

[REDACTED]

MARIO COUQUITI KITAMURA

INFLUÊNCIA DOS NÍVEIS DE NITROGÊNIO, FÓSFORO,  
POTÁSSIO E MAGNÉSIO NO DESENVOLVIMENTO DA  
SERINGUEIRA JOVEM (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.)  
EM UM SOLO SOB CERRADO DE MATO GROSSO DO SU

Dissertação apresentada à Escola Superior  
de Agricultura de Lavras, como parte das  
exigências do Curso de Pós-Graduação  
em Agronomia área de concentração Fi-  
to do grau de MESTRE.

[REDACTED]

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS  
LAVRAS - MINAS GERAIS  
1992

MÁRIO COQUITI KITAMURA

INFLUÊNCIA DOS NÍVEIS DE NITROGÊNIO, FÓSFORO,  
POTÁSSIO E MAGNÉSIO NO DESENVOLVIMENTO DA  
SERINGUEIRA JOVEM (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.)  
EM UM SOLO SOB CERRADO DE MATO GROSSO DO SUL

Dissertação apresentada à Escola Superior de  
Agricultura de Lavras, para obtenção do  
grau de Mestrado em Ciências Agrárias, na  
especialidade de Agronomia, sob a orientação do  
Mestre José de Mestrre.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS  
LAVRAS - MINAS GERAIS

1992

INFLUÊNCIAS DOS NÍVEIS DE NITROGÊNIO, FÓSFORO, POTÁSSIO  
E MAGNÉSIO NO DESENVOLVIMENTO DA SERINGUEIRA JOVEM  
(*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) EM UM SOLO SOB  
CERRADO DE MATO GROSSO DO SUL

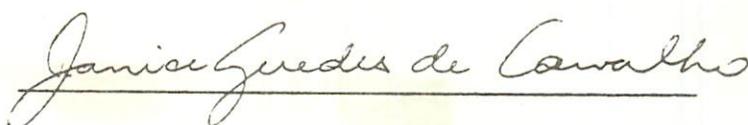
Aprovada: 10 de julho de 1992



---

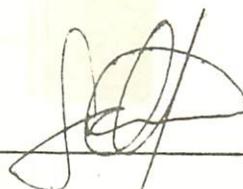
Prof. Nelson Ventorin

(Orientador)



---

Prof<sup>ª</sup>. Janice Guedes de Carvalho



---

Prof. Antonio Cláudio Davide

DEDICO

A minha esposa Katia.

Aos meus filhos Filipe e Junior

Aos meus pais, Hideiti "in memoriam"

e Aika Kitamura "in memoriam".

## AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL, pelo ensino e pela atualização técnica.

À Empresa de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural de Mato Grosso do Sul - EMPAER, pela oportunidade para a realização do curso.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, pela concessão da bolsa de estudo, pelo convênio EMBRAPA/EMPAER, na pessoa do pesquisador Rômulo Porcaro de Miranda pelo trabalho experimental.

Ao professor Nelson Ventorin, pela orientação no desempenho deste trabalho.

Aos professores Antônio Cláudio Davide, Janice Guedes de Carvalho e Gilnei de Souza Duarte, pelas valiosas sugestões e amizade.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

MARIO COUQUITI KITAMURA, filho de Hideiti Kitamura e Aika Kuzuda Kitamura, nasceu em Caiabú, São Paulo, em 26 de novembro de 1954.

Em julho de 1977, graduou-se em Agronomia, pela Universidade Federal do Paraná - UFPr.

Em 1978, foi contratado pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Mato Grosso, hoje EMPAER.

Em março de 1990, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, na Escola Superior de Agricultura de Lavras.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	4
2.1. Crescimento e necessidade nutricional da seringueira .....	4
2.2. Avaliação da necessidade de adubação .....	7
2.3. Efeito de fertilizantes sobre o crescimento da seringueira .....	10
2.4. Efeito dos fertilizantes sobre a concentração de nutrientes nas folhas .....	16
2.5. Efeito dos fertilizantes sobre os teores de nutrientes no solo .....	23
2.6. Alumínio tóxico, sua influência no solo e planta .	26
2.7. Efeito dos fertilizantes e cobertura sobre as propriedades físico-químicas dos solos .....	28
3. MATERIAL E METODOS .....	31
3.1. Caracterização da área experimental .....	31
3.2. Detalhe do experimento .....	34

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	39
4.1. Influência dos níveis de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio sobre algumas características químicas do solo .....	39
4.2. Influência dos níveis de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio sobre as concentrações desses nutrientes nas folhas da seringueira .....	51
4.2.1. Nitrogênio .....	51
4.2.2. Fósforo .....	53
4.2.3. Potássio .....	55
4.2.4. Magnésio .....	59
4.3. Influência dos níveis de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio sobre o desenvolvimento da seringueira .....	61
4.3.1. Circunferência do tronco .....	61
4.3.2. Espessura da casca .....	67
5. CONCLUSÕES .....	69
6. RESUMO .....	71
7. SUMMARY .....	74
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	75

## LISTA DE QUADROS

QUADRO		PÁGINA
1	Peso de matéria seca e nutrientes contidos em 446 árvores de seringueira por hectare (HAAG et alii, 1982) .....	5
2	Critérios para interpretação, tomando por base análise química dos solos (BUENO et alii, 1979) .....	9
3	Critérios para interpretação, tomando por base análise química dos solos para seringueiras no Sul da Bahia (MIRANDA et alii, 1975) .....	9
4	Resultado da análise química e textural do solo da área experimental .....	32
5	Distribuição média das chuvas, de janeiro a dezembro, período de 84 a 91, Bandeirantes-MS .....	33
6	Quantidades de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio, aplicadas nos cinco primeiros anos. Camapuã-MS, 1992 .....	35

## QUADRO

7	Efeito da aplicação dos níveis de nitrogênio, sobre as características químicas do solo nos primeiros cinco anos após o plantio da seringueira. Camapuã-MS, 1992 .....	40
8	Efeito da aplicação dos níveis de fósforo, sobre as características químicas do solo, nos primeiros cinco anos após o plantio da seringueira. Camapuã-MS, 1992 .....	43
9	Efeito da aplicação dos níveis de potássio sobre as características químicas do solo nos primeiros cinco anos após o plantio da da seringueira. Camapuã-MS, 1992 .....	46
10	Efeito da aplicação dos níveis de magnésio sobre as características químicas do solo nos primeiros cinco anos após o plantio da seringueira. Camapuã-MS, 1992 .....	49
11	Influência dos níveis de nitrogênio sobre as concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio nas folhas da seringueira nos primeiros cinco anos após o plantio. Camapuã-MS, 1992 .....	52
12	Influência dos níveis de fósforo sobre as concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio nas folhas da seringueira nos primeiros cinco anos após o plantio. Camapuã-MS, 1992 .....	54

QUADRO		PÁGINA
13	Influência dos níveis de potássio sobre as concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio nas folhas da seringueira nos primeiros cinco anos após o plantio .....	57
14	Influência dos níveis de magnésio sobre as concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio nas folhas da seringueira nos primeiros cinco anos após o plantio. Camapuã-MS, 1992 .....	60
15	Circunferência do tronco da seringueira em resposta a aplicação dos níveis de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio no período de cinco anos após o plantio. Camapuã-MS, 1992 .....	62
16	Taxa de incremento do tronco da seringueira em função do nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio nos primeiros cinco anos após o plantio. Camapuã-MS, 1992 .....	63
17	Influência dos níveis de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio sobre a espessura da casca (E.C.) do tronco em árvores de seringueira com cinco anos de idade, medidas a 1,30m da união do enxerto. Camapuã, 1992.	68

## 1. INTRODUÇÃO

A produção brasileira de borracha natural tem sofrido flutuações ao longo dos anos, enquanto que o consumo tem crescido linearmente. No ano de 1987 a produção alcançou 26,6 mil toneladas e o consumo foi de 115,3 mil t., havendo portanto uma necessidade de importação da ordem de 85,8 mil t. para atender essa demanda (ANUÁRIO ESTATÍSTICO MERCADO DA BORRACHA NO BRASIL, 1987).

Para reverter esse quadro, alguns programas foram desenvolvidos, tais como: Programa de Incentivo à Produção de Borracha Natural (PROBOR I) em 1972, com meta de implantação de 18.000 ha de seringais de cultivo até 1976. Em 1977 foi lançado o PROBOR II, com o objetivo de propiciar ao Brasil a autosuficiência em borracha natural, com meta de implantação de 120.000 ha de seringais de cultivo até 1981. Em 1982 foi lançado o PROBOR III, com o objetivo de consolidar a autosuficiência e criar excedentes exportáveis de borracha natural, com implantação de 250.000 ha de seringais de cultivo até 1987. Apesar de todo esse incentivo a implantação de

seringal de cultivo não tem sido uma tarefa fácil, porque inúmeros foram os problemas apresentados que somente seriam superados através de programas de pesquisa, tais como: clones de alta produção, resistência a doenças, adaptação edafoclimática, nutrição e adubação.

Dentre os itens acima citados, a adubação da seringueira tem causado muita discussão e controvérsia por apresentar alta capacidade de adaptação aos solos ácidos e de características químicas adversas. No entanto a cultura apresenta boas respostas a aplicação de fertilizantes e de armazenar durante o seu desenvolvimento consideráveis quantidades de nutrientes nos seus órgãos e tecidos, SHORROCKS (1965b).

As pesquisas de seringueira no Brasil tem dado ênfase as áreas de melhoramento e fitopatologia em detrimento da nutrição e da adubação, razão pela qual, existem poucas informações nesta área. Atualmente as recomendações de adubação são baseadas principalmente em resultados experimentais preliminares ou em extrapolação de dados obtidos, em outros países, estados ou regiões de diferentes condições de solo e clima.

BOLTON (1960) reporta que uma adubação adequada durante a fase pré-sangria é importante porque a taxa de incremento na circunferência do tronco alcança de 10,0 a 12,5 cm por ano enquanto que na fase pós-sangria esse incremento reduz para menos de 2,5 cm por ano. O autor ainda cita a

importância do balanço nutricional das árvores de seringueira para a manutenção do vigor e altas produções de borracha.

Segundo COMPAGNON (1962) a adubação da seringueira não pode ser resolvida aplicando uma simples fórmula aritmética, fornecendo o equivalente a necessidade da planta menos a soma dos elementos presentes no solo porque a assimilação dos elementos contidos no solo varia com as condições de intemperismo: solubilização progressiva, lixiviação dos elementos solúveis por água da chuva, movimento da solução durante o período seco e flora microbiana presente no solo.

O balanço nutricional da seringueira pode ser determinado através da análise de solos e folhas. Se a fertilidade do solo e a exigência das árvores são conhecidos é possível fornecer de forma adequada aqueles elementos que estão abaixo do nível crítico.

O presente trabalho tem por objetivo detectar a influência de níveis de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio sobre o teor de nutrientes e o crescimento em seringueira nos primeiros cinco anos após o plantio nas condições edafoclimáticas do município de Camapuã no Estado de Mato Grosso do Sul.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Crescimento e necessidade nutricional da seringueira

A análise de crescimento e o conteúdo total de nutrientes de uma planta em seus diversos estádios de crescimento é um procedimento básico para a resolução de problemas nutricionais.

No Brasil esse tipo de estudo é praticamente inexistente. Trabalhos pioneiros nesta área com seringueira no Brasil foram desenvolvidos por HAAG et alii (1982); GUERRINI (1983) e HAAG & GUERRINI (1984).

Esses autores obtiveram as seguintes produções de matéria seca e nutrientes armazenados em 446 árvores por hectare do clone Fx 3864 plantadas em Rio Branco no Acre (Quadro 1).

Esses resultados mostram que o incremento da matéria seca do 1º para o 2º ano foi muito pequeno revelando um crescimento lento inicialmente e a partir do 3º o crescimento foi estimulado com incremento da matéria seca quase triplicando

QUADRO 1 - Peso de matéria seca e nutrientes contidos em 446 árvores de seringueira por hectare (HAAG et alii, 1982).

Unidade	Idade (meses)			
	12	24	36	48
Nutrientes kg	5,71	7,91	21,14	63,57
Peso de matéria seca kg	242,7	346,1	949,0	2.785,6

em relação ao 2º ano e o mesmo acontecendo no 4º ano em relação ao 3º ano.

É nessa fase de crescimento intenso que a seringueira necessita de quantidades suficientes de nutrientes para que o crescimento não seja prejudicado.

Na Malásia, em trabalho semelhante desenvolvido por SHORROCKS (1965b) utilizando o clone RRIM 501 com 408 árvores de seringueira por hectare alcançou no 4º ano a produção de matéria seca da ordem de 47.556 kg/ha, nota-se que o crescimento da seringueira nos países asiáticos é bem mais intenso em relação ao nosso.

Segundo HAAG et alii (1982) essa grande diferença de

crescimento, talvez seja a de que os solos utilizados na Ásia, para o cultivo da seringueira são bem mais férteis e adequados do que os utilizados no Brasil.

Estudos mostram uma correlação muito estreita entre peso seco da parte aérea e a circunferência do tronco da seringueira SHORROCKS et alii (1965).

A cultura da seringueira no Brasil freqüentemente é feita em Oxisols de baixa fertilidade natural e elevada acidez mostrando boa adaptação a esse tipo de solo, porém responde bem a aplicação de fertilizantes MIRANDA et alii (1975). É possível que a seringueira consiga suprir suas deficiências nesses solos, em virtude de possuir um sistema radicular muito desenvolvido.

Segundo CARDOSO (1980), solos soltos, porosos e de fácil drenagem favorecem o desenvolvimento das seringueiras, enquanto que os argilosos, pesados e com difícil capacidade de drenagem, retardam o seu desenvolvimento.

BATAGLIA et alii (1987), observaram maiores desenvolvimentos da seringueira em solos do Estado de São Paulo, com melhor nível de fertilidade classificadas como Latossolo Roxo e menor nos solos do litoral, Podzólico Vermelho Amarelo-orto e Latossolo Vermelho Amarelo, fase arenosa.

## 2.2. Avaliação da necessidade de adubação

Na Malásia as recomendações de adubação para seringueira jovem são feitas com formulado conforme o tipo de solo, agrupadas em três principais classes: solo aluvial fértil que requer ocasionalmente apenas nitrogênio; solo franco do interior e franco argiloso que requer principalmente nitrogênio e fósforo; solos arenosos do interior que respondem a aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio BOLTON (1964b). GUHA (1969), estudou o requerimento de adubação para seringueira relacionando o estado nutricional da folha, tipo de solo e fertilidade do solo. No diagnóstico para requerimento de adubação através do estado nutricional das folhas foram consideradas:

- a) concentração de nutrientes nas folhas, que refletem mudanças no estado nutricional das árvores, tais como as causadas por aplicação de adubos;
- b) padronização das amostragens de folhas;
- c) nível crítico dos nutrientes nas folhas que correspondem ao máximo crescimento.

