gives a reasonable yield and maintains appropriate tree growth. Because its capacity, in different environments, to anticipate yield without permanent damage

to the trees, this system may be recommended for use in commercial rubber plantations.

2. The premature exploitation systems of treatments 2, 3 and 4 give reasonable yield, but cause growth retardation.

1. Introdução

A área cultivada com seringueira no Estado de São Paulo cresceu a uma taxa média de 13% ao ano no período 1985-93, atingindo neste último ano uma área estimada em 36.000 hectares. Este foi um dos principais fatores que elevaram o Estado à condição de primeiro produtor nacional de borracha natural, a partir de 1992. O Planalto Ocidental do Estado de São Paulo engloba aproximadamente 90% da área plantada.

A redução dos valores pagos ao produtor pela borracha natural, no mercado nacional e internacional, na década dos anos 80 incentivou a procura da otimização dos fatores de produção. O longo período improdutivo da seringueira constitui um dos fatores limitantes da viabilidade econômica desta cultura. Uma vez que a sangria é o principal componente de custos no seringal esta prática é preferencialmente merecedora de estudo.

Diversos ensaios anteriores têm demonstrado a viabilidade do emprego da sangria precoce para antecipar a produção das árvores de seringueira, sem prejuízo posterior

de queda de produtividade ou de crescimento das plantas, porém em alguns casos a sangria em árvores jovens ocasionou efeito negativo no desempenho futuro do seringal. Adicionalmente a sangria precoce pode ser adotada, provisoriamente ou não, em períodos de alta de preços de borracha natural, como forma de incorporar na produção as áreas com árvores que ainda não atingiram o padrão normal de entrada em sangria. Desta forma a inelasticidade de produção desta cultura é reduzida, e conseqüentemente as opções de planejamento são ampliadas e o plantio de seringueiras torna-se mais atrativo para investimentos.

O cultivar RRIM 600 predominou nos plantios do Estado de São Paulo até a metade da década de 80, quando iniciou um processo de diversificação da origem genética do material de plantio. Este cultivar ainda mantém uma participação muito grande na área plantada, permanecendo como um material recomendado para plantio em larga escala.

O objetivo do presente trabalho foi estudar a viabilidade técnica da exploração precoce em seringais no Planalto Ocidental do Estado de São Paulo, notadamente aqueles plantados com o cultivar RRIM 600, e avaliar os possíveis sistemas de exploração a serem recomendados, levando em consideração principalmente: i) a maximização da produção nas fases precoce e convencional, ii) a otimização do uso da mão-de-obra, e iii) a manutenção da sanidade das plantas.

As hipóteses testadas no presente estudo foram:

1. Os sistemas de exploração precoce com baixa intensidade de sangria possibilitam uma produção prévia de borracha, em níveis satisfatórios, mantendo um crescimento adequado das plantas.
2. O sistema de exploração precoce com cortes mais curtos viabiliza maior crescimento das plantas que aqueles com cortes mais longos.
3. O sistema de exploração precoce com baixa frequência de sangria viabiliza maior produção, em termos de gramas por árvore por corte, do que os sistemas com maior frequência.
4. O sistema de exploração precoce com sangria vespertina, realizada no final da tarde, viabiliza produção similar a sangria matutina, com adequado crescimento das árvores.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

No início da exploração da seringueira a extração de látex era realizada através do corte tipo amazônico, conhecido também como espinha de peixe, e usado nos seringais silvestres da Amazônia no século passado. Este sistema de sangria apresentava grandes inconvenientes em termos de danificação da casca e redução do crescimento das árvores. Após o início da domesticação da seringueira no Extremo Oriente, o desenvolvimento de um sistema de sangria mais adequado passa a ser um dos fatores mais importantes para a viabilização da cultura. Ridley¹ (citado por HASHIM, 1989) introduziu o sistema de sangria contínua, na qual é realizado regularmente corte inclinado com a remoção de uma camada delgada de casca. O mesmo corte é reaberto a cada sangria. Este processo é mais compatível com a anatomia da

¹RIDLEY, H.N. Annual Report Straits Settlement. Royal Botanic Garden, Singapore, 1890.

casca da seringueira e favorece o fluxo de látex, sendo adotado até os dias atuais.

BAPTIST (1939) definiu o sistema de sangria ideal como aquele que permitiria a máxima produção com o mínimo custo de sangria, permitindo crescimento da árvore e regeneração de casca satisfatórios, e um mínimo de incidência de secamento de painel. Este sistema tem sido procurado por todos os pesquisadores envolvidos nesta questão. Entretanto não há um sistema único de sangria aplicável para todas as situações.

O sistema tradicional de sangria em meia espiral em dias alternados, expresso pela notação de sangria como $1/2 \text{ S } d/2 \text{ (100\%)}$, teve emprego generalizado na heveicultura brasileira por muito tempo. Entretanto, tal adoção nem sempre é a melhor alternativa para diferentes condições ecológicas, cultivares, estágio de desenvolvimento da cultura e uso da mão-de-obra. DE JONGE (1969) postulou que experimentos de sangria devem ser repetidos em condições ecológicas diferentes para se obter informações sobre a influência ambiental. Adicionalmente este procedimento confere maior segurança às recomendações derivadas de tais experimentos.

A história da cultura da seringueira mostra o desenvolvimento de uma grande diversidade de sistemas de sangria. Com o advento de estimulantes exógenos de produção, como o ácido 2-cloroetilfosfônico, métodos não convencionais voltaram a ser estudados e desenvolvidos, como é o caso dos sistemas com cortes curtos ou sangrias por puntura, muitas vezes associados com maiores intervalos temporais entre cortes. Atualmente a sangria da seringueira evoluiu para uma combinação de alternativas que envolvem diversos mecanismos de incisão da casca, canaletas condutoras de látex, modos de estimulação e sistemas de coleta e armazenamento da borracha produzida (HASHIM, 1989). À combinação de todos estes fatores é dado o nome de sistema de exploração. As características genéticas dos cultivares e as condições ambientais determinam a potencialidade de cada sistema de exploração, que é escolhido em função dos fatores sócio-econômicos como, por exemplo o preço da borracha e o custo, disponibilidade e qualificação da mão-de-obra (BERNARDES *et al.*, 1990b).

São diversos os fatores que condicionam a produtividade e economicidade dos diferentes sistemas de exploração e suas combinações. O comportamento de cada cultivar varia bastante em relação a estes fatores e ao ambiente, e portanto as interações do material genético com o

ambiente devem ser consideradas na escolha do sistema de sangria e estimulação (BERNARDES *et al.*, 1990c).

2.2. Fisiologia da produção

A fisiologia da produção da seringueira é incomum, quando comparada com a de outras plantas cultivadas, pois o produto econômico é obtido ferindo-se a árvore e provocando-se funções fisiológicas anormais.

Os fatores que influenciam a produção da seringueira são melhor entendidos quando analisados separadamente em relação a: i) produção por árvore a cada sangria, ii) a produtividade anual por unidade de área, e iii) a produção cumulativa durante a vida útil da planta (SETHURAJ, 1992). A produção a cada sangria depende da duração do fluxo do látex após o corte e da capacidade de regeneração do látex entre duas sangrias consecutivas (CASTRO *et al.*, 1990). A produtividade anual por unidade de área está relacionada principalmente ao número de árvores por unidade de área e ao número de sangrias por ano. A produção durante a vida útil da planta depende da produtividade primária das árvores e do coeficiente de partição, ou índice de colheita. É interessante ressaltar que o índice de colheita em seringueira pode ser alterado pelo sistema de exploração adotado, contrariamente a maioria das plantas cultivadas onde

é determinado principalmente por fatores genéticos (SETHURAJ, 1992; TEMPLETON, 1969).

Dois processos podem modificar marcadamente estas relações: a resposta das plantas à sangria e o secamento de painel. Durante as primeiras sangrias realizadas em uma árvore, a produção de látex é muito aquém daquela esperada em função do tamanho da planta e das condições ambientais. Em resposta às primeiras sucessivas sangrias as plantas passam a produzir látex em quantidades compatíveis (PAKIANATHAN *et al.*, 1992). Por outro lado, plantas submetidas a um regime de exploração excessivo podem apresentar um distúrbio fisiológico conhecido por secamento de painel quando ocorre ausência de fluxo de látex em sangria realizada em casca com tecido afetado (VIRGENS FILHO & CASTRO, 1986).

2.2.1. Biossíntese de borracha

O látex da seringueira é um sistema polidisperso, no qual partículas com cargas negativas estão suspensas em um soro (soro C). As duas principais partículas componentes do látex são as de borracha, que participam com 30% a 45% do peso fresco total e as partículas de lutóides, com 10% a 20%. A borracha da seringueira é uma macromolécula formada por cadeias de unidades isoprênicas com cinco carbonos. Diversos estudos mostraram que o acetato é o

precursor inicial do isopreno, sendo o acetato produzido principalmente pelo catabolismo de açúcares. Desta forma, a produção de borracha é determinada pela capacidade das árvores de suprir os vasos laticíferos com sacarose produzida pela fotossíntese e transportada pelo floema. Esta capacidade depende da disponibilidade de carboidratos de reserva, da taxa fotossintética, do transporte de sacarose e da sua demanda por outras partes da planta, entre outros processos (JACOB, 1970; TUPY, 1973b).

A atividade da enzima invertase, que favorece a biossíntese de borracha a partir da sacarose, é limitada por valores baixos de pH do látex (TUPY, 1973b). Além da invertase, diversas enzimas chaves são muito sensíveis ao pH, como é o caso da PEPase, particularmente importante, uma vez que leva à produção de ácidos orgânicos como malato e citrato, fundamentais para a produção de borracha (CASTRO *et al.*, 1990).

Lutóides são partículas com membrana bipolarizada que contém o soro B, cuja rápida ação na floculação das partículas de borracha é responsável pela coagulação do látex. Assim, o rompimento destas partículas está relacionado ao tamponamento dos vasos laticíferos. Por outro lado, na biossíntese da borracha, os lutóides tem um duplo papel como estabilizadores biofísicos do pH e como

armadilha desintoxicante, controlando assim a homeostase no citosol e favorecendo um metabolismo ativo no interior das células, resultando em alta produção de látex. Porém, é evidente que a produtividade das plantas de seringueira é limitada pelo suprimento de nutrientes e sacarose, ou pelo desencadeamento de uma produção incontrolável de oxigênio tóxico, capaz de promover o rompimento dos lutóides e o secamento de painel. Desta forma, a estabilidade dos lutóides está inversamente relacionada ao índice de tamponamento e diretamente relacionada com a produção de borracha (d'AUZAC & JACOB, 1984; CASTRO *et al.*, 1990; JACOB *et al.*, 1985).

2.2.2. Exploração e partição

Ocorre uma estreita relação entre a alocação de carboidratos pelas árvores e a produção de borracha, sendo que a partição destes carboidratos varia de acordo com o cultivar e o sistema de exploração. TEMPLETON (1969) identificou uma relação inversa entre produtividade, em gramas de borracha seca por cm de corte por sangria e crescimento do perímetro do tronco, comparando árvores com e sem sangria. Esta relação indica que a produção e biossíntese de borracha competem com os processos de acumulação de matéria seca da planta, pelos fatores de crescimento.

WYCHERLEY (1976) estudou o efeito da produção em árvores em exploração, em diversos cultivares e entre eles

o RRIM 600. O autor obteve, de modo geral, regressões lineares significativas e negativas entre produção de borracha e incremento de peso seco da parte aérea. Quando comparou as regressões obtidas incluindo plantas com e sem exploração, com as regressões obtidas considerando-se somente as plantas com exploração, obteve maiores coeficientes lineares e angulares das equações de regressões naquelas incluindo árvores com e sem exploração. Este resultado sugere que a sangria por si só deprime a acumulação de matéria seca, em adição à redução de crescimento ocasionada pela partição de assimilados para a produção.

Segundo SETHURAJ (1992) a biomassa produzida por árvores em exploração (W_a) é substancialmente baixa se comparada com aquela de árvores não exploradas (W_m). Esta redução na produção de biomassa é parcialmente explicada pela produção de borracha. A proporção de "biomassa não produzida em árvores em exploração e que não é explicada pela produção de borracha" ($1-k$) é um fator importante para determinar o incremento periódico de biomassa em árvores em exploração. Esta relação pode ser expressa de acordo com a fórmula [01] abaixo.

$$W_a = W_m (1-k)$$

[01]

A biomassa produzida por árvores em exploração (W_a) pode ser calculada pela soma do incremento de peso seco das plantas em exploração (W_g) mais a produção de borracha no período (y) de acordo com a fórmula [02] abaixo:

$$W_a = W_g + 2,5y \quad [02]$$

onde o fator 2,5 equivale a uma correção pelo maior valor energético da borracha em relação à matéria seca da planta.

A produção de biomassa de árvores não exploradas (W_m) pode ser considerada como similar ao incremento do peso seco total da planta, uma vez que a biossíntese de borracha e a translocação de látex são praticamente nulos nestas árvores. Assim, a relação entre o incremento em peso seco de plantas em exploração (W_g) e a biomassa produzida por árvores não exploradas (W_m) pode ser derivada das fórmulas [01] e [02] e expressa como:

$$W_g = [W_m(1-k) - 2,5y] \quad [03]$$

e verifica-se que o incremento em peso seco de plantas em exploração (W_g) é grandemente influenciado pela "biomassa não produzida em árvores em exploração e que não é explicada pela produção de borracha", ou fator $(1-k)$.

TEMPLETON (1969) expressou a eficiência de produção da seringueira como a razão entre o peso de borracha seca produzida (y) e o peso total de matéria seca acumulada na parte aérea (Wg), que indica a partição de assimilados entre os processos fisiológicos de crescimento e biossíntese de borracha. Esta mesma razão foi aplicada mais tarde por GOMEZ *et al.* (1989) para definir o coeficiente de colheita (c). Este coeficiente tem sido aplicado para avaliar materiais genéticos de seringueira e para comparar a resposta de um determinado cultivar a diferentes sistemas de exploração

O coeficiente de colheita expressa melhor a partição de assimilados quando considera a correção do valor da produção de borracha pelo seu valor calórico, e tem sido calculado por diversos autores (GOMEZ *et al.*, 1989; TEMPLETON, 1969; WYCHERLEY, 1976) de formas ligeiramente diferentes. SETHURAJ (1992) calculou o coeficiente de colheita (c) como a produção de borracha do período (y) multiplicada por 2,5 e dividida pela biomassa produzida pelas plantas em exploração (W_a), conforme a fórmula [04]:

$$c = 2,5y/W_a \quad [04]$$

SETHURAJ (1992), comparando diferentes sistemas de exploração, mostrou que ambos, a redução de crescimento causada pela exploração ($W_m - W_a$) e o coeficiente de colheita (c), estão correlacionados positivamente com o fator k . As causas fisiológicas para a redução de crescimento em árvores em exploração ainda não foram plenamente explicadas. O aumento da atividade respiratória e a consequente perda de biomassa poderiam ser um das causas. Neste sentido já foi demonstrado por SETHURAJ *et al.* (1975) que a sangria e a estimulação resultaram em incremento da atividade respiratória da casca de seringueira. Além disso, o efeito do ferimento da sangria e a extração e consequente regeneração do látex, podem levar a uma maior atividade metabólica, com dispêndio de fotoassimilados. De qualquer forma, um baixo valor de k é desejável para um dado sistema de exploração.

TEMPLETON (1969) avaliou também o efeito da exploração no crescimento da seringueira, calculado pela proporção de borracha produzida no período em relação a perda do crescimento causada pela exploração (B/PC). A redução de crescimento é dada pela diferença entre o incremento de biomassa de plantas sem exploração (W_m) e o incremento de peso seco de plantas com exploração (W_g). Assim, a proporção

de borracha produzida por perda de crescimento (B/PC) é calculada de acordo com a fórmula [05] abaixo.

$$B/PC = y / (W_m - W_g) \quad [05]$$

De acordo com TEMPLETON (1969) o efeito da produção de borracha no crescimento não é explicada somente pela competição por assimilados. A perda, durante a sangria, de grandes quantidades de fatores vitais no sôro do látex, como RNA, compostos fosfatados e nutrientes também pode levar a redução no crescimento.

Em avaliações de produção e partição o termo biomassa ou peso seco da planta é comumente substituído pelo equivalente da parte aérea, pela dificuldade em obter-se dados de biomassa ou peso da matéria seca do sistema radicular (GOMEZ *et al.*, 1989; SETHURAJ, 1992; TEMPLETON, 1969; WYCHERLEY, 1976). De maneira geral, o peso da matéria seca da parte aérea da seringueira é estimado pela equação estabelecida por SHORROCKS *et al.* (1965). Estes autores demonstraram haver uma relação estreita entre o perímetro do tronco (PT) e o peso da matéria seca da parte aérea (W), e demonstraram que W, em kg, cresce exponencialmente com o PT, em cm, de acordo com a equação [06] abaixo.

$$W = 0,002604 \cdot PT^{2,7826}$$

O provável erro percentual do cálculo é estimado como sendo $15/\sqrt{n}$ para árvores com até 60 cm de PT, e $27/\sqrt{n}$ para árvores maiores, sendo n o número de plantas do grupo em avaliação.

2.2.3. Mecanismos de fluxo do látex

A borracha é sintetizada nos vasos laticíferos, os quais estão arranjados em anéis concêntricos na casca da seringueira. A produção de borracha é obtida pelo corte da casca, de uma forma sistemática, denominada sistema de sangria. O látex exsudado é coletado em recipientes afixados normalmente no tronco. A cada sangria o látex flui através dos vasos laticíferos, no sentido do corte de sangria, de uma região da casca denominada área de drenagem.

Imediatamente após o corte da casca o látex exsuda rapidamente, produzindo considerável quantidade de borracha. O fluxo então decresce com o tempo, até sua interrupção total pela coagulação do látex no corte. O grande fluxo inicial de látex, imediatamente após a sangria, é explicado pela contração elástica dos vasos laticíferos em função da liberação da pressão de turgescência dos vasos, pela sangria. O decréscimo na pressão de turgescência não explica totalmente o processo de cessação do fluxo (VIRGENS FILHO & CASTRO, 1986). BOATMAN (1966) e BUTTERY & BOATMAN

(1967) demonstraram que o fluxo do látex é rapidamente restringido pela obstrução dos vasos em posições próximas ao corte e que este é usualmente o principal fator causador do declínio na taxa de fluxo.

PAARDEKOOOPER & SAMOSORN (1969) mostraram que as características do fluxo de látex podem ser definidas empiricamente pela expressão [07] abaixo:

$$f = b \cdot e^{-p \cdot t} \quad [07]$$

na qual o fluxo f ($\text{ml} \cdot \text{min}^{-1}$) a um dado tempo t (min) após a sangria é função do fluxo no momento da sangria b ($\text{ml} \cdot \text{min}^{-1}$) e da constante de tempo do fluxo p (min^{-1}). A constante de tempo do fluxo (p) foi considerada por MILFORD *et al.* (1969) como o índice de obstrução, e pode ser calculado pela relação entre a taxa de fluxo inicial nos primeiros 5 min após o corte (F_1 em $\text{ml} \cdot \text{min}^{-1}$) e o volume total coletado na sangria (vt em ml), e multiplicado por 100 para facilidade de cálculos posteriores.

Embora seja uma característica clonal, o índice de obstrução é influenciado por fatores ambientais, especialmente pela deficiência hídrica. O seu valor indica uma intensidade de restrição ao fluxo após a sangria e esse

valor está relacionado com a resposta de diferentes cultivares à estimulação da produção (SETHURAJ, 1992). Maiores valores do índice normalmente significam melhores respostas à estimulação do cultivar. Em avaliação realizada por ABRAHAM (1980) o cultivar RRIM 600 apresenta um valor de índice de obstrução de $2,57 \text{ min}^{-1}$, correspondendo a uma moderada resposta à estimulação.

A partir da equação que descreve o fluxo de látex SETHURAJ (1981) derivou a fórmula [08] abaixo, que relaciona a produção de uma sangria em uma árvore, com seus principais componentes:

$$y_s = F \cdot l \cdot Cr / p \quad [08]$$

onde: y_s = produção de borracha seca por árvore por

sangria, em gramas (g);

F = taxa de fluxo inicial de látex por centímetro do corte de sangria, durante os primeiros 5 minutos após o corte, em mililitros por centímetro por minuto ($\text{ml.cm}^{-1}.\text{min}^{-1}$);

l = comprimento do corte em centímetros (cm);

Cr = conteúdo de borracha seca no látex, em grama por mililitro (g.ml^{-1});

p = índice de obstrução, em min^{-1} .

Dos quatro componentes da fórmula, o comprimento do corte (l) é determinado pelo perímetro do tronco, e conseqüentemente pelo crescimento das plantas, e pelo sistema de exploração adotado. Assim o comprimento do corte (l) é calculado pelo perímetro do tronco (PT) dividido pelo comprimento relativo do corte (cc) em função do sistema de exploração (p.ex.: 1/2 para meia espiral, 1/4 para um quarto de espiral) e pelo coseno do ângulo de inclinação do corte, conforme a fórmula [09] abaixo.

$$l = PT \cdot cc / \cos \alpha \quad [09]$$

Os demais componentes são influenciados por características genéticas, pelo sistema de exploração e pelas condições ambientais. A taxa de fluxo inicial é influenciada principalmente pelo número de anéis de vasos laticíferos, por fatores anatômicos dos vasos laticíferos como diâmetro interno, e pela pressão de turgescência do tronco no momento da sangria. O conteúdo de borracha seca no látex é determinado principalmente pela taxa de biossíntese de borracha e pela intensidade de exploração. O índice de tamponamento é influenciado pela estabilidade das partículas de borracha e dos lutóides, pelas relações hídricas na planta

como um todo, pela composição mineral do látex, além de outros fatores.

2.2.4. Resposta à sangria

Resposta à sangria, ou amansamento de painel, é a reação da seringueira em aumentar a produção de látex após sucessivas sangrias. Quando uma árvore é colocada em sangria pela primeira vez, ou após um longa paralização da sangria, o látex que flui dos vasos laticíferos é viscoso e com grande conteúdo de borracha, e o seu fluxo tem curta duração. Sangrias subsequentes a intervalos regulares resultam em um incremento de produção devido ao prolongamento do período do fluxo de um látex mais diluído. Este aumento de produção foi chamado de resposta à sangria (PAKIANATHAN, 1967; PAKIANATHAN & MILFORD, 1977; WRIGHT, 1908). Verificou-se que a sangria realizada a intervalos regulares não só aumenta a duração do fluxo de látex em uma sangria, como incrementa a biossíntese de borracha na área de drenagem do corte de sangria (PAKIANATHAN *et al.*, 1992).

O intervalo entre sangrias para provocar este tipo de resposta varia de um até vários dias, sendo que com intervalos maiores o efeito diminui. WRIGHT (1908) observou que a produção das árvores cresce a partir dos primeiros cortes, até depois do terceiro ou décimo quarto corte, quando então estabiliza. Com base em resultados experimentais

obtidos este autor sugere que a quantidade média de borracha produzida por sangria aumenta quando há um intervalo de um ou mais dias entre sangrias, e diminui com intervalos muito longos como de 7 dias (uma sangria por semana), sendo esta diminuição devida a uma menor resposta à sangria.

2.2.5. Secamento de painel

O secamento de painel é considerado uma desordem fisiológica muito frequentemente relacionada com a exploração excessiva da seringueira. Esta desordem origina-se nos vasos laticíferos e espalha-se ao longo dos vasos e pelos tecidos da casca. As características associadas com o secamento de painel envolvem principalmente a redução de amido no tecido da casca, a ocorrência abundante de substância similar ao tanino, e a produção de um grande número de células pétreas (PREMAKUMARI & PANIKKAR, 1992). GOMEZ (1982) observou a formação de tiloses dentro dos vasos laticíferos em tecido de casca de seringueira afetada por secamento de painel. As tiloses ficam preenchidas posteriormente com taninos e suas paredes são lignificadas. Os vasos parcialmente bloqueados por tiloses, interrompem o fluxo de látex, levando ao secamento de painel. Entretanto, estas mudanças histológicas podem ter efeitos secundários na diminuição do fluxo de látex. O efeito da redução de permeabilidade dos vasos laticíferos, em resposta à alta

intensidade de exploração, seguida da coagulação de látex nos vasos, pode ser mais importante na redução do fluxo (BEALING & CHUA, 1972).

O sintoma externo varia desde o secamento parcial do corte de sangria sem o escurecimento da casca, ao aparecimento de manchas de coloração marrom e espessamento da casca, até a rachadura, destacamento e deformação da casca (PREMAKUMARI & PANIKKAR, 1992).

Tem sido amplamente documentado que a incidência de secamento de painel cresce com o aumento na intensidade de exploração (ESCHBACH *et al.*, 1989), portanto o seu aparecimento é uma indicação de que a intensidade de exploração está acima da capacidade das plantas. Ao contrário da maioria das plantas cultivadas, o coeficiente de colheita em seringueira pode ser alterado por mudanças no sistema de exploração. Quando o sistema adotado acarreta um coeficiente de colheita excessivamente elevado e conseqüentemente uma produção acima da capacidade inerente de regeneração de látex da planta, o dano fisiológico pode provocar o secamento de painel (SETHURAJ, 1992).

Até o momento, o único meio efetivo de controle do secamento de painel é o isolamento da área de casca afetada. Isto é realizado com cortes na casca, aprofundados até a madeira, circundando a área afetada. O

objetivo da prática é criar uma descontinuidade dos vasos laticíferos para fora da área de casca com o distúrbio. SIVAKUMARAN (1989a) recomenda que o isolamento de casca deve ser feito em árvores que apresentem secamento em mais do que 30% do comprimento do corte, acompanhado de descoloração e posterior escurecimento da casca. Desta forma, estes critérios de porcentagem seca do comprimento do corte e descoloração ou escurecimento da casca na canaleta de sangria podem ser utilizados para avaliar o efeito de sistemas de exploração no aparecimento e evolução dessa desordem fisiológica.

2.3. Estimulação da produção

O tratamento da seringueira com reguladores vegetais pode acarretar aumentos de produtividade por promover não só a duração do fluxo de látex como a biossíntese de borracha. Diversos produtos químicos tem sido usados para este fim. Entre estes incluem-se o sulfato de cobre (COMPAGNON & TIXTER, 1950), o ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) (CHAPMAN, 1965), o ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético (2,4,5-T) (BAPTIST & DE JONGE, 1955), o óxido de etileno (TAYSUM, 1961), diversos outros reguladores de crescimento, herbicidas, acetileno, etileno e o ácido 2-cloroetilfosfônico (ethephon) (ABRAHAM *et al.*, 1964 e 1968; BANCHI & POLINIÉRE, 1969). De forma geral, estes autores

atribuem o efeito estimulante destes produtos a sua ação como precursores ou indutores de etileno endógeno no tecido da casca da serigueira.

A aplicação de ethephon aumenta a produção de forma mais consistente do que os estimulantes auxínicos (ABRAHAM *et al.*, 1971a; 1971b). Adicionalmente não provoca efeitos colaterais indesejáveis, como a indução ao crescimento desordenado de tecidos resultante da aplicação de 2,4-D e 2,4,5-T (RIBAILLIER & d'AUZAC, 1970).

2.3.1. Modo de ação dos estimulantes

CASTRO *et al.* (1990) descreve a ação dos estimulantes em termos de duração do fluxo do látex, regeneração do látex e fisiologia da produção.

Diversos aspectos positivos da estimulação com ethephon, para melhorar o fluxo do látex e manter a produtividade e sanidade de seringueiras em sangria tem sido relatados. RIBAILLIER (1970) constatou que a porcentagem de lutóides que se rompem durante o fluxo de látex diminui de 13% a 6% após tratamento das plantas com ethephon. Mais tarde, RIBAILLIER (1972) mostrou que os produtos estimulantes aumentam a permeabilidade das membranas dos lutóides e também têm efeito estabilizante sobre estas partículas durante o fluxo.

O ácido 2-cloroetilfosfônico apresenta-se estável na forma ácida, e permite a evolução de etileno, quando em contato com o tecido vegetal, sob pH igual ou superior a 3,5. Aparentemente o etileno atua evitando a coagulação do látex, impedindo o tamponamento e possibilitando altas taxas de fluxo por longo período de tempo. O aumento do período do fluxo após a sangria advém de uma redução do conteúdo de matéria seca no látex acarretando em sua menor viscosidade, uma certa estabilização dos lutóides, facilitação de trocas, principalmente hídricas, entre as células laticíferas e seu meio, além de uma certa ampliação da área de drenagem (CASTRO *et al.*, 1990). Adicionalmente, conforme sugere OSBORNE & SARGENT (1974), o tratamento com ethephon resulta em vasos laticíferos com maior diâmetro e com paredes mais espessas e rígidas, levando a uma menor constrição dos vasos cortados após a sangria. Estas modificações resultam em fluxo maior e mais prolongado de látex.

Vários estudos mostraram que a sacarose é o principal carboidrato do látex e muito provavelmente o principal açúcar de transferência, através do floema, a partir das folhas até a região do dreno, constituída na seringueira pelo painel de sangria (CASTRO *et al.*, 1990). Outros ensaios tem revelado correlações diretas entre

produção de borracha e disponibilidade de açúcares. Estimulações com reguladores vegetais incrementam o teor de sacarose no látex e aumentam a capacidade de conversão de sacarose. A aplicação de sacarose marcada radioativamente, em tecidos da casca da seringueira, promoveu a detecção de radioatividade no citosol e na fração borracha do látex coletado, sendo esse processo acentuado pela aplicação de ethephon (LACROTTE *et al.*, 1984).

TUPY (1973a) verificou que o ethephon aumenta o pH do látex e o nível de sacarose em árvores em sangria normal. Estes dois fatores são favoráveis à produção e manutenção do sistema produtivo das plantas. Porém, em plantas submetidas à sangria intensa, houve a diminuição do pH e do nível de sacarose, após o tratamento com ethephon (TUPY, 1973c), indicando um efeito negativo da estimulação nestes regimes de sangria. A atividade da enzima invertase também é aumentada pela estimulação com ethephon, via aumento do pH do látex (TUPY, 1973b), como também é o caso de outras enzimas envolvidas na biossíntese de borracha, particularmente a PEPase (CASTRO *et al.*, 1990).

2.3.2. Fisiologia da estimulação

O efeito comum dos reguladores vegetais utilizados como estimulante é o de promover a produção endógena de etileno ou de liberá-lo no tecido vegetal. Este

último caso é o que ocorre com o ethephon, que uma vez em contato com o tecido da casca da seringueira reduz a acidez da mistura e libera o regulador vegetal gasoso etileno. Sendo uma molécula sem efeitos colaterais diretos nos tecidos, pode ser aplicada em concentrações de até 10% do agente ativo. Porém, quando associado com a sangria das árvores, tratamentos a longo prazo, com estimulações numerosas e dosagens relativamente altas, revelam-se ineficientes em aumentar a produção e mesmo prejudiciais em alguns cultivares. Resultam em queda da produtividade e no aumento do aparecimento de secamento de painel. A ativação do catabolismo de carboidratos que foi induzida, neste caso, pode corresponder a um ponto exageradamente elevado de consumo de fotoassimilados (CASTRO *et al.*, 1990). Já em sistemas de sangria com frequência reduzida, utilizando-se dosagens menores de ethephon, a ação estimulante mostrou-se eficiente mesmo após 5 anos de tratamento (ESCHBACH & TONNELIER, 1984).

O corte de sangria, por si só, promove traumatismo na planta, causando a produção endógena de etileno. A evolução deste regulador vegetal constitui em um sinal clássico da presença de um estresse em plantas, seja mecânico, químico ou hormonal. Em contrapartida, a produção endógena de etileno atua sobre diversos passos bioquímicos

que se opõem aos efeitos prejudiciais de várias formas de oxigênio tóxico responsáveis pela degradação de membranas e pela descompartimentalização das células. Adicionalmente, mostrou-se experimentalmente, que o tratamento da casca da seringueira com ethephon induz um aumento na atividade de bombeamento de H^+ pela ATPase nos lutóides ampliando a capacidade estabilizadora e protetora destas partículas (d'AUZAC & JACOB, 1984; CASTRO *et al.*, 1990).

O tempo necessário para a regeneração do látex deve ser considerado no sentido de estabelecer um intervalo suficientemente longo entre duas sangrias consecutivas, para permitir uma reposição adequada de látex na área de drenagem. Neste aspecto particular, quanto maior a produção por sangria, mais longo o intervalo requerido para a ótima regeneração do látex. A estimulação deve acentuar particularmente este fenômeno. Neste caso, a menor frequência de sangria pode levar o tecido laticífero a se recuperar suficientemente, resultando em maior produção por sangria e aumentando a produtividade. Esta hipótese tem sido confirmada nos sistemas de exploração com baixa frequência de sangria associada à estimulação. A disponibilidade de um agente estimulante que não apresenta toxidez na casca, quando em concentrações adequadas, como o ethephon, tem revolucionado os sistemas de exploração acarretando em grande aumento na

quantidade de borracha coletada por sangria, sem prejuízos a longo prazo (ESCHBACH & TONNELIER, 1984; CASTRO *et al.*, 1990).

Atualmente, a estimulação é considerada de grande importância para os sistemas de exploração de seringueira. Seus efeitos de dreno para mobilizar as reservas de açúcar, de alcalinização do látex, de ativação do catabolismo de carboidratos e da síntese de isopreno, são bastante favoráveis à manutenção de altos níveis de produção por longos períodos. Adicionalmente, tem-se verificado que a utilização de estimulações leves podem mesmo evitar o desenvolvimento de secamento de painel. Pode-se manejar com a quantidade de ethephon e frequência de aplicação, obtendo-se a estimulação mais adequada para cada sistema de sangria (CASTRO *et al.*, 1990). Geralmente, as melhores respostas aos estimulantes químicos da produção de látex são obtidas em árvores submetidas a sistemas de sangria de menor intensidade. Assim, o uso destes produtos é mais recomendado como meio de reduzir custos operacionais e consumo de casca, que para obtenção de aumentos absolutos na produção de borracha por árvore por ano (DE JONGE, 1960; BERNARDES *et al.*, 1992).

2.3.3. Resposta à estimulação

A resposta à estimulação é normalmente definida pela proporção entre a produção do sistema de sangria estimulado e a produção do mesmo sistema de sangria sem estimulação. De acordo com MILFORD *et al.* (1969), a resposta à estimulação dos cultivares é diretamente proporcional ao seu índice de obstrução. A ação do estimulante é associada, portanto, ao prolongamento do fluxo de látex.

Os sistemas de sangria especiais englobam, entre outros, as punturas, os cortes curtos, as sangrias em painel alto ascendente e as sangrias em frequência muito baixa, como por exemplo sangrias semanais (d/7) ou até quinzenais (d/15). Nestes casos o sistema de estimulação envolve, normalmente, doses e concentrações maiores de estimulante.

Diversos autores (MORAES, 1978; MORAES, 1985; PINHEIRO, 1983; VIRGENS FILHO, 1986) tem demonstrado que em sangria por puntura, em função da pequena área de drenagem dos furos, é necessário prolongar-se o período do fluxo de látex para obtenção de produções econômicas. Desta forma, o estimulante é aplicado em concentrações entre 5% e 10% do ingrediente ativo, com doses entre 1 a 2 gramas por aplicação por planta, a intervalos mensais. Apesar da grande quantidade

de estimulante aplicada por planta, estes sistemas de sangria não acarretam, normalmente, grande incidência de secamento de painel, uma vez que a área de drenagem é limitada, a extração de látex por planta não é excessiva e a quantidade de casca a ser renovada pela planta é pequena.

As sangrias em frequência muito baixa exigem quantidades maiores de estimulante para compensar o menor número de sangrias realizadas num dado período, mantendo-se viáveis economicamente (TONNELIER, 1981). Nestes sistemas, estimulações mais intensas tem também por função repor o efeito da resposta à sangria. A sanidade das plantas é garantida pelo longo período entre sangrias que permite uma boa regeneração do látex e realimentação do tecido laticífero, principalmente com sacarose.

Quanto menor o comprimento do corte, mais rápido e mais intenso é o tamponamento ou a paralização do fluxo de látex (SOUTHORN & GOMEZ, 1970) e conseqüentemente, maiores são as respostas à estimulação.

SIVAKUMARAN *et al.* (1981) realizaram amplo estudo sobre o efeito a longo prazo (painel B0-1, B0-2 e B1-1) da estimulação em diversos cultivares. No cultivar RRIM 600 os autores mostraram que a resposta à estimulação em sistema de sangria 1/2S d/2 (100%) declina após o quarto ano de exploração do painel B0-1, porém tal declínio não é

observado no sistema de sangria 1/2S d/3 (67%). No sistema 1/2S d/2, em painel B0-2, tal declínio é observado após o segundo ano de exploração após a troca de painel, enquanto que no sistema 1/2S d/3 não ocorre um declínio na resposta à estimulação no painel B0-2, e nem mesmo no painel B1-1. O incremento em perímetro do tronco, durante o período de exploração no painel B0-1, no sistema de sangria 1/2S d/2, decresce com o aumento da concentração de estimulante, enquanto que no sistema 1/2S d/3 tal decréscimo não é tão evidente. A adoção de paralização anual da sangria e da estimulação, por dois meses, melhorou significativamente a resposta à estimulação de todos os sistemas estudados. A incidência de secamento de painel aumentou com uma maior frequência de estimulação, ou com uma maior concentração do estimulante. Entretanto, após 4 anos de exploração de painel B0-1, a incidência de secamento de painel no sistema 1/2S d/3 ET 2,5% 4/y foi de 4,0%, contra 11,6% no sistema 1/2S d/2 sem estimulação.

TAN *et al.* (1983) comparando sistemas de sangria no cultivar RRIM 600, mostraram que, no sistema de sangria 1/2S d/3, a estimulação ET 1% La 1/1 1/m 6m/y não foi suficiente para igualar a produção do sistema 1/2S d/2 sem estimulação.

2.4. Fatores condicionantes dos sistemas de exploração

A exploração da seringueira é a combinação dos sistemas de sangria e de estimulação. Os principais fatores condicionantes dos sistemas de sangria são: padrão da entrada das árvores em sangria, horário da sangria, descanso anual, comprimento do corte, sentido do corte, frequência de sangria, e balanceamento de painel. Os aspectos determinantes dos sistemas de estimulação são: concentração e quantidade do estimulante, local de aplicação, frequência e época de estimulação (BERNARDES *et al.*, 1992).

Na maioria dos países produtores de borracha natural, a indisponibilidade e o custo crescente da mão-de-obra para a sangria tem dificultado a manutenção dos sistemas tradicionais de sangria em alta frequência, em dias alternados (d/2). Tradicionalmente, o sistema recomendado e adotado no Brasil é a sangria em meia espiral realizada em dias alternados, exceto aos domingos (1/2 S d/2 6d/7 85,7%). O padrão de entrada das árvores em sangria é de 45 centímetros de perímetro do tronco medidos em altura entre 1,00 e 1,50 m a partir do solo ou do calo de enxertia. A partir da década dos anos oitenta, houve uma tendência de mudança para sistemas de exploração em frequência mais baixa, ou seja, a cada três, quatro ou mesmo sete dias (d/3, d/4 e d/7) em função do incremento dos custos de mão-de-obra para

sangria, e da redução dos preços de borracha (BERNARDES *et al.*, 1992; CEPLAC/EMBRAPA, 1983; EMBRATER, 1981).

2.4.1. Padrão de entrada em sangria

O critério para entrada em sangria na Malásia, é quando 70% das plantas do seringal apresentam pelo menos 50 cm de perímetro de tronco à altura de 1,50 m do solo (ABRAHAM, 1980). Na Costa do Marfim, considera-se o mesmo perímetro, porém à altura de 1,00 m do solo (VERNOU & TONNELIER, 1985). Este padrões são mais conservadores se comparados com o adotado na Indonésia, onde inicia-se a sangria em plantas que atingem um perímetro mínimo do tronco de 45 cm a 1,50 m acima do solo. Mais recentemente, mesmo na Malásia, tem-se adotado a entrada de plantas em sangria já com 45 cm, com base em considerações econômicas (PAARDEKOOOPER, 1989). A produção acumulada, mesmo após período prolongado, é maior quando inicia-se a sangria em árvores menores, e geralmente não há efeito adverso no desempenho futuro das plantas. Esta entrada anterior em sangria reduz o período de imaturidade em aproximadamente seis meses e mesmo adotando-se uma baixa intensidade inicial de sangria, a lucratividade é melhorada, principalmente em condições de preços de borracha elevados (NG *et al.*, 1972). Uma vez que a redução do período de imaturidade da seringueira acarreta, de uma forma geral, uma melhoria da

rentabilidade de investimentos em heveicultura (RUBBER, 1974), a avaliação econômica a longo prazo, do início da exploração das árvores é particularmente importante.

A exploração de árvores abaixo do padrão de entrada em sangria pode ser especialmente interessante em seringais com crescimento ou idade desuniforme entre plantas, onde a exploração é antieconômica pela baixa densidade de árvores aptas a sangria pelos padrões convencionais. Nestes casos, a incorporação de árvores menores nas tarefas de sangria pode viabilizar economicamente a exploração (BERNARDES *et al.*, 1990a).

No Brasil, no Sudeste da Bahia e nos polos heveícolas tradicionais da Amazônia, devido a ocorrência de doenças foliares em seringueira, as plantas apresentam crescimento retardado. Por este motivo a exploração tem início quando 50% das plantas apresentam pelo menos 45 cm de perímetro do tronco a uma altura entre 1,30 e 1,50 m do solo ou da união da enxertia (CEPLAC/EMBRAPA, 1983; MORAES, 1985). No Estado de São Paulo adotou-se um padrão similar, com um perímetro mínimo do tronco de 45 cm a 1,50 m de altura do solo, para a entrada em sangria (BERNARDES *et al.*, 1992). Com este procedimento a exploração pode ter início em árvores ainda imaturas o que eventualmente resulte em redução posterior nas taxas de crescimento e na produção (VIRGENS

FILHO *et al.*, 1990). Os preços maiores no mercado nacional, comparados com aqueles que vigoravam no mercado internacional, favoreceram esta tomada de decisão pela entrada em sangria em árvores menores. Tal medida foi coerente com a política nacional oficial para o setor, uma vez que a entrada antecipada em produção contribuiria para o cumprimento das metas de reduzir a dependência de importação de borracha natural.

RODRIGUES & TINOCO (1984) recomendam uma avaliação econômica, considerando o preço da borracha e o custo do mão-de-obra de sangria, para a decisão do início da exploração do seringal. Na época do estudo os autores consideraram que o limite mínimo era de 125 plantas aptas, com 45 cm de perímetro de tronco, por estrada de sangria, para viabilizar economicamente a entrada em sangria. Ressaltaram porém que, sendo a seringueira um planta perene, a resposta a produção não pode ser vista em função da produção esperada para um único ano de sangria, mas por toda a vida útil do seringal.

O padrão de entrada em sangria com 45 cm parece ser justificável. Porém, cultivares que apresentam produção inicial muito alta com conseqüente redução drástica do incremento do perímetro do tronco, e aqueles susceptíveis a quebra por vento, devem entrar em sangria com padrão mais

conservador, por exemplo 50 cm de perímetro de tronco (BERNARDES *et al.*, 1990c; PAARDEKOOPEL, 1989).

2.4.2. Horário de sangria

O fluxo de látex é bastante influenciado pelas relações hídricas internas da casca e do tronco. Nas primeiras horas do dia a pressão de turgescência no sistema laticífero e nas células vizinhas está no seu valor máximo e quase em equilíbrio com o potencial osmótico do tecido circundante. Durante o dia a transpiração aumenta e o sistema radicular não é capaz de absorver água a taxas suficientes para compensar as perdas, o que resulta na diminuição da água disponível no tecido laticífero e conseqüentemente na produção (PAKIANATHAN, 1980). A pressão de turgescência, nos tecidos do tronco, decresce durante o dia e aumenta durante a noite. Estas alterações na pressão de turgescência estão correlacionadas positivamente com as variações diurnas da umidade relativa da atmosfera e negativamente com as oscilações da temperatura do ar, e são resultantes da perda de água provocada pela transpiração (BUTTERY & BOATMAN, 1985). SETHURAJ (1992) mostrou uma relação positiva entre a pressão de turgescência e o fluxo inicial de látex por centímetro de corte de sangria (F). NINANE (1970) observou uma relação inversa entre o déficit de pressão de vapor (DPV) e a pressão de turgescência do tronco da seringueira. Desta

forma, deve-se esperar uma relação inversa entre o DPV e F. Em experimento conduzido na Tailândia PAARDEKOOOPER & SOOKMARK (1969), com sangrias a intervalos regulares de lotes diferentes de árvores em período de 24 horas, mostraram não haver diferenças significativas de produção entre 20:00 e 7:00 horas. Porém, durante o período diurno verificaram que a produção diminui gradualmente, até um mínimo de 70% da produção noturna ao redor das 13:00 horas, voltando a aumentar posteriormente e retornando ao equilíbrio noturno, acompanhando de forma inversamente proporcional o curso diário do déficit de pressão de vapor.

MARTINS *et al.* (1992) estudando três cultivares de seringueira e entre eles o RRIM 600, em Piracicaba-SP, mostraram que a pressão de turgescência do tronco durante o dia está correlacionada positivamente com a umidade relativa do ar. No estudo ocorreu uma redução da pressão de turgescência a partir do amanhecer, atingindo um mínimo entre as 14 e 15 horas, seguido de uma elevação que continuou durante a noite para alcançar um máximo pouco antes do alvorecer. A mesma tendência foi encontrada por SÁ (1991) em Garça-SP, no cultivar RRIM 600, onde a pressão de turgescência do tronco acompanhou diretamente a oscilação da umidade relativa do ar, e inversamente o déficit de pressão de vapor, sem apresentar uma recuperação total no final da

tarde. Nos dois estudos verificou-se que a recuperação da pressão de turgescência do tronco ocorre somente no final do período noturno.

CARDOSO (1978) realizou teste em março e abril de 1973, em árvores de híbridos Tjir 1 x Tjir 16 com 20 anos de idade, em Pindamonhangaba-SP, sangrados em meia espiral em dias alternados, comparando a sangria matinal, efetuada das 6:30 às 9:30 horas, com a sangria vespertina, efetuada das 16:30 às 18:30 horas. Observou que a produção alcançada no período vespertino era equivalente à obtida no período matutino.

Durante a época que a seringueira permanece sem folhas a pressão de turgescência do tronco altera-se pouco durante o dia, pois nesta situação a taxa transpiratória é reduzida (BUTTERY & BOATMAN, 1985).

BERNARDES *et al.* (1990b) consideram que os resultados de produção em função do horário de sangria devem estar associados às condições hídricas do solo e da atmosfera, específicos para cada período. Estes autores enfatizam que a realização de sangria vespertina, com boa produtividade, viabiliza o aumento do número de árvores em exploração por sangrador, porém só pode ser adotada quando as condições ambientais favoreçam o seu uso.

2.4.3. Variação sazonal de produção e descanso anual

A sangria é efetuada durante o ano todo. Entretanto, nos primeiros anos de exploração do seringal, torna-se necessário uma paralização por ocasião do refolhamento das plantas, para a manutenção de uma boa sanidade e continuidade de seu crescimento. SIVAKUMARAN & PAKIANATHAN (1983a) demonstraram que, no cultivar RRIM 600 iniciando exploração no painel BO-1, dois meses de descanso de sangria por ano, durante os três primeiros anos de exploração, possibilitaram aumento de 30% na produção e de 10% no crescimento do tronco, em relação a plantas explotadas continuamente no mesmo período.

Especificamente no Planalto Central do Estado de São Paulo, o refolhamento coincide com a estação seca, ocorrendo significativa queda de produção, razão adicional porque BERNARDES *et al.* (1992) recomendam a paralização da sangria por um a dois meses neste período do ano, até o décimo segundo ano de exploração. A partir do décimo terceiro ano de exploração, a duração do descanso anual é paulatinamente reduzida.

2.4.4. Idade da planta

SIVAKUMARAN *et al.* (1984) mostraram o efeito benéfico, a longo prazo, de um sistema de exploração inicialmente pouco intenso e depois modificado para o sistema

normal, com vantagens em termos de produção e crescimento das árvores. Adicionalmente existem evidências de que a incidência de secamento de painel parece ser maior e sua evolução mais rápida em sangria sobre casca virgem do que sobre casca regenerada (SIVAKUMARAN & PAKIANATHAN, 1983b), mostrando que as plantas são particularmente sensíveis no início da exploração.

WYCHERLEY (1976) demonstrou que cada quilograma de borracha produzido no primeiro ano de sangria em casca virgem acarretava em redução de 8,9 quilogramas na acumulação de matéria seca da planta, contra uma redução de 2,9 quilogramas de matéria seca por quilograma de borracha produzida na sangria no primeiro ano em casca regenerada, e contra o valor energético teórico da borracha em relação a matéria seca da planta de 2,25. Portanto essa "biomassa não produzida em árvores em exploração e que não é explicada pela produção de borracha" é significativamente maior nos primeiros anos de exploração, reforçando o diagnóstico de uma maior sensibilidade das plantas à exploração no início desse processo.

2.4.5. Comprimento e sentido do corte

DE JONGE (1969) observou que o aumento do comprimento do corte de 1/2 S para S/R e para S, acarretou redução do crescimento do perímetro do tronco. Igualmente

WYCHERLEY (1976) mostrou que, para produções similares entre sistemas de exploração, aqueles com cortes mais longos (S e 2 1/2S) provocam maior redução no crescimento das árvores do que aqueles com cortes mais curtos (1/2S). Na sangria em espiral completa são obtidas boas produções, porém há uma tendência, a longo prazo, de redução da produção e da taxa de crescimento das árvores (VIRGENS FILHO & CASTRO, 1986). NG *et al.* (1970) mostraram que o incremento de perímetro do tronco, para o cultivar RRIM 600 sangrado por 5 anos em painel B0, foi de 20,5 cm para o sistema com corte em meia espiral (1/2S d/2 100%) e de 16,5 cm para o sistema em espiral completa (S d/4 100%) apesar da mesma intensidade teórica de sangria (100%). LEE (1975) mostrou, para o mesmo cultivar, a queda da ordem de 80% da produção anual do sistema em espiral completa (S d/4 100%), comparado com aquela do sistema em meia espiral (1/2S d/2 100%), já no quarto ano de exploração no painel B0.

Sistemas com corte em quarto de espiral (1/4S) proporcionam bom desenvolvimento às árvores (VIRGENS FILHO & CASTRO, 1986). São promissores para uso em balanceamento de painéis (2 1/4S d/2 2 d/4) combinado a longo período de estimulação com ethephon, causando menor estresse às plantas do que sistema de mesma intensidade teórica como o 1/2S d/2 (SIVAKUMARAN, 1980 e SIVAKUMARAN *et al.*, 1983a).

SIVAKUMARAN (1989b) comparando os parâmetros de fluxo de látex em sistemas de exploração com diferentes comprimentos de corte (S, 1/2S, 1/4S, 1/8S, 1/16S) mostrou que houve um incremento progressivo no fluxo inicial de látex nos primeiros 5 minutos após a sangria (F_I em $\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$) com o aumento do comprimento do corte. Porém, para o corte mais longo (S), ocorreu um decréscimo marcante na taxa de fluxo aos 30 minutos após a sangria, enquanto que para os demais sistemas este decréscimo foi bem menor. Por outro lado, o fluxo inicial de látex por centímetro de corte de sangria (F em $\text{ml}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) decresceu nos cortes mais longos. O índice de obstrução (p) foi menor nos cortes mais longos e por esta razão o autor postulou uma resposta à estimulação mais acentuada em sistemas de exploração com cortes mais curtos.

KASSIN & HASHIM (1979) estudaram o efeito de sistemas de exploração, no cultivar RRIM 600 sangrado em painel B0-1, com aproximadamente 7 anos de idade e com pelo menos 43,5 cm de perímetro de tronco. Todos os sistemas tiveram dois meses de descanso anual de sangria (10m/y) e foram estimulados no sistema ET 2,5% La 1/1 10m/y. Os tratamentos foram distribuídos em fatorial incompleto, envolvendo quatro comprimentos de corte (3/4S, 1/2S, 1/3S e 1/4S) e três frequências de sangria (d/2, 2d/3 e d/1). A estimulação compensou a produção do sistema com cortes em

1/4S 2d/3, quando comparado com o sistema 1/2S d/2. O crescimento do perímetro do tronco foi melhor nos tratamentos com cortes curtos (1/4S e 1/3S) mesmo quando estimulados e comparados com o controle (1/2S d/2) não estimulado.

Quanto ao sentido do corte, este é efetuado, normalmente, de forma descendente no painel de sangria. A sangria ascendente é especialmente utilizada em árvores com painel baixo com casca danificada ou mal regenerada (BERNARDES *et al.*, 1992). Entretanto, SIVAKUMARAN *et al.* (1985) mostraram que sistemas de sangria ascendente a partir do calo de enxertia, usados desde o início da exploração das árvores, apresenta menores restrições na área de drenagem, dando maiores produções do que sistemas correspondentes sangrados no sentido descendente a partir de 1,50 m de altura do solo. Adicionalmente, a incidência de secamento de painel é menor nos cortes ascendentes, estimulados ou não. Os autores comentaram que algumas limitações da sangria ascendente, tais como a resistência do sangrador ao novo método de sangria, a dificuldade de manutenção da inclinação correta do corte, o excessivo escorrimento de látex para fora da canaleta, o consumo de casca irregular e normalmente maior, podem reduzir suas vantagens e dificultar o uso da sangria ascendente.

2.4.6. Frequência de sangria

WRIGHT (1908) observou que a redução da frequência de sangria da seringueira, mudando do sistema d/1 para d/2, não só levou a maiores produções, dentro do mesmo período, como preservou a casca para sangrias futuras e houve economia de mão-de-obra. Estes resultados levaram-no a acreditar numa possível redução maior da frequência de sangria, o que poderia formar uma base para futuras pesquisas.

A redução da frequência de sangria conduz normalmente a uma redução na produção por árvore e por sangria. NG *et al.* (1970) obtiveram no cultivar RRIM 600 um redução da produção por hectare e por ano de 15% e 30%, respectivamente, nos sistemas sangrados a cada três (d/3) e quatro (d/4) dias, quando comparados com a sangria a cada dois dias (d/2). Entretanto, houve um aumento na produção por árvore por sangria, respectivamente, de 27% e 40%. Por outro lado, os sistemas de menor frequência favorecem o crescimento do perímetro do tronco e reduzem a incidência de secamento de painel. Os mesmos autores obtiveram, para o cultivar RRIM 600 durante os primeiros 5 anos de exploração, um incremento de perímetro de tronco de 20,5 cm, 21 cm e 22 cm, respectivamente para os sistemas d/2, d/3 e d/4, enquanto que

a porcentagem de plantas parcialmente secas, no mesmo período, foi de 13,9%, 4,6% e 2,6%.

SIVAKUMARAN *et al.* (1982) obtiveram elevação da produção por árvore por sangria sem grande redução na produção por hectare e por ano, nos sistemas de frequência reduzida (d/4 e d/6) com estimulação, quando comparados com o sistema d/2. Adicionalmente, houve uma marcante redução no consumo de casca nos sistemas de menor frequência, o que pode aumentar, conseqüentemente, a vida útil das plantas.

De acordo com CHUA (1967) a incidência de secamento de painel torna-se maior com o incremento da intensidade de sangria. Para o autor a frequência de sangria tem maior influência do que o comprimento de corte na indução ao secamento.

Com o uso de estimulação em sistemas de frequência reduzida é possível obter-se produções similares àquelas do sistema convencional 1/2S d/2 sem estimulação, com aumento da produção por sangria. Isto reduz a necessidade de sangradores e o consumo de casca. Os custos adicionais da estimulação são plenamente compensados pela economia acarretada pela diminuição do custo de mão-de-obra de sangria (SIVAKUMARAN, 1978)

2.4.7. Balanceamento de painel

A mudança anual de painel de sangria para o lado oposto da árvore normalmente favorece o crescimento das plantas e a manutenção de níveis altos de produtividade. Diversos autores, citados por BERNARDES *et al.* (1990c), mostraram as vantagens do balanceamento de painel em termos de manutenção da resposta a estimulação e dos níveis de produção e crescimento, por longo prazo. Por outro lado, o balanceamento de painéis a intervalos muito curtos pode levar a necessidade de instalação de mais de um equipamento de sangria por árvore, e o balanceamento entre cortes muito próximos pode eliminar a vantagem de exploração de áreas de drenagem separadas.