Ainda segundo o mesmo autor o diagnóstico para requerimento de adubação através do tipo de solo e fertilidade do solo, possibilita a calibração do nível de fertilidade do solo que indicam deficiência ou suficiência na concentração de nutrientes para cada tipo de solo ocupado com a cultura da

seringueira, levando em consideração idade das árvores, histórico da área, susceptibilidade ao prejuízo por vento, cobertura do solo e outros manejos.

No Brasil a análise do solo, aliada ao histórico da área é a técnica freqüentemente usada para diagnosticar o estado nutricional dos seringais, porém a análise foliar que é amplamente usada em outros países poderá vir a ser utilizada a curto prazo.

Existem vários trabalhos, tais como o realizado por BUENO et alii (1978) que estabeleceram critérios para amostragens e análise química de solos e folhas para fins de avaliação da necessidade de adubação da seringueira e estabeleceu faixas de teores dos nutrientes e alumínio tóxico no solo que indicam níveis baixo, médio, alto e muito alto (Quadro 2).

No Sul da Bahia, segundo Santana et alii (1977) citados por MIRANDA et alii (1975) as necessidades de adubação para seringais são baseadas principalmente em dados de análise de solo, adotando os seguintes critérios de interpretação (Quadro 3).

Com relação a utilização da análise foliar para avaliação da necessidade de adubação existem poucas informações, tais como realizado por PEREIRA & PEREIRA (1986) que estabeleceu faixa média de concentração de nutrientes nas folhas de seringueira de clones híbridos de *Hevea brasiliensis* x *Hevea benthamiana* que foram: 2,50-2,80% para N; 0,14-0,17%

QUADRO 2 - Critérios para interpretação, tomando por base análise química dos solos (BUENO et alii, 1979).

Níveis	Nutrientes				
	P	K	N	Ca+Mg	Al
	ppm	ppm	%	eq.mg./100cc solo	eq mg/100 solo
Baixo	0-10	0- 45	< 0,08	0,0- 2,1	0,0-0,1
Médio	11-30	46- 90	0,08-0,13	2,2-10,0	0,2-0,3
Alto	31-50	91- 150	> 0,13	11,0-15,0	0,4-1,0
Muito alto	> 50	> 150	-	> 15,0	> 1,0

QUADRO 3 - Critérios para interpretação, tomando por base análise química dos solos para seringais no Sul da Bahia (MIRANDA et alii, 1975).

Níveis	Nutrientes			
	P	K	Ca+Mg	Al
	ppm	eq.mg/100 cc solo	eq.mg/100 cc solo	eq mg/100 cc solo
Baixo	< 5	< 0,10	< 2,0	< 0,4
Médio	6-15	0,11-0,30	> 2,0	-
Alto	> 15	> 0,30	-	> 0,4

para P; 0,90-1,20% para K; 0,50-0,80% para Ca e 0,18-0,22% para Mg.

Valores abaixo dessa concentração média de nutrientes indicam uma provável resposta a aplicação de fertilizantes, enquanto que valores acima indicam uma resposta não provável a aplicação de fertilizantes.

Em trabalho conduzido por BATAGLIA & CARDOSO (1990), verificaram que seringais com alta produção (> 1000 kg/ha de borracha seca) apresentavam teores mais elevados em nitrogênio e potássio nas folhas em comparação com seringais de baixa produção (< 1000 kg/ha de borracha seca). Assim para os seringais de alta produção foram estabelecidas as seguintes faixas de concentração de nutrientes nas folhas: 2,65-3,15% para N; 0,15-0,20% para P; 1,09-1,49% para K; 0,75-1,11% para Ca e 0,33-0,43% para Mg.

### 2.3. Efeito de fertilizantes sobre o crescimento da seringueira

Presença ou ausência de resposta a adubação está estreitamente relacionada com o teor de nutriente no solo GUHA & PUSHPARAJAH (1966).

Segundo esse critério, as áreas cobertas com seringueira na Malásia foram divididas em cinco séries de

solos:

a) Série Selangor - "solo Glei Pouco Húmico, mal drenado" ocorre ausência de resposta a aplicação de fósforo, potássio e magnésio o que reflete o alto teor neste solo de fósforo, potássio e magnésio;

b) Série Serdang e Batu Anam - "Latosolos Vermelhos e Amarelos" derivados de material de origem sedimentar, geralmente apresenta baixo nível de fósforo e com isso tem obtido boa resposta a aplicação de fósforo. O conteúdo de potássio é variável nesses solos o que explica também a variação de resposta a aplicação de potássio;

c) Série Rengam - "Latosolos derivados da alteração de rochas ígneas ácidas", onde em três experimentos estudados, dois apresentaram boa resposta a aplicação de fósforo. Resposta a potássio observada nesses solos está relacionada ao baixo teor de potássio no solo;

d) Série Kuantan - "Latosolo derivado do produto de alteração de rocha ígnea básica" apresentam resposta linear a aplicação de nitrogênio e potássio com a indicação da análise de solo e folha;

e) Série Chemor - "Latosolo situado em antigo terraço de rio", com baixo teor de potássio explica o aumento em crescimento e produção da seringueira seguido da aplicação de adubação potássica.

Com relação a efeitos dos fertilizantes sobre a circunferência do tronco da seringueira existem vários

trabalhos conduzidos na Malásia, tais como de HAINES & CROWTHER (1940) que obtiveram resposta a nitrogênio e fósforo sobre o incremento na circunferência do tronco nos primeiros 6,5 anos após o plantio da seringueira, cujo tratamento que recebeu nível alto de nitrogênio (N<sub>2</sub>) alcançou 48,3 cm e o nível alto de fósforo (P<sub>2</sub>) alcançou 50,5 cm.

BOLTON (1964b) verificou resposta a aplicação de sulfato de amônio sobre o desenvolvimento da seringueira nos primeiros 98 meses após o plantio, onde o tratamento de nível alto de nitrogênio (N<sub>2</sub>) num dos experimentos alcançou aos 62 meses de idade o valor de 44,82 cm em circunferência do tronco e a aplicação de fosfato de rocha melhorou o desenvolvimento da seringueira somente em alguns estádios de crescimento nos três experimentos estudados. A aplicação de cloreto de potássio aumentou significativamente o desenvolvimento da seringueira em dois dos experimentos estudados.

PUSHPARAJAH (1969) trabalhando em solos da série Rengam na Malásia observou resposta a aplicação de cloreto de potássio sobre a circunferência do tronco da seringueira na fase de pós-sangria, em decorrência do solo apresentar baixos teores de potássio, onde o tratamento de nível zero de potássio apresentou concentração de potássio nas folhas igual a 0,79% portanto abaixo da faixa adequada (1,0 à 1,4) estabelecido por GUHA & HOE (1966).

No Sul da Índia, trabalho realizado por KALAN et alii (1980) verificaram que a aplicação de nitrogênio no nível alto

(N<sub>2</sub>) aumentou a média da circunferência do tronco da seringueira, cujo valor no quarto ano alcançou 19,62 cm e a aplicação de cloreto de potássio teve um efeito depressivo sobre a circunferência do tronco em árvores com 4,0 e 5,5 anos de idade.

Em áreas de cultivo da seringueira no Sul da Bahia, implantada predominantemente em Oxisols de baixa fertilidade, principalmente em fósforo, tem se verificado resposta somente a fósforo sobre o desenvolvimento da seringueira.

REIS et alii (1984) encontraram a dose ótima de fósforo no quinto ano de 112 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha a que proporcionou maior incremento na circunferência do tronco da seringueira (19,27 cm). Num outro trabalho REIS et alii (1985) reportam que a dose ótima de fósforo no quinto ano foi de 90 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha e o maior valor de circunferência do tronco observado foi 24,24 cm.

Resultados semelhantes foram obtidos por REIS & MELLO (1987) estudando o efeito da adubação no desenvolvimento da seringueira em formação e os resultados indicam que a dose de 80 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha no quinto ano foi a que proporcionou maior incremento na circunferência do tronco da seringueira (19,66 cm).

Já no desenvolvimento de plântulas enviveiradas de seringueira verificaram resposta a fósforo e potássio, segundo REIS et alii (1977) sendo as doses de 160 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha e 60 kg de K<sub>2</sub>O/ha as que proporcionaram maior crescimento em diâmetro

do caule alcançando o valor de 3,26 cm para ambos os nutrientes aos 18 meses de idade.

No Estado do Pará, trabalho conduzido por BERNIZ (1987) mostrou resposta a fósforo e potássio sobre incremento da circunferência do tronco da seringueira nos primeiros três anos após o plantio e as doses ótimas no terceiro ano foram 200 kg de  $P_2O_5$ /ha e 60 kg de  $K_2O$ /ha e os maiores valores observados no terceiro ano para ambos os nutrientes foram 19,67 cm e 18,30 cm respectivamente.

Nas condições de viveiro, trabalhos de VIEGAS & HAAG (1985) mostraram resposta a nitrogênio, potássio e principalmente a fósforo sobre o desenvolvimento de plântulas enviveiradas de seringueira, avaliadas com 220 dias de idade e as doses ótimas foram 4,2 g de N/planta; 3,5 g de  $P_2O_5$ /planta e 2,8 g de  $K_2O$ /planta as que proporcionaram maior crescimento em diâmetro do caule. Os maiores valores observados foram 1,18 cm, 1,29 cm e 1,19 cm respectivamente.

Por outro lado, VIEGAS et alii (n.p.) estudando o efeito de fertilizantes no seringal em formação durante os primeiros nove anos após o plantio, obtiveram resposta a nitrogênio, fósforo e potássio sobre o incremento da circunferência do tronco da seringueira e as doses de 100 kg de N/ha, 140 kg de  $P_2O_5$ /ha e 140 kg  $K_2O$ /ha no quinto ano foram as que proporcionaram maior crescimento em circunferência do tronco da seringueira. Os maiores valores observados foram 26,25 cm, 27,92 cm e 25,30 cm respectivamente.

ALVES (1987) estudando o efeito de N, P, K e Mg no desenvolvimento de porta-enxertos de seringueira no Amapá, obteve resposta a fósforo e potássio sobre o crescimento do diâmetro do caule, avaliada com 290 dias em média após o plantio e as doses ótimas foram 235 kg de  $P_2O_5$ /ha e 160 kg de  $K_2O$ /ha as que proporcionaram maior crescimento em diâmetro do caule.

Em trabalho realizado por PEREIRA et alii (1986a) no Campo Experimental da EMBRAPA em Manaus, houve ausência de resposta a nitrogênio, fósforo e potássio sobre o desenvolvimento da seringueira nos primeiros dois anos após o plantio e as doses máximas usadas no segundo ano foram 117 g de N/planta; 168 g de  $P_2O_5$ /planta; 120 g de  $K_2O$ /planta e 34 g de MgO/planta. Os maiores valores observados foram 12,76 cm, 12,36 cm, 12,71 cm e 13,26 cm respectivamente.

Por outro lado, PEREIRA et alii (1986b) estudando o efeito dos fertilizantes sobre o desenvolvimento de porta-enxertos de seringueira, detectaram resposta somente a fósforo sobre o incremento em diâmetro do caule avaliada aos 8 meses de idade, sendo a dose de 300 kg de  $P_2O_5$ /ha a que proporcionou maior diâmetro do caule, alcançando valor de 1,43 cm.

Com relação a espessura da casca, vários trabalhos mostram resposta a aplicação de fertilizantes sobre o incremento em espessura da casca, tais como HAINES & CROWTHER (1940) que nas condições de Malásia obtiveram resposta a nitrogênio e fósforo sobre o incremento na espessura da casca,

avaliada em árvores com seis anos de idade onde o nível alto de nitrogênio ( $N_2$ ) alcançou o valor de 7,85 mm e o nível alto de fósforo ( $P_2$ ) alcançou o valor de 8,12 mm.

No Brasil trabalhos conduzidos por BERNIZ (1987) no Pará obtiveram resposta a fósforo e potássio sobre o incremento em espessura da casca, avaliada em árvores com três anos de idade e as doses de 220 kg de  $P_2O_5$ /ha e 67 kg de  $K_2O$ /ha foram as que proporcionaram maior espessura da casca e os valores observados foram 4,55 mm e 4,44 mm respectivamente.

REIS & MELLO (1987) em trabalho desenvolvido no sul da Bahia obtiveram resposta a fósforo sobre o incremento em espessura da casca. A dose de 80 kg de  $P_2O_5$ /ha no quinto ano foi a que proporcionou maior incremento em espessura da casca de 3,67 mm.

#### 2.4. Efeito dos fertilizantes sobre a concentração de nutrientes nas folhas

A adubação com N, P, K e Mg afeta os teores desses nutrientes nas folhas, porém existem outros fatores, tais como: idade das folhas, posição sobre a árvore e material genético, que influenciam na composição desses nutrientes nas folhas. Com o aumento da idade das folhas, aumentam também a concentração de Ca, Fe e Mn, mas decresce as concentrações de

N, P e K, além das variações interclonais nas concentrações de N, P, K, Mg, Ca e Fe BOLLE-JONES & RATNASINGAN (1954). SHORROCKS (1965a) mostrou que as concentrações de K, Mg e P nas folhas amostradas a sombra, a variação foi relativamente pequena entre 5º e 9º mês após a emergência das folhas, já as concentrações de N, Ca e Mn, variaram consideravelmente de mês a mês e não houve período do ano com a variação mínima.

GUHA & NARAYANAN (1969) observaram que nas primeiras três semanas de emergência das folhas as mudanças nas concentrações são mais drásticas, ocorrendo decréscimo nas concentrações de N, P, K e Mg e aumento nas concentrações de Ca e Mn. Após 40 dias da emergência das folhas as mudanças nas concentrações de nutrientes são mais graduais até em torno de 250 dias.

GUHA & HOE (1966) estudando a relação do conteúdo de nutrientes das amostras de solo e folhas de diferentes grupos de solos da Malásia com plantio de seringueira chegou a seguintes resultados: solos da série Sungei Buloh, Chemor, Holyrood e Rengam "derivado do produto de alteração de rochas ígneas ácidas, situadas em antigo terraço do rio, apresentando baixo nível de Carbono Orgânico, baixo N total, P, K e Mg, sustentam folhagem com baixa concentração de N, P, K e baixo a médio teor de Mg.

Série Batu Anam e Serdang/Munchong - derivado de material de origem sedimentar, ricos em potássio e algumas vezes em magnésio mostraram em análise foliar baixo nível de

nitrogênio e fósforo, mas adequado ou próximo de adequado o nível de magnésio. Solos da série Kuantan, derivado do produto de alteração de rochas intermediárias e básicas são muito baixos em potássio e a análise foliar mostrou teores baixos em potássio. Solos da série Selangor ricos em fósforo, potássio e magnésio, mostrou em análise foliar baixo nível de nitrogênio.

A concentração de nutrientes nas folhas varia de ano para ano e também depende da interação entre diferentes elementos. Interações entre nutrientes é observada quando melhorando a concentração de um nutriente não melhora a produção ou desenvolvimento quando outro nutriente estiver deficiente, GUHA (1969).

Vários trabalhos realizados na Malásia, mostram que a aplicação de sulfato de amônio, fosfato de rocha e cloreto de potássio aumentaram os teores de N, P e K nas folhas da seringueira tanto nas fases de pré como pós-sangria. Segundo SHORROCKS (1962), a aplicação de sulfato de amônio aumentou a concentração de N de 3,35 para 3,39% e diminuiu o de K de 1,03 para 0,93% nas folhas da seringueira e a aplicação de fosfato de rocha aumentou a concentração de P de 0,21 para 0,22% e Ca de 0,46 para 0,61% nas folhas e a aplicação de cloreto de potássio aumentou a concentração de K de 0,76 para 1,10% e diminuiu o de Mg de 0,16 para 0,14% nas folhas da seringueira.

MAINSTONE (1963b) estudando o efeito do fertilizante nitrogenado e fosfatado na fase pós-sangria verificou que a aplicação de sulfato de amônio aumentou a concentração de N nas

folhas de 2,70 para 3,30% e diminuiu a de K de 1,60 para 1,36% nas folhas e a aplicação de fosfato de rocha aumentou a concentração de P nas folhas de 0,18 para 0,28% e Ca de 0,71 para 0,87% nas folhas.

Na fase de pré-sangria das árvores de seringueira, trabalhos realizados por PUSHPARAJAH & CHELLAPAH (1969), reportam que a aplicação de sulfato de amônio aumentou a concentração de N nas folhas da seringueira implantada tanto em solo com cobertura de leguminosa como em gramíneas e a aplicação de fosfato de rocha aumentou as concentrações de P nas folhas da seringueira para ambos os tipos de cobertura do solo e os valores alcançados foram semelhantes a aqueles obtidos por SHORROCKS (1962).

Trabalho conduzido por PUSHPARAJAH (1969) em árvores na fase de pós-sangria mostrou que a aplicação de sulfato de amônio aumentou a concentração de N de 3,21 para 3,41% e diminuiu a de K de 1,19 para 1,04% e Mg de 0,24 para 0,20% nas folhas. A aplicação de fosfato de rocha aumentou a concentração de P de 0,24 para 0,29% e Ca de 0,63 para 0,82% e diminuiu a de Mg de 0,23 para 0,21% nas folhas. Por último a aplicação de cloreto de potássio aumentou a concentração de K de 0,79 para 1,33% e diminuiu a de P de 0,29 para 0,26% nas folhas.

GUHA (1969) também reporta que a aplicação de sulfato de amônio, fosfato de rocha e cloreto de potássio aumentaram as concentrações de N, P e K respectivamente nas folhas da seringueira e os valores observados foram semelhantes a aqueles

obtidos por SHORROCKS (1962).

No Brasil, trabalhos conduzidos por REIS & CABALAROSAND (1985) na Bahia estudando fontes de adubo fosfatado para a seringueira, verificaram que todas elas aumentaram as concentrações de fósforo nas folhas da seringueira.

Em trabalho realizado por BERNIZ (1987) no Pará, verificou-se que a aplicação de sulfato de amônio não influenciou a concentração de N nas folhas durante o período estudado e a aplicação de superfosfato triplo aumentou a concentração de P, Ca e Mg nas folhas nos primeiros três anos após o plantio e os valores de P aumentaram de 0,15 para 0,22%, Ca de 0,71 para 0,85% e Mg de 0,16 para 0,20% nas folhas, observado durante o terceiro ano e a aplicação de cloreto de potássio aumentou a concentração de K nas folhas nos primeiros três anos após o plantio e os valores observados durante o terceiro ano, mostraram que a concentração de K aumentou de 0,73 para 0,87% nas folhas da seringueira.

Em trabalho conduzido por ALVES (1987) no Amapá, estudando o efeito dos fertilizantes em porta-enxertos de seringueira, verificou-se que a aplicação de superfosfato triplo aumentou a concentração de P nas folhas de 0,12 para 0,17% e a aplicação de cloreto de potássio aumentou o teor de potássio nas folhas de 0,60 para 0,93%.

BATAGLIA & CARDOSO (1987) fazendo um estudo sobre a situação nutricional dos seringais produtivos no Estado de São Paulo estabeleceram faixas de concentrações de nutrientes que

ocorrem na maioria desses seringais com diferentes níveis de produtividade e verificaram que os seringais de alta produtividade (> 1000 kg/ha de borracha seca) apresentavam concentrações mais elevadas de N e K nas folhas.

As faixas de concentrações de nutrientes nas folhas de seringais com alta produtividade foram: N (2,65-3,17%); P (0,15-0,20%); K (1,09-1,49%); Ca (0,75-1,11%) e Mg (0,33-0,43%).

O efeito antagônico entre potássio e magnésio, em que aplicando potássio em solo com baixo teor de magnésio, diminui a concentração de magnésio nas folhas foram observados por BOLLE-JONES (1954); SHORROCKS (1962); BOLTON (1964b) e ALVES (1987).

Com relação ao adubo magnesiano, BOLTON & SHORROCKS (1961) observaram que a aplicação de calcáreo magnesiano resultou em aumento na concentração de Mg e redução de N, P, K e Mn nas folhas da seringueira.

ALVES (1987) no Amapá estudando o efeito dos fertilizantes em porta-enxertos de seringueira verificou que a aplicação de sulfato de magnésio não influenciou a concentração de Mg nas folhas da seringueira e as concentrações mantiveram na faixa de 0,35 a 0,39%.

Por outro lado, VIEGAS et alii (1989) avaliando fontes de magnésio em porta-enxertos de seringueira, verificaram que não houve diferenças significativas entre as diversas fontes e a faixa de concentração de magnésio nas folhas se apresentou entre 0,31 e 0,33%, indicando ser

adequadas para o desenvolvimento normal de plântulas enviveiradas de seringueira.

BEAUFILS (1957) estabeleceu as relações entre os diversos nutrientes nas folhas da seringueira:

$\frac{N}{P}$	24,5	$\frac{\text{carência de P}}{\text{excesso de N}}$	16,1	$\frac{\text{equilíbrio}}$	12,7	$\frac{\text{excesso de P}}{\text{carência N}}$	4,3
$\frac{K}{P}$	6,5	$\frac{\text{carência de P}}{\text{excesso de K}}$	4,3	$\frac{\text{equilíbrio}}$	3,4	$\frac{\text{carência de K}}{\text{excesso de P}}$	1,1
$\frac{N}{K}$	6,5	$\frac{\text{excesso de N}}{\text{carência de K}}$	4,3	$\frac{\text{equilíbrio}}$	3,4	$\frac{\text{excesso de K}}{\text{carência de N}}$	0,5
$\frac{S}{P}$	1,5	$\frac{\text{excesso de S}}{\text{carência de P}}$	1,2	$\frac{\text{equilíbrio}}$	0,8	$\frac{\text{excesso de P}}{\text{carência de S}}$	0,5

Posteriormente trabalhos conduzidos por BOLTON (1964a) mostraram que as relações de BEAUFILS (1957) eram inadequadas para diagnosticar as necessidades nutricionais em seringais na Malásia, pois as relações de N, P e K consideradas em equilíbrio nos plantios de Vietnam, não mostraram-se adequadas para o nível de produção satisfatório da seringueira na Malásia.

Os teores de nutrientes nas folhas nem sempre apresentam correlação direta com os teores disponíveis no solo, isto porque existem outros fatores que afetam a absorção pelas plantas tais como: umidade, aeração, compactação, acidez,

moléstia de raízes, conforme RAIJ (1981).

## 2.5. Efeito dos fertilizantes sobre os teores de nutrientes no solo

Com relação ao nitrogênio não é possível precisar a quantidade desse nutriente disponível no solo. O melhor método para determinar o requerimento de nitrogênio é a análise foliar conforme SHORROCKS (1965a).

Aplicação de sulfato de amônio diminui o pH, Ca, Mg e K no solo BOLTON (1960); PUSHPADA et alii (1973); PUSHPARAJAH (1969 e 1977); YOGARATNAN & PEREIRA (1981), BERNIZ (1987) e VIEGAS et alii (n.p.).

VIEGAS (1985) também obteve resultado semelhante nas condições de viveiro onde a aplicação de sulfato de amônio contribuiu para o aumento da acidez do solo e Al trocável e diminuição do Ca, Mg e K trocável no solo.

Na Bahia trabalho conduzido por REIS & CABALA-ROSAND (1988), verificou que a aplicação de sulfato de amônio diminuiu o pH e aumentou o Al trocável no solo.

Essa acidificação do solo devido ao sulfato de amônio, podem causar perda desses cátions por drenagem da água, conforme RRIM (1961b). YOGARATNAN & PEREIRA (1981) reportam que a uréia acidifica menos que o sulfato de amônio, mas quando

aplicado na superfície do solo, poderá sofrer maior perda por volatilização que o sulfato de amônio, porém se incorporado ao solo, ambos são efetivos.

Aplicação de fosfato de rocha ou superfosfato triplo aumentou a disponibilidade de P, Ca e elevou o pH do solo, conforme BOLTON (1960); PUSHPADAS et alii (1973) e BERNIZ (1987).

Trabalho de VIEGAS et alii (n.p.) mostra que a aplicação de superfosfato triplo não influenciou o pH do solo, mas aumentou os teores de Ca + Mg, fósforo e potássio no período estudado no seringal em formação. Nas condições de viveiro, VIEGAS (1985) verificou somente aumento nos teores de P disponível no solo.

REIS & CABALA-ROSAND (1988) verificaram que a aplicação de superfosfato triplo aumentou o teor de P disponível no solo.

MIDDLETON & PUSHPARAJAH (1966) mostrou a mobilidade do fósforo para as camadas mais profundas do solo em experimento de vaso tanto para as formas de fosfato mais solúveis como menos solúveis. PUSHPARAJAH (1977) verificou que a mobilidade do fósforo foi maior quando se usou fosfato solúvel e que o movimento físico dos fosfatos ocorrem especialmente em solos arenosos onde a porosidade é alta e o fósforo desce no perfil do solo através do canal deixado pelas raízes das plantas.

Aplicação de Cloreto de Potássio aumentou a

disponibilidade de potássio no solo BOLTON (1960); PUSHPADAS et alii (1973), BERNIZ (1987).

Segundo VIEGAS et alii (n.p.) a aplicação de cloreto de potássio aumentou a disponibilidade de P, K e Ca + Mg no solo no seringal em formação. Nas condições de viveiro VIEGAS (1985) observou somente aumento do teor de K trocável no solo.

REIS & CABALA-ROSAND (1988) também observaram aumento do teor de K trocável no solo.

Com relação ao magnésio existe pouca informação sobre o efeito da sua aplicação no crescimento e produção das árvores maduras, porém sabe-se que existem diferentes requerimentos de magnésio no solo por diferentes clones e que aplicação de magnésio, aumenta o teor de magnésio trocável no solo BOLTON & SHORROCKS (1961).

A deficiência de magnésio é bastante freqüente tanto em seringais em desenvolvimento como em produção na Malásia e Ceilão, enquanto que na Nigéria tem sido encontrada apenas em seringueira jovem, podendo ser facilmente induzida por aplicações maciças de fertilizantes potássicos SHORROCKS (1979). O autor reporta que a deficiência de magnésio na seringueira ocorre devido ao baixo nível desse elemento no solo e a facilidade com que este cation é lixiviado indicam que maior atenção deve ser dispensada ao magnésio na nutrição mineral da seringueira.

No Brasil é comum observar plantas de seringueira com deficiência de magnésio em jardim clonal e no seringal em

desenvolvimento no Estado do Pará, segundo FRAZÃO (1983).

Nos Estados do Norte do Brasil são recomendadas formulações com magnésio para a cultura da seringueira, desde a fase de viveiro até o 6º ano após o plantio BUENO et alii (1987). Já no Estado de São Paulo não se recomenda formulações com magnésio, mas são recomendadas calagens com Calcáreo Dolomítico antes do plantio das mudas de seringueira no campo BUENO (1986). Em Minas Gerais, recomenda-se sulfato de magnésio no sistema de produção de mudas em sacolas plásticas e na formação do seringal durante o 1º e 2º anos com base no teor do magnésio trocável no solo CFSEMG (1989).

## 2.6. Alumínio tóxico, sua influência no solo e planta

A seringueira é uma planta tolerante para os baixos níveis de Al no substrato, por outro lado apresenta distúrbios nutricionais, quando o nível de Al se eleva.

Vários trabalhos relatam que a seringueira tolera alto nível de Al no solo, por outro lado o Al afeta a disponibilidade de P no solo e inibe a absorção de nutrientes pelas plantas.

No Brasil, tanto em áreas experimentais como em plantações comerciais tem se observado seringais com bom desenvolvimento em solos com pH variando de 4,0 a 5,0 e teores

de Al trocável de 1,0 a 2,0 meq/100 cm<sup>3</sup> de solo PEREIRA & PEREIRA (1986).

Em todos os trabalhos foram observados efeitos benéficos de Al em baixas concentrações e efeitos tóxicos em altas concentrações. Entretanto, o nível acima do qual não foram observados os efeitos benéficos e onde se iniciaram os efeitos tóxicos variou em função da metodologia usada em cada experimento.

SANTANA et alii (1977), estudando o comportamento de plântulas de seringueira cultivadas em solução nutritiva de Hoagland, contendo 0 a 256 ppm de Al, verificaram que as plantas cresceram melhor na faixa de 8 a 32 ppm de Al. A partir de 64 ppm houve diminuição do peso das plantas e aparecimento de sintomas típicos de toxidez.