2.4.8. Sistemas de estimulação

Para os sistemas de sangria mais utilizados, a concentração mais adequada do estimulante ethephon tem sido de 2,5% do ingrediente ativo. Concentrações superiores a 5% condicionam produções futuras declinantes e maior incidência de secamento de painel. Concentrações de 5% e 10% são somente utilizadas em sistemas especiais de sangria, como por exemplo em sangria por puntura, em sangria em baixíssima frequência e em sangria final de árvores senescentes. A quantidade de ingrediente ativo aplicada por planta é o fator determinante

da resposta à estimulação, que nos sistemas normais é de 1 ml ou 1 g por planta e por aplicação (BERNARDES *et al.*, 1992).

A solução estimulante pode ser aplicada pelos seguintes métodos: sobre casca raspada abaixo do corte de sangria, denominado de "Ba"; sobre o canal de sangria, após a retirada do cernambi fita, denominado "Ga"; sobre o canal de sangria, sem a retirada do cernambi fita, denominado "La"; e sobre o painel, ou casca em regeneração recém sangrada, denominado "Pa". Os sistemas mais adequados para os primeiros anos de sangria são os métodos La e Pa. Aplicações sobre casca raspada condicionam picos acentuados de produção, seguidos de forte declínio. Adicionalmente, demandam atividade extra de raspagem da casca, e consomem porção significativa de casca para plantas em início de sangria, com casca relativamente delgada. Aplicações no canal de sangria, retirando-se o cernambi, demandam esse trabalho adicional da retirada, e podem provocar novo fluxo de látex que dificulta a aplicação (BERNARDES *et al.*, 1990c).

2.4.9. Intensidade de sangria

Os valores de intensidade de sangria podem ser calculados a partir de diversos componentes do sistema de sangria. São usados para fornecer um parâmetro de comparação entre sistemas de sangria. A intensidade relativa de sangria foi muito utilizada para comparar sistemas de sangria,

entretanto tem sido criticada por mostrar-se inadequada para estimar a intensidade de sangria com base em fundamentos fisiológicos. Os valores de intensidade real, que levam em consideração o número real de dias de sangria, fornece uma informação mais realística para certas comparações. De qualquer forma, os dois parâmetros não consideram o efeito da estimulação. Atualmente, nenhum dos dois parâmetros é incluído no sistema de notação de sangria. Porém, o número real de dias de sangria por ano deve ser informado para cada sistema a ser comparado (LUCKMAN, 1992).

A intensidade relativa de sangria é expressa como porcentagem de um sistema padrão de sangria, ou seja, a sangria em meia espiral em dias alternados ($1/2 S d/2$). O valor da intensidade relativa de sangria é calculado multiplicando-se as frações numéricas do sistema de notação e multiplicando-se o produto resultante por 400. Assim o sistema de sangria convencional $1/2 S d/2$ assume o valor padrão de 100% de intensidade relativa de sangria.

2.5. Exploração precoce da seringueira

2.5.1. Definição

A exploração precoce da seringueira é aquela realizada antecipadamente em relação ao padrão de entrada em sangria, estabelecido para uma certa combinação de cultivar e

condição ecológica. A antecipação pode ser expressa em termos de idade ou de perímetro do tronco.

A exploração precoce se realiza, de uma forma geral, de 12 a 24 meses antes da expectativa do atingimento do padrão de entrada em sangria, em árvores com 35 a 40 cm de perímetro de tronco. Plantas nesta fase apresentam limitações à exploração como: i) casca pouco espessa que dificulta a operação de sangria, aumenta a possibilidade de escoamento de látex sobre o tronco e acarreta maiores riscos de danos mecânicos ou provocados por patógenos, ii) menor capacidade de regeneração de látex, iii) crescimento ainda intenso que pode ser prejudicado pela criação de um dreno adicional. Assim, os sistemas de exploração precoce adotados devem envolver alguma forma de diminuição na intensidade da sangria. Isto pode ocorrer pela redução do comprimento do corte ou uso da sangria por puntura, diminuição da frequência de sangria, incorporação de períodos de repouso anual, e aplicação de estimulantes em baixa concentração e dosagem (BERNARDES *et al.*, 1990c; VIRGENS FILHO *et al.*, 1990).

Um sistema preconizado para exploração precoce é a sangria por puntura, que consiste na realização de perfurações oblíquas, em faixas verticais de casca raspada, utilizando-se um instrumento provido de uma agulha achatada na extremidade. Este sistema é normalmente combinado com

estimulação (TUPY, 1973d). Em geral as melhores respostas são obtidas utilizando-se 1 a 2 ml de ethephon na concentração de 5% do ingrediente ativo, em aplicação mensal. A sangria é feita em faixas verticais com 70 a 100 cm de comprimento, largura de 1 cm, com quatro a seis punturas por sangria. Cada faixa vertical é sangrada por aproximadamente um mes. MORAES (1985) sugeriu a realização de cinco punturas por sangria, em faixas de 100 cm e estimulação com 2 ml de ethephon a 5%. Este autor preconiza o uso da sangria precoce por puntura para plantas com bom aspecto vegetativo e com perímetro do tronco igual ou superior a 35 cm, medidos a 130 cm de altura. O período de exploração em sangria precoce por puntura não deve ser superior a 24 meses. A partir de então as plantas com perímetro de tronco igual ou superior a 45 cm devem ser submetidas à sangria convencional.

2.5.2. Resultados experimentais

A sangria retarda o crescimento da seringueira em relação a plantas não exploradas. Este retardamento pode ser diminuído por um manejo mais intensivo do seringal, como por exemplo, por meio de controle mais frequente do mato, e adubação compatível com a demanda de nutrientes (NG *et al.*, 1972). De qualquer forma, o histórico prévio de exploração de um lote de árvores tem um efeito pronunciado na resposta

futura das plantas a diferentes sistemas de exploração (DE JONGE, 1969).

De acordo com NG *et al.* (1969), todos os sistemas de exploração retardam o crescimento da seringueira, independentemente do cultivar. Este efeito tem maior relação com o comprimento do corte do que com a frequência de sangria. Em experimento realizado com diversos cultivares, entre eles RRIM 600 e GT 1, em árvores com sangria em casca virgem iniciada aos 7 anos de idade, estes autores observaram que as taxas de crescimento das plantas aumentava, respectivamente, das árvores com corte em espiral completa (S), para aquelas com corte em meia espiral ($1/2$ S), e finalmente para aquelas com corte em um terço de espiral ($1/3$ S). Por outro lado, para um dado comprimento de corte, a redução na frequência de sangria, de dias alternados ($d/2$) para cortes a cada quatro dias ($d/4$), ou de cortes a cada quatro ($d/4$) para cada seis dias ($d/6$), resultou em pequenos incrementos no crescimento do perímetro do tronco, porém com diferenças não significativas. Todos os sistemas que incluíram um repouso anual de sangria por três meses, de uma forma geral, possibilitaram maior incremento no perímetro do tronco do que o sistema correspondente, porém realizado de forma contínua durante todo o ano. A incidência de plantas parcialmente secas foi maior nos sistemas de sangria com

cortes mais longos e mais frequentes. A menor produção por sangrador foi observada no sistema de sangria $1/2 S d/2$, e ocorreu uma relação inversa entre frequência de sangria e produção por sangrador. A produção por área foi menor nos sistemas com cortes mais curtos ou com menor frequência de sangria.

NG *et al.* (1972) comparando plantas com sangria iniciada com 45,7 cm e com 50,8 cm de perímetro do tronco, em árvores respectivamente com seis e com seis anos e meio após o plantio, observaram que aquelas com maior perímetro apresentaram maior produção por árvore e por sangria, o que só ocorreu nos primeiros 6 meses de exploração. Por outro lado, a produção acumulada, até o oitavo ano de exploração, manteve-se superior nas plantas que tiveram sangria iniciada anteriormente.

WAIDYANATHA & ANGAMMANA (1981), comparando diversos sistemas de sangria precoce por puntura ou em cortes curtos ($1/8S$) em plantas do cultivar PB 86 com 28,9 cm de perímetro de tronco, concluíram que ambos os sistemas apresentaram potencial para maiores produções do que o sistema convencional em $1/2S$, seja em $d/3$ ou $d/6$, para exploração de plantas em fase precoce. Os autores recomendaram estudos mais aprofundados de sangria precoce com os sistemas de cortes curtos associados à estimulação.

VERNOU & TONNELIER (1985) realizaram estudo de exploração precoce nos cultivares RRIM 600 e GT 1, no Sudeste da Costa do Marfim. Os autores compararam: i) exploração precoce, em 4 PI 50x1 d/3 6d/7 11m/y ET 5% 1/m, iniciada em árvores com aproximadamente 30 cm de perímetro de tronco, com quatro anos de idade, e exploração convencional em 1/2S d/3 6d/7 ET 5% 5/y, a partir de cinco anos e dez meses de idade quando as plantas apresentavam aproximadamente 49,5 cm de perímetro de tronco; ii) controle com exploração convencional em 1/2S d/3 6d/7 ET 5% 5/y, a partir de 5 anos e 10 meses de idade quando as plantas apresentavam aproximadamente 50 cm de perímetro de tronco. A produção no período precoce foi de 12 g por árvore por sangria (g/a.s) para o RRIM 600 e de 17 g/a.s para o GT 1. Nos dois primeiros anos de exploração convencional a produção das plantas do tratamento precoce foi ligeiramente superior, porém, sem apresentar diferença significativa. No primeiro e segundo ano a produção foi de, respectivamente, 26,7 e 54,6 g/a.s, contra 25,2 e 48,1 g/a.s no controle para o RRIM 600, e 27,8 e 46,3 g/a.s, contra 25,1 e 44,3 g/a.s no controle para o GT1. No terceiro ano de exploração convencional a produção das plantas do tratamento precoce foi ligeiramente inferior, novamente sem diferença significativa, com 54,3 g/a.s contra 59,3 g/a.s no controle para o RRIM 600, e 48,9 g/a.s contra 58,5 g/a.s no controle

para o GT1. Já nos três últimos anos do experimento a produção das plantas do tratamento precoce foi significativamente menor do que a das plantas do controle. No quarto, quinto e sexto ano a produção foi de respectivamente, 37,6, 42,1 e 41,8 g/a.s, contra 55,9, 60,3 e 63 g/a.s no controle para o RRIM 600, e 32,1, 32,3 e 30,6 g/a.s, contra 52,6, 54,4 e 62 g/a.s no controle para o GT 1. A produção total no período experimental foi significantemente superior nos tratamentos controle. O crescimento do perímetro do tronco foi similar entre os tratamentos para o RRIM 600, porém para o GT 1 foi entre 25% e 35% menor nas plantas com exploração precoce. A análise do látex mostrou um menor conteúdo de sacarose nas plantas de exploração precoce em relação àquelas do controle, no RRIM 600, porém com conteúdo similar entre os tratamentos no GT 1. A percentagem de comprimento de corte seco nas plantas do tratamento com exploração precoce foi significativamente superior do que naquelas do controle, com valores, respectivamente, de 16,75% e 2,3% para o RRIM 60 e 14,9% e 4,3% para o GT 1. As razões apresentadas para uma menor produção das árvores com exploração precoce, nos últimos tres anos do experimento, foram: i) menor crescimento do tronco, que explica somente o caso do cultivar GT 1; ii) presença de zonas de perturbação na casca com exploração precoce, que dificultam o transporte

de assimilados e a produção *in situ* de borracha, sendo que nos tres primeiros anos o efeito negativo das zonas de perturbação de casca foi sobreposto pelo efeito positivo do amansamento prévio; iii) fadiga fisiológica nas plantas com exploração precoce, comprovada pela maior incidência de secamento de painel nos dois cultivares, pelo menor conteúdo de sacarose no RRIM 600 e menor crescimento do tronco no GT1. Os autores concluíram que a sangria precoce, em plantas com 30 cm de perímetro de tronco, teve efeito negativo na produção e crescimento das árvores.

Em experimento conduzido pelo IRCA (INSTITUT, 1986), na Costa do Marfim, com o cultivar PB 235, comparou-se plantas submetidas à exploração, em meia espiral, quando atingiram 40 cm, 45 cm e 50 cm de perímetro de tronco. Quatro anos após o início da exploração das árvores que iniciaram a sangria com 50 cm de perímetro de tronco, a produção anual destas plantas foi superior àquela das plantas com início de sangria com 45 cm e 40 cm de perímetro de tronco. Entretanto, a produção acumulada desde o início da sangria em cada tratamento manteve-se sempre superior para as árvores que iniciaram exploração com 40 cm de perímetro de tronco. Em outro experimento, com o cultivar GT 1 (INSTITUT, 1983 e 1986), comparou-se plantas submetidas à exploração, em meia espiral, quando atingiram 44 cm, 47 cm e 50 cm de perímetro

de tronco. As produções acumuladas, para os dois tratamentos com sangria mais precoce, foram superiores àquela das plantas que iniciaram a sangria com 50 cm de perímetro de tronco. Não houve diferença no crescimento do tronco entre os três tratamentos. A abertura de sangria com 44 cm e 47 cm possibilitou a antecipação da exploração em 10 e em 6 meses, respectivamente, em relação as plantas abertas com 50 cm. Em relatório anterior sobre o mesmo experimento (INSTITUT, 1982) é enfatizado que, com o sistema convencional de sangria em meia espiral, não se pode reduzir o padrão de entrada em sangria em mais de 5 a 10 cm, sem comprometer o desempenho futuro das plantas.

ABRAHAM & ANTHONY (1981) estudaram o efeito da sangria precoce por puntura, pelo sistema 6PI 50x1 d/3 ET 2,5% Ga 1/1 1/m, em plantas com 37 a 39,5 cm de perímetro de tronco, dos cultivares RRIM 600, RRIM 703 e GT 1. Nos 18 meses de exploração precoce a produção dos cultivares RRIM 600, RRIM 703 e GT 1 foi, respectivamente, de 1005 kg/ha, 1422 kg/ha e 986 kg/ha. Durante a fase de exploração precoce as plantas tiveram seu crescimento de perímetro do tronco reduzido em aproximadamente 30%, em comparação com as plantas do controle. Na fase de exploração convencional em 1/2S d/3, observada por 6 a 9 meses, a produção das plantas previamente exploradas precocemente foi aproximadamente 30% maior do que

daquelas do controle sem exploração precoce. Os autores consideram que esta produção adicional, na fase de exploração convencional, observada nas árvores do tratamento precoce, se deve a um efeito residual do etileno produzido no período de exploração precoce, seja pela aplicação de ethephon, seja pelo ferimento provocado com as faixas de punctura.

HUNT (1983) em pesquisa com o cultivar RRIM 600 comparou plantas explotadas precocemente em 5PI 50x1 d/3 ET 5% Ga 1/1 1/m com 30 cm de perímetro de tronco aos 3 anos de idade que passaram a ser explotadas em 1/2 d/2 quando atingiram 46 cm de perímetro de tronco aos 5,5 anos de idade (tratamento precoce) , com plantas explotadas somente aos 5,5 anos de idade com 46 cm de perímetro de tronco (controle). O autor mostrou que a produção das plantas em exploração precoce foi satisfatória (550 kg/ha em 18 meses) e que, quando convertidas ao sistema de sangria convencional, a produção durante tres anos foi similar a das plantas do controle. Entretanto, as plantas explotadas precocemente tiveram o crescimento do perímetro do tronco reduzido em aproximadamente 10% durante a fase precoce, em relação àquelas do controle.

VIRGENS FILHO (1986) realizou experimento de sangria precoce por punctura, com o cultivar RRIM 600, em Colina-SP. No início da exploração as plantas apresentavam

perímetro de tronco entre 39 cm e 41 cm e idade entre 5 e meio e seis anos. Os tratamentos constituíram-se de dois comprimentos de faixa (70 cm e 100 cm), dois números de punturas por sangria (seis, 6P; e doze 12P) e duas concentrações de ethephon (2,5% e 5%), sendo todos sangrados na frequência em dias alternados com um dia de descanso semanal (d/2 6d/7). As sangrias por puntura foram comparadas com o sistema de exploração convencional de sangria em meia espiral em dias alternados com um dia de descanso semanal, sem estimulação 1/2S d/2 6d/7). Observou-se que, entre os sistemas de sangria por puntura, a concentração do estimulante é o mais importante determinante da produção, sendo que a estimulação com ethephon a 5% possibilitou maiores produções, notadamente em faixas com 70 cm. Nos tratamentos com faixas de 100 cm ocorreram muitas perdas de produção por escorrimento lateral para fora da canaleta, acarretando problema adicional de redução do desempenho da mão-de-obra. A lesão vertical com exposição do lenho e o espocamento de casca foram os problemas mais sérios observados no experimento, sendo este último minimizado quando utilizou-se menor número de punturas e procedeu-se a abertura das faixas verticais com maior profundidade. A produção do tratamento de sangria por puntura mais produtivo (6PI 70x1 d/2 6d/7 ET 5%) foi 29% superior àquela da sangria

convencional, embora sem diferença estatisticamente significativa. Entretanto, houve diferença significativa no crescimento do tronco entre ambos os sistemas, ocorrendo o menor crescimento no tratamento com sangria por puntura. O autor concluiu que embora a sangria por puntura seja uma alternativa para a exploração precoce, não constitui uma solução única para as condições estudadas.

3. MATERIAL E MÉTODO

O presente estudo envolveu a instalação e condução de dois experimentos separados. O primeiro experimento conteve um maior número de sistemas de exploração como tratamentos, visando identificar o potencial e as limitações de cada um. O segundo experimento teve caráter confirmatório, para verificar a repetibilidade dos resultados do sistema de exploração mais promissor do primeiro experimento, em condições ecológicas diferentes.

3.1. Localização e caracterização das áreas experimentais

As duas áreas experimentais localizam-se no Planalto Ocidental do Estado de São Paulo.

Experimento 1

Instalado no Sítio Bosque Paraíso, no município de Nhandeara, Estado de São Paulo, o seringal está localizado a uma altitude de aproximadamente 500 m, latitude Sul 20°18'36" e longitude Oeste 50°02'15", obtidas através de medidas planimétricas no campo e interpolação em carta

cartográfica com curvas de nível (CONVÊNIO, 1983; FUNDAÇÃO IBGE, 1971), representando uma situação central no Planalto Ocidental do Estado de São Paulo. O experimento foi conduzido de abril de 1986 a dezembro de 1990.

Experimento 2

Instalado na Fazenda São José, no município de Rio Claro, Estado de São Paulo, o seringal está localizado a uma altitude de 612 m, latitude Sul 22°21'04" e longitude Oeste 47°35'51", obtidas através de medidas planimétricas no campo e interpolação em carta cartográfica com curvas de nível (CONVÊNIO, 1983; FUNDAÇÃO IBGE, 1971), representando uma situação do extremo Leste do Planalto Ocidental do Estado de São Paulo. O experimento foi conduzido de novembro de 1989 a agosto de 1991.

3.2. Clima

Ambas as áreas experimentais estão situadas em localidade apta para o cultivo da seringueira, de acordo com o ZONEAMENTO AGRÍCOLA DO ESTADO DE SÃO PAULO (1977), cujas características são de evapotranspiração real (ER) superior a 900 mm e deficiência hídrica anual (Da) maior que zero. No zoneamento agroclimático para a heveicultura no Brasil (ORTOLANI et al., 1983) estas áreas estão inseridas na faixa preferencial para o cultivo, com ER superior a 900 mm e Da entre 0 e 200 mm, com condições térmicas e hídricas satisfatórias.

Em razão da indisponibilidade de dados meteorológicos históricos das áreas experimentais, foram utilizados para a caracterização climática das regiões dos experimentos os dados das estações meteorológicas mais próximas. Adotou-se para representar a região do experimento 1 a estação meteorológica de Pindorama-SP, e para a região do experimento 2 a estação meteorológica de Cordeirópolis-SP.

As duas áreas apresentam condições climáticas distintas, em especial no que se refere a precipitação pluvial, umidade relativa do ar e temperatura.

A precipitação pluvial anual é superior na região 1 em 34,2 mm. Porém, no período de maio a novembro, a precipitação pluvial mensal é superior na região do experimento 2, o que denota uma melhor distribuição anual das chuvas nesta última área. A média anual da umidade relativa do ar é ligeiramente superior, em 2,9 pontos percentuais, na região do experimento 2, sendo que esta superioridade é ampliada para aproximadamente 2 a 6 pontos percentuais nos meses mais secos do ano, sugerindo um período seco menos acentuado na região do experimento 2. A temperatura do ar é, de forma geral, mais elevada na região do experimento 1, em aproximadamente 1,5°C a 2°C.

Experimento 1

A temperatura média anual da região do experimento 1 situa-se em torno de 22,8°C. A precipitação

pluvial média anual é de aproximadamente 1390 mm, sendo que as chuvas ocorrem principalmente nos meses de outubro a março, semestre que concentra aproximadamente 80% do total anual. A Tabela 01 apresenta a média de 30 anos (1961-1990) dos dados climáticos da estação meteorológica de Pindorama-SP.

Experimento 2

A temperatura média anual da região do experimento 2 situa-se em torno de 21,1°C. A precipitação pluvial média anual fica em torno de 1360 mm, sendo que as chuvas ocorrem principalmente nos meses de outubro a março, semestre que concentra aproximadamente 75% do total anual. A Tabela 02 apresenta a média de 30 anos (1961-1990) dos dados climáticos da estação meteorológica de Cordeirópolis-SP.

Tabela 01. Normais climatológicas, médias de 30 anos (1961-1990) da Estação Experimental de Pindorama-SP, representando a região do experimento 1.

Mes	Insolação (h/d)	Precipitação (mm)	U.R. (%)	Temperatura (°C)	
				Média máximas	Média mínimas
Jan.	6,0	252,0	80,1	29,8	19,5
Fev	6,4	207,0	80,3	30,1	19,7
Mar.	6,6	168,3	78,9	30,0	19,1
Abr.	7,2	70,1	75,1	29,0	17,0
Mai	6,7	59,4	72,8	27,0	14,4
Jun.	6,6	30,1	70,0	26,1	12,9
Jul.	7,3	24,6	64,1	26,5	12,6
Ago.	7,2	28,0	58,8	28,7	13,9
Set.	6,4	58,0	61,3	29,8	15,8
Out.	6,7	116,3	67,9	30,1	17,4
Nov.	6,9	141,1	71,7	30,1	18,3
Dez.	5,6	235,3	78,6	29,4	19,1
Anual	6,6	1390,3	71,6	28,9	16,6

Fonte: Arquivo de dados da Seção de Climatologia Agrícola do Instituto Agronômico de Campinas.

Tabela 02. Normais climatológicas, médias de 30 anos (1961-1990) da Estação Experimental de Cordeirópolis-SP, representando a região do experimento 2.

Mes	Insolação (h/d)	Precipitação (mm)	U.R. (%)	Temperatura (°C)	
				Média máximas	Média mínimas
Jan.	6,0	228,2	80,7	28,8	18,2
Fev	6,5	172,8	80,2	29,2	18,4
Mar.	6,9	156,9	79,2	29,0	17,6
Abr.	7,1	63,8	77,4	27,3	15,4
Mai	6,6	61,7	75,6	25,2	12,9
Jun.	6,4	43,6	73,2	24,1	11,4
Jul.	7,0	33,2	68,3	24,6	10,9
Ago.	7,2	31,5	65,1	26,6	12,2
Set.	6,5	63,9	67,7	27,4	13,8
Out.	6,9	130,9	72,6	28,0	15,2
Nov.	6,9	145,4	74,6	28,4	16,4
Dez.	5,4	234,3	79,8	28,2	17,5
Anual	6,6	1366,1	74,5	27,2	15,0

Fonte: Arquivo de dados da Seção de Climatologia Agrícola do Instituto Agronômico de Campinas.

3.3. Solo

Experimento 1

O solo foi classificado como Podzólico Vermelho-Amarelo, distrófico. É bem drenado, com profundidade superior a 1,50 m. O relevo é suavemente ondulado. A textura do solo é bastante uniforme em toda a área experimental.

A área experimental foi subdividida em três parcelas, ou locais, para a coleta de amostras de solo. Em cada local, representando aproximadamente um terço da área, eram coletadas seis sub-amostras, para compor uma amostra.

No início do experimento foi realizada análise granulométrica de amostras compostas de solo retiradas a duas profundidades (0-20 cm e 20-40 cm). Os resultados de análise granulométrica das amostras são apresentados na Tabela 03.

Durante o período experimental foram realizadas análises químicas do solo. As amostras foram coletadas a cada dois anos, durante a estação seca (junho de 1986, junho de 1988 e maio de 1990), visando monitorar a fertilidade do solo e orientar o programa de adubação das duas próximas estações chuvosas. As amostras foram coletadas a profundidade de 0-20 cm. Os resultados da análise química das amostras são apresentados nas Tabelas 04, 05 e 06, respectivamente para as amostragens de junho de 1986, junho de 1988 e maio de 1990.

Tabela 03. Resultados de análise granulométrica de amostras compostas de solo retiradas em três locais, a duas profundidades (0-20 cm e 20-40 cm), do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara, Estado de São Paulo, abril de 1986.

Local	Profundidade (cm)	Areia (%)			Silte (%)	Argila (%)
		fina	grossa	total		
1	00-20	69	9	78	6	16
1	20-40	66	7	73	6	21
2	00-20	68	10	78	5	17
2	20-40	65	7	72	7	21
3	00-20	69	12	81	4	15
3	20-40	64	8	72	7	21

Tabela 04. Resultados de análise química de amostras compostas de solo retiradas em três locais, a profundidade de 0-20 cm, do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara, Estado de São Paulo, junho de 1986.

Características químicas e unidades	Local			
	1	2	3	média
pH em CaCl ₂	4,6	4,1	4,3	4,3
P em resina (ppm)	6,2	5,7	5,2	5,7
K ⁺ (meq/100cm ³)	0,23	0,35	0,25	0,28
Ca ⁺ (meq/100cm ³)	1,37	1,11	1,10	1,19
Mg ²⁺ (meq/100cm ³)	0,15	0,04	0,08	0,09
H ⁺ + Al ³⁺ (meq/100cm ³)	3,43	4,23	3,81	3,82
S (meq/100cm ³)	1,75	1,49	1,43	1,56
T (meq/100cm ³)	5,18	5,72	5,24	5,38
V (%)	34	26	27	29
M.O. (%)	1,2	1,1	0,9	1,1

Tabela 05. Resultados de análise química de amostras compostas de solo retiradas em três locais, a profundidade de 0-20 cm, do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara, Estado de São Paulo, junho de 1988.

Características químicas e unidades	Local			
	1	2	3	média
pH em CaCl ₂	3,9	4,3	3,6	3,9
P em resina (ppm)	3	4	5	4
K ⁺ (meq/100cm ³)	0,29	0,30	0,40	0,33
Ca ⁺ (meq/100cm ³)	0,78	0,72	1,34	0,95
Mg ²⁺ (meq/100cm ³)	0,41	0,36	0,62	0,46
H ⁺ + Al ³⁺ (meq/100cm ³)	3,20	4,00	2,80	3,30
S (meq/100cm ³)	1,48	1,38	2,36	1,74
T (meq/100cm ³)	4,68	5,38	5,16	5,04
V (%)	32	26	46	34
M.O. (%)	1,1	1,3	1,9	1,4

Tabela 06. Resultados de análise química de amostras compostas de solo retiradas em três locais, a profundidade de 0-20 cm, do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara, Estado de São Paulo, maio de 1990.

Características químicas e unidades	Local			
	1	2	3	média
pH em CaCl ₂	4,2	3,9	4,7	4,3
P em resina (ppm)	8	4	6	6
K ⁺ (meq/100cm ³)	0,18	0,12	0,10	0,13
Ca ⁺ (meq/100cm ³)	0,80	0,61	1,13	0,85
Mg ²⁺ (meq/100cm ³)	0,41	0,27	0,65	0,44
H ⁺ + Al ³⁺ (meq/100cm ³)	2,80	4,20	2,50	3,20
S (meq/100cm ³)	1,39	1,00	1,88	1,42
T (meq/100cm ³)	4,19	5,2	4,38	4,62
V (%)	33	19	43	30
M.O. (%)	1,4	1,4	1,5	1,4

Experimento 2

O solo foi classificado como Areia Quartzosa, distrófica. É bem drenado, com profundidade superior a 2,50 m. O relevo é plano. A textura do solo é bastante uniforme em toda a área experimental.