BUENO et alii (1988), também estudando o efeito do Al sobre o desenvolvimento e crescimento de plantas de seringueira, concluíram que o crescimento é afetado a partir de 15 ppm de Al em solução e que a seringueira é planta acumuladora e tolerante ao Al em concentrações inferiores a 15 ppm.

Segundo CARVALHO et alii (1991), apesar da seringueira (*Hevea* spp) desenvolver-se bem em solos ligeiramente ácidos e apresentar uma razoável tolerância ao Al tóxico, tem-se observado que o Ca é um dos nutrientes mais exigidos pela planta (sobretudo na fase adulta) e que o Mg é de extrema importância para a produtividade da cultura. A

utilização de clones de alta produtividade aumenta a exigência de bases disponíveis no solo, sendo a calagem a prática recomendada para aumentar a disponibilidade de bases trocáveis. A ausência de resposta a calagem em alguns casos pode estar ligada a disponibilidade suficiente de Ca e Mg nos solos e ao fornecimento do Ca juntamente com o fertilizante fosfatado (superfosfato triplo).

## 2.7. Efeito dos fertilizantes e cobertura sobre as propriedades físico-químicas dos solos

A importância da manutenção de cobertura do solo durante o período de imaturidade da seringueira está na formação de matéria orgânica que contribui para diminuir a capacidade de fixação do fósforo, devido a matéria orgânica formar complexo com íons de Fe, Al e Mn. Essa cobertura do solo além de acrescentar matéria orgânica, aumenta a capacidade de troca de cátions, minimiza os problemas de erosão, apresenta baixo nível de nitrato em relação a área sem cobertura. Por outro lado minimiza os efeitos da lixiviação do  $N-NO_3$  por algum período após a cobertura desaparecer. Pois esses nitratos carregam junto os cátions principalmente K, Ca e Mg SILVA et alii (1977), WATSON (1964). As leguminosas de cobertura, influenciam a produtividade da seringueira não somente pelo

retorno do nitrogênio, mas também através da influência sobre as propriedades físicas e químicas do solo PUSHPARAJAH (1977).

PUSHPARAJAH & CHELLAPAH (1969) observaram que o crescimento da seringueira jovem nos primeiros dois anos foi menor na cobertura com leguminosas e maior na gramínea. A partir do segundo ano o crescimento da seringueira foi maior nas coberturas do solo com leguminosas, indicando que inicialmente as leguminosas competem com a seringueira. As árvores de seringueira entram em sangria mais cedo implantado em solo coberto com leguminosas que as da cobertura com gramíneas e a aplicação de adubação nitrogenada deu resposta sobre o crescimento das árvores em áreas cobertas com gramíneas, mas não na cobertura com leguminosas. MIDDLETON & PUSHPARAJAH (1966) observou que no início do estabelecimento das leguminosas, adubação contendo nitrogênio, estimula o crescimento inicial e melhora a nodulação, após esse período a aplicação de nitrogênio inibe a nodulação.

WATSON et alii (1964c), observou que no período seco a unidade da parcela de solo desnudo é maior que solo com cobertura e no período úmido ocorre o contrário.  $N-NH_4$  foi maior na cobertura de leguminosas, intermediário nas gramíneas e baixo no solo nu.  $N-NO_3$  foi elevado nas parcelas de solo desnudo, e o teor aumentou com o período de chuva em todas as coberturas e diminuiu com o declínio da chuva.

Durante os anos iniciais a seringueira e as plantas de cobertura competem também por nutrientes do solo, pois a

quantidade de nutrientes imobilizado pelas leguminosas de cobertura nos primeiros dois anos supera a da seringueira SHORROCKS (1965c); RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYA-RRIM (1972).

O trabalho desenvolvido por HAAG & GUERRINI (1984) mostrou que a produção de matéria seca da planta de cobertura nos primeiros 48 meses (3.185 kg/ha) foi maior que a produzida pelas plantas de seringueira (2.787 kg/ha). O total de nutrientes imobilizado pelas plantas de cobertura aos 48 meses de idade foi de 164 kg/ha enquanto que o das plantas de seringueira foi de 63 kg/ha.

Em trabalho conduzido na Malásia observou-se que até 34 meses de idade houve incremento na produção de matéria seca e nutrientes armazenado na cobertura. Entretanto no período de 34-47 meses houve decréscimo na produção de matéria seca e redução dos nutrientes armazenados nas plantas de cobertura, devido o início de deterioração da cobertura por sombreamento RRIM (1961a).

A quantidade de nutrientes na cobertura de leguminosas varia de local para local, dependendo do tipo de solo e histórico de cultivo. Em solo pobre em nutrientes fazendo a adubação da leguminosa com fosfato, aumentou a produção de matéria seca e o conteúdo de nutrientes armazenados na biomassa RRIM (1961a). Segundo RRIM (1965), o nitrogênio fixado pelas leguminosas de cobertura está em torno de 300 kg/ha/ano.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Caracterização da área experimental

Este estudo foi realizado em área experimental da Empresa de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão de Mato Grosso do Sul - EMPAER, localizado no Município de Camapuã - Mato Grosso do Sul.

Camapuã está localizado ao norte do Estado de Mato Grosso do Sul, entre as latitudes  $18^{\circ}16'30''$  N e  $19^{\circ}38'45''$  S e longitudes  $53^{\circ}06'00''$  WGrw e  $54^{\circ}44'15''$  WGrw e o clima segundo a classificação de Köppen é Aw-quente e úmido, com uma longa estação seca. Precipitação média anual de 1.400 mm e período seco de 5 meses, de maio a setembro, com precipitação inferior a 100 mm mensais (Quadro 5). Esses dados foram baseados em registro de precipitação pluviométrica realizado na Estação Experimental do IBC no município de Bandeirantes, por localizar próximo a área experimental em estudo.

O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho Escuro, fase cerrado de relevo suave ou ondulado, com

característica ácido, muito pobre em bases trocáveis, principalmente cálcio e baixo em fósforo assimilável, bem drenado e profundo (Quadro 4).

QUADRO 4 - Resultado da análise química e textural do solo da Área Experimental\*.

Parâmetros	Profundidade (0-20 cm)
pH em água	4,9
P assimilável (ppm)	3,0
K trocável (ppm)	30,0
Ca + Mg trocável (meq/100 cc)	0,36
Al trocável (meq/100 cc)	0,88
M.O. (%)	1,3
Areia (%)	75,0
Limo (%)	3,0
Argila (%)	22,0

\* Laboratório de análise de solos da AGROSUL - Campo Grande-MS.

QUADRO 5 - Distribuição média de chuvas, de janeiro a dezembro, período de 84 a 91, Bandeirante-MS.

Meses	Anos								Média
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	
Jan.	391,1	208,2	213,1	240,4	195,3	291,0	194,0	307,0	255,01
Fev.	178,1	165,5	208,3	170,6	227,1	253,4	213,0	223,0	204,87
Mar.	113,0	128,5	140,9	195,4	165,8	172,4	137,0	303,0	169,50
Abr.	83,9	58,4	118,2	134,2	63,0	132,7	125,0	117,0	104,05
Mai	12,8	0,0	77,9	168,6	69,4	41,5	225,0	11,0	86,60
Jun.	13,1	0,0	0,0	38,0	2,5	45,4	35,0	52,0	31,00
Jul.	6,7	3,8	61,3	4,8	0,0	31,6	15,0	40,0	23,31
Ago.	93,3	4,0	63,4	9,0	0,0	126,4	89,0	0,0	64,18
Set.	49,4	26,1	75,0	7,9	21,0	21,0	244,0	73,0	64,67
Out.	91,6	153,9	39,2	154,5	93,8	102,1	63,0	107,0	100,63
Nov.	247,2	123,5	256,5	108,8	113,8	52,6	165,0	*	152,40
Dez.	172,3	155,4	226,3	115,9	295,0	176,0	152,0	*	184,70
TOTAL	1452,5	1027,3	1480,1	1348,1	1246,7	1446,1	1657,0	1233,0	

Fonte: Estação Experimental do IBC - Bandeirantes-MS.

\* Não houve registro.

A derrubada do cerrado foi realizada com correntão e posteriormente o material foi enleirado e queimado.

Antes da abertura das covas de plantio, toda área recebeu aração e gradagem.

### 3.2. Detalhe do experimento

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com 4 repetições e 13 tratamentos em arranjo fatorial incompleto.

Os tratamentos foram constituídos de quatro níveis de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio.

As quantidades dos nutrientes em cada nível variaram em cada ano (Quadro 6), utilizando-se como fontes: uréia, superfosfato triplo, cloreto de potássio e sulfato de magnésio.

O micronutriente utilizado foi FTE (Frieded Trace Elements) BR-12 e as quantidades usadas foram 10, 20, 30, 40 e 50 g/planta/ano, durante o 1º, 2º, 3º, 4º e 5º ano respectivamente.

Os tratamentos de adubação foram:  $N_0P_2K_2Mg_2$ ;  $N_1P_2K_2Mg_2$ ;  $N_2P_2K_2Mg_2$ ;  $N_3P_2K_2Mg_2$ ;  $N_2P_0K_2Mg_2$ ;  $N_2P_1K_2Mg_2$ ;  $N_2P_3K_2Mg_2$ ;  $N_2P_2K_0Mg$ ;  $N_2P_2K_1Mg_2$ ;  $N_2P_2K_3Mg_2$ ;  $N_2P_2K_2Mg_0$ ;  $N_2P_2K_2Mg_1$  e  $N_2P_2K_2Mg_3$ .

Todos os níveis de nutrientes foram parcelados em

QUADRO 6 - Quantidades de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio, aplicadas nos cinco primeiros anos. Camapuã-MS, 1992.

Ano	Nutrientes (g/planta/ano)			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO
1º	0	0	0	0
	10	15	10	3
	20	30	20	6
	40	60	40	12
2º	0	0	0	0
	20	20	20	6
	40	40	40	12
	80	80	80	24
3º	0	0	0	0
	40	40	40	12
	80	80	80	24
	160	160	160	48
4º	0	0	0	0
	40	40	60	12
	80	80	120	24
	160	160	240	48
5º	0	0	0	0
	40	40	60	12
	80	80	120	24
	160	160	240	48

duas vezes, sendo uma no final do período chuvoso (fev./mar.) e outra no início (out./nov.); com exceção do 1º ano quando todo o fósforo foi aplicado misturado com a terra de enchimento da cova, cujas dimensões foram 40 x 40 x 50 cm de profundidade e os outros nutrientes N, K<sub>2</sub>O, MgO e os micronutrientes na forma de FTE foram parcelados em duas vezes, uma um mês após o plantio das mudas e outra no início do próximo período chuvoso (out./nov.). A forma de aplicação foi em círculo ao redor das plantas, de raio igual a 45 cm, 100 cm e 120 cm durante o 1º, 2º e 3º ano respectivamente. No 4º e 5º ano os nutrientes foram aplicados sob a projeção da copa das árvores.

Ainda no 4º e 5º ano foram aplicados 50 e 60 kg/ha/ano respectivamente, de enxofre na forma de enxofre elementar, distribuídas uniformemente nas parcelas e durante o 5º ano foram aplicadas 2 t/ha de calcário calcítico (PRNT 100%), distribuídas uniformemente na superfície do solo sem incorporação.

O clone plantado foi o RRIM 600, por ser de alta produtividade e amplamente difundido na região. O plantio foi realizado em dezembro de 1985, juntamente com a leguminosa de cobertura *Pueraria phaseoloides* (Kudzu tropical).

O espaçamento adotado foi 7 m x 3 m, e o tamanho da parcela de 630 m<sup>2</sup>, totalizando 30 plantas dispostas em 5 linhas e cada linha com 6 plantas cujas mensurações foram realizadas em 12 plantas centrais.

Os efeitos dos tratamentos foram medidos anualmente;

circunferência do tronco tomadas a 1,30 m da soldadura do enxerto; e as mensurações da espessura da casca tomadas em uma ocasião aos cinco anos de idade das árvores, medidas a 1,30 m da soldadura do enxerto.

Anualmente foram amostradas folhas com idade em torno de 250 dias de emergência e após 50 a 60 dias da adubação. Na seringueira jovem, não ramificada coletaram-se duas maiores folhas expostas ao sol (sem pecíolos) da base do segundo lançamento, estando o broto terminal em dormência. Nas ramificadas coletaram-se as duas maiores folhas também expostas ao sol, da base do verticilo terminal da ramificação (sem pecíolos), estando o broto terminal em dormência BUENO et alij (1979). As amostras coletadas foram secas em estufas com circulação de ar forçada de 70-75°C e depois moídas. O teor de nitrogênio total foi determinado pelo método semimicro Kjeldahl segundo LIAO (1981), destilação e titulação segundo BREMNER & EDWARDS (1965). No extrato obtido por digestão nitroperclórica ZASOSK & BURAU (1977), foram dosados os teores totais de fósforo por colorimetria. Os teores de cálcio e magnésio por espectrofotometria de absorção atômica, e os de potássio por fotometria de emissão de chama. Tais análises foram realizadas no Laboratório de Solos do Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia (CPAA) em Manaus até o 4º ano, sendo as análises do 5º ano realizadas no Laboratório de Solos da Escola Superior de Agricultura de Lavras-ESAL.

As amostras de solo foram coletadas anualmente dentro

do círculo que recebeu adubação, tomadas em duas profundidades 0-20 cm e 20-40 cm. Cada amostra composta foi constituída de 24 amostras simples BUENO et alii (1979); RAIJ (1981). Essas amostras após secas ao ar foram analisadas para determinação do pH, alumínio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio.

O pH em água foi determinado potenciométricamente; cálcio, magnésio e alumínio trocáveis - extraídos com solução de KCl 1N e analisados por titulometria, VETTORI (1969). Os teores de fósforo assimilável e potássio trocável - extraído com Mehlich 1. As análises foram realizadas no Laboratório de Solos do Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia (CPAA) em Manaus. Todos os dados foram analisados estatisticamente para interpretação, segundo o modelo estatístico de blocos ao acaso.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

##### 4.1. Influência dos níveis de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio sobre algumas características químicas do solo

As análises de variância mostraram que os níveis de nitrogênio aplicados na forma de uréia, diminuíram o pH do solo somente no primeiro ano, não mostrando qualquer influência sobre o  $Al^{+++}$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$  trocável e P disponível na camada de 0-20 cm do solo. Na camada de 20-40 cm, observou-se diminuição do pH do solo no primeiro e terceiro ano, e a diminuição do potássio no segundo ano. Os demais nutrientes e alumínio trocável não foram influenciados (Quadro 7).

Esses resultados foram semelhantes ao obtido por REIS & CABALA-ROSAND (1988) na Bahia. Outros autores, tais como PUSHPADAS et alii (1973); PUSHPARAJAH (1969 e 1977); BERNIZ (1987) e VIEGAS et alii (n.p.) verificaram que além da diminuição do pH, diminuiu também  $Ca^{++}$  e  $Mg^{++}$  trocável no solo.

O experimento mostrou que os teores dos nutrientes no

QUADRO 7 - Efeito da aplicação dos níveis de nitrogênio, sobre as características químicas do solo, nos primeiros cinco anos após o plantio da seringueira. Canapuã-MS, 1992.

Níveis	Camada de 0-20 cm do solo						Camada de 20-40 cm do solo					
	pH (H <sub>2</sub> O)	Al eq. mg	P ppm	K ppm	<sup>45</sup> Ca eq. mg	<sup>226</sup> Mg eq. mg	pH (H <sub>2</sub> O)	Al eq. mg	P ppm	K ppm	<sup>45</sup> Ca eq. mg	<sup>226</sup> Mg eq. mg
1º ano												
H <sub>0</sub>	4,11a	0,61a	8,00a	45,75a	0,16a	0,10a	4,34a	0,51a	7,04a	31,75a	0,15a	0,15a
H <sub>1</sub>	4,18a	0,66a	12,00a	39,00a	0,17a	0,10a	4,26ab	0,53a	8,25a	33,50a	0,13a	0,13a
H <sub>2</sub>	3,89b	0,77a	7,75a	30,25a	0,11a	0,06a	3,99b	0,55a	4,50a	27,25a	0,10a	0,10a
H <sub>3</sub>	3,86b	0,75a	10,00a	24,50a	0,12a	0,06a	3,94b	0,52a	5,50a	27,75a	0,10a	0,10a
2º ano												
H <sub>0</sub>	4,14a	0,81a	3,75a	27,50a	0,16a	0,07a	4,33a	0,63a	2,50a	15,75a	0,19a	0,07a
H <sub>1</sub>	4,24a	0,75a	3,75a	19,25a	0,16a	0,07a	4,32a	0,62a	2,25a	13,00ab	0,20a	0,08a
H <sub>2</sub>	4,00a	0,78a	3,00a	22,75a	0,13a	0,06a	4,19a	0,70a	2,50a	11,75b	0,17a	0,06a
H <sub>3</sub>	4,04a	0,77a	3,50a	20,75a	0,13a	0,06a	4,16a	0,63a	2,50a	13,25ab	0,19a	0,07a
3º ano												
H <sub>0</sub>	4,33a	1,06a	6,18a	28,25a	0,07a	0,05a	4,27ab	0,91a	1,93a	22,00a	0,03a	0,03a
H <sub>1</sub>	4,47a	1,06a	6,12a	29,25a	0,08a	0,06a	4,32a	0,82a	2,15a	21,75a	0,04a	0,03a
H <sub>2</sub>	4,24a	1,11a	6,58a	24,25a	0,07a	0,05a	4,11bc	0,87a	1,98a	17,25a	0,05a	0,02a
H <sub>3</sub>	4,32a	1,08a	6,72a	31,25a	0,05a	0,05a	4,09ac	0,82a	2,47a	19,75a	0,06a	0,02a
4º ano												
H <sub>0</sub>	4,20a	1,05a	10,25a	30,50a	0,23a	0,07a	4,30a	0,82a	6,25a	18,00a	0,11a	0,03a
H <sub>1</sub>	4,07a	1,05a	10,25a	35,00a	0,22a	0,05a	4,22a	0,82a	2,75a	20,00a	0,10a	0,04a
H <sub>2</sub>	4,17a	1,05a	11,75a	34,00a	0,34a	0,05a	4,22a	0,82a	3,25a	17,00a	0,17a	0,02a
H <sub>3</sub>	4,12a	1,02a	10,25a	28,00a	0,18a	0,05a	4,17a	0,90a	3,75a	15,50a	0,09a	0,02a
5º ano												
H <sub>0</sub>	4,79a	0,46a	14,23a	27,37a	-	-	4,76a	0,50a	3,37a	12,70a	-	-
H <sub>1</sub>	4,75a	0,53a	11,80a	22,48a	-	-	4,77a	0,48a	4,61a	20,52a	-	-
H <sub>2</sub>	4,06a	0,61a	15,18a	27,37a	-	-	4,70a	0,51a	2,87a	12,70a	-	-
H <sub>3</sub>	4,72a	0,53a	13,79a	21,50a	-	-	4,78a	0,49a	2,78a	14,66a	-	-

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. <sup>1</sup> Dados referentes a quatro anos.

solo sofrem variações no tempo tais como, aumento de Al trocável até o terceiro ano e queda de  $K^+$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$  trocável e P disponível até o terceiro ano em ambas as camadas do solo. No quinto ano houve um aumento no valor do pH e decréscimo do  $Al^{+++}$  trocável em relação ao quarto ano em ambas as camadas do solo.

Essa acidificação devido a a aplicação de uréia, provocou lixiviação de bases, principalmente  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$  e  $K^+$  trocável, levando a redução na concentração desses nutrientes nas folhas, semelhante ao observado por PUSHPARAJAH (1969), com a aplicação de sulfato de amônio.

A outra causa da queda nos teores de  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$  e  $K^+$  trocável no decorrer dos anos nesses solos foi possivelmente devido a imobilização desses nutrientes por plantas de cobertura, como mostra os trabalhos de HAAG & GUERRINI (1984) onde o total de nutrientes armazenados nas plantas de cobertura aos 48 meses de idade foi de 164 kg/ha e nas árvores de seringueira 63 kg/ha nesse mesmo período, isto explica a queda nos teores de bases trocáveis no solo até o terceiro ano. No quinto ano em relação ao quarto ano verificou-se aumento de pH e decréscimo de  $Al^{+++}$  trocável no solo em ambas as camadas do solo, devido a aplicação de 2 t/ha de calcário calcítico durante o quinto ano, visando fornecer Ca como nutriente para as árvores de seringueira, tendo em vista o baixo teor deste nutriente no solo, segundo a Comissão de Fertilidade de Solos do Estado de Minas Gerais - CFSEMG, 1989). SHORROCKS (1965b),

nas condições da Malásia verificou que o Ca é o segundo nutriente mais absorvido pela seringueira, perdendo apenas para o nitrogênio, alcançando no 4º ano a absorção da ordem de 168,7 kg Ca/ha e em trabalho semelhante conduzido por HAAG et alii (1982) nas condições brasileiras foram encontrados valores inferiores, da ordem de 11,1 kg de Ca/ha em árvores da mesma idade. O autor explica que essa diferença foi devido a utilização de clones, solos e adubações diferentes. Para suprir as necessidades de Ca para o desenvolvimento das árvores de seringueira RAIJ et alii (1985), recomenda calagem para elevação da saturação por bases em torno de 50%.

Neste experimento observou-se que durante todo o período em estudo os valores do pH do solo permaneceram dentro da faixa estabelecida como adequada (4,0 a 6,5) ao desenvolvimento normal da seringueira, conforme RRIM (1960). Estes resultados concordam com PEREIRA & PEREIRA (1986) que observou seringais com bom desenvolvimento em solos com pH entre 4,0 a 5,0 e os teores de Al trocável entre 1,0 a 2,0 meq/100 cm<sup>3</sup> de solo.

A aplicação dos níveis de fósforo na forma de superfosfato triplo (Quadro 8), aumentou o P disponível no solo no primeiro, quarto e quinto ano, K<sup>+</sup> trocável no quinto ano e Ca<sup>++</sup> trocável no terceiro ano e diminuiu o Al<sup>+++</sup> trocável no primeiro ano na camada de 0-20 cm do solo. Por outro lado, na camada de 20-40 cm observou-se aumento do P disponível no primeiro e quinto ano, Ca<sup>++</sup> trocável no segundo ano e diminuiu

QUADRO 8 - Efeito da aplicação dos níveis de fósforo, sobre as características químicas do solo, nos primeiros cinco anos após o plantio da seringueira. Canapuã (MS), 1992.

Níveis	Camada de 0-20 cm do solo						Camada de 20-40 cm do solo					
	pH (H <sub>2</sub> O)	Al eq. ag	P ppm	K ppm	<sup>1</sup> Ca eq. ag	<sup>1</sup> Mg eq. ag	pH H <sub>2</sub> O	Al eq. ag	P ppm	K ppm	<sup>1</sup> Ca eq. ag	<sup>1</sup> Mg eq. ag
10 ano												
P <sub>0</sub>	3,91a	0,87a	4,25b	28,75a	0,10a	0,06a	3,96a	0,51a	2,25b	24,25a	0,18a	0,10a
P <sub>1</sub>	4,06a	0,70b	6,25b	39,00a	0,15a	0,10a	4,07a	0,50a	4,00b	25,75a	0,21a	0,11a
P <sub>2</sub>	3,89a	0,77ab	7,75b	30,25a	0,11a	0,06a	3,99a	0,55a	4,50b	27,25a	0,18a	0,10a
P <sub>3</sub>	4,08a	0,75ab	15,25a	32,50a	0,22a	0,11a	4,09a	0,50a	11,50a	28,25a	0,24a	0,13a
20 ano												
P <sub>0</sub>	4,19ab	0,76a	3,75a	22,25a	0,14a	0,06a	4,17a	0,70a	2,25a	15,25a	0,18b	0,06a
P <sub>1</sub>	4,36a	0,67a	3,75a	22,25a	0,23a	0,12a	4,23a	0,56b	3,25a	28,50a	0,22a	0,09a
P <sub>2</sub>	4,00b	0,78a	3,00a	22,75a	0,13a	0,06a	4,19a	0,70a	2,50a	11,75a	0,17b	0,06a
P <sub>3</sub>	4,15ab	0,73a	3,25a	18,25a	0,14a	0,06a	4,18a	0,66ab	2,25a	13,00a	0,19b	0,07a
30 ano												
P <sub>0</sub>	4,20a	1,08a	5,19a	26,50a	0,06b	0,05a	4,23a	0,98a	1,74a	21,25a	0,10a	0,03a
P <sub>1</sub>	4,33a	1,06a	7,25a	36,50a	0,14a	0,07a	4,41a	0,90a	2,70a	23,25a	0,09a	0,03a
P <sub>2</sub>	4,24a	1,11a	6,58a	24,25a	0,07ab	0,05a	4,11a	0,87a	1,99a	17,25a	0,05a	0,02a
P <sub>3</sub>	4,24a	1,05a	7,98a	29,75a	0,05b	0,04a	4,28a	0,90a	2,77a	19,25a	0,10a	0,02a
40 ano												
P <sub>0</sub>	4,12a	1,07a	5,75b	30,00a	0,24a	0,03a	4,22a	0,87a	2,75a	16,00a	0,15a	0,02a
P <sub>1</sub>	4,15a	1,05a	8,50ab	30,00a	0,23a	0,05a	4,27a	0,85a	3,25a	16,00a	0,13a	0,04a
P <sub>2</sub>	4,17a	1,05a	11,75ab	34,00a	0,34a	0,05a	4,22a	0,80a	3,25a	17,00a	0,17a	0,02a
P <sub>3</sub>	4,12a	1,12a	14,00a	31,00a	0,21a	0,05a	4,25a	0,90a	5,25a	19,00a	0,16a	0,06a
50 ano												
P <sub>0</sub>	4,71a	0,58a	4,88b	26,39ab	-	-	4,77a	0,51a	2,20b	14,66a	-	-
P <sub>1</sub>	4,72a	0,61a	8,25b	19,55b	-	-	4,74a	0,49a	2,25b	11,73a	-	-
P <sub>2</sub>	4,66a	0,61a	15,18b	27,37ab	-	-	4,70a	0,51a	2,37b	12,70a	-	-
P <sub>3</sub>	4,84a	0,47a	36,11a	48,87a	-	-	4,81a	0,50a	5,54a	20,52a	-	-

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. <sup>1</sup> Dados referentes a quatro anos.

o Al+++ trocável no segundo ano.

Estes resultados concordam com BOLTON (1960), PUSHPADAS et alii (1973); PUSHPARAJAH (1977), BERNIZ (1987); REIS & CABALA-ROSAND (1988) e VIEGAS et alii (n.p.).

Verificou-se também que todas as características químicas do solo sofreram variações no tempo durante o período estudado de cinco anos que pode ser explicado de forma semelhante ao item anterior sobre o nitrogênio.

Em relação ao nível de fósforo no solo, verificou-se que apenas o nível alto de fósforo ( $P_3$ ) no quinto ano atingiu a faixa adequada (P disponível > 30 ppm) estabelecida por GUHA & HOE (1966) nas condições de Malásia e na classificação estabelecida por BUENO et alii (1979) o teor médio de fósforo disponível no solo de 11-30 ppm foi alcançado no primeiro ano com o nível alto de fósforo ( $P_3$ ) e no quarto e quinto ano com o nível médio e alto de fósforo ( $P_2$  e  $P_3$ ).

Por outro lado a concentração de fósforo nas folhas durante todo o período estudado, apresentou-se dentro da faixa adequada (0,20-0,25%) ao desenvolvimento normal da seringueira estabelecida por GUHA & HOE (1966) e superiores a faixa de concentração de fósforo nas folhas estabelecida para seringais do Estado de São Paulo com alta produtividade (0,15 a 0,20%), segundo BATAGLIA & CARDOSO (1990).

Neste experimento o fósforo mostrou mobilidade para a camada mais profunda do solo (20-40 cm), sendo maior em nível alto de fósforo ( $P_3$ ) (Quadro 8). Este movimento do fósforo para

baixo no perfil do solo, foi devido o solo apresentar baixa capacidade de fixação de fósforo em função do baixo teor de argila, apesar do pH do solo permanecer na faixa de 4,5 a 5,5 o que indica apreciável quantidade de óxido de ferro e alumínio. Outro fator que reduziu a capacidade de fixação de fósforo foi a manutenção da cobertura do solo com leguminosas que contribuiu para a formação de matéria orgânica formando complexo com íon de Fe, Al e Mn, conforme SILVA et alii (1977). Estes resultados estão de acordo com MIDDLETON & PUSHPARAJAH (1966) que reportam mobilidade do fósforo para baixo num experimento em vaso e PUSHPARAJAH et alii (1977) trabalhando com diversos solos da Malásia.