A área experimental foi subdividida em duas parcelas, ou locais, para a coleta de amostras de solo. Em cada local, representando aproximadamente metade da área, eram coletadas seis sub-amostras, para compor uma amostra.

No início do experimento foi realizada análise granulométrica de amostras compostas de solo retiradas a duas profundidades (0-20 cm e 20-40 cm). Os resultados de análise granulométrica das amostras são apresentados na Tabela 07.

Durante o período experimental foram realizadas análises químicas do solo. As amostras foram coletadas com intervalo anual, durante a estação seca (junho de 1989 e maio de 1990), visando monitorar a fertilidade do solo e orientar o programa de adubação da próxima estação chuvosa. As amostras foram coletadas a profundidade de 0-20 cm. Os resultados da análise química das amostras são apresentados nas Tabelas 08 e 09, respectivamente para as amostragens de junho de 1989 e maio de 1990.

Tabela 07. Resultados de análise granulométrica de amostras compostas de solo retiradas em dois locais, a duas profundidades (0-20 cm e 20-40 cm), do experimento 2, Fazenda São José, município de Rio Claro, Estado de São Paulo, junho de 1989.

Local	Profundidade (cm)	Areia (%)			Silte (%)	Argila (%)

		fina	grossa	total		
1	00-20	55	31	87	2	11
1	20-40	56	31	86	2	12
2	00-20	56	32	88	2	10
2	20-40	56	32	88	2	10

Tabela 08. Resultados de análise química de amostras compostas de solo retiradas em dois locais, a profundidade de 0-20 cm, do experimento 2, Fazenda São José, município de Rio Claro, Estado de São Paulo, junho de 1989.

Características químicas e unidades	Local		
	1	2	média
pH em CaCl ₂	5,5	5,4	5,5
P em resina (ppm)	1,2	1,0	1,1
K ⁺ (meq/100cm ³)	0,06	0,04	0,05
Ca ⁺ (meq/100cm ³)	0,60	0,60	0,60
Mg ²⁺ (meq/100cm ³)	0,40	0,40	0,40
H ⁺ + Al ³⁺ (meq/100cm ³)	1,60	1,46	1,53
S (meq/100cm ³)	1,06	1,04	1,05
T (meq/100cm ³)	2,66	2,50	2,58
V (%)	39,8	41,6	40,7
M.O. (%)	0,6	0,6	0,6

Tabela 09. Resultados de análise química de amostras compostas de solo retiradas em dois locais, a profundidade de 0-20 cm, do experimento 2, Fazenda São José, município de Rio Claro, Estado de São Paulo, maio de 1990.

Características químicas e unidades	Local		
	1	2	média
pH em CaCl ₂	4,8	4,7	4,8
P em resina (ppm)	1,2	1,0	1,1
K ⁺ (meq/100cm ³)	0,06	0,12	0,09
Ca ⁺ (meq/100cm ³)	0,70	0,60	0,65
Mg ²⁺ (meq/100cm ³)	0,40	0,40	0,40
H ⁺ + Al ³⁺ (meq/100cm ³)	2,10	2,40	2,25
S (meq/100cm ³)	1,16	1,12	1,14
T (meq/100cm ³)	3,26	3,52	3,39
V (%)	35,6	31,8	33,6
M.O. (%)	1,0	1,4	1,2

3.4. Material botânico

Ambas as áreas experimentais foram plantadas com mudas do tipo toco enxertado transplantado para o saco plástico (PEREIRA, 1986). Os porta-enxertos foram oriundos de sementes obtidas de polinização aberta e coletadas sob plantas adultas de pés-francos oriundos de *Hevea brasiliensis*. Os enxertos foram feitos com material vegetativo do cultivar RRIM 600.

Experimento 1

As mudas foram plantadas no campo em janeiro de 1980. Desta forma as plantas apresentavam-se com seis anos e três meses de campo, no início do experimento em abril de 1986.

Experimento 2

As mudas foram plantadas no campo em novembro de 1982. Desta forma as plantas apresentavam-se com sete anos de campo, no início do experimento em novembro de 1989.

3.5. Manutenção do seringal

Desde o plantio as plantas foram constantemente desbrotadas, e posteriormente as árvores receberam poda preventiva e corretiva, conforme recomendado por BERNARDES *et al.* (1995). Esta última prática foi particularmente importante no experimento 1, onde uma forte geada ocorrida durante o inverno de 1981, ocasionou a morte da parte aérea de diversas plantas, resultando em excessivo

número de brotações e irregularidade no tamanho das plantas e na conformação da copa.

O programa de controle de plantas daninhas consistiu de capina manual de faixa de 2 m de largura, acompanhando a linha de plantio. Nas entrelinhas o controle foi realizado através de roçagem durante o período chuvoso e gradagem leve no início do período seco anual.

A calagem dos seringais foi sempre realizada previamente a gradagem leve no início do período seco anual, para possibilitar a incorporação superficial do calcáreo. No seringal do experimento 1 foi efetuada uma calagem em agosto de 1987 e outra em agosto de 1989, aplicando-se uma tonelada de calcáreo dolomítico por hectare a cada calagem. No seringal do experimento 2 foi efetuada uma calagem em agosto de 1990, aplicando-se uma tonelada de calcáreo dolomítico por hectare.

O programa de adubação efetuado nos seringais, durante o período experimental, é apresentado nas Tabelas 10 e 11, para os experimentos 1 e 2, respectivamente. Os adubos fosfatados, potássicos e com mistura de NPK, foram aplicados no início do período chuvoso, e os adubos nitrogenados em janeiro, sempre distribuídos a lanço nas entrelinhas da seringueira.

Tabela 10. Programa de adubação efetuado no seringal do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara, Estado de São Paulo, 1986-1990.

Período	Adubo ou fórmula	Quant. aplicada (g/planta)
1986/1987	4.14.8	400
	Nitrocálcio	300
1987/1988	10.10.10	500
	Nitrocálcio	300
	Superfosf. triplo	300
	Cloreto de potássio	150
1988/1989	10.10.10	500
	Nitrocálcio	100
1989/1990	10.10.10	500
	Nitrocálcio	100
	Cloreto de potássio	140

Tabela 11. Programa de adubação efetuado no seringal do experimento 2, Fazenda São José, município de Rio Claro, Estado de São Paulo, 1989-1990.

Período	Adubo ou fórmula	Quant. aplicada (g/planta)
1987/1988	4.15.5	1000
	Nitrocálcio	300
	Cloreto de potássio	120
1990/1991	10.10.10	1200

3.6. Tratamentos e delineamento experimental

Para a descrição dos tratamentos e representação gráfica esquemática foi utilizada a notação de sistemas de exploração e de painéis de sangria preconizada por SAID (1989), BERNARDES & FURIA (1990) e LUCKMAN (1992).

Experimento 1

Como tratamentos foram utilizados os seguintes sistemas de exploração precoce:

Tratamento 1 - Sangria realizada em período matinal, em corte de um quarto de espiral (1/4 S), realizada a cada três dias (d/3), com descanso semanal aos domingos (6d/7), durante 10

meses por ano (10m/y), estimulados com mistura de ethephon na concentração de 2,5% (ET 2,5%), aplicados sobre a canaleta de sangria sem a retirada do cernambi e sobre a casca em recuperação imediatamente acima (La/Pa), utilizando-se 1 grama da mistura estimulante por aplicação, aplicada em faixa de 1 cm de largura (1/1), estimulação esta realizada cinco vezes por ano (5/y). A notação completa deste sistema é:

1/4S d/3 6d/7 10m/y ET 2,5% La/Pa 1/1 5/y

Tratamento 2 - Sangria realizada em período matinal, em corte de meia espiral (1/2 S), realizada a cada sete dias (d/7), com descanso semanal aos domingos (6d/7), durante 10 meses por ano (10m/y), estimulados com mistura de ethephon na concentração de 2,5% (ET 2,5%), aplicados sobre a canaleta de sangria sem a retirada do cernambi e sobre a casca em recuperação imediatamente acima (La/Pa), utilizando-se 1 grama da mistura estimulante por aplicação, aplicada em faixa de 1 cm de largura (1/1), estimulação esta realizada cinco vezes por ano (5/y). A notação completa deste sistema é:

1/2S d/7 6d/7 10m/y ET 2,5% La/Pa 1/1 5/y

Tratamento 3 - Sangria realizada em período vespertino, em corte de meia espiral (1/2 S), realizada a cada sete dias (d/7), com descanso semanal aos domingos (6d/7), durante 10 meses por ano (10m/y), estimulados com mistura de ethephon na concentração de 2,5% (ET 2,5%), aplicados sobre a canaleta de sangria sem a retirada do cernambi e sobre a casca em

recuperação imediatamente acima (La/Pa), utilizando-se 1 grama da mistura estimulante por aplicação, aplicada em faixa de 1 cm de largura (1/1), estimulação esta realizada cinco vezes por ano (5/y). A notação completa deste sistema é:

1/2S d/7 6d/7 10m/y ET 2,5% La/Pa 1/1 5/y

Tratamento 4 - Sangria realizada em período matinal, com seis punções por sangria (6P), em faixa vertical (I) de 70 cm de comprimento e 1 cm de largura (70x1), realizada a cada dois dias (d/2), com descanso semanal aos domingos (6d/7), durante 10 meses por ano (10m/y), estimulados com mistura de ethephon na concentração de 5% (ET 5%), aplicados sobre a faixa de sangria após a retirada do cernambi (Ga), utilizando-se 1 grama da mistura estimulante por aplicação, aplicada em faixa de 1 cm de largura (1/1), estimulação esta realizada a intervalos mensais 10 vezes por ano (1/m 10/y). A cada mês novas faixas verticais foram abertas, à esquerda, à distância de 1,5 cm em relação a faixa anterior. A notação completa deste sistema é:

6PI 70x1 d/2 6d/7 10m/y ET 5% Ga 1/1 10/y

Controle - Os tratamentos foram comparados com um lote de plantas sem exploração precoce.

Abaixo é apresentada a Tabela 12 com um resumo dos tratamentos adotados, com uma simplificação da notação de sangria utilizando-se somente os fatores característicos do sistema de exploração precoce de cada tratamento. Os

tratamentos serão referidos doravante pelo seu número e por esta simplificação de notação.

Tabela 12. Resumo dos tratamentos de sistema de exploração precoce utilizados no experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara, Estado de São Paulo.

Tratamentos	Sistema de exploração precoce	Período*
1	1/4S d/3 ET 2,5% 5/y	matinal
2	1/2S d/7 ET 2,5% 5/y	matinal
3	1/2S d/7 ET 2,5% 5/y	vespertino
4	6PI 70x1 d/2 ET 5% 10/y	matinal
Controle	sem exploração precoce	-

* A sangria matinal foi realizada entre as 6 e as 9 horas e a sangria vespertina entre as 16 e as 18 horas.

A exploração precoce foi realizada de abril de 1986 até agosto de 1987, nos quatro tratamentos. A partir de outubro de 1987 as plantas dos quatro tratamentos e também do controle apresentavam aproximadamente 45 cm de perímetro de tronco a 1,50 m do solo. Foram então submetidas a um mesmo sistema de exploração convencional que constituía-se de

sangria em período matinal, em corte de meia espiral (1/2 S), realizada a cada três dias (d/3), com descanso semanal aos domingos (6d/7), durante 10 meses por ano (10m/y), estimulados com mistura de ethephon na concentração de 2,5% (ET 2,5%), aplicados sobre a canaleta de sangria sem a retirada do cernambi e sobre a casca em recuperação imediatamente acima (La/Pa), utilizando-se 1 grama da mistura estimulante por aplicação, aplicada em faixa de 1 cm de largura (1/1), estimulação esta realizada cinco vezes por ano (5/y). Tal sistema de exploração convencional foi conduzido e avaliado até maio de 1990 em termos de produção de borracha e até dezembro de 1990 em termos de crescimento das árvores.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado com 25 plantas por tratamento, sendo cada planta uma repetição. Em função de falhas na coleta de dados resultando em observações aberrantes, e da ausência de dados por perdas de plantas, em algumas datas de coleta de dados os tratamentos apresentavam número de repetições inferior a 25. Portanto o experimento foi considerado desbalanceado, o que não traz nenhuma dificuldade para análise em delineamento inteiramente casualizado, de acordo com GOMES (1978).

Experimento 2

Como único tratamento foi adotado o sistema de exploração precoce que apresentava melhores resultados no

experimento 1, em termos de produção e crescimento das árvores, como segue:

Tratamento 1 - Sangria realizada em período matinal, em corte de um quarto de espiral (1/4 S), realizada a cada três dias (d/3), com descanso semanal aos domingos (6d/7), durante 10 meses por ano (10m/y), estimulados com mistura de ethephon na concentração de 2,5% (ET 2,5%), aplicados sobre a canaleta de sangria sem a retirada do cernambi e sobre a casca em recuperação imediatamente acima (La/Pa), utilizando-se 1 grama da mistura estimulante por aplicação, aplicada em faixa de 1 cm de largura (1/1), estimulação esta realizada cinco vezes por ano (5/y). A notação completa deste sistema é:

1/4S d/3 6d/7 10m/y ET 2,5% La/Pa 1/1 5/y

Controle - O tratamento foi comparado com um lote de plantas sem exploração precoce.

Abaixo é apresentada a Tabela 13 com um resumo dos tratamentos adotados, com uma simplificação da notação de sangria utilizando-se somente os fatores característicos do sistema de exploração precoce de cada tratamento. Os tratamentos serão referidos doravante pelo seu número e por esta simplificação de notação.

Tabela 13. Resumo dos tratamentos de sistema de exploração precoce utilizados no experimento 2, Fazenda São José, município de Rio Claro, Estado de São Paulo.

Tratamentos	Sistema de exploração precoce	Período
1	1/4S d/3 ET 2,5% 5/y	matinal
Controle	sem exploração precoce	-

A exploração precoce foi realizada de novembro de 1989 até agosto de 1990, no tratamento 1. A partir de outubro de 1990 as plantas do tratamento 1 e também do controle apresentavam aproximadamente 45 cm de perímetro de tronco a 1,50 m do solo. Foram então submetidas a um mesmo sistema de exploração convencional que constituía-se de sangria em período matinal, em corte de meia espiral (1/2 S), realizada a cada três dias (d/3), com descanso semanal aos domingos (6d/7), durante 10 meses por ano (10m/y), estimulados com mistura de ethephon na concentração de 2,5% (ET 2,5%), aplicados sobre a canaleta de sangria sem a retirada do cernambi e sobre a casca em recuperação imediatamente acima (La/Pa), utilizando-se 1 grama da mistura estimulante por aplicação, aplicada em faixa de 1 cm de largura (1/1), estimulação esta realizada cinco vezes por ano

(5/y).

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado com 20 plantas por tratamento, sendo cada planta uma repetição.

3.7. Instalação e condução dos experimentos

Primeiramente procedeu-se a seleção de plantas, através da mensuração do perímetro do tronco a 1,50 m do solo. No experimento 1 selecionou-se 125 plantas com perímetro de tronco entre 36 e 41 cm. No experimento 2 selecionou-se 40 plantas com perímetro de tronco entre 37 e 43 cm.

Após o sorteio das plantas por tratamentos estas foram marcadas individualmente com letra simbolizando o tratamento e número identificando a planta, com tinta aplicada sobre o tronco, a 2,20 m de altura do solo.

Para a sangria precoce em espiral, realizou-se a abertura de painéis e a exploração de acordo com os critérios preconizados por BERNARDES *et al.* (1992), sendo que a abertura de painéis foi feita a 1,20 m acima do nível do solo. Para a sangria por puntura seguiu-se a metodologia adotada por VIRGENS FILHO (1986), exceto que a parte inferior da faixa de puntura foi localizada a 0,30 m acima do nível do solo.

A sangria convencional em 1/2 S foi iniciada imediatamente abaixo dos cortes em espiral da exploração

precoce (aproximadamente 1,10 m de altura acima do nível do solo nas árvores de exploração precoce em 1/2S d/7 e 1,05 m nas árvores de exploração precoce em 1/4S d/3). Nos tratamentos controle de ambos os experimentos e no tratamento 4 (sangria por puntura) do experimento 1 os painéis de sangria convencional em 1/2S foram abertos a 1,05 m acima do nível do solo. Desta forma, a exploração convencional foi realizada sempre em uma altura similar, em todos os tratamentos. Este procedimento ocorreu para facilitar o controle da sangria (BERNARDES *et al.*, 1990a) e para evitar diferenças de efeito de altura do corte na produção (GOMEZ, 1982; HASHIM, 1989). A representação gráfica dos painéis dos diferentes tratamentos é apresentada, para o experimento 1, nas figuras 1, 2, 3 e 4, e para o experimento 2, nas figuras 5 e 6.

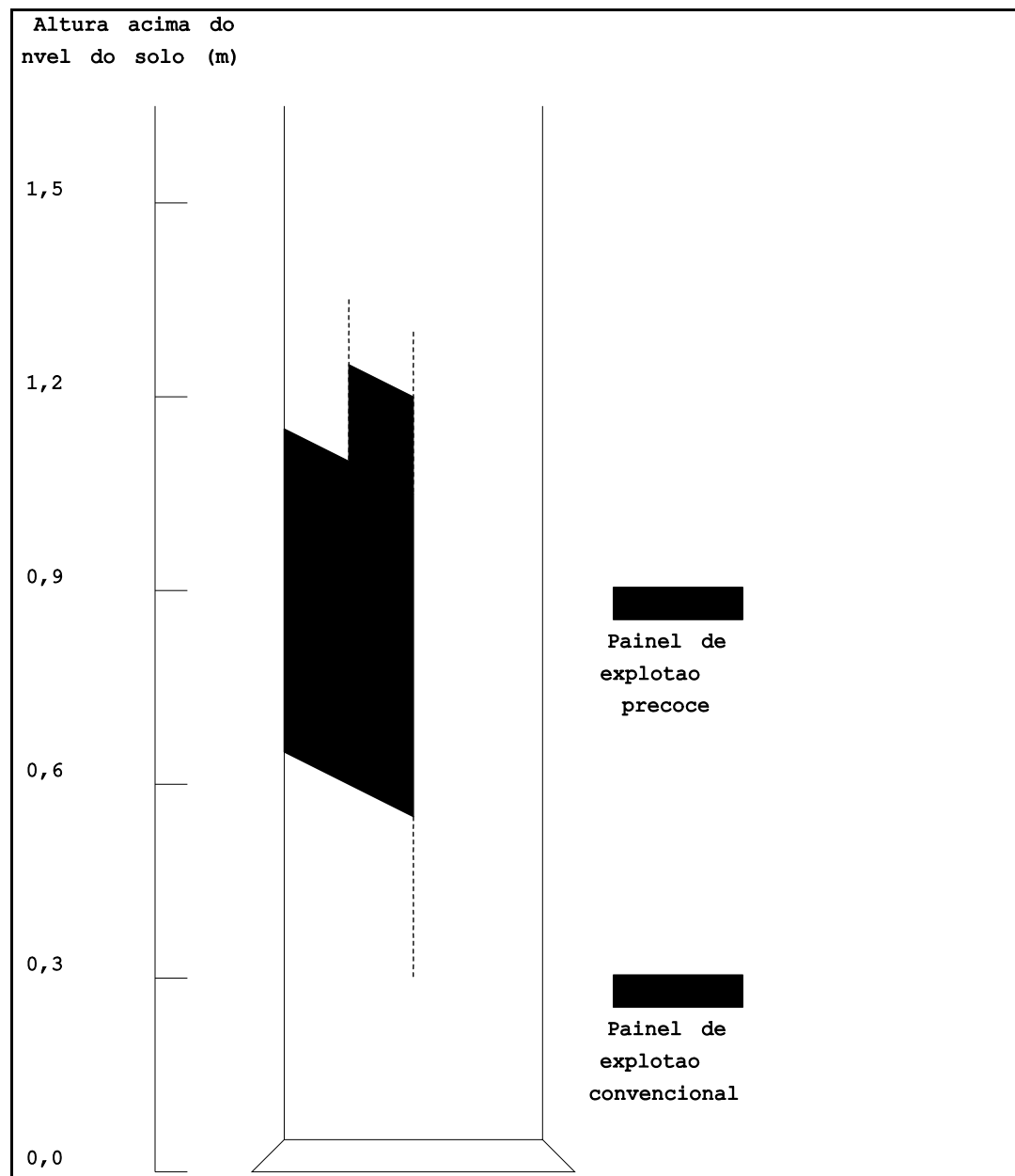


Figura 01. Representação gráfica esquemática do painel do tratamento 1, no experimento 1, mostrando a sangria precoce (1/4S) e convencional (1/2S).

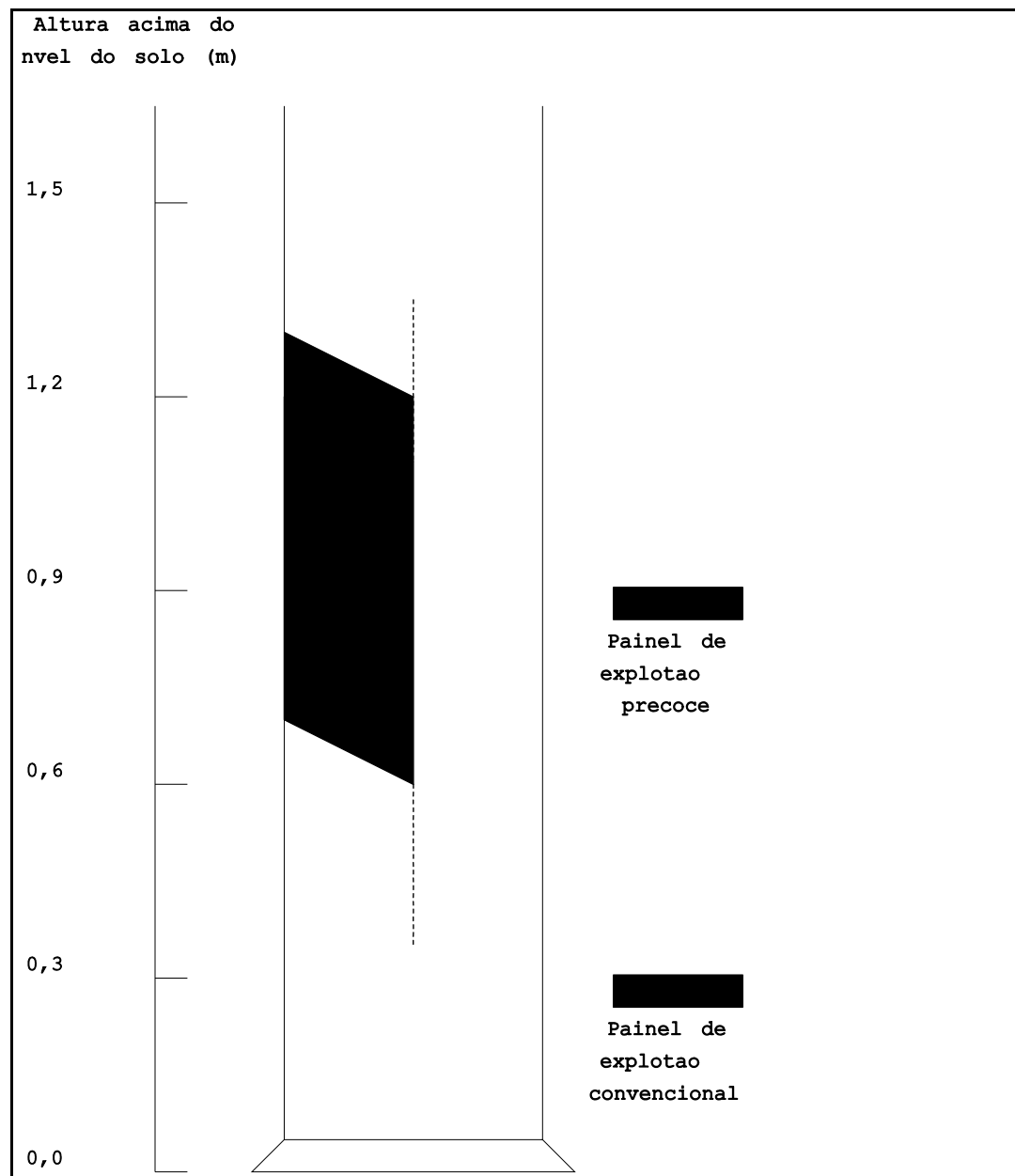


Figura 02. Representação gráfica esquemática do painel dos tratamentos 2 e 3, no experimento 1, mostrando a sangria precoce (1/2S) e convencional (1/2S).

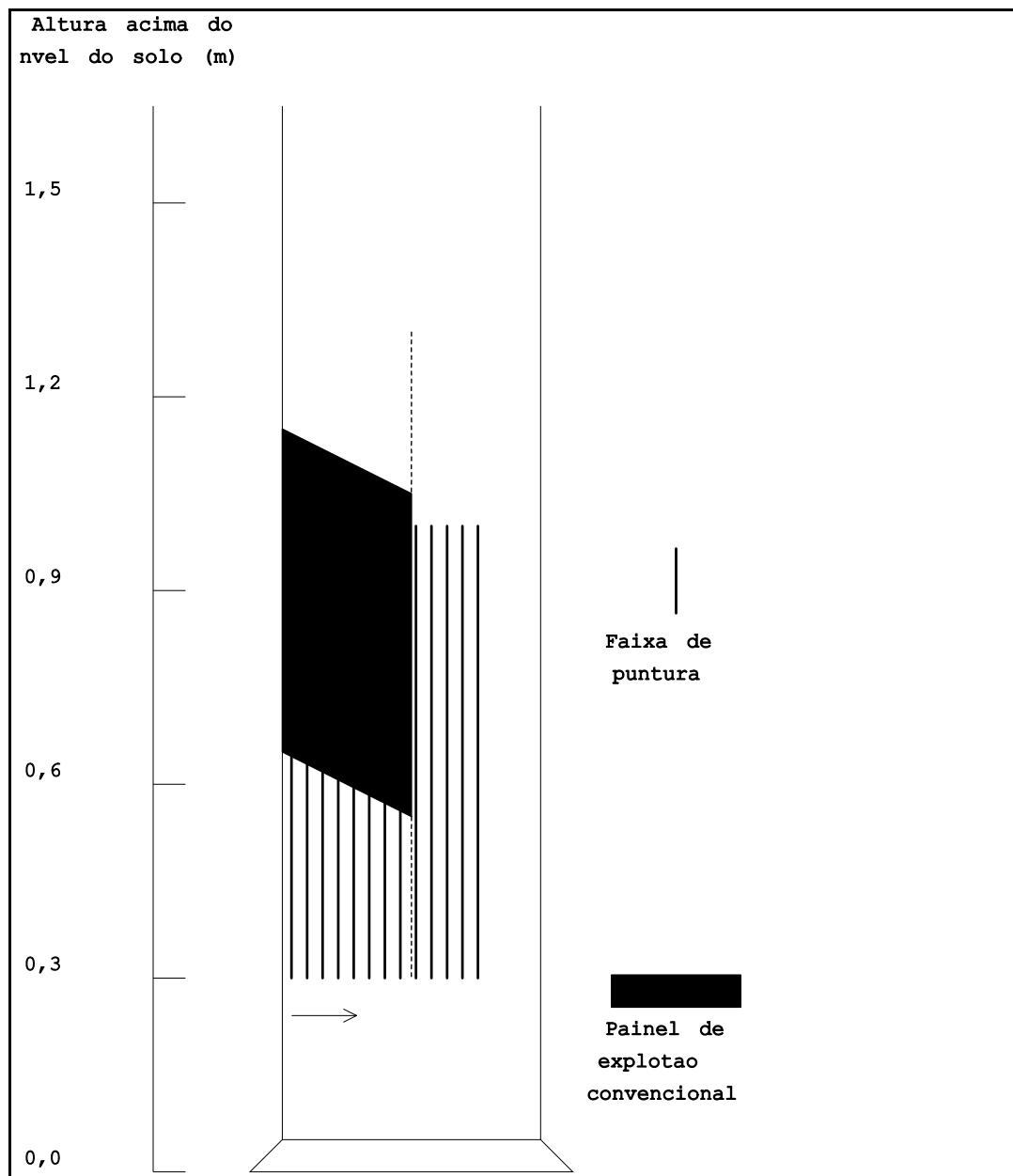


Figura 03. Representação gráfica esquemática do painel do tratamento 4, no experimento 1, mostrando a sangria precoce (puntura) e convencional (1/2S). A seta indica a sequência de abertura das faixas de puntura.