Os níveis de potássio aplicado na forma de cloreto de potássio aumentou  $K^+$  trocável no primeiro, quarto e quinto ano e um pequeno aumento de pH no quarto ano na camada de 0-20 cm, do solo, na camada de 20-40 cm houve aumento de  $K^+$  trocável no primeiro, terceiro, quarto e quinto ano e diminuição de  $Mg^{++}$  trocável apenas no primeiro ano e uma flutuação do pH no quinto ano não mostrando qualquer influência sobre outros

QUADRO 9 - Efeito da aplicação dos níveis de potássio, sobre as características químicas do solo nos primeiros cinco anos após o plantio da seringueira. Canapua-MS, 1992.

Níveis	Camada de 0-20 cm do solo						Camada de 20-40 cm do solo					
	pH (H <sub>2</sub> O)	Al eq. mg	P ppm	K ppm	<sup>42</sup> Ca eq. mg	<sup>210</sup> Mg eq. mg	pH H <sub>2</sub> O	Al eq. mg	P ppm	K ppm	<sup>42</sup> Ca eq. mg	<sup>210</sup> Mg eq. mg
1º ano												
K <sub>0</sub>	3,98a	0,78a	9,25a	16,00b	0,17a	0,09a	4,07a	0,55a	5,50a	10,75c	0,23a	0,23a
K <sub>1</sub>	3,82a	0,83a	8,50a	26,25b	0,14a	0,09a	3,96a	0,57a	7,50a	19,25bc	0,23a	0,14b
K <sub>2</sub>	3,89a	0,77a	7,75a	30,25b	0,11a	0,06a	3,99a	0,55a	4,50a	27,25b	0,18a	0,10b
K <sub>3</sub>	3,97a	0,75a	8,75a	59,00a	0,15a	0,08a	4,06a	0,55a	4,50a	47,50a	0,20a	0,10b
2º ano												
K <sub>0</sub>	4,26a	0,72a	5,50a	24,75a	0,17a	0,09a	4,17a	0,68a	2,50a	13,50a	0,20a	0,08a
K <sub>1</sub>	4,12a	0,85a	4,00a	19,25a	0,15a	0,08a	4,13a	0,63a	2,25a	18,00a	0,21a	0,08a
K <sub>2</sub>	4,00a	0,78a	3,00a	22,75a	0,13a	0,06a	4,19a	0,70a	2,50a	11,75a	0,17a	0,06a
K <sub>3</sub>	4,29a	0,72a	4,25a	23,00a	0,19a	0,09a	4,29a	0,62a	2,25a	15,75a	0,19a	0,06a
3º ano												
K <sub>0</sub>	4,21a	1,03a	7,02a	20,25a	0,10a	0,06a	4,15a	0,85a	2,41a	12,50b	0,06a	0,02a
K <sub>1</sub>	4,17a	1,02a	6,54a	24,00a	0,13a	0,06a	4,18a	0,80a	1,77a	17,25ab	0,04a	0,02a
K <sub>2</sub>	4,24a	1,11a	6,58a	24,25a	0,07a	0,05a	4,11a	0,87a	1,98a	16,00ab	0,05a	0,02a
K <sub>3</sub>	4,34a	1,01a	6,18a	37,25a	0,09a	0,07a	4,35a	0,90a	2,56a	25,00a	0,05a	0,03a
4º ano												
K <sub>0</sub>	4,07ab	1,22a	11,25a	21,00b	0,17a	0,04a	4,15a	0,85a	3,50a	13,00c	0,09a	0,02a
K <sub>1</sub>	4,02b	1,12a	10,25a	34,00a	0,19a	0,05a	4,12a	0,85a	3,00a	19,00b	0,13a	0,03a
K <sub>2</sub>	4,17ab	1,05a	11,75a	34,00a	0,34a	0,05a	4,22a	0,80a	3,25a	17,00bc	0,17a	0,02a
K <sub>3</sub>	4,32a	1,05a	9,50a	32,50a	0,17a	0,03a	4,15a	0,85a	3,00a	32,50a	0,07a	0,01a
5º ano												
K <sub>0</sub>	4,80a	0,52a	16,90a	8,79b	-	-	4,80a	0,53a	3,38a	9,77b	-	-
K <sub>1</sub>	4,68a	0,63a	18,70a	19,55b	-	-	4,82a	0,51a	3,36a	10,75b	-	-
K <sub>2</sub>	4,66a	0,61a	15,18a	27,37ab	-	-	4,70b	0,51a	2,87a	12,70b	-	-
K <sub>3</sub>	4,73a	0,55a	17,49a	39,10a	-	-	4,81a	0,51a	3,80a	19,55a	-	-

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. <sup>1</sup> Dados referentes a quatro anos.

com baixo teor de matéria orgânica, torna-se mais susceptível a perda de potássio por lixiviação. Apesar do aumento do 1% em matéria orgânica no período de cinco anos e da aplicação de calcário calcítico durante o quinto ano, as perdas de potássio por lixiviação foram significativas, com reflexo, na diminuição de concentração de potássio nas folhas durante o quarto e quinto ano (Quadro 13).

A aplicação de enxofre elementar durante o quarto e quinto ano, aliado ao alto teor de N-NO<sub>3</sub> no solo sob cobertura de leguminosas, contribuíram também para a lixiviação do íon potássio através do perfil do solo.

Mesmo em aplicações de nível alto de potássio (K<sub>3</sub>), verificou-se que o teor de K<sup>+</sup> trocável no solo não alcançou o nível adequado (> 0,30 eq.mg/100 cc de solo), estabelecido por GUHA & HOE (1966) nas condições de Malásia. Na faixa de teor médio de K<sup>+</sup> trocável de 46 a 90 ppm estabelecida por BUENO et alii (1979) verificou-se que atingiu esse teor quando utilizou nível alto de potássio (K<sub>3</sub>) porém somente no primeiro ano para ambas as camadas do solo. Por outro lado os níveis de potássio aplicado foram suficientes ao requerimento das árvores até o terceiro ano, pois a concentração de potássio nas folhas mantiveram-se dentro da faixa estabelecida como adequada (1,0-1,4%) ao desenvolvimento normal da seringueira, conforme GUHA & HOE (1966) foram adequados também, conforme a faixa de concentração de potássio nas folhas estabelecidas por BATAGLIA & CARDOSO (1990). Já para o quarto e quinto ano o nível de

potássio aplicado não foi suficiente para suprir o requerimento deste nutriente pelas árvores da seringueira nesse período, pois a concentração média de potássio nas folhas ficou abaixo da faixa estabelecida como adequada (Quadro 13).

Os solos de cerrado, caracterizam-se por possuírem teor de potássio muito baixo, primeiro porque os argilo minerais dominantes são caulinita e gibbsita principalmente, com baixa capacidade de troca de cations (CTC), cuja fixação do potássio não deve ocorrer, o que contribui para perdas por lavagem de  $K_2O$  aplicado como adubo. Nesses solos, grande parte do CTC é devida a matéria orgânica, logo, requer um melhor manejo da fertilidade desse solo, tais como: manutenção de níveis adequados de matéria orgânica, calagem a pH 5,5 ou acima, para efetivamente ativar a formação de cargas dependentes de pH, tanto da fração orgânica como da fração mineral. Essa prática irá refletir no aumento da capacidade real de troca de cátions nestes solos e diminuirá o potencial de lixiviação a valores de pH natural, aumentando a eficiência da adubação potássica LOPES (1984); MALAVOLTA & KLIEMANN (1985).

Aplicação dos níveis de magnésio na forma de sulfato de magnésio, aumentou  $Mg^{++}$  trocável no primeiro ano e  $K^+$  trocável no quarto ano na camada de 0-20 cm do solo, na camada de 20-40 cm do solo, verificou-se aumento de  $Mg^+$  trocável apenas no primeiro ano e os demais nutrientes e Al tóxico não sofreram qualquer influência (Quadro 10).

QUADRO 10 - Efeito da aplicação dos níveis de magnésio, sobre as características químicas do solo nos primeiros cinco anos após o plantio da seringueira, Camapuã-MS, 1992.

Níveis	Camada de 0-20 cm do solo						Camada de 20-40 cm do solo					
	pH (H <sub>2</sub> O)	Al eq. mg	P ppm	K ppm	<sup>24</sup> Mg eq. mg	<sup>40</sup> Ca eq. mg	pH (H <sub>2</sub> O)	Al eq. mg	P ppm	K ppm	<sup>24</sup> Mg eq. mg	<sup>40</sup> Ca eq. mg
1º ano												
Mg <sub>0</sub>	4,12a	0,80a	9,75a	41,75a	0,20a	0,07b	4,09a	0,53a	7,00a	33,75a	0,24a	0,10b
Mg <sub>1</sub>	3,84a	0,86a	9,50a	30,25a	0,13a	0,05b	3,89a	0,58a	5,50a	27,00a	0,19a	0,08b
Mg <sub>2</sub>	3,89a	0,77a	7,75a	30,25a	0,11a	0,06b	3,99a	0,55a	4,50a	27,25a	0,18a	0,10b
Mg <sub>3</sub>	4,05a	0,68a	10,25a	38,25a	0,21a	0,17a	4,06a	0,48a	5,25a	33,00a	0,24a	0,19a
2º ano												
Mg <sub>0</sub>	4,23a	0,78a	4,75a	23,25a	0,20a	0,10a	4,21a	0,58a	3,00a	30,50a	0,20a	0,08a
Mg <sub>1</sub>	4,11a	0,77a	4,25a	21,75a	0,14a	0,06a	4,31a	0,63a	3,00a	13,75a	0,19ab	0,06a
Mg <sub>2</sub>	4,00a	0,78a	3,00a	22,75a	0,13a	0,06a	4,19a	0,70a	2,50a	11,75a	0,17b	0,06a
Mg <sub>3</sub>	4,20a	0,63a	3,75a	20,00a	0,19a	0,10a	4,14a	0,57a	2,25a	16,50a	0,20a	0,08a
3º ano												
Mg <sub>0</sub>	4,39a	1,00a	6,13a	31,25a	0,16a	0,06a	4,30a	0,82a	2,40a	22,75a	0,06a	0,02a
Mg <sub>1</sub>	4,36a	1,03a	6,82a	38,25a	0,06a	0,04a	4,24a	0,86a	2,19a	17,75a	0,09a	0,01a
Mg <sub>2</sub>	4,24a	1,11a	6,58a	24,25a	0,07a	0,05a	4,11a	0,87a	1,98a	17,25a	0,05a	0,02a
Mg <sub>3</sub>	4,26a	0,98a	6,24a	31,00a	0,18a	0,11a	4,17a	0,83a	2,08a	19,50a	0,08a	0,04a
4º ano												
Mg <sub>0</sub>	4,15a	1,02a	9,75a	28,50ab	0,24a	0,03a	4,17a	0,85a	2,75a	16,00a	0,11a	0,02a
Mg <sub>1</sub>	4,05a	1,25a	9,75a	26,50b	0,17a	0,02a	4,20a	0,85a	3,50a	16,00a	0,08a	0,01a
Mg <sub>2</sub>	4,17a	1,05a	11,75a	34,00a	0,34a	0,05a	4,22a	0,80a	3,25a	17,00a	0,17a	0,02a
Mg <sub>3</sub>	4,22a	1,07a	9,50a	32,50ab	0,27a	0,07a	4,25a	0,87a	2,75a	17,50a	0,12a	0,04a
5º ano												
Mg <sub>0</sub>	4,72a	0,57a	13,37a	31,28a	-	-	4,82a	0,52a	4,04a	15,64a	-	-
Mg <sub>1</sub>	4,68a	0,61a	10,25a	25,39a	-	-	4,81a	0,50a	2,29a	12,70a	-	-
Mg <sub>2</sub>	4,66a	0,61a	15,18a	27,37a	-	-	4,70a	0,51a	2,87a	12,70a	-	-
Mg <sub>3</sub>	4,78a	0,58a	16,14a	24,43a	-	-	4,80a	0,48a	3,44a	14,66a	-	-

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. <sup>1</sup> Dados referentes a quatro anos.

Apesar da aplicação de níveis crescentes de magnésio, verificou-se que os teores de  $Mg^{++}$  trocável no solo mantiveram-se abaixo da faixa adequada ( $> 0,30$  eq.mg/100 cc de solo) estabelecida por GUHA & HOE (1966) nas condições de Malásia. Por outro lado a concentração de magnésio nas folhas apresentou-se dentro da faixa estabelecida como adequada (0,20-0,25%) ao desenvolvimento normal da seringueira, estabelecida por GUHA & HOE (1966) (Quadro 14). Os teores obtidos foram inferiores quando comparados com as faixas de concentrações de nutrientes nas folhas de seringais com alta produtividade no Estado de São Paulo estabelecidas por BATAGLIA & CARDOSO (1990) para magnésio de 0,33 a 0,43%.

Apesar da concentração de magnésio nas folhas mostrar inferior a aquelas estabelecidas por BATAGLIA & CARDOSO (1990), não se verificou sintoma visual de deficiência de magnésio nas folhas da seringueira.

Os solos de cerrado apresentam teores de magnésio baixo em consequência do intemperismo, lixiviação e pobreza em magnésio no material de origem MALAVOLTA & KLIEMANN (1985). O autor cita que a carência de magnésio pode ser induzida ou acentuada por altos níveis de  $K_2O$  fornecidos na adubação, onde o aumento da relação K/Mg na folha, resulta do baixo teor de magnésio no solo e do  $K_2O$  usado como adubo.

## 4.2. Influência dos níveis de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio sobre as concentrações desses nutrientes nas folhas da seringueira

### 4.2.1. Nitrogênio

A aplicação de nitrogênio na forma de uréia, aumentou a concentração de N nas folhas no terceiro ano, P no terceiro e quinto ano e diminuiu a concentração de Mg nas folhas no segundo ano. Os demais nutrientes não sofreram qualquer influência (Quadro 11). Esses resultados foram semelhantes ao obtido por VIEGAS & HAAG (1985) e ALVES (1987) que estudaram o efeito de fertilizantes no desenvolvimento de porta-enxertos e BERNIZ (1987) que estudou o efeito dos fertilizantes no desenvolvimento da seringueira em formação.

Observou-se que a concentração de nitrogênio nas folhas durante o primeiro e quinto ano, ficou abaixo da faixa adequada (3,0-3,5%) estabelecida por GUHA & HOE (1966) nas condições de Malásia, mas ficou dentro da faixa de concentração de nitrogênio estabelecida por BATAGLIA & CARDOSO (1990) de 2,65 a 3,17%.

Essa menor concentração de nitrogênio no primeiro ano foi devido ao nitrogênio sofrer variações consideráveis de mês a mês até mesmo de ano para ano, conforme SHORROCKS (1965a) e possivelmente a ocorrência da competição da leguminosa com a

QUADRO 11 - Influência dos níveis de nitrogênio sobre as concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio nas folhas da seringueira nos primeiros cinco anos após o plantio. Camapuã-MS, 1992.

Níveis	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
1 <sup>o</sup> ano					
No	2,58 a	0,27 a	1,15 a	0,83 a	0,30 a
N <sub>1</sub>	2,76 a	0,26 a	1,08 a	0,88 a	0,28 a
N <sub>2</sub>	2,40 a	0,27 a	1,13 a	0,84 a	0,29 a
N <sub>3</sub>	2,58 a	0,26 a	1,11 a	0,81 a	0,27 a
2 <sup>o</sup> ano					
No	3,51 a	0,24 a	1,14 a	0,60 a	0,26 a
N <sub>1</sub>	3,25 a	0,22 a	1,07 a	0,62 a	0,24 ab
N <sub>2</sub>	3,49 a	0,22 a	1,13 a	0,57 a	0,26 a
N <sub>3</sub>	3,29 a	0,22 a	1,06 a	0,60 a	0,23 b
3 <sup>o</sup> ano					
No	3,92 ab	0,25 ab	1,07 a	0,59 a	0,23 a
N <sub>1</sub>	3,68 b	0,24 b	1,04 a	0,53 a	0,20 a
N <sub>2</sub>	4,08 a	0,26 a	1,04 a	0,52 a	0,21 a
N <sub>3</sub>	3,98 a	0,27 a	1,08 a	0,52 a	0,21 a
4 <sup>o</sup> ano					
No	3,80 a	0,23 a	0,83 a	0,62 a	0,22 a
N <sub>1</sub>	3,73 a	0,23 a	0,81 a	0,54 a	0,23 a
N <sub>2</sub>	4,12 a	0,23 a	0,82 a	0,66 a	0,24 a
N <sub>3</sub>	3,91 a	0,22 a	0,77 a	0,60 a	0,20 a
5 <sup>o</sup> ano					
No	2,92 a	0,23 b	0,92 a	1,13 a	0,28 a
N <sub>1</sub>	2,85 a	0,22 b	0,89 a	1,04 a	0,25 a
N <sub>2</sub>	3,06 a	0,24 ab	0,96 a	1,13 a	0,24 a
N <sub>3</sub>	2,92 a	0,25 a	1,02 a	1,20 a	0,22 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

seringueira por nutrientes, pois durante os primeiros dois anos as leguminosas absorvem mais nutrientes que a seringueira RRIM (1972).

WATSON et alii (1964a) observaram que após o segundo ano o nitrogênio proveniente da liteira e raízes mortas das leguminosas aumentaram significativamente o teor de nitrogênio nas folhas da seringueira, e verificaram também que as árvores de seringueira sobre cobertura de leguminosas contém maior concentração de nitrogênio e menor em potássio que as árvores sobre cobertura de gramíneas e *Mikania cordata*.

Isto explica a maior concentração de nitrogênio nas folhas da seringueira no terceiro e quarto ano que alcançou um valor máximo ( $N > 3,5\%$ ). No quinto ano a concentração de nitrogênio nas folhas mostrou-se semelhante ao primeiro ano, também com menor concentração de nitrogênio, provavelmente em função dessas variações que ocorrem de ano para ano, efeito do ambiente e em função de idade das plantas.

#### 4.2.2. Fósforo

A aplicação dos níveis de fósforo na forma de superfosfato triplo aumentou a concentração de Ca nas folhas no segundo e quarto ano e os demais nutrientes não foram influenciados (Quadro 12). Esses resultados discordam de VIEGAS

QUADRO 12 - Influência dos níveis de fósforo sobre as concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio nas folhas da seringueira nos primeiros cinco anos após o plantio. Camapuã-MS, 1992.

Níveis	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
1 <sup>o</sup> ano					
P <sub>0</sub>	2,53 a	0,26 a	1,16 a	0,85 a	0,29 a
P <sub>1</sub>	2,51 a	0,26 a	1,19 a	0,84 a	0,28 a
P <sub>2</sub>	2,40 a	0,27 a	1,13 a	0,84 a	0,29 a
P <sub>3</sub>	2,71 a	0,26 a	1,07 a	0,96 a	0,29 a
2 <sup>o</sup> ano					
P <sub>0</sub>	3,23 a	0,21 a	1,05 a	0,60 ab	0,23 a
P <sub>1</sub>	3,26 a	0,22 a	0,98 a	0,66 b	0,25 a
P <sub>2</sub>	3,49 a	0,22 a	1,13 a	0,57 b	0,26 a
P <sub>3</sub>	3,22 a	0,23 a	1,01 a	0,74 a	0,25 a
3 <sup>o</sup> ano					
P <sub>0</sub>	4,16 a	0,26 a	1,09 a	0,52 a	0,22 a
P <sub>1</sub>	3,93 a	0,25 a	1,04 a	0,59 a	0,23 a
P <sub>2</sub>	4,08 a	0,26 a	1,04 a	0,52 a	0,21 a
P <sub>3</sub>	3,94 a	0,26 a	1,07 a	0,59 a	0,22 a
4 <sup>o</sup> ano					
P <sub>0</sub>	3,95 a	0,22 a	0,81 a	0,50 b	0,21 a
P <sub>1</sub>	3,81 a	0,25 a	0,82 a	0,64 ab	0,24 a
P <sub>2</sub>	4,12 a	0,23 a	0,82 a	0,66 ab	0,24 a
P <sub>3</sub>	3,94 a	0,25 a	0,91 a	0,75 a	0,25 a
5 <sup>o</sup> ano					
P <sub>0</sub>	2,90 a	0,24 a	1,01 a	1,19 a	0,26 a
P <sub>1</sub>	2,90 a	0,23 a	0,93 a	1,27 ab	0,32 a
P <sub>2</sub>	3,06 a	0,24 a	0,96 a	1,13 a	0,24 a
P <sub>3</sub>	2,89 a	0,23 a	0,88 a	1,14 a	0,24 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

& HAAG (1985), ALVES (1987) e BERNIZ (1987) que obtiveram aumento na concentração de fósforo nas folhas da seringueira com a aplicação de superfosfato triplo.

A concentração de fósforo nas folhas durante o período estudado mostrou-se adequada ao desenvolvimento normal da seringueira, cujas concentrações no primeiro e terceiro ano alcançaram valores máximos ( $P > 0,25\%$ ), no segundo, quarto e quinto ano as concentrações de fósforo nas folhas mostraram-se dentro da faixa adequada ( $0,20-0,25\%$ ) ao desenvolvimento normal da seringueira estabelecida por GUHA & HOE (1966). As concentrações de fósforo nas folhas mostraram-se também adequadas as faixas de concentrações estabelecidas por BATAGLIA & CARDOSO (1990) de  $0,15$  a  $0,20\%$ .

Como as concentrações de fósforo nas folhas mostraram-se adequadas, isto indica que o solo supriu adequadamente o requerimento em fósforo para o crescimento da seringueira durante todo o período.

Um dos aspectos que possivelmente contribuiu para melhorar a absorção de fósforo pela seringueira, pode ter sido decorrentes da cobertura do solo com leguminosas, tais como: formação da matéria orgânica que contribui para diminuir a capacidade de fixação do fósforo durante a fase imatura conforme SILVA et alii (1977). Por outro lado WATSON et alii (1964a) observaram maior desenvolvimento das radículas na seringueira sob cobertura de solo com leguminosas em comparação com outras coberturas, isto pode ter também contribuído para

melhorar a absorção de fósforo pela seringueira.

#### 4.2.3. Potássio

A aplicação dos níveis de potássio, aumentou a concentração de potássio nas folhas no quarto e quinto ano e diminuiu as concentrações de magnésio no primeiro e terceiro ano e de cálcio no segundo ano nas folhas da seringueira. Os demais nutrientes não sofreram qualquer influência (Quadro 13). Esses resultados concordam com VIEGAS & HAAG (1985), ALVES (1987) e BERNIZ (1987).

Verificou-se que nos primeiros três anos a concentração de potássio nas folhas mostrou-se adequada (1,0 a 1,4%) para o desenvolvimento normal da seringueira, conforme GUHA & HOE (1966), no quarto e quinto ano, ocorreu queda marcante na concentração de potássio nas folhas, conforme Quadro 13, cujo tratamento de nível zero de potássio apresentou teor de potássio nas folhas igual a 0,68% tanto no quarto como no quinto ano, portanto bem abaixo da faixa estabelecida como adequada até mesmo para a faixa de concentração para potássio estabelecida por BATAGLIA & CARDOSO (1990) de 1,09 a 1,49%.

Um dos fatores que contribuíram para a queda da concentração de potássio nas folhas no 4º e 5º ano foi devido a absorção de potássio pelas árvores da seringueira triplicar no

QUADRO 13 - Influência dos níveis de potássio sobre as concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio nas folhas da seringueira nos primeiros cinco anos após o plantio. Camapuã-MS, 1992.

Níveis	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
1º ano					
K <sub>0</sub>	2,34 a	0,28 a	1,03 a	0,94 a	0,32 a
K <sub>1</sub>	2,64 a	0,28 a	1,12 a	0,88 a	0,29 ab
K <sub>2</sub>	2,40 a	0,27 a	1,13 a	0,84 a	0,29 b
K <sub>3</sub>	2,98 a	0,26 a	1,11 a	0,84 a	0,28 b
2º ano					
K <sub>0</sub>	3,22 a	0,23 a	0,92 a	0,65 a	0,26 a
K <sub>1</sub>	3,30 a	0,21 a	0,94 a	0,61 ab	0,22 a
K <sub>2</sub>	3,49 a	0,22 a	1,13 a	0,57 b	0,26 a
K <sub>3</sub>	3,36 a	0,22 a	1,06 a	0,64 ab	0,24 a
3º ano					
K <sub>0</sub>	3,85 a	0,25 a	0,95 a	0,60 a	0,24 a
K <sub>1</sub>	3,95 a	0,25 a	1,06 a	0,58 a	0,22 ab
K <sub>2</sub>	4,08 a	0,26 a	1,04 a	0,52 b	0,21 ab
K <sub>3</sub>	3,74 a	0,24 a	1,05 a	0,57 ab	0,20 b
4º ano					
K <sub>0</sub>	3,83 a	0,23 a	0,68 b	0,66 a	0,24 a
K <sub>1</sub>	3,95 a	0,24 a	0,70 ab	0,59 a	0,23 a
K <sub>2</sub>	4,12 a	0,23 a	0,82 a	0,66 a	0,24 a
K <sub>3</sub>	3,94 a	0,20 a	0,79 ab	0,58 a	0,21 a
5º ano					
K <sub>0</sub>	2,84 a	0,23 a	0,68 b	1,40 a	0,30 a
K <sub>1</sub>	2,90 a	0,23 a	0,88 ab	1,23 a	0,25 a
K <sub>2</sub>	3,06 a	0,24 a	0,96 a	1,13 a	0,24 a
K <sub>3</sub>	2,94 a	0,23 a	0,99 a	1,19 a	0,26 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4º e 5º ano em relação ao 3º ano, conforme SHORROCKS (1965b) as quantidades de potássio absorvido pela seringueira, foram: 7,0; 41,6; 57,9; 187,6 e 151,1 kg K/ha/ano no 1º, 2º, 3º, 4º e 5º respectivamente. Ainda, segundo WATSON et alii (1964a), as árvores sobre cobertura de leguminosas, mostraram alto nível de nitrogênio e magnésio e baixo nível de potássio comparadas com as árvores sobre cobertura de gramíneas e *Mikania cordata*.

Outro aspecto que influenciou a concentração de potássio nas folhas da seringueira foi a lixiviação do íon potássio através do perfil do solo em virtude das características físico e químicas do solo da área experimental descrita anteriormente e a imobilização desse nutriente pelas plantas de cobertura. Isto explica a queda na concentração de potássio nas folhas da seringueira no quarto e quinto ano em relação ao terceiro ano do experimento, indicando que os níveis de potássio aplicado foram insuficientes para suprir o grande requerimento em potássio para o crescimento da seringueira nesse período.

Observou-se antagonismo potássio-magnésio em que o aumento dos níveis de potássio aplicado reduziu a concentração de magnésio nas folhas no primeiro e terceiro ano, resultado semelhante ao observado por BOLLE-JONES (1954); SHORROCKS (1962); BOLTON (1964b) nas condições de Malásia e ALVES (1987); em nossas condições. Esses autores ainda observaram que o efeito depressivo do potássio na absorção de magnésio ocorre devido uma competição entre íons no solo, se a relação K/Mg for

suficientemente alta a absorção de magnésio será reduzida.

#### 4.2.4. Magnésio

A aplicação dos níveis de magnésio aumentou a concentração de magnésio nas folhas no primeiro e terceiro ano e diminuiu a concentração de cálcio no segundo ano. Os demais nutrientes não sofreram qualquer alteração (Quadro 14). Estes resultados foram semelhantes ao observado por BOLTON & SHORROCKS (1961) com a aplicação de calcáreo magnesiano e discorda de ALVES (1987) em que a aplicação de sulfato de magnésio não influenciou a concentração de magnésio nas folhas. A aplicação de magnésio não mostrou nenhum efeito depressivo sobre os teores de potássio nas folhas, apesar das doses crescentes de potássio terem reduzido o teor de magnésio nas folhas no primeiro e terceiro ano como mostra o Quadro 13.

É importante ressaltar que durante todo o período estudado a concentração de magnésio nas folhas se apresentou dentro da faixa estabelecida como adequada (0,20 a 0,25%) ao desenvolvimento normal da seringueira, conforme GUHA & HOE (1966).

Por outro lado, ficou abaixo da faixa de concentrações para magnésio nas folhas estabelecidas por BATAGLIA & CARDOSO (1990) de 0,33 a 0,43%.

QUADRO 14 - Influência dos níveis de magnésio sobre as concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio nas folhas da seringueira nos primeiros cinco anos após o plantio. Camapuã-MS, 1992.