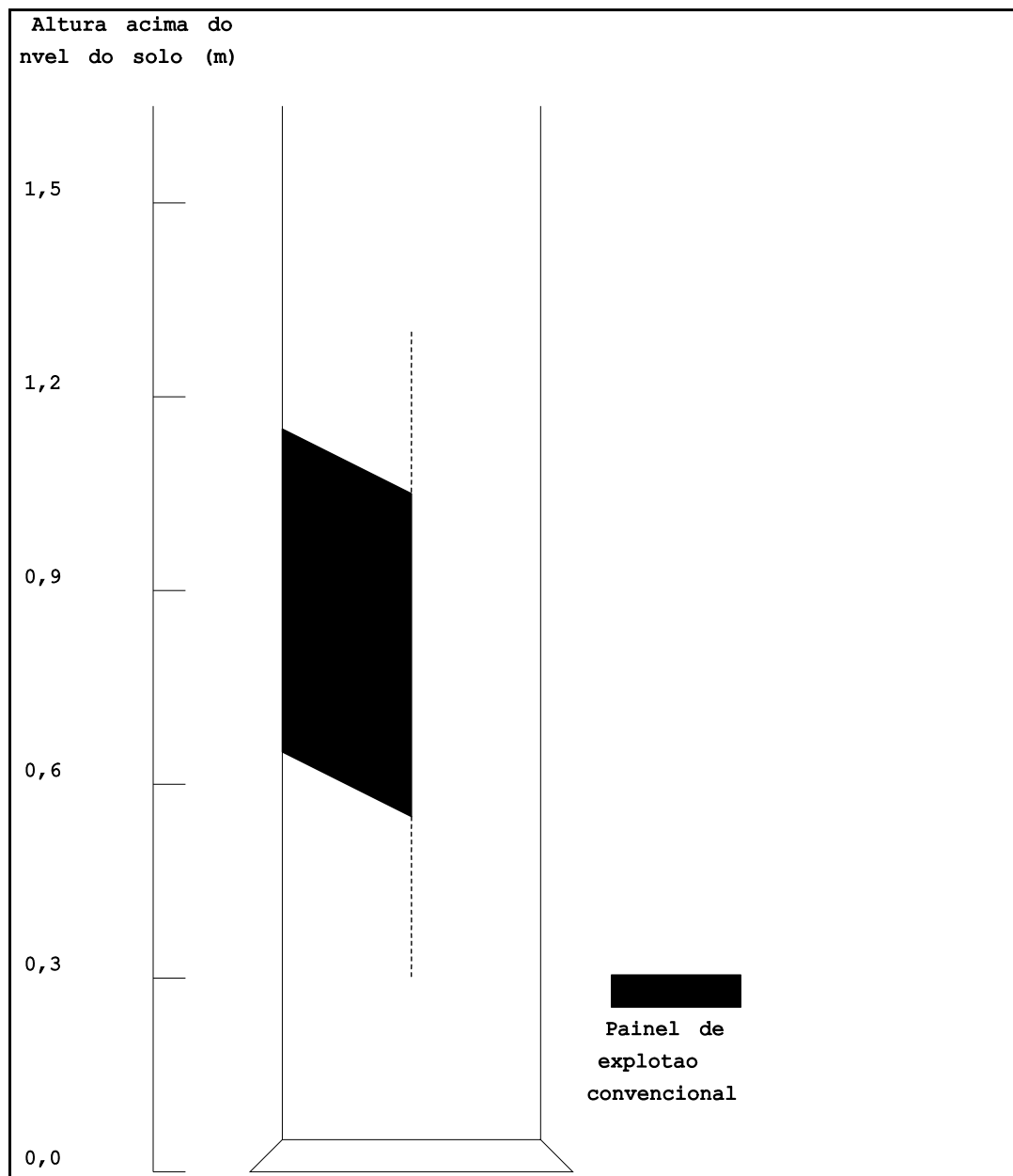


Figura 04. Representação gráfica esquemática do painel do controle, no experimento 1, mostrando a sangria convencional (1/2S).

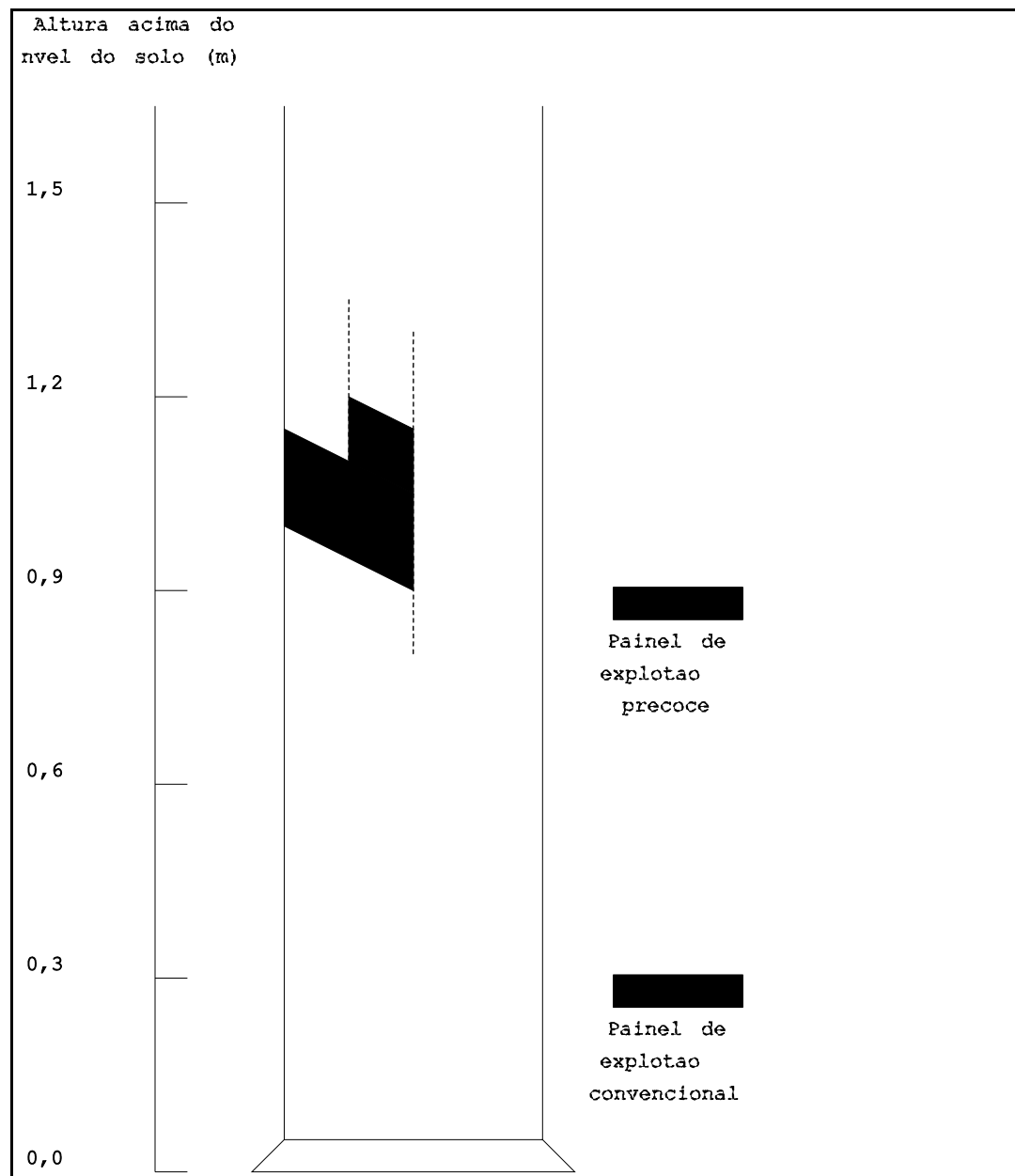


Figura 05. Representação gráfica esquemática do painel do tratamento 1, no experimento 2, mostrando a sangria precoce (1/4S) e convencional (1/2S).

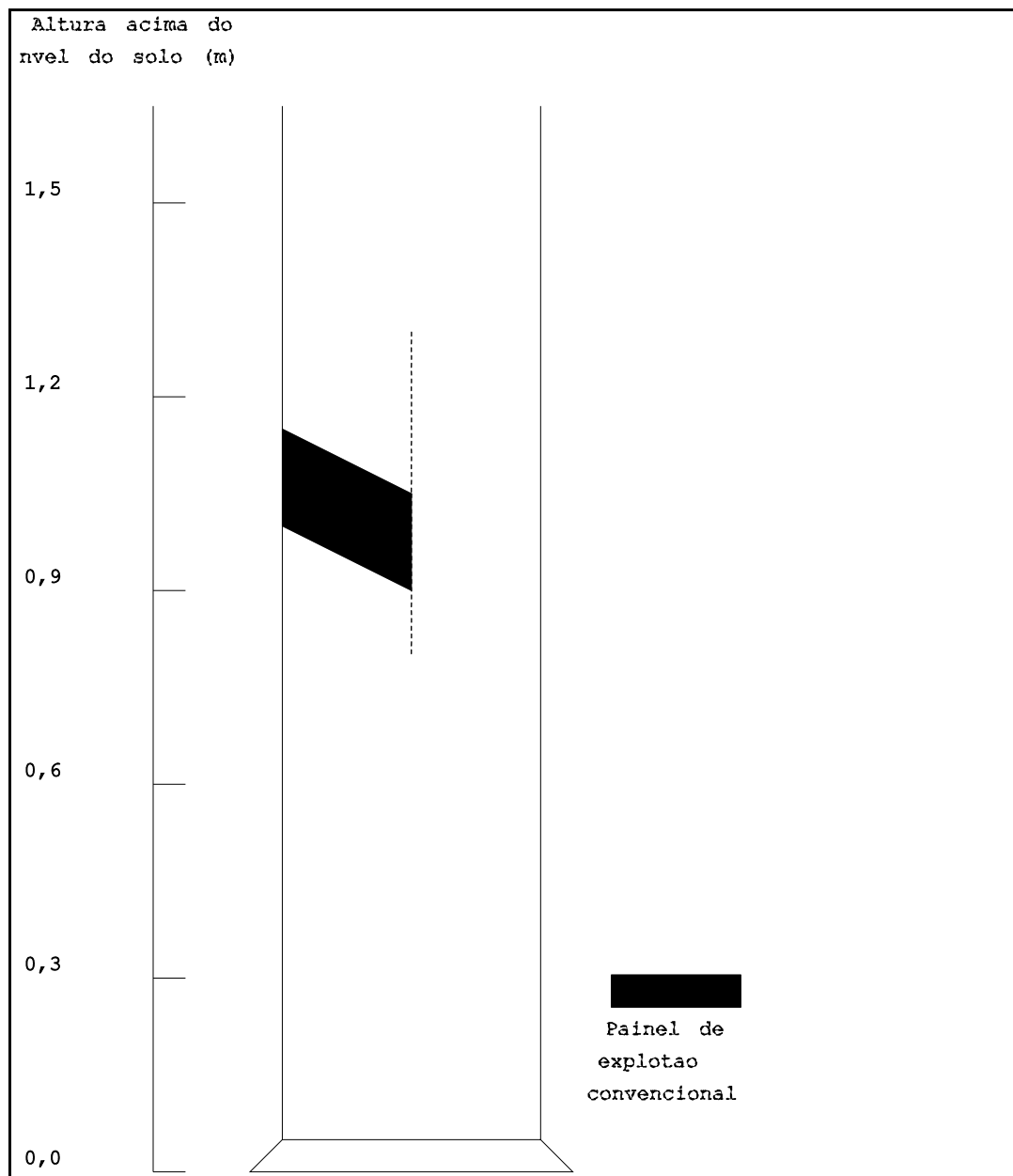


Figura 06. Representação gráfica esquemática do painel do controle, no experimento 2, mostrando a sangria convencional (1/2S).

Utilizou-se estimulante cujo ingrediente ativo (i.a.) era o ácido 2-cloroetilfosfônico (ethephon) disponível comercialmente nas concentrações de 10% e 24%. As concentrações adequadas aos tratamentos foram obtidas através de diluição do produto comercial com óleo de soja no período de exploração precoce e com água no período de exploração convencional. A mistura foi mantida sob agitação constante durante a aplicação, que foi realizada com pincel, cujo conjunto de cerdas tinha 1 cm de largura. O controle da quantidade aplicada por planta foi efetuado por seringa de plástico, com graduação de 0,25 ml. As aplicações de estimulante concentraram-se no período chuvoso, quando a resposta ao estimulante é mais pronunciada. O número e o intervalo entre aplicações, na fase de exploração precoce, foram diferentes entre os tratamentos. No tratamento 4, de sangria por puntura, do experimento 1, realizaram-se aplicações mensais de estimulante durante a fase de exploração precoce. Nos demais tratamentos, nos dois experimentos, em ambas as fases de exploração precoce e convencional, o intervalo entre estimulações nunca foi menor que 45 dias.

A paralização da sangria para o descanso anual ocorreu, nos diversos anos, em função da área foliar e da diminuição sazonal de produção das plantas. A sangria foi paralizada quando, no processo de queda de folhas por

hibernação anual, o índice de área foliar (IAF) reduzia-se a valores próximos de $2 \text{ m}^2/\text{m}^2$. Tal valor foi estimado pelo método de HAINES (1942), usando-se o aparelho desenvolvido por SHEPPERD (1973) para garantir visadas verticais das copas. Em todos os anos do experimento esta condição da área foliar coincidiu com a diminuição acentuada da produção de borracha das plantas, a cada sangria. A exploração das árvores era reiniciada após a plena expansão das folhas do refohamento, e desde que já houvesse ocorrido precipitação pluvial suficiente para suplantar o período de deficiência hídrica.

3.8. Variáveis estudadas

Algumas variáveis estudadas foram obtidas através de mensurações diretas, realizadas em diversas datas. Outras foram obtidas através de cálculo a partir das variáveis mensuradas, portanto as datas a que se referem são as mesmas das variáveis que as originaram.

3.8.1. Produção de borracha

Após cada sangria fez-se a adição de aproximadamente 2 ml de solução aquosa de ácido acético a 10% na tigela, para a coagulação do látex coletado. Os coágulos formados foram pendurados em fios de arame atados às árvores.

Nos dois experimentos durante a fase de exploração precoce, todos os coágulos formados nas tigelas foram levados para laboratório, recortados e secos em estufa a

70°C, até peso constante. A pesagem foi realizada em balança eletrônica com precisão de 0,1 mg. Tal procedimento visou evitar erros, comuns na estimativa de peso seco através do peso úmido corrigido pelo teor de água obtido em amostra dos coágulos. Isto se justificou uma vez que ocorria grandes diferenças de tamanho de coágulos entre os tratamentos.

Na fase de exploração convencional verificou-se que o teor de água dos coágulos não variava significativamente entre os tratamentos. Assim o peso de matéria úmida dos coágulos passou a ser obtido no campo, em balança de 0,1 g de precisão, e o teor de água obtido em amostra formada pelos coágulos de 20% das plantas, por cada tratamento, a cada época de pesagem.

No período de exploração precoce, o cernambi fita seco em estufa foi pesado acumulando-se a produção de todas as plantas de cada tratamento. O peso da matéria seca total de cernambi, por tratamento, foi distribuído para cada árvore do tratamento por ponderação linear, de acordo com o peso de matéria seca dos seus coágulos. A soma do peso de coágulos e de cernambi fita foi utilizada como o peso da produção de cada árvore. A percentagem de produção de cernambi fita, por tratamento, foi calculada em relação a produção total de borracha seca (coágulos + cernambi fita) de cada tratamento.

No período de exploração convencional, a

produção de cernambi fita de todas as plantas do experimento foi agrupada. Novamente o peso seco total de cernambi foi distribuído para cada árvore do experimento, por ponderação linear, de acordo com o peso seco dos seus coágulos. A percentagem de produção de cernambi fita, por ano de sangria convencional, foi calculada em relação a produção total de borracha seca (coágulos + cernambi fita) do ano.

3.8.2. Perímetro do tronco

O perímetro do tronco (PT) foi medido a intervalos de aproximadamente um ano, em todas as plantas de cada experimento. A medida foi realizada com trena com aproximação de 0,1 cm, sempre a 1,50 m de altura acima do solo, em posição marcada no tronco no início dos experimentos.

Visando eliminar-se o efeito da desuniformidade inicial do perímetro de tronco das árvores adotou-se para análise o parâmetro de perímetro relativo de tronco (PRT) que expressa o incremento de perímetro de tronco em relação a medida inicial de perímetro, conforme demonstra a fórmula [10].

$$PRT = (PT_n - PT_{inicial}) / PT_{inicial} \quad [10]$$

onde PT_n é o perímetro de tronco observado para uma determinada época n .

3.8.3. Espessura de casca

A espessura de casca foi medida a intervalos de aproximadamente um ano, em todas as plantas de cada experimento. A medida foi realizada com paquímetro, com aproximação de 0,1 mm. A espessura de casca virgem (ECV) foi feita sempre a 1,50 m de altura acima do solo, em posição marcada no tronco no início dos experimentos. A espessura de casca regenerada (ECR) foi medida nos tratamentos 1,2,3 e 4, na porção de casca ou faixa vertical, explotadas no quarto mês do período da exploração precoce. Desta forma a espessura de casca regenerada foi sempre medida em tecido com a mesma idade de regeneração. No experimento 2 não foi efetuada a avaliação da espessura de casca regenerada.

Também para eliminar-se o efeito da desuniformidade inicial de espessura de casca adotaram-se os parâmetros de espessura relativa de casca virgem (ERCV) e espessura relativa de casca regenerada (ERCR), que expressam o incremento em espessura de casca em relação à medida inicial, de acordo com a fórmula [11] de espessura de casca relativa ECR.

$$ERC = (EC_n - EC_{inicial}) / EC_{inicial} \quad [11]$$

onde EC_n é a espessura de casca observada para uma determinada época n .

3.8.4. Percentagem de comprimento de corte seco

A percentagem de comprimento de corte seco (PCS) foi determinada ao final de cada período de sangria, em todas as plantas de cada experimento. No momento da sangria observou-se as partes do corte das quais não exudava látex. As extremidades destas partes eram imediatamente marcadas com giz, na casca abaixo do corte. Em seguida era medido o comprimento total do corte (CTC) e a soma dos comprimentos das partes secas (SPS). A percentagem era então calculada de acordo com a fórmula [12].

$$PCS = SPS/CTC \cdot 100 (\%) \quad [12]$$

3.8.5. Relações entre produção e crescimento

Para avaliar os efeitos da produção de borracha e dos sistemas de exploração, sobre o crescimento das árvores, durante a fase de exploração precoce, foram calculados alguns índices.

Inicialmente foi assumido que o peso da matéria seca da parte aérea representa o peso da matéria seca da planta, para comparações proporcionais, conforme sugerem diversos autores (GOMEZ, 1989; SETHURAJ, 1981; TEMPLETON, 1969; WYCHEREY, 1976). O peso da matéria seca da parte aérea das árvores de cada tratamento foi estimado a partir do perímetro médio do tronco, utilizando-se a equação [06]

estabelecida por SHORROCKS *et al.* (1965). O incremento em peso seco da parte aérea das plantas foi calculado pela diferença entre o peso seco médio da parte aérea no final e no começo de cada período anual de exploração.

A biomassa produzida por árvores não exploradas (W_m) foi calculada estimando-se o PT de plantas similares a cada tratamento porém sem exploração, pelo PRT das árvores do controle.

Foram calculados o coeficiente de colheita (c) pela fórmula [04] e o fator "k", ou fator de perda de biomassa, pela fórmula [01], conforme definição de SETHURAJ (1992). Adicionalmente foi calculada a proporção de borracha produzida pela perda de crescimento (B/PC). Essa relação foi calculada pela fórmula [05] modificada, considerando-se o maior valor calórico da borracha, multiplicando-se y por 2,5. Esse procedimento permite uma estimativa mais precisa da proporção da perda de crescimento que pode ser explicada pela produção de borracha.

3.8.6. Observações adicionais

Foi medido o consumo de casca pelo andamento vertical do corte de sangria no painel no caso das sangrias em espiral, e pelo andamento horizontal das faixas ao redor do tronco no caso da sangria por puntura. Nos tratamentos em exploração precoce com sangria em espiral, a área de casca consumida pela sangria foi calculada multiplicando-se o

consumo vertical de casca pelo perímetro do tronco e pela fração sangrada do perímetro. O consumo de casca por corte foi calculado dividindo-se o consumo vertical de casca pelo número de sangrias no período. Foi verificada a ocorrência de escoamento lateral de látex para fora das canaletas nas sangrias por puntura, bem como o escoamento de látex sobre o tronco nos sistemas de corte descendente.

Alguns coeficientes de operação foram medidos, como: tempo médio para abertura de faixa vertical para sangria por puntura e tempo médio para sangria de uma árvore nos 4 tratamentos durante a exploração precoce do experimento 1.

3.9. Análise estatística

Para a avaliação dos efeitos de tratamentos, sobre cada variável estudada, foi efetuada a análise de variância, conforme GOMES (1978) e CAMPOS (1984).

Experimento 1

Para a variável produção de borracha a técnica foi a análise de variância dos tratamentos, fixando-se individualmente as datas de obtenção das variáveis, com cinco tratamentos e um máximo de 25 repetições para cada das seis épocas. O modelo matemático utilizado nas análises individuais foi o seguinte:

$$Y_{ij} = m + T_i + e_{ij}$$

com $i = 1, 2, \dots, 6$ e $j = 1, 2, \dots, 25$; sendo Y_{ij} o valor observado na parcela referente ao i -ésimo tratamento na j -ésima repetição, m a média geral, T_i o efeito do i -ésimo tratamento e e_{ij} o erro aleatório associado à parcela $ij \sim \text{IND}(\mu; \sigma^2)$. O esquema de análise de variância utilizado é apresentado na Tabela 14.

Tabela 14. Esquema de análise de variância em delineamento inteiramente casualizado, para cada data de coleta de dados.

Causas de variação	Graus de liberdade	Somas de quadrados*	Quadrados médios	F
Tratamentos	$I - 1$	$\Sigma Y_{i.}^2 / J - C$	Q_1	Q_1 / Q_2
Resíduo	$I(J - 1)$	$SQ_{\text{Total}} - SQ_{\text{Trat}}$	Q_2	
Total	$IJ - 1$	$\Sigma Y_{ij}^2 - C$		

* Na notação usada, um ponto representa somatório para o índice em questão; por exemplo, $Y_{i.} = \Sigma_j Y_{ij}$. Nas fórmulas, $C = (\Sigma_{ij} Y_{ij})^2 / IJ$.

Para as variáveis perímetro do tronco e espessura de casca virgem, a técnica utilizada foi a análise de parcelas subdivididas no tempo, com cinco tratamentos, um máximo de 25 repetições e seis datas de coleta de dados. A variável espessura de casca regenerada foi avaliada, pela mesma técnica, somente nos quatro tratamentos com exploração precoce, e por quatro datas de coleta de dados. O modelo matemático utilizado nas análises de parcelas subdivididas no tempo foi o seguinte:

$$Y_{ijk} = m + T_i + e_{ik} + D_k + (TD)_{ik} + e_{ijk}$$

com $i = 1, 2, \dots, 6$, $j = 1, 2, \dots, 25$ e $k = 1, 2, \dots, 6$; sendo Y_{ij} o valor observado na parcela referente ao i -ésimo tratamento na j -ésima repetição na k -ésima data, m a média geral, T_i o efeito do i -ésimo tratamento, e_{ik} o erro aleatório associado a parcela ik , D_k o efeito da k -ésima data, $(TD)_{ik}$ o efeito da interação do i -ésimo tratamento com a k -ésima data, e e_{ijk} o erro aleatório associado à parcela $ijk \sim \text{IND}(\mu; \sigma^2)$. O esquema de análise de variância utilizado é apresentado na Tabela 15.

Tabela 15. Esquema de análise de variância em delineamento inteiramente casualizado, de parcelas subdivididas no tempo.

Causas de variação	Graus de Liberdade	Somas de quadrados	Quadrados médios	F
Tratamentos	$I - 1$	$\Sigma Y^2_{i..}/JK - C$	Q_1	Q_1/Q_2
Resíduo (T)	$(I - 1)(J - 1)$	$SQ_{\text{Parc}} - SQ_{\text{Trat}}$	Q_2	
Parcelas	$IJ - 1$	$\Sigma Y^2_{j.}/K - C$		
Datas (D)	$K - 1$	$\Sigma Y^2_{..k}/IJ - C$	Q_3	Q_3/Q_5
T x D	$(I - 1)(K - 1)$	$\Sigma Y^2_{i.k}/J - SQ_{\text{Trat}} - SQ_{\text{Dat}}$	Q_4	Q_4/Q_5
Resíduo (D)	$I(J - 1)(K - 1)$	$SQ_{\text{Total}} - SQ_{\text{Trat}} - SQ_{\text{Parc}} - SQ_{\text{Dat}}$	Q_5	
Total	$IJK - 1$	$\Sigma Y^2_{ijk} - C$		

O efeito dos tratamentos nas variáveis perímetro relativo de tronco (PRT), espessura relativa de casca virgem (ERCV) e espessura relativa de casca regenerada (ERCR), foi avaliado por análise de variância individual para

cada data de coleta de dados, em delineamento inteiramente casualizado de maneira similar à variável produção de borracha. O número de tratamentos destas variáveis foi, respectivamente de cinco, cinco e quatro, tendo todas um máximo de 25 repetições. Estas variáveis proporcionais sofreram transformação por arco-seno da raiz quadrada, antes da análise estatística, para homogeneizar as variâncias, de acordo com o recomendado por VIEIRA & HOFFMANN (1989).

Foi aplicado o teste F e as comparações de médias foram feitas pelo teste de Tukey.

O software estatístico utilizado foi o SAS (STATISTICAL, 1989), com os arquivos de dados criados em Lotus 123.

Experimento 2

Para todas as variáveis estudadas foi efetuada a análise de variância dos tratamentos, fixando-se individualmente as épocas de obtenção das variáveis, com dois tratamentos e um máximo de 20 repetições para cada época. O modelo utilizado foi similar àquele adotado para a variável produção de borracha do experimento 1.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Experimento 1

4.1.1. Produção de borracha

Os valores médios de produção de borracha, em g por árvore por período e em g por árvore por sangria, bem como os resultados da análise de variância para o período de exploração precoce, para o primeiro, segundo e terceiro período de exploração convencional e para o período total de exploração, são apresentados na Tabela 16. O número de sangrias realizado no período de exploração precoce foi 90, 49, 50 e 127, respectivamente, nos tratamentos 1, 2, 3 e 4. No período de exploração convencional o número de sangrias foi igual para todos os tratamentos. No primeiro período de exploração convencional foram realizadas 61 sangrias (a sangria foi paralizada por motivos operacionais entre 04/4/88 e 02/5/88), no segundo 81 e no terceiro 56.

No período de exploração precoce, o tratamento 1 apresentou a maior produção de borracha, significativamente superior ao tratamento 3, embora não significativamente

diferente dos tratamentos 2 e 4. A menor produção do tratamento 3 foi função do horário de sangria. Embora em ocasiões com temperatura mais baixas ou umidade relativa mais alta a sangria vespertina (tratamento 3) tenha resultado em produções similares à sangria matinal (tratamento 2), de uma forma geral, a produção matinal foi quase sempre maior. Isto porque, no horário adotado para a sangria vespertina (entre 16:30 hs e 18:30 hs) as plantas provavelmente não haviam recuperado o equilíbrio hídrico, resultando em menor fluxo de látex. O tratamento 4 apresentou uma produção de borracha, no período precoce, similar aos tratamentos 1 e 2. Entretanto, a produção em g por árvore por sangria (8,97 g/a.s) foi inferior àquela de tratamento similar (13,85 g/a.s), estudado por VIRGENS FILHO (1986) em sangria precoce no cultivar RRIM 600, no município de Colina-SP. Esta diferença pode estar associada à quantidade aplicada de mistura de estimulante (ambas com 5% do ingrediente ativo), que foi de 1,5 g naquele estudo e de 1 g no presente trabalho, portanto 33,3% menor. Aquele autor demonstrou que a quantidade de estimulante utilizada no sistema de sangria por puntura foi o mais importante fator determinante da produção. As diferenças de produção em g por árvore por sangria, entre os tratamentos, estão inversamente relacionadas com a frequência de sangria. O tratamento 4, com a maior frequência de sangria (d/2) apresentou a menor

produção em g por árvore por sangria, enquanto que os tratamentos 2 e 3, com a menor frequência apresentaram a maior produção por sangria, ficando o tratamento 1 em situação intermediária.

No primeiro e segundo período de exploração convencional o tratamento 1 manteve a produção significativamente maior do que aquela dos demais tratamentos, e similar somente a produção do tratamento 4 no primeiro período. A superioridade do tratamento 1 em relação aos demais tratamentos com exploração precoce é explicada pelo bom crescimento do tronco das árvores deste tratamento e pelo provável menor dano causado ao sistema laticífero pelo sistema de cortes curtos (1/4S). Este comportamento é compatível com resultados publicados por SIVAKUMARAN (1980), SIVAKUMARAN & PAKIANATHAN (1983a) e SIVAKUMARAN (1989b). Estes autores mostraram que em sistemas de corte curto o crescimento das árvores é pouco reduzido, garantindo um comprimento de corte (l em cm) relativamente maior, e o fluxo inicial de látex por centímetro de corte (F em $\text{ml.cm}^{-1}.\text{min}^{-1}$) é mantido alto. A superioridade do tratamento 1 em relação ao controle, cujos perímetros de tronco foram similares (Tabela 17), pode ser explicada pela resposta à sangria relatada por PAKIANATHAN (1967), PAKIANATHAN & MILFORD (1977) e PAKIANATHAN *et al.* (1992). A sangria realizada previamente não só aumenta a duração do fluxo de látex, diminuindo

consequentemente o índice de obstrução (em min^{-1}), como incrementa a biossíntese de borracha. A tendência de comportamento destes fatores combinados (l , F e p) na fórmula [08] proposta por SETHURAJ (1981), resulta numa maior produção esperada por árvore para o tratamento 1.

No terceiro período de exploração convencional o efeito dos tratamentos de exploração precoce diminuiu, porém a produção das árvores do tratamento 3 ainda manteve-se inferior a das árvores dos demais tratamentos. A diluição do efeito dos tratamentos prévios, com o decorrer do tempo, em árvores submetidas a um sistema de exploração similar, ocorre em função de uma compensação entre produção e crescimento das plantas, induzindo uma uniformidade entre as árvores.

A produção total de todos os períodos foi superior nos tratamentos com exploração precoce, em relação ao controle. Excessão ocorreu com o tratamento 3 que apresentou uma produção total similar ao controle. Desta forma, verifica-se que a vantagem da produção inicial e de um amansamento de painel prévio, nos sistemas de exploração precoce testados, não foi sobreposta pelo crescimento ligeiramente superior (Tabela 20) na fase de exploração precoce, das planta do controle.

Tabela 16. Médias de produção de borracha, em g por árvore no período, dos diversos tratamentos, para os diferentes períodos de exploração, do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara-SP.

Tratamentos ¹	Períodos de exploração				TOTAL
	Precoce	Convencional		TOTAL	
		03/4/86 a	26/10/87 a		
	11/8/87	12/8/88	08/8/89	11/5/90	11/5/90
1. 1/4S d/3 ET 2,5% 5/y matinal	1297,0 a (14.41)	1530,4 a (25.09)	2464,6 a (30.43)	2627,0 ab (46.91)	7919,0 a
2. 1/2S d/7 ET 2,5% 5/y matinal	1107,3 ab (22.60)	1048,0 b (17.18)	2082,2 b (25.71)	2651,2 ab (47.34)	6888,6 ab
3. 1/2S d/7 ET 2,5% 5/y vespertina	940,8 b (18.82)	937,3 b (15.37)	2117,8 b (26.15)	2123,0 b (37.91)	6118,8 b
4. 6PI 70x1 d/2 ET 5% 10/y matinal	1138,5 ab (8.97)	1231,3 ab (20.19)	1978,7 b (24.43)	2965,2 a (52.95)	7313,7 ab
Controle	-	1084,3 b (17.78)	1886,9 b (23.30)	2979,2 a (53.20)	5950,3 b
F (trat.)	12,98 **	14,25 **	5,75 **	7,96 **	6,11 **
C.V. (%)	33,91	35,34	28,22	31,73	32,15

1 Todos os tratamentos explorados em 1/2 S d/3 6d/7 10m/y ET 2,5% La/Pa 1/1 5/y a partir de 26/10/87.

OBS. a) ** significativo ao nível de 1% de probabilidade.
 b) Médias seguidas de letras distintas, em uma mesma coluna, apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey ao nível de 1% (produções por período) ou 5% (produção total) de probabilidade.
 c) Números entre parenteses representam a produção de borracha em g por árvore por sangria.

No período de exploração precoce, a percentagem de produção de cernambi em relação à produção total para os tratamentos 1, 2, 3 e 4 foi, respectivamente 0,32%, 0,96%, 0,67% e 8,24%. A produção de cernambi fita, marcadamente superior no tratamento 4 deve-se a grande ocorrência de escorrimento lateral de látex para fora da

canaleta. Os tratamentos 2 e 3 por terem maior comprimento de corte que o tratamento 1, apresentaram maior produção de cernambi fita que este último tratamento.

A percentagem de produção de cernambi fita foi de 0,63%, 0,59% e 0,75%, respectivamente, no primeiro, segundo e terceiro período de exploração convencional.

4.1.2. Perímetro do tronco

Os valores médios observados de perímetro do tronco (PT) dos tratamentos, para as diferentes datas de mensuração, são apresentados na Tabela 17. Os resultados da análise de variância de parcelas subdivididas no tempo são apresentados na Tabela 18. Os resultados do teste de Tukey, da análise de parcelas subdivididas no tempo para comparação entre datas de mensuração, são apresentados na Tabela 19.

O perímetro de tronco não diferiu significativamente entre os tratamentos, em todas as datas de mensuração, mostrando que os diversos sistemas de exploração precoce não afetaram esta variável. A diferença observada entre todas as datas de mensuração (Tabela 19) demonstra que o perímetro do tronco, de todos os tratamentos, continuou crescendo significativamente durante o período experimental.

Os valores médios, para cada tratamento, de perímetro relativo de tronco (PRT), calculado entre a 16/6/86 e 04/11/87 (período de exploração precoce) e entre 04/11/87

e 14/12/90 (período de exploração convencional), bem como os resultados da análise de variância de perímetro relativo de tronco dos dados transformados por arco-seno da raiz quadrada, são apresentados na Tabela 20. A comparação entre tratamentos, pelo teste de Tukey, é representada por letras colocadas ao lado das médias de PRT, mostrando as diferenças significativas.

Verifica-se que os tratamentos tiveram efeito sobre o perímetro relativo de tronco, durante a fase de exploração precoce. Esta diferença, não identificada na variável perímetro do tronco (PT), fica aparente porque com o cálculo do perímetro relativo do tronco (PRT) elimina-se os efeitos de desuniformidade inicial entre os tratamentos, e estima-se melhor o incremento de perímetro das árvores. As plantas dos tratamentos 1 e 2 apresentaram ligeira redução no incremento do perímetro apesar do seu PRT não diferir significativamente em relação às árvores do controle. Embora as plantas do tratamento 1 tenham apresentado a maior produção de borracha na fase precoce (Tabela 16), tiveram igualmente o maior incremento de perímetro do tronco, em relação aos demais tratamentos de exploração precoce. Este comportamento é compatível com as informações disponíveis na literatura (item 2.4.5. e 2.5.2.) que demonstra a compatibilidade entre altas produções e bom crescimento do tronco, em sistemas de exploração com cortes curtos. O

crescimento de PT ligeiramente superior nas plantas do controle ocorreu em razão destas plantas não terem sido submetidas à exploração e portanto toda a partição de assimilados foi destinada ao crescimento.

Tabela 17. Médias de perímetro do tronco (PT), em cm, dos diversos tratamentos, para as diferentes datas de mensuração, do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara-SP.

Tratamentos ¹	Data de mensuração					
	16/6 1986	28/1 1987	4/11 1987	2/12 1988	5/10 1989	14/12 1990
1. 1/4S d/3 ET 2,5% 5/y, matinal	38,7	42,3	45,9	50,7	53,8	58,7
2. 1/2S d/7 ET 2,5% 5/y, matinal	38,5	41,3	43,9	49,2	52,9	57,6
3. 1/2S d/7 ET 2,5% 5/y, vespertina	39,0	40,8	43,5	48,8	52,1	57,3
4. 6PI 70x1 d/2 ET 5% 10/y, matinal	39,7	42,4	45,3	48,5	53,4	58,6
Controle	37,2	40,9	44,7	49,4	53,0	57,7

¹ Todos os tratamentos passaram a ser explorados pelo sistema 1/2 S d/3 6d/7 10m/y ET 2,5% La/Pa 1/1 5/y, em outubro de 1987.

Tabela 18. Análise de variância de parcelas subdivididas no tempo, para perímetro do tronco (PT), do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara-SP.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos (T)	4	246,598	61,649	1,21 ns
Resíduo (T)	120	6093,418	50,778	
Parcelas	124	6340,016		
Datas (D)	5	32781,083	6556,216	926,06 **
T x D	20	156,506	7,865	1,11 ns
Resíduo (D)	593	4198,260	7,079	
Sub-parcela	742	43450,864		

ns não significativo

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

C.V. (tratamentos) = 15,01% Média geral = 47,46

C.V. (datas) = 5,61%

Tabela 19. Contraste entre datas de mensuração com teste de Tukey, da análise de parcelas subdivididas no tempo, para a variável perímetro do tronco (PT), do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara-SP.

Datas de mensuração	Datas de mensuração					
	1	2	3	4	5	6
1. 16/06/86	-	*	*	*	*	*
2. 28/01/87	-	-	*	*	*	*
3. 04/11/87	-	-	-	*	*	*
4. 02/12/88	-	-	-	-	*	*
5. 05/10/89	-	-	-	-	-	*
6. 14/12/90	-	-	-	-	-	-

* significativo ao nível de 1% de probabilidade

Tabela 20. Médias do perímetro relativo de tronco (PRT) para o período de exploração precoce e convencional, com contraste entre médias pelo teste de Tukey, do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara-SP.

Tratamentos	PRT	
	16/06/86 a 04/11/87 precoce	04/11/87 a 14/12/90 convencional
1. 1/4S d/3 ET 2,5% 5/y, matinal	0,188 ab	0,277 a
2. 1/2S d/7 ET 2,5% 5/y, matinal	0,149 ab	0,311 a
3. 1/2S d/7 ET 2,5% 5/y, vespertina	0,116 b	0,316 a
4. 6PI 70x1 d/2 ET 5% 10/y, matinal	0,139 b	0,309 a
Controle	0,238 a	0,261 a
Média	0,166	0,295
F (trat.)	9,34 **	1,47 ns
C.V. (%)	24,1	21,5

Obs. a) ns não significativo, ** significativo ao nível de 1% de probabilidade.

b) Médias seguidas de letras distintas, em uma mesma coluna, apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

Apesar da sangria por punctura representar um sistema de exploração de cortes bem curtos (pontos), a alta frequência de sangria associada a um sistema de estimulação intenso, juntamente com uma grande área de casca danificada pela sangria, podem ter sido responsáveis pela redução do crescimento do perímetro do tronco nas árvores deste tratamento.

Já as árvores dos tratamentos 3 e 4 apresentaram uma redução significativa no crescimento do tronco, em relação às árvores do controle. A redução foi ainda mais drástica no tratamento 3, que combinou cortes longos (1/2S) com sangria vespertina. A sangria afeta grandemente o potencial hídrico da seringueira, e no período vespertino é quando ocorre normalmente o maior déficit hídrico da planta (CASTRO & VIRGENS FILHO, 1986). Portanto, é de se esperar que a sangria vespertina acarrete um déficit hídrico acentuado, resultando em menor crescimento das árvores.

O perímetro relativo do tronco, durante a fase de exploração convencional, não foi afetado pelos tratamentos. Tal resultado mostra que os tratamentos de exploração precoce não induziram danos permanentes à capacidade de crescimento das plantas.

4.1.3. Espessura de casca

4.1.3.1. Espessura de casca virgem

Os valores médios observados de espessura de casca virgem (ECV) dos tratamentos, para as diferentes datas de mensuração, são apresentados na Tabela 21. Os resultados da análise de variância de parcelas subdivididas no tempo são apresentados na Tabela 22. Os resultados do teste de Tukey, da análise de parcelas subdivididas no tempo, são apresentados na Tabela 23 para comparação entre datas de mensuração.

Os valores médios, para cada tratamento, de espessura relativa de casca virgem (ERCV), calculada entre a primeira e a última data de mensuração, bem como os resultados da análise de variância de espessura relativa de casca virgem, dos dados transformados por arco-seno da raiz quadrada, são apresentados na Tabela 24. A comparação entre tratamentos, pelo teste de Tukey, é representada por letras colocadas ao lado das médias de ERCV, mostrando as diferenças significativas.

Tabela 21. Médias da espessura de casca virgem (ECV), em mm, dos diversos tratamentos, para as diferentes datas de mensuração, do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara-SP.

Tratamentos ¹	Data de mensuração					
	16/6 1986	28/1 1987	4/11 1987	2/12 1988	5/10 1989	14/12 1990
1. 1/4S d/3 ET 2,5% 5/y, matinal	5,8	5,8	5,9	6,4	6,8	7,6
2. 1/2S d/7 ET 2,5% 5/y, matinal	5,9	5,9	5,9	6,4	6,8	7,4
3. 1/2S d/7 ET 2,5% 5/y, vespertina	5,8	5,8	5,8	6,4	6,9	7,3
4. 6PI 70x1 d/2 ET 5% 10/y, matinal	6,2	6,3	6,3	6,7	7,3	8,1
Controle	5,5	5,5	5,6	6,1	6,9	7,4

¹ Todos os tratamentos passaram a ser explorados pelo sistema 1/2 S d/3 6d/7 10m/y ET 2,5% La/Pa 1/1 5/y, em outubro de 1987.

Tabela 22. Análise de variância de parcelas subdivididas no tempo, para espessura de casca virgem (ECV), do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara-SP.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos (T)	4	15,311	3,827	2,60 ns
Resíduo (T)	120	176,807	1,473	
Parcelas	124	191,913	1,548	
Datas (D)	5	384,455	76,891	305,90 **
T x D	20	15,303	0,765	3,04 **
Resíduo (D)	592	148,807	0,251	
Sub-parcela	741	740,963		

ns não significativo

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

C.V. (tratamentos) = 23,28% Média geral = 6,3288

C.V. (datas) = 7,92%

Tabela 23. Contraste entre datas de mensuração com teste de Tukey, da análise de parcelas subdivididas no tempo, para a variável espessura de casca virgem (ECV), do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara-SP.

Datas de mensuração	Datas de mensuração					
	1	2	3	4	5	6
1. 16/06/86	-	ns	ns	*	*	*
2. 28/01/87	-	-	ns	*	*	*
3. 04/11/87	-	-	-	*	*	*
4. 02/12/88	-	-	-	-	*	*
5. 05/10/89	-	-	-	-	-	*
6. 14/12/90	-	-	-	-	-	-

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 24. Médias da espessura relativa de casca virgem (ERCV) entre a primeira e a última data de mensuração, com contraste entre médias pelo teste de Tukey, do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara-SP.

Tratamentos	ECV (mm)			ERCV
	16/06/86	14/12/90	Diferença absoluta	
1. 1/4S d/3 ET 2,5% 5/y, matinal	5,8	7,6	1,8	0,31 ab
2. 1/2S d/7 ET 2,5% 5/y, matinal	5,9	7,4	1,5	0,24 b
3. 1/2S d/7 ET 2,5% 5/y, vespertina	5,8	7,3	1,5	0,25 ab
4. 6PI 70x1 d/2 ET 5% 10/y, matinal	6,2	8,1	1,9	0,31 ab
Controle	5,5	7,4	1,9	0,34 a
Média	5,9	7,6	1,7	0,32
F (trat.)	-	-	-	2,03 ^(<10%)
C.V. (%)	-	-	-	36,5

Obs. a) (<10%) significativo ao nível de 10% de probabilidade.

b) Médias seguidas de letras distintas, em uma mesma coluna, apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey ao nível de 10% de probabilidade.

Verifica-se que os tratamentos não tiveram efeito marcante sobre a variável espessura de casca virgem. A única diferença identificada na análise de variância de parcelas subdivididas no tempo, entre o tratamento 4 e o controle é atribuída à diferença existente no início do experimento, anterior portanto aos efeitos dos tratamentos, pois não ocorreu diferença significativa entre as espessuras relativas de casca virgem dos dois tratamentos (Tabela 24). Esta última variável representa o crescimento da espessura de casca virgem após o início do experimento. A interação Tratamentos x Datas significativa (Tabela 22) indica que para a variável ECV os tratamentos se comportam de maneira diferente em relação às datas.

A diferença em espessura relativa de casca virgem encontrada entre o tratamento 2 e o controle, a nível de 10% de probabilidade, reflete um pequeno efeito deste tratamento com exploração precoce sobre o crescimento da espessura de casca virgem, em comparação com plantas não explotadas precocemente. De qualquer forma, os tratamentos apresentaram uma tendência de redução do crescimento da espessura de casca virgem de uma forma crescente, em ordem similar ao efeito sobre o crescimento do perímetro do tronco, com os tratamentos 1 e 4 apresentando o menor efeito de redução de crescimento e os tratamentos 3 e 2 com maior efeito.

As diferenças não significativas entre as três primeiras datas de mensuração (16/06/86, 28/01/87 e 04/11/87), para os valores de espessura de casca virgem, apresentadas na Tabela 23, refletem o pequeno crescimento da casca virgem, de todas as plantas do experimento incluindo as do controle, durante este período, que perfaz a fase de exploração precoce.

Os altos valores de coeficiente de variação para tratamentos (C.V. trat.) obtidos na análise de variância da espessura de casca virgem (ECV), com valor de 23,28% (Tabela 22) e na análise de variância da espessura relativa de casca virgem (ERCV), com valor de 36,5% (Tabela 24) refletem a necessidade de um método de avaliação do crescimento da espessura de casca virgem mais preciso.

4.1.3.2. Espessura de casca regenerada

Os valores médios observados de espessura de casca regenerada (ECR) dos tratamentos, para as diferentes datas de mensuração, são apresentados na Tabela 25. Os resultados da análise de variância de parcelas subdivididas no tempo são apresentados na Tabela 26. Os resultados do teste de Tukey, da análise de parcelas subdivididas no tempo, são apresentados na Tabela 27 para a comparação entre tratamentos e na Tabela 28 para comparação entre datas de mensuração.

Os valores médios, para cada tratamento, de

espessura relativa de casca regenerada (ERCR), calculada entre a primeira e a última data de mensuração, bem como os resultados da análise de variância de espessura relativa de casca regenerada, dos dados transformados por arco-seno da raiz quadrada, são apresentados na Tabela 29. A comparação entre tratamentos, pelo teste de Tukey, é representada por letras colocadas ao lado das médias de ERCR, mostrando as diferenças significativas.

Verifica-se que o tratamento 4 teve efeito marcante sobre a variável espessura de casca regenerada. A diferença identificada na análise de variância de parcelas subdivididas no tempo, entre o tratamento 4 e os demais (Tabela 27) é atribuída à diferença existente na espessura de casca remanescente, logo após a sangria. A profundidade de corte na sangria convencional é de aproximadamente 1mm do câmbio (BERNARDES *et al.*, 1992) o que resulta em casca remanescente logo após a sangria de aproximadamente 1,3mm. Já na sangria por puntura, apesar do aprofundamento da faixa para evitar-se espocamento de casca (MORAES, 1985; VIRGENS FILHO, 1986), a espessura de casca remanescente após a sangria é de aproximadamente 2,7mm. A significancia da interação Tratamentos x Datas (Tabela 26) indica que para a variável ECR os tratamentos se comportam de maneira diferente em relação às datas.

Por outro lado, o tratamento 4 foi o que

apresentou menor crescimento da espessura de casca regenerada após a mudança do sistema de exploração de precoce para convencional, como reflete a espessura relativa de casca regenerada (ERCR), significativamente menor neste tratamento quando comparado com os tratamentos 1 e 3, conforme apresentado na Tabela 29. O crescimento menor no tratamento 4 foi consequência de uma casca remanescente mais espessa neste tratamento, uma vez que os valores de espessura de casca regenerada em todos os tratamentos foram similares entre si e próximos de uma máximo esperado (entre 7 mm e 8 mm e quase iguais a espessura de casca virgem), por ocasião da última mensuração (14/12/90). Consequentemente, um menor valor de ERCR nas plantas do tratamento 4 não significa que o tratamento restringiu o crescimento de casca regenerada, em comparação com os demais tratamentos.

A diferença não significativa entre os valores de espessura de casca regenerada, observados entre a terceira e a segunda data de mensuração (05/10/89 e 02/12/88 - Tabela 28), reflete o pequeno crescimento de casca regenerada, em todos os tratamentos excluindo o controle, no período.

Tabela 25. Médias da espessura de casca regenerada (ECR), em mm, dos diversos tratamentos, para as diferentes datas de mensuração, do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara-SP.

Tratamentos ¹	Data de mensuração			
	4/11 1987	2/12 1988	5/10 1989	14/12 1990
1. 1/4S d/3 ET 2,5% 5/y, matinal	4,9	5,7	6,0	7,3
2. 1/2S d/7 ET 2,5% 5/y, matinal	5,2	6,2	6,5	7,4
3. 1/2S d/7 ET 2,5% 5/y, vespertina	4,6	5,7	6,1	6,9
4. 6PI 70x1 d/2 ET 5% 10/y, matinal	5,8	6,9	7,6	7,9

¹ Todos os tratamentos passaram a ser explorados pelo sistema 1/2 S d/3 6d/7 10m/y ET 2,5% La/Pa 1/1 5/y, em outubro de 1987.

Tabela 26. Análise de variância de parcelas subdivididas no tempo, para espessura de casca regenerada (ECR), do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara-SP.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos (T)	3	95,956	31,985	18,62 **
Resíduo (T)	96	164,859	1,717	
Parcelas	99	260,815	2,635	
Datas (D)	3	254,806	84,936	192,06 **
T x D	9	21,728	2,414	5,46 **
Resíduo (D)	281	124,271	0,442	
Sub-parcela	392	661,620		

* significativo ao nível de 1% de probabilidade

C.V. (tratamentos) = 20,99% Média geral = 6,2425

C.V. (datas) = 10,65%

Tabela 27. Contraste entre tratamentos com teste de Tukey, da análise de parcelas subdivididas no tempo, para a variável espessura de casca regenerada (ECR), do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara-SP.

Tratamentos	Tratamentos			
	1	2	3	4
1. 1/4S d/3 ET 2,5% 5/y, matinal	-	ns	ns	*
2. 1/2S d/7 ET 2,5% 5/y, matinal	-	-	ns	*
3. 1/2S d/7 ET 2,5% 5/y, vespertina	-	-	-	*
4. 6PI 70x1 d/2 ET 5% 10/y, matinal	-	-	-	-

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 28. Contraste entre datas de mensuração com teste de Tukey, da análise de parcelas subdivididas no tempo, para a variável espessura de casca regenerada (ECR), do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara-SP.

Datas de mensuração	Datas de mensuração			
	1	2	3	4
1. 04/11/87	-	*	*	*
2. 02/12/88	-	-	ns	*
3. 05/10/89	-	-	-	*
4. 14/12/90	-	-	-	-

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 29. Médias da espessura relativa de casca regenerada (ERCR) entre a primeira e a última data de mensuração, com contraste entre médias pelo teste de Tukey, do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara-SP.

Tratamentos	ECR (mm)			ERCR
	04/11/87	14/12/90	Diferença absoluta	
1. 1/4S d/3 ET 2,5% 5/y, matinal	4,9	7,3	2,4	0,51 a
2. 1/2S d/7 ET 2,5% 5/y, matinal	5,2	7,4	2,2	0,43 ab
3. 1/2S d/7 ET 2,5% 5/y, vespertina	4,6	6,9	2,3	0,52 a
4. 6PI 70x1 d/2 ET 5% 10/y, matinal	5,8	7,9	2,1	0,36 b
Média	5,1	7,4	2,3	0,45
F (trat.)	-	-	-	8,68 **
C.V. (%)	-	-	-	27,5%

Obs. a) ** significativo ao nível de 1% de probabilidade
 b) Médias seguidas de letras distintas, em uma mesma coluna, apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os altos valores de coeficiente de variação para tratamento obtidos na análise de variância da espessura de casca regenerada (ECR), com valor de 20,99% (Tabela 26), e na análise de variância da espessura relativa de casca regenerada (ERCR), com valor de 27,5% (Tabela 29) refletem a necessidade de um método de avaliação do crescimento da espessura de casca regenerada mais preciso, igualmente como acontece com a espessura de casca virgem.

4.1.4. Percentagem de comprimento de corte seco

Os valores médios de percentagem de comprimento de corte seco observados nos tratamentos, ao final dos diferentes períodos de exploração, são apresentados na Tabela 30. Adicionalmente, são mostrados os valores de percentagem de árvores, em cada tratamento e para cada época de observação, que apresentavam partes do corte das quais não exudava látex. É importante ressaltar que, durante todo o período experimental, nenhuma das árvores do experimento apresentou sintomas progressivos de secamento de painel, como a descoloração da casca e o surgimento de listras ou manchas com coloração marron na região do corte ou painel.

Os resultados do presente estudo são coerentes com aqueles obtidos por VIRGENS FILHO (1986), que observou incidência muito baixa de secamento de painel, em plantas do cultivar RRIM 600 submetidas à sangria precoce por punctura durante aproximadamente um ano. Aquele autor registrou

Tabela 30. Médias de percentagem de comprimento de corte seco (%), dos diversos tratamentos, para as diferentes períodos de exploração, do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara-SP.

Tratamentos ¹	Períodos de exploração			
	Precoce	Convencional		
	03/4/86 a	26/10/87 a	24/10/88 a	12/10/89 a
	11/8/87	12/8/88	08/8/89	11/5/90
1. 1/4S d/3 ET 2,5% 5/y, matinal	1,6 (20,0)	1,1 (16,0)	2,3 (36,0)	1,8 (32,0)
2. 1/2S d/7 ET 2,5% 5/y, matinal	2,1 (24,0)	2,3 (24,0)	0,6 (29,2)	1,6 (22,7)
3. 1/2S d/7 ET 2,5% 5/y, vespertina	3,1 (28,0)	3,2 (28,0)	2,6 (37,5)	2,3 (28,0)
4. 6PI 70x1 d/2 ET 5% 10/y, matinal	- ²	5,5 (37,5)	1,9 (34,8)	0,2 (4,3)
Controle	-	3,1 (32,0)	2,3 (24,0)	1,5 (28,0)

1 Todos os tratamentos passaram a ser explorados pelo sistema 1/2 S d/3 6d/7 10m/y ET 2,5% La/Pa 1/1 5/y, em outubro de 1987.

2 No período de exploração precoce por puntura a percentagem de comprimento de corte seco, pela metodologia adotada, não foi possível de ser observada.

OBS. a) Números entre parenteses representam os valores de percentagem de árvores, em cada tratamento e para cada época de observação, que apresentavam partes do corte das quais não exudava látex.

sintomas em torno de duas punturas de uma mesma faixa, em apenas uma planta.

Diversos autores (CHUA, 1967; TUPY, 1973C; PAKIANATHAN *et al.*, 1992) associaram o secamento de painel a uma alta intensidade de exploração. Portanto, a baixa incidência desta anomalia, nas plantas do experimento, é um indicativo de que os sistemas de exploração adotados não foram demasiadamente intensivos a ponto de comprometer a sanidade das árvores.

4.1.5. Relações entre produção e crescimento

Os valores médios de coeficiente de colheita (c), fator de perda de biomassa (k) e de proporção de borracha produzida por perda de crescimento (B/PC), para o período de exploração precoce, são apresentados na Tabela 31.

O coeficiente de colheita (c) foi similar em todos os tratamentos, e com valor compatível com trabalhos prévios (TEMPLETON, 1969; WYCHERLEY, 1976; GOMEZ *et al.*, 1989). Os valores de coeficiente de colheita encontrados indicam que entre 7,25% e 8,66% da energia assimilada pelas plantas foi usada para a produção de borracha. Esta extração relativamente pequena, mostra que as plantas tiveram mais do que 90% da energia assimilada disponível para crescimento. Portanto, os sistemas de exploração adotados não acarretaram uma grande modificação na partição de assimilados entre produção e acúmulo de biomassa.

Entretanto, a sangria por si mesma, e independentemente da produção de borracha, pode reduzir o crescimento das árvores, em adição a perda de biomassa proporcional causada pelo desvio de assimilados da acumulação de matéria seca para a produção (TEMPLETON, 1969). O coeficiente de colheita é um índice limitado para a avaliação de sistemas de sangria, pois não considera esta redução adicional de crescimento.

Comparando diferentes sistemas de exploração SETHURAJ (1992) encontrou uma correlação positiva entre o fator de perda de produção (k) e a perda total de biomassa causada pela exploração. Comparando-se os resultados de k e de PRT durante o período de exploração precoce (Tabela 20) verifica-se que a mesma tendência foi encontrada no presente experimento. Os valores de k crescem em ordem inversa aos valores de PRT, entre os tratamentos. O tratamento 1 apresentou o menor valor de k e o maior de PRT.

Ao contrário do que foi observado por SETHURAJ (1992), no presente estudo não foi observada uma relação direta entre c e k . Aquele autor comparou cultivares diferentes submetidos a um mesmo sistema de exploração, o que resultou em variação de c , enquanto que nesse experimento variaram-se os sistemas de exploração sem variar c . Já o valor de k , obtido no presente estudo no tratamento 1, foi 15 vezes menor do que nos tratamentos 2 e 4, e 22 vezes menor

do que no tratamento 3.

Coerentemente com a variação observada para os valores de k , a proporção de borracha produzida por perda de crescimento (B/PC) foi muito maior no tratamento 1 em relação aos demais. Esta proporção indica que 78,92% da perda de crescimento de biomassa pode ser explicada pela produção de borracha no tratamento 1. Por outro lado, somente 17,94%, 10,9% e 16,93% da perda de crescimento de biomassa pode ser explicada pela produção de borracha, respectivamente, nos tratamentos 2, 3 e 4.

Estes valores obtidos para c , k e B/PC indicam que o tratamento 1 viabilizou a produção de borracha em níveis satisfatórios, sem implicar numa redução de crescimento muito importante. Provavelmente, isto ocorreu em razão de uma perda de fatores vitais no soro do látex ou de um incremento na atividade respiratória relativamente menor neste tratamento.

Tabela 31. Médias de coeficiente de colheita (c), fator de perda de biomassa (k) e proporção de borracha produzida por perda de crescimento (B/PC), dos diversos tratamentos, para o período de exploração precoce, do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara-SP.

Tratamentos ¹	Índices		
	c	k	B/PC
1. 1/4S d/3 ET 2,5% 5/y matinal	0,073	0,019	0,789
2. 1/2S d/7 ET 2,5% 5/y matinal	0,086	0,282	0,179
3. 1/2S d/7 ET 2,5% 5/y vespertina	0,087	0,414	0,109
4. 6PI 70x1 d/2 ET 5% 10/y matinal	0,081	0,286	0,169

4.1.6. Observações adicionais

4.1.6.1. Consumo de casca

Os valores médios de consumo de casca observados nos tratamentos, para os diferentes períodos de exploração, juntamente com a estimativa do consumo de casca

por corte, bem como os resultados da análise de variância de consumo de casca para o período de exploração precoce, são apresentados na Tabela 32. A comparação entre tratamentos, pelo teste de Tukey, é representada por letras colocadas ao lado das médias de consumo de casca, mostrando as diferenças significativas.

Durante a exploração precoce o tratamento 1 condicionou um maior consumo de casca, quando comparado com os tratamentos 2 e 3, conforme mostra a Tabela 32. Entretanto, a área de casca consumida pela sangria foi maior nos tratamentos 2 e 3, respectivamente 217,18 cm² e 227,24 cm² por planta, do que no tratamento 1, com 177,02 cm² por planta. Este resultado se deve a um consumo vertical de casca por corte comparativamente menor nos sistemas de exploração com maior frequência de sangria. Isto se dá porque, nos sistemas com menor frequência, no intervalo entre sangrias, ocorre o secamento de uma camada maior de tecidos de casca imediatamente abaixo do corte, que necessita ser removida (HASHIM, 1989).

A sangria por puntura (tratamento 4) explorou uma área de casca muito superior aos demais tratamentos, com 1857,1 cm² de área total explorada por planta. Se considerada somente a área de casca efetivamente danificada, ou seja as faixas de puntura, a área consumida foi de 910 cm² por planta, valor ainda bastante superior quando comparado

àqueles dos tratamentos 1, 2 e 3.

O consumo de casca por sangria, no período de exploração precoce, para todos os tratamentos, situou-se em valores próximos aos recomendados por BERNARDES *et al.* (1990a). O coeficiente de variação de consumo de casca nos tratamentos foi bastante baixo (Tabela 32). Estes dois fatos se devem a um rigoroso controle da operação de sangria durante esta fase do experimento. Já na fase de exploração convencional o consumo de casca por sangria, com uma média geral de todos os tratamentos em torno de 2,1 mm por corte, foi superior ao recomendado. Isto ocorreu, principalmente, em razão de um controle menos rigoroso da operação de sangria nesta fase do experimento.

É importante ressaltar que a cada reinício da exploração, após a hibernação anual das árvores, uma faixa de casca de aproximadamente 20 mm foi consumida para a reabertura do painel. Portanto, este valor deve ser adicionado àquele mostrado na Tabela 32 para cada período de exploração, para calcular-se o andamento efetivo do corte de sangria no painel das árvores.

Tabela 32. Médias de consumo de casca, em mm, dos diversos tratamentos, para as diferentes períodos de exploração, do experimento 1, Sítio Bosque Paraíso, município de Nhandeara-SP.

Tratamentos ¹	Períodos de exploração			
	Precoce	Convencional		
		03/4/86 a 11/8/87	26/10/87 a 12/8/88	24/10/88 a 08/8/89
1. 1/4S d/3 ET 2,5% 5/y, matinal	154,2 b (1,71)	129,3 (2,12)	165,9 (2,05)	113,8 (2,03)
2. 1/2S d/7 ET 2,5% 5/y, matinal	98,9 c (2,02)	131,7 (2,16)	170,1 (2,10)	121,6 (2,17)
3. 1/2S d/7 ET 2,5% 5/y, vespertina	104,5 c (2,09)	127,4 (2,09)	172,5 (2,13)	110,5 (1,97)
4. 6PI 70x1 d/2 ET 5% 10/y, matinal	265,3 a ²	128,1 (2,10)	168,8 (2,08)	115,7 (2,07)
Controle	-	130,4 (2,14)	168,5 (2,08)	110,6 (1,98)
F (trat.)	5212,70 **	-	-	-
C.V. (%)	0,48	-	-	-

1 Todos os tratamentos passaram a ser explotados pelo sistema 1/2 S d/3 6d/7 10m/y ET 2,5% La/Pa 1/1 5/y, em outubro de 1987.

2 No período de exploração precoce por puntura o consumo de casca refere-se à distância horizontal entre a primeira e a última faixa de puntura, com um total de 13 faixas.

OBS. a) ** significativo ao nível de 1% de probabilidade

b) Médias seguidas de letras distintas, em uma mesma coluna, apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

c) Números entre parenteses representam o consumo de casca por corte.

4.1.6.2. Escorrimento de látex

O escorrimento de látex para fora da faixa de punctura foi maior do que a escorrimento sobre o tronco nos tratamentos com sangria em espiral. Porém, foi relativamente baixo, comparado com resultados de outros experimentos. A produção de cernambi fita do tratamento 4, que totalizou 8,24%, continha a maior parte do borracha do látex escorrido fora da faixa. Este valor é menor do que os resultados apresentados por HASHIM *et al.* (1979), que relataram até 30% de perda causada por escorrimento de látex fora da faixa. O pequeno escorrimento lateral, observado no presente experimento, foi consequência de um controle efetivo da operação de sangria, da abertura de faixas com profundidade adequada, da remoção do cernambi fita a cada sangria e do cuidado em evitar a sangria em árvores com casca molhada. Em janeiro de 1987, devido a ocorrência frequente de chuvas matinais, o tronco das árvores estava muitas vezes molhado, no momento da sangria, provocando escorrimento lateral maior do que o normal, e que foi principalmente importante nas plantas em sangria por punctura.

Em razão da casca ser relativamente mais fina nas árvores em exploração precoce, do que em árvores explotadas a partir do padrão de entrada em sangria convencional (45 cm de perímetro de tronco), verificou-se que pequenos fatores como: curtos desvios no corte de sangria,

brisas durante o escoamento do látex, umidade na casca e ciscos caídos sobre a canaleta, foram responsáveis por grandes perdas de produção. O tratamento 1 sempre apresentou menor escoamento sobre o tronco por ter menor comprimento de corte.

4.1.6.3. Outras observações

Não foram verificadas as típicas reações de casca ao método de sangria por puntura, como descolamento e espocamento de casca. Isto se deve a adoção de um controle intenso da operação de sangria, segundo as recomendações de VIRGENS FILHO (1986).

O tempo médio de abertura de faixa vertical para a sangria por puntura, juntamente com a transfêrencia e fixação de bica e tijela, foi de 1 min e 16 s por árvore. O tempo médio da operação de sangria foi de 15 s, 18 s, 18 s e 42 s, respectivamente, para os tratamentos 1, 2, 3 e 4. O maior tempo dispendido na sangria por puntura, quando comparado com os demais tratamentos, deveu-se principalmente ao maior tempo gasto para a retirada do cernambi e para a condução do látex na canaleta.

O tempo extra de abertura de faixa vertical e fixação de material a cada mês, e o maior tempo de sangria por árvore, fizeram com que a sangria por puntura (tratamento 4) apresentasse um rendimento de trabalho menor, comparada com os outros sistemas de exploração precoce. Este resultado

contradiz as observações de outros autores (ABRAHAM *et al.*, 1979; RAMACHANDRAN & LEE, 1979), que relataram um maior rendimento da operação de sangria por puntura quando comparada com a sangria de corte em espiral. Provavelmente, nos experimentos relatados por esses autores, a retirada de cernambi fita não foi realizada a cada sangria, acarretando um maior escoamento lateral de látex, como mostram os seus resultados. Adicionalmente, aqueles autores não computaram a abertura mensal de novas faixas de puntura, no cálculo do rendimento de trabalho da operação de sangria.

4.2. Experimento 2

4.2.1. Produção de borracha

Os valores médios de produção de borracha, em g por árvore por período e em g por árvore por sangria, para os diferentes períodos de exploração, bem como os resultados da análise de variância para o período de exploração convencional, são apresentados na Tabela 33. O número de sangrias realizado no período de exploração precoce foi 64, no tratamento 1. No período de exploração convencional o número de sangrias foi igual para os dois tratamentos, quando foram realizadas 71 sangrias.

No período de exploração precoce, em termos de g por árvore por período, o tratamento 1 do experimento 2 apresentou uma produção de borracha inferior àquela do tratamento 1 do experimento 1 (Tabela 16), enquanto que no

período de exploração convencional a produção foi superior no tratamento 1 do experimento 2. Entretanto, tais diferenças são devidas principalmente a diferenças no número de sangrias, pois as produções em g por árvore por sangria foram bastante similares entre os tratamentos 1 dos dois experimentos. Isto comprova a capacidade do tratamento 1 de manter produções similares em ambientes diferentes.

Na fase de exploração convencional o tratamento 1 manteve uma produção significativamente maior que a produção do controle. A superioridade do tratamento 1 é explicada pelo bom crescimento do tronco das árvores deste tratamento e pelo provável pequeno dano causado ao sistema laticífero pelo sistema de cortes curtos (1/4S), além da maior resposta à sangria, provocada pelo período de exploração precoce. Novamente, os resultados são coincidentes com aqueles do experimento 1.

A produção total dos dois períodos foi superior no tratamento 1, com exploração precoce, em relação ao controle. Verifica-se, coincidentemente com os resultados do experimento 1, que a vantagem da produção inicial e de um amansamento de painel prévio, no sistema de exploração precoce testado, não foi sobreposta pelo crescimento ligeiramente superior na fase de exploração precoce, das planta do controle.

Tabela 33. Médias de produção de borracha, em g por árvore por período, dos dois tratamentos, para os diferentes períodos de exploração, do experimento 2, Fazenda São José, município de Rio Claro-SP.

Tratamentos ¹	Períodos de exploração		
	Precoce 08/11/89 a 18/08/90	Convencional 06/10/90 a 07/08/91	TOTAL 08/11/89 a 07/08/91
1. 1/4S d/3 ET 2,5% 5/y, matinal	851,5 (13,31)	1519,8 a (21,41)	2371,3
Controle	-	1148,0 b (16,17)	1148,0
F (trat.)	-	9,31 **	-
C.V. (%)	-	21,13	-

¹ Todos os tratamentos passaram a ser explorados pelo sistema 1/2 S d/3 6d/7 10m/y ET 2,5% La/Pa 1/1 5/y, em outubro de 1990.

OBS. a) ** significativo ao nível de 1% de probabilidade
 b) Médias seguidas de letras distintas, em uma mesma coluna, apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.
 c) Números entre parenteses representam a produção de borracha em g por árvore por sangria.

4.2.2. Perímetro do tronco

Os valores médios observados de perímetro do tronco (PT) dos tratamentos, para as diferentes datas de mensuração, são apresentados na Tabela 34.

Os valores médios, para cada tratamento, de perímetro relativo de tronco (PRT), calculado entre a 26/10/89 e 18/08/90 (período de exploração precoce) e entre 18/08/90 e 13/08/91 (período de exploração convencional), bem como os resultados da análise de variância de perímetro relativo de tronco, dos dados transformados por arco-seno da raiz quadrada, para o período de exploração precoce e convencional, são apresentados na tabela 35.

O PRT, comparado pelo teste de Tukey, não diferiu significativamente entre os tratamentos, em todas as datas de mensuração, mostrando que a exploração precoce não afetou esta variável, nem reduziu a capacidade de crescimento das plantas, repetindo os resultados do experimento 1.

As plantas do tratamento 1 apresentaram ligeira redução no incremento do perímetro, apesar do seu PRT não diferir significativamente em relação às árvores do controle. Isto ocorreu porque nas plantas do tratamento 1 houve desvio de assimilados para a produção de borracha, que nas plantas do controle não ocorreu durante o período de exploração ou foi menor que do tratamento 1 no período de exploração convencional.

Tabela 34. Médias de perímetro do tronco (PT), em cm, dos dois tratamentos, para as diferentes datas de mensuração, do experimento 2, Fazenda São José, município de Rio Claro-SP.

Tratamentos ¹	Data de mensuração		
	26/10/89	18/08/90	13/08/91
1. 1/4S d/3 ET 2,5% 5/y, matinal	40,6	44,6	49,7
Controle	41,0	45,7	51,0

¹ Todos os tratamentos passaram a ser explotados pelo sistema 1/2 S d/3 6d/7 10m/y ET 2,5% La/Pa 1/1 5/y, em outubro de 1990.

Tabela 35. Médias do perímetro relativo de tronco (PRT) para os períodos de exploração precoce e convencional, do experimento 2, Fazenda São José, município de Rio Claro-SP.

Tratamentos	PRT	
	26/10/89 a 18/08/90 precoce	18/08/90 a 13/08/91 convencional
1. 1/4S d/3 ET 2,5% 5/y, matinal	0,098	0,116
Controle	0,116	0,117
Média	0,107	0,117
F (trat.)	0,74 ns	0,47 ns
C.V. (%)	5,90	4,13

OBS. a) ns não significativo

4.2.3. Espessura de casca

4.2.3.1. Espessura de casca virgem

Os valores médios de espessura de casca virgem (ECV) dos tratamentos, para as diferentes datas de mensuração, e de espessura relativa de casca virgem (ERCV)

calculada entre a primeira e a última data de mensuração, bem como os resultados da análise de variância de ERCV, dos dados transformados por arco-seno da raiz quadrada, são apresentados na tabela 36.

A espessura relativa de casca virgem (ERCV), comparada pelo teste de Tukey, não diferiu significativamente entre os tratamentos. Portanto, a exploração precoce não teve efeito marcante sobre esta variável, igualmente ao que foi observado no experimento 1. Novamente, o tratamento de exploração precoce apresentou uma tendência de reduzir ligeiramente o crescimento da espessura de casca virgem.

O valor do coeficiente de variação (C.V.) obtido na análise de variância da espessura relativa de casca virgem (ERCV), de 17,83% foi inferior àquele obtido no experimento 1, de 36,5% (Tabela 24), em razão da maior uniformidade entre plantas no segundo experimento. De qualquer forma o C.V. de 17,83% ainda é relativamente alto, refletindo novamente a necessidade de um método mais preciso de avaliação do crescimento da espessura de casca virgem.

Tabela 36. Médias de espessura de casca virgem (ECV), em mm, dos dois tratamentos, para as diferentes datas de mensuração, e médias da espessura relativa de casca virgem (ERCV) entre a primeira e a última data de mensuração, do experimento 2, Fazenda São José, município de Rio Claro-SP.

Tratamentos	ECV (mm)			ERCV
	26/10/89	18/08/90	13/08/91	
1. 1/4S d/3 ET 2,5% 5/y, matinal	4,4	5,2	6,0	0,38
Controle	4,4	5,1	6,2	0,40
Média	4,4	5,1	6,1	0,39
F (trat.)	-	-	-	1,92 ns
C.V. (%)	-	-	-	17,83

1 Todos os tratamentos passaram a ser explorados pelo sistema 1/2 S d/3 6d/7 10m/y ET 2,5% La/Pa 1/1 5/y, em outubro de 1990.

OBS. a) ns não significativo

4.2.3.2. Espessura de casca regenerada

Os valores médios observados de espessura de casca regenerada (ECR) do tratamento 1, foram de 4,26 mm em

18/08/90, e de 5,47 mm em 13/08/91. Tais valores são similares àqueles observados no experimento 1 (Tabela 25), na primeira e segunda data de mensuração, mostrando uma equivalência de comportamento entre as plantas do tratamento 1, nos dois casos.

4.2.4. Percentagem de comprimento de corte seco

Durante todo o período experimental, nenhuma das árvores do experimento apresentou sintomas de secamento de painel, nem mesmo em pequena porção do painel.

4.2.5. Relações entre produção e crescimento

O coeficiente de colheita (c) foi de 0,085, portanto bastante similar àqueles dos tratamentos de exploração precoce do experimento 1.

O fator de perda de biomassa (k) foi de 0,098. Este valor é bem maior do que aquele calculado para o tratamento 1 do experimento 1 (0,019), porém inferior aos valores dos demais tratamentos daquele experimento. Apesar do sistema de exploração precoce do tratamento 1 ter concorrido para uma maior perda de biomassa no experimento 2 do que no experimento 1, esta perda não foi tão importante. O maior valor de k no experimento 2 está relacionado às condições ambientais no local, que são menos favoráveis ao crescimento e produção da seringueira, principalmente no que se refere a menor insolação, a menor temperatura do ar, e a fertilidade natural do solo mais baixa.

A proporção de borracha produzida por perda de crescimento (B/PC) foi de 0,4383, inferior àquela do tratamento 1 do experimento 1, porém bastante superior aos demais tratamentos daquele experimento. De qualquer maneira, este valor ainda é bastante favorável, se comparado com valores de outros experimentos (TEMPLETON, 1969) mesmo com plantas em sangria convencional.

De uma maneira geral, os índices obtidos nesse experimento são próximos daqueles calculados para o tratamento 1 do experimento 1, confirmando a similaridade de comportamento do referido sistema de exploração precoce em ambientes diferentes.

4.2.6. Observações adicionais

4.2.6.1. Consumo de casca

O consumo de casca observado no tratamento 1, para o períodos de exploração precoce, foi de 108,2 mm. A estimativa do consumo de casca por corte foi de 1,69 mm. No período de exploração convencional, o consumo de casca foi de 113,8 mm, e a estimativa de consumo de casca por corte de 1,6 mm.

O consumo de casca por sangria, no período de exploração precoce e convencional, situou-se em valores próximos aos recomendados por BERNARDES *et al.* (1990a), e abaixo dos valores observados no experimento 1. Estes dois fatos se devem a um rigoroso controle da operação de sangria

neste experimento.

É importante ressaltar que no reinício da exploração, após a hibernação anual das árvores, uma faixa de casca de aproximadamente 20 mm foi consumida para a reabertura do painel. Portanto este valor deve ser adicionado àquele apresentado no primeiro parágrafo deste item, para o período de exploração convencional, para calcular-se o andamento efetivo do corte de sangria no painel das árvores.

4.2.6.2. Escorrimento de látex

O escorrimento de látex sobre o tronco foi mais frequente do que aquele observado no experimento 1, comparando-se tratamentos e períodos de exploração similares. Isto ocorreu porque nas árvores do experimento 2 a espessura de casca era menor, e ocorria mais frequentemente o molhamento do tronco pela manhã em função da maior umidade relativa neste local.

4.2.6.2. Outras observações

Durante a exploração precoce, nos meses de maio a agosto, período com temperaturas mais baixas e umidade relativa do ar alta, verificou-se a presença de manchas na casca em regeneração logo acima do corte. Foram identificadas doenças fúngicas associadas a estas manchas, porém verificou-se que os danos eram localizados em porções de casca bem delgada. A casca virgem, mais fina em plantas em exploração precoce, pode ser o princípio deste problema. Entretanto, os

mesmos sintomas, porém em menor frequência, foram observados na mesma época e local, em plantas em exploração convencional.

4.3. Discussão complementar

As plantas submetidas à exploração precoce atingiram um perímetro de tronco para entrada em sangria convencional na mesma data que as plantas dos tratamentos controle. Portanto, a produção obtida na exploração precoce foi adicional àquela normalmente obtida. Entretanto, alguns tratamentos de exploração precoce induziram menor crescimento e produção nos períodos posteriores.

O sistema de exploração precoce em 1/4S d/3 6d/7 10m/y ET 2,5% La/Pa 1/1 5/y (tratamento 1) mostrou um bom desempenho, em termos de produção e crescimento das plantas, durante a fase precoce e posteriormente na fase convencional. A repetição do mesmo tratamento, em outro período e local, comprovou os resultados do primeiro experimento. Apesar de todos os indicadores observados no presente estudo mostrarem que os tratamento 1 não ocasionou danos às plantas, nem prejuízo futuro para o seu crescimento e capacidade de produção, efeitos podem ainda aparecer em prazo superior ao contemplado neste trabalho. O efeito negativo da exploração precoce na produção das plantas, nos experimentos de VERNOU & TONNELIER (1985), apareceram somente após quatro anos de exploração convencional. Entretanto,

aquele experimento difere do atual estudo pois, sintomas de secamento de painel apareceram antes da queda relativa da produção na fase convencional, e a exploração precoce foi iniciada em plantas muito pequenas (30 cm de PT).

A evidência do efeito de "amansamento de painel" e resposta à sangria, verificada pelas maiores produções na fase convencional nos tratamentos com exploração precoce, mostra que a estimulação prévia do sistema laticífero em plantas jovens, por diversas maneiras, é um caminho para o incremento da produtividade da seringueira. O uso de reguladores vegetais, para ampliar a estrutura e para estimular a atividade do sistema laticífero no tronco de plantas imaturas, é promissor.

A viabilidade econômica da exploração precoce depende da realidade sócio-econômica vigente. Fatores como o preço da borracha e o custo da mão-de-obra são preponderantes na determinação desta viabilidade. Vale lembrar que o sistema 1/2S d/7 6d/7 10m/y ET 2,5% La/Pa 1/1 5/y (tratamento 2, experimento 1) foi o que apresentou maior produção por árvore por sangria, resultado favorável para a maior rentabilidade do uso da mão-de-obra. Por outro lado, o sistema de exploração precoce em 1/4S d/3 6d/7 10m/y ET 2,5% La/Pa 1/1 5/y (tratamento 1) pode ser adotado para árvores abaixo do padrão de entrada em sangria dentro de uma tarefa de sangria com plantas em exploração convencional pelo

sistema recomendado 1/2S d/3 6d/7 10m/y ET 2,5% La/Pa 1/1 5/y (BERNARDES *et al.*, 1992), pois ambos os sistemas são bastante similares e operacionalmente compatíveis. Esta combinação de plantas em exploração convencional e precoce, em uma mesma tarefa, pode melhorar a rentabilidade da mão-de-obra de sangria em seringais em início de exploração.

O bom desempenho do sistema de exploração precoce com sangria em um quarto de espiral, indica que tal sistema pode ser adaptado para a sangria convencional no cultivar RRIM 600, principalmente para melhorar o crescimento das árvores nos primeiros anos de exploração e reduzir secamento de painel e danos por vento. Os resultados obtidos por KASSIN & HASHIM (1979) também indicam no mesmo sentido. Adicionalmente, pela menor área de casca exposta pela sangria, a incidência de doenças de painel, assim como a de danos por sangria, deve ser menor neste sistema.

O desempenho desfavorável do sistema de exploração com sangria vespertina, foi relacionado com a drenagem de látex provocando estresse hídrico adicional em momento que o crescimento celular é normalmente mais efetivo uma vez que a demanda transpiratória esta bastante reduzida. Esta possível causa apontada não foi investigada no presente estudo, mas merece ser reavaliada. A viabilização de sistemas de exploração vespertinos poderia ampliar significativamente a capacidade de uso da mão-de-obra de sangria.

A menor espessura de casca virgem em relação ao perímetro do tronco, observada no experimento 2 (Tabelas 34 e 36), em comparação com o experimento 1 (Tabelas 17 e 21), pode ser um indicador das condições ambientais menos favoráveis ao crescimento da seringueira no local do experimento 2.

5. CONCLUSÕES

Mantidas as condições do presente estudo, os resultados permitem as seguintes conclusões:

1. O sistema de exploração precoce do tratamento 1 (1/4S d/3 6d/7 10m/y ET 2,5% La/Pa 1/1 5/y, matinal) possibilita uma produção prévia de borracha, a níveis satisfatórios, mantendo um crescimento adequado das plantas.

2. Os sistemas de exploração precoce dos tratamentos 2 (1/2S d/7 6d/7 10m/y ET 2,5% La/Pa 1/1 5/y, matinal), 3 (1/2S d/7 6d/7 10m/y ET 2,5% La/Pa 1/1 5/y, vespertina) e 4 (6PI 70x1 d/2 6d/7 10m/y ET 5% Ga 1/1 10/y, matinal) possibilitam uma produção prévia de borracha, a níveis satisfatórios, porém reduzem o crescimento das plantas.

3. O sistema de exploração precoce com cortes curtos (1/4S d/3 6d/7 10m/y ET 2,5% La/Pa 1/1 5/y, matinal - tratamento 1) viabiliza maior crescimento das plantas.

4. Os sistemas de exploração precoce com mais baixa frequência de sangria, viabilizam produções por árvore por corte maiores que os sistemas com maior frequência.

5. O sistema de exploração com sangria vespertina resulta em menor produção e crescimento das plantas.

6. O sistema de exploração precoce em 1/4S d/3 6d/7 10m/y ET 2,5% La/Pa 1/1 5/y, matinal (tratamento 1), pela sua comprovada capacidade, em ambientes diferentes, de produção precoce sem prejuízo permanente para as plantas, pode ser recomendado para uso em seringais comerciais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHAM, P.D. Introduction of exploitation of *Hevea*. In: **Rubber Research Institute of Malaysia training manual of tapping, tapping systems and yield stimulation on Hevea.** Kuala Lumpur, R.R.I.M., 1980. p.1-15.

ABRAHAM, P.D. & ANTHONY, J.L. Prospects of micro tapping immature rubber. In: R.R.I.M. PLANTERS' CONFERENCE, Kuala Lumpur, 1981. **Proceedings.** Kuala Lumpur, R.R.I.M., 1981. p.93-114.

ABRAHAM, P.D.; BOATMAN, S.G.; BLACKMAN, G.E. POWELL, R.G. Effects of plant growth regulators and other compounds on the flow of latex in *Hevea brasiliensis*. **J. Rubb. Res. Inst. Malaya**, Kuala Lumpur, **18**:211-30, 1964.

ABRAHAM, P.D.; WYCHERLEY, P.R.; PAKIANATHAN, S.W. Stimulation of latex flow in *Hevea brasiliensis* by 4-amino-3,5,6-trichloropicolinic acid and 2-chloroethanephosphonic acid. **J. Rubb. Res. Inst. Malaya**, Kuala Lumpur, **20**:291-305, 1968.

ABRAHAM, P.D.; BLECOWE, J.W.; CHUA, S.E.; GOMEZ, J.B.; MOIR, G.F.J.; PAKIANATHAN, S.W.; SEKAR, B.C. SOUTHORN, W.A.; WYCHERLEY, P.R. Novel stimulants and procedures in the exploitation of *Hevea*. II. Pilot trial using 2-chloroethyl-phosphonic acid (ethephon) and acetylene with various tapping systems. **J. Rubb. Res. Inst. Malaya**, Kuala Lumpur, **23**:90-113, 1971a.

ABRAHAM, P.D.; BLECOWE, J.W.; CHUA, S.E.; GOMEZ, J.B.; MOIR, G.F.J.; PAKIANATHAN, S.W.; SEKAR, B.C. SOUTHORN, W.A.; WYCHERLEY, P.R. Novel stimulants and procedures in the exploitation of *Hevea*. III. Comparison of alternative methods of applying stimulants. **J. Rubb. Res. Inst. Malaya**, Kuala Lumpur, **23**:114-37, 1971b.

ABRAHAM, P.D. & ANTHONY, J.L.; GOMEZ, J.B.; SIVAKUMARAN, S.; HASHIM, I. Towards automated tapping of *Hevea*. In: R.R.I.M. PLANTERS' CONFERENCE, Kuala Lumpur, 1979. **Proceedings**. Kuala Lumpur, R.R.I.M., 1979. p.182-200.

BANCHI, Y. & POLINIÉRE, J.P. Effects of mineral introduced directly into the wood and of acetylene applied to the bark of *Hevea*. **J. Rubb. Res. Inst. Malaya**, Kuala Lumpur, **21**:192-206, 1969.

- BAPTIST, E.D.C. Plant hormone. **J. Rubb. Res. Inst. Malaya**, Kuala Lumpur, **9**(1):17-39, 1939.
- BAPTIST, E.D.C. & DE JONGE, P. Stimulations of yield in *Hevea brasiliensis*. II. Effects of synthetic growth substances on yield and on bark renewal. **J. Rubb. Res. Inst. Malaya**, Kuala Lumpur, **14**:362-82, 1955.
- BEALING, F.J. & CHUA. S.E. Output, composition and metabolic activity of *Hevea* latex in relation to tapping intensity and the onset of brown bast. **J. Rubb. Res. Inst. Malaya**, Kuala Lumpur, **23**:204-11, 1972.
- BERNARDES, M.S. & FURIA, L.R.R. Notação dos sistemas de exploração da seringueira. In: BERNARDES, M.S., ed. **Sangria da seringueira**. Piracicaba, ESALQ/FEALQ, 1990. p.89-109.
- BERNARDES, M.S.; SILVA, M.L.M. da; PACITTI, M.O.M. Operacionalização da exploração do seringal. In: BERNARDES, M.S., ed. **Sangria da seringueira**. Piracicaba, ESALQ/FEALQ, 1990a. p.127-47.

BERNARDES, M.S.; VEIGA, A.S.; FONSECA FILHO, H. Brazilian rubber market. In: INTERNATIONAL RUBBER FORUM, 32., Ottawa, 1990. **Proceedings**. London, International Rubber Study Group, 1990b. p.83-100.

BERNARDES, M.S.; VIRGENS FILHO, A.C.; CASTRO, P.R.C. Fatores condicionantes dos sistemas de exploração da seringueira para o Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SERINGUEIRA, 2., Piracicaba, 1987. **Anais**. Piracicaba, USP/ESALQ, Departamento de Agricultura, 1990c. p.273-332.

BERNARDES, M.S.; CASTRO, P.R.C.; FURTADO, E.L.; SILVEIRA, A.P. **Sangria de seringueira**. 2.ed. Piracicaba, PCAP/USP, 1992. 45 p. (Informativo Técnico, 8)

BERNARDES, M.S.; CASTRO, P.R.C.; MARTINS, A.N. **Formação da copa e resistência de árvores ao vento: modelo da seringueira**. Piracicaba, 1995. 132 p. (mimeografado)

BOATMAN. S.G. Preliminary physiological studies on the promotion of latex flow by plant-growth substances. **J. Rubb. Res. Inst. Malaya**, Kuala Lumpur, **19**:243-58, 1966.

BUTTERY, B.R. & BOATMAN. S.G. Effect of tapping, wounding and growth regulators on turgor pressure in *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. **J. Exp. Bot.**, London, **18**:644-59, 1967.

BUTTERY, B.R. & BOATMAN. S.G. Déficits hídricos e fluxo de látex. In: KOZLOWSKI, T.T., ed. **Water deficits and plant growth**. Academic Press, New York. Trad. HIPOLITO, P.C. Fundação Cargill, Campinas, 1985. 120 p.

CAMPOS, H. **Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar**. São Paulo, FEALQ, 1984. 292 p.

CARDOSO, M. **Produtividade e desenvolvimento de híbridos Tjir 1 x Tjir 16 de seringueira em Pindamonhangaba**. Campinas, IAC, 1978. 7 p. (Circular, 85)

CASTRO, P.R.C. & VIRGENS FILHO, A.C. Fisiologia da seringueira. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SERINGUEIRA, 1., Piracicaba, 1986. Campinas, Fundação Cargill, 1986. p.253-70.

CASTRO, P.R.C.; BERNARDES, M.S.; VIRGENS FILHO, A.C. Uso de estimulantes na exploração de seringais. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SERINGUEIRA, 2., Piracicaba, 1987. **Anais**. Piracicaba, USP/ESALQ, Departamento de Agricultura, 1990. p.253-72.

CEPLAC/EMBRAPA. **Sistema de produção de seringueira para a região Sul da Bahia**. Ilhéus, CEPLAC/EMBRAPA, 1983. 48 p.

CHAPMAN, G.W. Plant hormones and yield in *Hevea brasiliensis*. **J. Rubb. Res. Inst. Malaya**, Kuala Lumpur, **19**:277-81, 1965.

CHUA, S.E. Physiological changes in *Hevea* trees under intensive tapping. **J. Rubb. Res. Inst. Malaya**, Kuala Lumpur, **20**:100-5, 1967.

COMPAGNON, P. & TIXTER, R. Sur une possibilité d'améliorer la production d'*Hevea brasiliensis* par l'apport d'oligo-éléments. **Rev. Gén. Caout. Plast.**, Paris, **27**:525-26, 591-94 e 663-5, 1950.

CONVENIO Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, IAC, Divisão de Solos, Seção de Pedologia. **Aptidão Agrícola das Terras do Estado de São Paulo**. Escala 1:100.000, 1983. Quadrícula de São Carlos, SF 23-Y-A-I e Quadrícula de Araras, SF 23-Y-A-II.

d'AUZAC, J. & JACOB, J.L. Physiology of the laticiferous system in *Hevea*. In: COLLOQUE HEVEA: EXPLOTATION, PHYSIOLOGY, AMÉLIORATION DE l'IRRDB, Montpellier, 1984. **Proceedings**. Montpellier, IRRDB, 1984. p.63-79.

DE JONGE, P. Intensive tapping of mature rubber. In: NATURAL RUBBER RESEARCH CONFERENCE, Kuala Lumpur, 1960. **Proceedings**. Kuala Lumpur, RRIM, 1960. p.211-23.

DE JONGE, P. Exploitation of *Hevea*. **J. Rubb. Res. Inst. Malaya**, Kuala Lumpur, **21**:283-91, 1969.

EMBRATER. **Manual técnico**: cultura da seringueira, Norte. Brasília, EMBRATER, 1981. 218 p.

ESCHBACH, J.M. & TONNELIER, M. Influence of the method of stimulation, the concentration of the stimulant and the frequency of its application on the yield of GT 1 in Ivory Cost. In: COLLOQUE HEVEA: EXPLOTATION, PHYSIOLOGY, AMÉLIORATION DE l'IRRDB, Montpellier, 1984. **Proceedings**. Montpellier, IRRDB, 1984. p.295-305.

ESCHBACH, J.M.; LACROTTE, R.; SERRES, E. Conditions which favour the onset of brown bast. In: d'AUZAC, J.; JACOB, J.L.; CHRESTIN, H., eds. **Physiology of rubber tree latex**. Boca Raton, CRC Press Inc., 1989. p.443-58.

FUNDAÇÃO Instituto Brasileira de Geografia e Estatística. Folha topográfica de Votuporanga e de Araras. In: Fundação IBGE, Carta do Brasil Escala 1:50.000, 1ª edição, Rio de Janeiro, Diretoria de Geodésia e Cartografia, 1971.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 8. ed. Piracicaba, Livraria Nobel SA, 1978. 430 p.

GOMEZ, J.B. **Anatomy of Hevea and its influence on latex production**. Kuala Lumpur, Malaysian Rubber Research and Development Board, 1982. 54 p. (MRRDB Publication, 15)

- GOMEZ, J.B.; SIVANADYAN, K. LEONG, S.K. GHANDIMATHI, H. The concept of harvest index as applied to Hevea. **Journal of Natural Rubber Research**, 4(2):86-92, 1989.
- HAINES, W.B. A method for foliage comparisons in field experiments with Hevea. **Empire Journal of Experimental Agriculture** (actual **Expt. Agric.**), Cambridge, 10:117-24, 1942.
- HASHIM, I. Exploitation of Hevea: an introduction. In: YUSOFF, A.J. BIN H. ed. **RRIM training manual on tapping, tapping systems and yield stimulation on Hevea**. Kuala Lumpur, R.R.I.M., 1989. p.1-24.
- HASHIM, I.; NG, T.C.P.; CHEW, O.K.; ABRAHAM, P.D.; ANTHONY, J.L. Microtapping and the development of Micro-X system. In: R.R.I.M. PLANTERS' CONFERENCE, Kuala Lumpur, 1979. **Proceedings**. Kuala Lumpur, R.R.I.M., 1979. p.128-59.
- HUNT, L.K. Response of selected clones to premature tapping. In: R.R.I.M. PLANTERS' CONFERENCE, Kuala Lumpur, 1983. **Preprint**, 10. Kuala Lumpur, R.R.I.M., 1983. 12 p.

INSTITUT DE RECHERCHE SUR LE CAOUTCHOUC. Essai de saignée précoce sur GT 1. In: RAPPORT DU PREMIER SEMESTRE 1982: Serie Agronomie/Physiologie. IRCA, Côte d'Ivoire, 1982. p.62.

INSTITUT DE RECHERCHE SUR LE CAOUTCHOUC. Essai de saignée précoce sur GT 1. In: RAPPORT DU PREMIER SEMESTRE 1983: Serie Agronomie/Physiologie. IRCA, Côte d'Ivoire, 1983. p.62-68.

INSTITUT DE RECHERCHE SUR LE CAOUTCHOUC. Exploitation de l'Hévéa. In: RAPPORT ANNUAL 1985. IRCA, Paris, 1986. p.86-126.

JACOB, J.L. Particularites de la glycolyse et de sa regulation au sein du latex d'*Hevea brasiliensis*. **Physiol. Veg.**, Abidjan, **8**:395-411, 1970.

JACOB, J.L.; ESCHBACH, J.M.; PREVOT, J.C.; ROUSSEL, D. LACROTTE, R.; CRESTIN, H.; d'AUZAC, J. Physiological basis for latex diagnosis of the functioning of the laticiferous system in rubber trees. R.R.I.M. INTERNATIONAL RUBBER CONFERENCE, Kuala Lumpur, 1985. **Proccedings**. Kuala Lumpur, R.R.I.M., 1985. p.43-52.

KASSIN, D.B. & HASHIM, Y.B. Exploitation systems for East Coast rubber-Preliminary results. In: R.R.I.M. PLANTERS' CONFERENCE, Kuala Lumpur, 1979. **Proceedings**. Kuala Lumpur, R.R.I.M., 1979. p.110-27.

LACROTTE, R.; VAN DE SYPE, H.; CHRESTIN, H. Sugar loading and metabolism in laticiferous cells. Effect of ethephon stimulation. In: COLLOQUE HEVEA: EXPLOTATION, PHYSIOLOGY, AMÉLIORATION DE l'IRRDB, Montpellier, 1984. **Proceedings**. Montpellier, IRRDB, 1984. p.155-67.

LEE, C.K. Tapping systems for young rubber. In: **RRIM refresher course on tapping**. Kuala Lumpur, RRIM, 1975. p.16-21.

LUCKMAN. International notation for exploitation systems. In: SETHURAJ, M.R. & MATHEW, N.M., ed. **Natural rubber: biology, cultivation and technology**. Amsterdam, Elsevier, 1992. Cap. 13, p.282-97.

MARTINS, A.L.C.; CASTRO, P.R.C.; APPEZZATO, B.; BERNARDES, M.S. Transpiração, frequência estomática e turgescência do tronco de cultivares de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). **Ecossistema**, Esp. Santo do Pinhal, **17**:17-28, 1992.

- MILFORD, G.F.J.; PAARDEKOOPEL, E.C.; HO, C.Y. Latex vessel plugging: its importance to yield and clonal behaviour. **J. Rubb. Res. Inst. Malaya**, Kuala Lumpur, **21**:274-82, 1969.
- MORAES, V.H.F. Minisangria da seringueira. Ensaioa preliminares com o clone Fx 25. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, **13**(1):1-8, 1978.
- MORAES, V.H.F. **Sangria precoce por punturas**. Manaus, EMBRAPA/CNPSD, 1985. 35 p. (Circular Técnica, 6).
- NINANE, F. Les aspects ecophysiologicals de la productivite chez *Hevea brasiliensis* Muell. Arg., au Cambodge. Louvain, 1970. 309 p. (Doutorado - Faculté de Science Agronomiques/Universite Catholique de Louvain)
- NG, E.K.; ABRAHAM, P.D.; CHIN, P.T.; KANG, L.C. Exploitation of modern *Hevea* clones. **J. Rubb. Res. Inst. Malaya**, Kuala Lumpur, **21**:292-329, 1969.
- NG, K.; P'NG, T.C.; LEE, C.K. Tapping systems for young rubber. **Plrs.' Bull. Rubb. Res. Inst. Malaya**, Kuala Lumpur, **111**:286-315, 1970.

- NG, C.S.; NG, A.P.; YOON, P.K. Economics of early opening. In: R.R.I.M. PLANTERS' CONFERENCE, Kuala Lumpur, 1972. **Proceedings**. Kuala Lumpur, R.R.I.M., 1972. p.34-57.
- ORTOLANI, A.A. Agroclimatologia e cultivo da seringueira. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SERINGUEIRA, 1., Piracicaba, 1986. Campinas, Fundação Cargill, 1986. p.11-32.
- ORTOLANI, A.A.; PEDRO JUNIOR, M.J.; ALFONSI, R.R.; CAMARGO, M.B.D.; BRUNINI, O. Aptidão agroclimática para regionalização da heveicultura no Brasil. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE RECOMENDAÇÕES DE CLONES DE SERINGUEIRA, 1. Brasília, 1982. **Anais**, Brasília, EMBRAPA, 1983. p.17-28.
- OSBORNE, D.J. & SARGENT, J.A. A model for the mechanism of stimulation of látex flow in *Hevea brasiliensis* by ethylene. **Ann. Appl. Biol.**, Cambridge, **78**:83-8, 1974.
- PAARDEKOOOPER, E.C. Exploitation of the rubber tree. In: WEBSTER, C.C. & BAULKWILL, W.J., ed. **Rubber**. New York, John Wiley & Sons, Inc., 1989. Cap. 9, p.349-414, (Tropical Agriculture Series)

PAARDEKOOOPER, E.C. & SAMOSORN, S. Clonal variation in latex flow patterns. **J. Rubb. Res. Inst. Malaya**, Kuala Lumpur, **21**:264-73, 1969.

PAARDEKOOOPER, E.C. & SOOKMARK, S. Diurnal variation in latex yield and dry rubber content and relation to saturation deficit of air. **J. Rubb. Res. Inst. Malaya**, Kuala Lumpur, **21**:341-47, 1969.

PAKIANATHAN, S.W. Determination of osmolarity of small latex samples by vapour pressure osmometer. **J. Rubb. Res. Inst. Malaya**, Kuala Lumpur, **20**:23-40, 1967.

PAKIANATHAN, S.W. Physiology of latex flow and water relations. In: **Rubber Research Institute of Malaysia training manual of tapping, tapping systems and yield stimulation on Hevea**. Kuala Lumpur, R.R.I.M., 1980. p.27-41.

PAKIANATHAN, S.W. & MILFORD, G.F.J. Changes in the bottom fraction contents of latex during flow in *Hevea brasiliensis*. **J. Rubb. Res. Inst. Malaya**, Kuala Lumpur, **23**:391-400, 1977.

- PAKIANATHAN, S.W.; TATA, S.J.; LOW, F.C.; SETHURAJ, M.R.
Certain aspects of physiology and biochemistry of latex production. In: SETHURAJ, M.R. & MATHEW, N.M., ed. **Natural rubber**: biology, cultivation and technology. Amsterdam, Elsevier, 1992. Cap. 14, p.298-323.
- PEREIRA, J da P. Formação de mudas de seringueira. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SERINGUEIRA, 1., Piracicaba, 1986. Campinas, Fundação Cargill, 1986. p.139-64.
- PINHEIRO, F.S.V. Sangria por puntura em seringueira (*Hevea* spp). I. Ensaios exploratórios com o clone IAN 717. **B. Técnico FCAP**, Belém, 13:33-45, 1983.
- PREMAKUMARI, D. & PANIKKAR, A.O.N. Anatomy and ultracytology of latex vessels. In: SETHURAJ, M.R. & MATHEW, N.M., ed. **Natural rubber**: biology, cultivation and technology. Amsterdam, Elsevier, 1992. Cap. 4, p.67-87.
- RAMACHANDRAN, P. & LEE, T.P. Preliminary results of SOCFIN puncture tapping trials. In: R.R.I.M. PLANTERS' CONFERENCE, Kuala Lumpur, 1979. **Proceedings**. Kuala Lumpur, R.R.I.M., 1979. p.166-81.

RIBAILLIER, D. Importance des lutoïdes dans l'écoulement du latex: Action de la stimulation. **Rev. Gén. Caout. Plast.**, Paris, **47**:305-10, 1970.

RIBAILLIER, D. Quelques aspects du rôle des lutoïdes dans la physiologie et l'écoulement du latex d'*Hevea brasiliensis* (Kanth) Muell. Arg. Action de produits liberant de l'éthylène. **Hort. Abstr.**, Wallington, **43**:9216, 1972.

RIBAILLIER, D. & d'AUZAC, J. Nouvelles perspectives de stimulation hormonale de la production chez l'*Hevea brasiliensis*. **Rev. Gén. Caout. Plast.**, Paris, **47**:433-9, 1970.

RODRIGUES, F.M. & TINÓCO, P.B. **Densidade inicial de exploração em seringal de cultivo**. Manaus, CNPSD/EMBRAPA, 1984. 7 p. (Comunicado Técnico, 35)

RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYSIA. **Reduction of immature period of rubber for smalholders**. Kuala Lumpur, R.R.I.M., 1974. 91 p.

SÁ, T.D. de A. Avaliação ecofisiológica de seringueiras (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) submetidas a diferentes intensidades de sangria, em ambientes contrastantes no Estado de São Paulo. Campinas, 1991. 114 p. (Doutor em Ciências - Universidade Estadual de Campinas).

SAID, M.A.,. International tapping notation. In: YUSOFF, A.J. BIN H. ed. **RRIM training manual on tapping, tapping systems and yield stimulation on Hevea**. Kuala Lumpur, R.R.I.M., 1989. p.52-70.

SETHURAJ. M.R. Yield components of *Hevea brasiliensis*: Theoretical considerations. **Plant Cell Environ.**, 4:81-3, 1981.

SETHURAJ. M.R. Yield components in *Hevea brasiliensis*. In: SETHURAJ, M.R. & MATHEW, N.M., ed. **Natural rubber: biology, cultivation and technology**. Amsterdam, Elsevier, 1992. Cap. 7, p.137-163.

SETHURAJ. M.R.; GEORGE P.J.; SULOCHANAMMA, S. Physiological studies on yield stimulation of *Hevea brasiliensis*. In: INTERNATIONAL RUBBER CONFERENCE, Kuala Lumpur, 1975. **Proceedings**. Kuala Lumpur, R.R.I.M., 1975. p.280-9.

- SHEPPERD, W.D. **An instrument for measuring tree crown width.**
Fort Collins, USDA Forest Service, 1973. 3 p. (USDA Forest Service Research Note RM, 229)
- SHORROCKS, V.M.; TEMPLETON, J.K.; IYER, G.C. Mineral nutrition, growth and nutrient cycle of *Hevea brasiliensis*. III. The relationship between girth and shoot dry weight. **J. Rubb. Res. Inst. Malaya**, Kuala Lumpur, **19**:85-92, 1965.
- SIVAKUMARAN, S. Less labour intensive exploitation methods.
In: **Rubber Research Institute of Malaysia short course on tapping, tapping systems and yield stimulation on Hevea.** Kuala Lumpur, R.R.I.M., 1978. p.166-82.
- SIVAKUMARAN, S. Effect of stimulation system on growth of rubber. In: **Rubber Research Institute of Malaysia training manual of tapping, tapping systems and yield stimulation on Hevea.** Kuala Lumpur, R.R.I.M., 1980. p.249-67.
- SIVAKUMARAN, S. Prophylactic method to control brown bast and exploitation of dry trees. In: YUSOFF, A.J. BIN H. ed. **RRIM training manual on tapping, tapping systems and yield stimulation on Hevea.** Kuala Lumpur, R.R.I.M., 1989a. p.39-51.

SIVAKUMARAN, S. Development of novel tapping systems for automated tapping. In: YUSOFF, A.J. BIN H. ed. **RRIM training manual on tapping, tapping systems and yield stimulation on Hevea**. Kuala Lumpur, R.R.I.M., 1989b. p.217-23.

SIVAKUMARAN, S. & PAKIANATHAN, S.W. Evaluation of exploitation systems incorporating tapping and stimulation rest. In: R.R.I.M. PLANTERS' CONFERENCE, Kuala Lumpur, 1983. **Preprint**. R.R.I.M., Kuala Lumpur, 1983a. 23 p. (mimeografado)

SIVAKUMARAN, S. & PAKIANATHAN, S.W. Studies on tree dryness.I. A simple and rapid method of inducing dryness in *Hevea* trees. **J. Rubb. Res. Inst. Malaysia**, Kuala Lumpur, **31**:88-101, 1983b.

SIVAKUMARAN, S.; HASHIM, O.; ZARIN, A.; HASHIM, I.; P'NG TAT CHIN; ABRAHAM, P.D. RRIM trials on stimulation of young rubber. In: R.R.I.M. PLANTERS' CONFERENCE, Kuala Lumpur, 1981. **Preprint**, 1. Kuala Lumpur, R.R.I.M., 1981. 33 p.

SIVAKUMARAN, S.; PAKIANATHAN, S.W.; ABRAHAM, P.D. Long-term Ethephon stimulation.II. Effect of continuous Ethephon stimulation with low frequency tapping systems. **J. Rubb. Res. Inst. Malaysia**, Kuala Lumpur, **30**:174-96, 1982.

SIVAKUMARAN, S.; PAKIANATHAN, S.W.; ABRAHAM, P.D. Continuous yield stimulation-plausive cause for yield decline. **J. Rubb. Res. Inst. Malaysia**, Kuala Lumpur, **32**:119-43, 1984.

SIVAKUMARAN, S.; HASHIM, I.; ABRAHAM, P.D. The effect of direction of tapping and position of cut on yield. **J. Rubb. Res. Inst. Malaysia**, Kuala Lumpur, **33**:83-104, 1985.

SOUTHORN, W.A. & GOMEZ, J.B. Latex flow studies. VII. Influence of lenght of tapping cut on latex flow pattern. **J. Rubb. Res. Inst. Malaya**, Kuala Lumpur, **23**:15-20, 1970.

STATISTICAL Analysis System Institute. **SAS/STAT User's guide, version 6.0**. 4.ed. Cary, NC, SAS Institute, 1989. 846 p.

TAN, K.J.; CHAN, H.Y.; CHIAH, H.S. Observations on early stimulations under estate practice: preliminary results. In: R.R.I.M. PLANTERS' CONFERENCE, Kuala Lumpur, 1983. **Preprint**, 11. Kuala Lumpur, R.R.I.M., 1983. 25 p.

- TAYSUM, D.H. Effect of ethylen oxide on the tapping of *Hevea brasiliensis*. **Nature**, London, **191**:1319-20, 1961.
- TEMPLETON, J.K. Partition of assimilates. **J. Rubb. Res. Inst. Malaya**, Kuala Lumpur, **21**:259-263, 1969.
- TONNELIER, N. Saignée a faible intensite compensée par la stimulation. **Rev. Gén. Caout. Plast.**, Paris, **613**:137-42, 1981.
- TUPY, J. The level and distribution pattern of latex sucrose along the trunk of *Hevea brasiliensis*. **Physiol. Veg.**, Abidjan, **11**:1-11, 1973a.
- TUPY, J. The activity of latex invertase and latex production in *Hevea brasiliensis*. **Physiol. Veg.**, Abidjan, **11**:633-41, 1973b.
- TUPY, J. Influence de la stimulation hormonale de la production sur la teneur en saccharose du latex d'*Hevea brasiliensis*. **Rev. Gén. Caout. Plast.**, Paris, **50**:311-4, 1973c.
- TUPY, J. Possibilité d'exploitation de l'*Hevea* par micro saignée. **Rev. Gén. Caout. Plast.**, Paris, **50**:620-3, 1973d.

VERNOU, P. de & TONNELIER, M. Production de l'hévéa: effect néfaste d'une saignée précoce. **Rev. Gén. Caout. Plast.**, Paris, **654**:89-93, 1985.

VIEIRA, S. & HOFFMANN, R. **Estatística experimental**. São Paulo, Atlas, 1989. 179 p.

VIRGENS FILHO, A.C. Sangria por puntura no cultivar RRIM 600 no planalto paulista. Piracicaba, 1986. 88 p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

VIRGENS FILHO, A.C. & CASTRO, P.R.C. Sangria da seringueira (*Hevea* spp). In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SERINGUEIRA, 1., Piracicaba, 1986. Campinas, Fundação Cargill, 1986. p.271-315.

VIRGENS FILHO, A.C.; BERNARDES, M.S.; CASTRO, P.R.C. Recente enfoque sobre a exploração precoce da seringueira (*Hevea* spp.). In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SERINGUEIRA, 2., Piracicaba, 1987. **Anais**. Piracicaba, USP/ESALQ, Departamento de Agricultura, 1990. p. 328-343.

WAIIDYANATHA, U.P. de S. & ANGAMMANA, D.K. Early exploitation of *Hevea* rubber trees by puncture and short cut tappings. **Expl. Agric.**, Cambridge, **17**:303-9, 1981.

WYCHERLEY, P.R. Tapping and partition. **J. Rubb. Res. Inst.**
Malaysia, Kuala Lumpur, **24**:169-94, 1976.

WRIGHT, H. **Hevea brasiliensis or Para rubber**: Its botany,
cultivation, chemistry and diseases. 3.ed. Colombo, A.M.
& J. Ferguson, 1908. 204 p.

ZONEAMENTO Agrícola do Estado de São Paulo. São Paulo,
Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, 1977.
2v. 131 p.