Níveis	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
			10 ano		
Mg0	2,90 a	0,29 a	1,11 a	0,87 a	0,27 b
Mg1	2,92 a	0,27 a	1,11 a	0,90 a	0,29 b
Mg2	2,40 a	0,27 a	1,13 a	0,84 a	0,29 b
Mg3	2,84 a	0,26 a	1,05 a	0,87 a	0,32 a
			20 ano		
Mg0	3,30 a	0,22 a	1,05 a	0,65 a	0,23 a
Mg1	3,30 a	0,21 a	1,00 a	0,62 ab	0,23 a
Mg2	3,49 a	0,22 a	1,13 a	0,57 b	0,26 a
Mg3	3,30 a	0,23 a	1,03 a	0,63 ab	0,26 a
			30 ano		
Mg0	4,03 a	0,25 a	1,04 a	0,59 a	0,20 b
Mg1	3,76 a	0,24 a	1,05 a	0,52 a	0,20 b
Mg2	4,08 a	0,26 a	1,04 a	0,52 a	0,21 ab
Mg3	3,97 a	0,26 a	1,02 a	0,60 a	0,24 a
			40 ano		
Mg0	3,82 a	0,21 a	0,78 a	0,63 a	0,20 a
Mg1	3,79 a	0,22 a	0,75 a	0,57 a	0,20 a
Mg2	4,12 a	0,23 a	0,82 a	0,66 a	0,24 a
Mg3	3,87 a	0,22 a	0,66 a	0,58 a	0,22 a
			50 ano		
Mg0	3,01 a	0,24 a	0,99 a	1,24 a	0,21 a
Mg1	2,99 a	0,25 a	0,85 a	1,29 a	0,22 a
Mg2	3,06 a	0,24 a	0,96 a	1,13 a	0,24 a
Mg3	2,75 a	0,24 a	0,85 a	1,19 a	0,27 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

#### 4.3. Influência dos níveis de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio sobre o desenvolvimento da seringueira

##### 4.3.1. Circunferência do tronco

A aplicação de fósforo na forma de superfosfato triplo, aumentou a circunferência do tronco da seringueira apenas no quinto ano, e os demais nutrientes não influenciaram no incremento da circunferência do tronco nos primeiros cinco anos após o plantio da seringueira (Quadro 15). Estes resultados concordam com REIS et alii (1984 e 1985) e REIS & MELLO (1987). Por outro lado observou-se que o incremento da circunferência do tronco, neste experimento foi superior a aquele obtido por REIS et alii (1984) na Bahia que alcançou 19,27 cm de circunferência do tronco no quinto ano com a aplicação de 112 kg de  $P_2O_5$ /ha, foi também superior a aquele obtido por REIS et alii (1985) e REIS & MELLO (1987).

Apesar da aplicação do fósforo ter aumentado a circunferência do tronco no quinto ano, não foi observada uma correlação significativa entre a dose utilizada e a circunferência do tronco da seringueira.

As médias da taxa de incremento da circunferência do tronco da seringueira obtida neste experimento nos primeiros cinco anos apresentou-se em torno de 7,4-7,6 cm/ano (Quadro 16), valor inferior àqueles obtidos por BOLTON (1960),

QUADRO 15 - Circunferência do tronco da seringueira, em resposta a aplicação dos níveis de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio nos primeiros cinco anos após o plantio. Camapuã-MS, 1992.

Níveis	Circunferência do tronco (cm)				
	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano
N <sub>0</sub>	6,55 a	10,82 a	16,67 a	24,08 a	36,76 a
N <sub>1</sub>	6,35 a	11,05 a	16,65 a	24,06 a	36,06 a
N <sub>2</sub>	6,27 a	10,40 a	15,95 a	23,77 a	36,54 a
N <sub>3</sub>	6,88 a	11,65 a	16,70 a	24,47 a	36,48 a
P <sub>0</sub>	6,36 a	10,81 a	16,31 a	23,96 a	35,19 b
P <sub>1</sub>	6,77 a	11,41 a	17,74 a	26,17 a	38,35 a
P <sub>2</sub>	6,27 a	10,40 a	15,95 a	23,77 a	36,54 ab
P <sub>3</sub>	6,57 a	10,68 a	15,92 a	23,68 a	36,34 ab
K <sub>0</sub>	6,93 a	11,04 a	16,92 a	24,68 a	36,65 a
K <sub>1</sub>	6,60 a	11,03 a	16,88 a	24,45 a	36,41 a
K <sub>2</sub>	6,27 a	10,40 a	15,95 a	23,77 a	36,54 a
K <sub>3</sub>	6,85 a	12,07 a	18,29 a	26,47 a	38,34 a
Mg <sub>0</sub>	6,78 a	12,21 a	17,70 a	26,00 a	37,40 a
Mg <sub>1</sub>	7,09 a	12,30 a	17,76 a	25,85 a	37,38 a
Mg <sub>2</sub>	6,27 a	10,40 a	15,95 a	23,77 a	36,54 a
Mg <sub>3</sub>	6,60 a	11,91 a	16,79 a	25,00 a	37,23 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

PUSHPARAJAH & CHELLAPAH (1969) sob as condições de Malásia, em torno de 10,0-12,5 cm/ano durante o período de imaturidade da seringueira.

Do primeiro ao quarto ano a taxa de incremento do tronco foi baixo, já do quarto para o quinto ano foi bem superior aos períodos anteriores (Quadro 16).

A baixa taxa de incremento da circunferência do tronco da seringueira até o quarto ano, possivelmente tenha

QUADRO 16 - Taxa de incremento do tronco da seringueira nos primeiros cinco anos após o plantio. Camapuã-MS, 1992.

Trat.	Período				Média
	10-20 ano	20-30 ano	30-40 ano	40-50 ano	
	----- cm -----				
N	4,46	5,51	7,60	12,36	7,48
P	4,33	5,63	7,93	12,20	7,52
K	4,47	5,87	7,83	12,13	7,57
Mg	4,77	5,59	8,10	11,98	7,61

ocorrido em função da estação seca prolongada (5 meses em média por ano), cujo sistema radicular não apresenta completamente desenvolvido, mostrando claramente competição das leguminosas de cobertura com as árvores de seringueira, principalmente por água durante a estação seca do ano, semelhante ao observado por HASSELO (1960) sob as condições de Camarões e CARDOSO (1980); PINHEIRO (1982) sob as condições brasileiras. Do quarto ao quinto ano com o sistema radicular da seringueira completamente desenvolvido não sofreu prejuízo na taxa de incremento da circunferência do tronco durante a estação seca do ano. Ainda segundo LOPES (1984), em regiões de longo período seco a

absorção de fósforo pela seringueira pode ser drasticamente reduzida, porque quase todo o fósforo movimenta-se no solo por difusão que é um processo lento, de pouca amplitude, que depende da umidade do solo.

Vários trabalhos mostram resposta a aplicação de nitrogênio e fósforo sobre a circunferência do tronco HAINES & CROWTHER (1940); AKHURST & OWEN (1950); BOLTON (1964b); JEEVARATNAN (1969) em solo da Malásia, KALAN et alii (1980), no sul da Índia. No Ceylon, trabalhos realizados por CONSTABLE & HODNETT (1959) mostram resposta marcante a nitrogênio e fósforo e pequena resposta a potássio (na presença de fósforo) sobre a circunferência do tronco da seringueira. No Brasil, trabalho conduzido por BERNIZ (1987) no Pará obteve resposta a fósforo e potássio sobre a circunferência do tronco de seringueira nos primeiros três anos após o plantio. VIEGAS et alii (n.p.) também no Pará observaram resposta a nitrogênio e fósforo durante os primeiros nove anos do experimento e resposta a potássio apenas nos primeiros quatro anos após o plantio da seringueira.

Neste experimento conduzido em um solo de cerrado do Mato Grosso do Sul de características ácido, pobre em bases trocáveis, pobre em matéria orgânica, não houve resposta a aplicação de nitrogênio, potássio e magnésio sobre o incremento da circunferência do tronco da seringueira. A ausência de resposta a aplicação de nitrogênio sobre o incremento da circunferência do tronco pode ser explicada pela presença das

leguminosas de cobertura que contêm alto nível de nitrogênio no material verde e liteira. Essa liteira proveniente das leguminosas são de baixa razão C/N em torno de 15, isto torna os nutrientes contidos na liteira mais facilmente disponíveis para a absorção pela seringueira. No quarto e quinto ano após o plantio, decresce o vigor das plantas de cobertura e ocorre o retorno de grandes quantidades de nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio ao solo. Estudos mostrando que maiores níveis de  $N-NH_4$ ,  $N-NO_3$  e N total são obtidos em solos sob cobertura de leguminosas rasteiras que nas gramíneas e cobertura nativa conforme WATSON et alii (1964a, 1964b e 1964c), podem explicar que a resposta a aplicação de nitrogênio sobre o crescimento do tronco não deve ocorrer.

Vários trabalhos mostram ausência de resposta a aplicação de nitrogênio na presença de cobertura com leguminosas sobre o incremento da circunferência do tronco da seringueira MAINSTONE (1963a); PUSHPARAJAH & CHELLAPAH (1969).

A quantidade de nitrogênio fixado pelas leguminosas de cobertura não é possível de ser avaliada com precisão, porém nas condições da Malásia estima-se que seja em torno de 300 kg N/ha/ano RRIM (1965).

A aplicação de níveis crescentes de potássio, não influenciou no incremento da circunferência do tronco da seringueira, porém nota-se tendência da resposta para nível alto de potássio ( $K_3$ ). Estes resultados estão de acordo com PEREIRA et alii (1986) que verificaram ausência de resposta a

potássio sobre a circunferência do tronco da seringueira nos primeiros dois anos após o plantio. O diagnóstico da análise foliar no quarto e quinto ano, mostrou que a concentração de potássio nas folhas apresentava-se abaixo da faixa estabelecida como adequada (1,0-1,4% GUHA & HOE, 1966) ao desenvolvimento normal da seringueira (Quadro 13).

Como explicado anteriormente, existe um grande requerimento desse nutriente pelas árvores de seringueira durante o quarto e quinto ano, cujas concentrações de potássio nas folhas ficaram abaixo das estabelecidas como adequadas, o que indica que a quantidade de potássio trocável do solo não foi suficiente para suprir o requerimento deste nutriente pela seringueira no quarto e quinto ano. Como o solo em questão é um Latossolo Vermelho-Escuro, textura média, a aplicação de quantidades elevadas de potássio exige um melhor manejo tais como: manutenção de níveis adequados de matéria orgânica, aplicação de calcário, parcelamento da adubação potássica, para melhor eficiência do adubo, uma vez que os argilo minerais predominantes nesses solos são caulinita e gibbsita que não retém o ion potássio, predispondo possível perda desse nutriente por lixiviação.

Aplicação de magnésio durante os primeiros cinco anos, não influenciou a circunferência do tronco da seringueira. Estes resultados estão de acordo com PEREIRA et alii (1986a).

Isto já era esperado porque existe pouca informação

de resposta a aplicação de magnésio sobre o desenvolvimento ou produção da seringueira.

O diagnóstico foliar mostrou que a concentração de magnésio nas folhas está dentro da faixa estabelecida como adequada (0,20-0,25% GUHA & HOE, 1966) ao desenvolvimento normal da seringueira (Quadro 14). Embora a concentração de magnésio nas folhas mostre níveis adequados, observou-se que os teores de magnésio no solo apresentam-se abaixo da faixa adequada ( $Mg^{++}$  trocável  $> 0,30$  meq/100 cc de solo) estabelecida por GUHA & HOE (1966). Isto indica que o solo supriu suficientemente o requerimento em magnésio da árvore da seringueira neste período de cinco anos.

#### 4.3.2. Espessura da casca.

A mensuração da espessura da casca tomada em apenas uma ocasião, no quinto ano, analisada estatisticamente, mostrou que os níveis de fertilizantes utilizados não influenciaram nesta característica (Quadro 17). Por outro lado, vários trabalhos citam resposta a aplicação de fertilizantes sobre a espessura da casca HAINES & CROWTHER (1940); BERNIZ (1987) e REIS & MELLO (1987). Esses autores ainda observaram que os efeitos dos fertilizantes sobre a espessura da casca foram semelhantes a aqueles obtidos sobre a circunferência do tronco.

QUADRO 17 - Influência dos níveis de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio sobre a espessura da casca (E.C.) do tronco em árvores de seringueira com cinco anos de idade, medidas à 1,30 m da união do enxerto. Camapuã-MS, 1992.

Níveis	E.C. (mm)	Níveis	E.C. (mm)	Níveis	E.C. (mm)	Níveis	E.C. (mm)
No	4,80 a	Po	4,64 a	Ko	4,72 a	Mgo	4,85 a
N <sub>1</sub>	4,74 a	P <sub>1</sub>	4,90 a	K <sub>1</sub>	4,68 a	Mg <sub>1</sub>	4,82 a
N <sub>2</sub>	4,86 a	P <sub>2</sub>	4,86 a	K <sub>2</sub>	4,86 a	Mg <sub>2</sub>	4,86 a
N <sub>3</sub>	4,76 a	P <sub>3</sub>	4,74 a	K <sub>3</sub>	5,00 a	Mg <sub>3</sub>	4,94 a
C.V. (%)	4,14		4,00		4,74		3,10

## 5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e nas condições em que foi conduzido este trabalho pode-se concluir que:

a) a aplicação dos níveis de nitrogênio diminuiu o pH e  $K^+$  trocável no solo. Na planta verificou-se aumento da concentração de N e P e diminuição da concentração de Mg nas folhas;

b) a aplicação de fósforo aumentou o teor de P disponível  $K^+$  e  $Ca^{++}$  trocável no solo e diminuiu o Al tóxico. Na planta verificou-se aumento da concentração de Ca nas folhas;

c) a aplicação de potássio aumentou o teor de  $K^+$  trocável e diminuiu o de  $Mg^{++}$  trocável no solo e houve uma pequena influência sobre o pH no solo. Na planta aumentou a concentração de K e diminuiu a de Mg nas folhas;

d) a aplicação de magnésio aumentou o teor de  $Mg^{++}$  e  $K^+$  trocável no solo e na planta aumentou a concentração de Mg nas folhas e diminuiu a concentração de cálcio nas folhas;

e) com relação ao incremento da circunferência do

tronco da seringueira, verificou-se resposta apenas a fósforo, o que não significa que os outros nutrientes estão em nível adequado, pois mesmo com a aplicação de nível alto dos nutrientes  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  e  $MgO$  os teores no solo apresentaram-se abaixo do nível estabelecido como adequado, indicando que as doses utilizadas neste experimento não foram suficientes para elevar os respectivos teores a níveis considerados adequados para que a planta mostrasse todo o seu potencial de desenvolvimento.

## 6. RESUMO

Em experimento realizado na área da EMPAER no município de Camapuã no Mato Grosso do Sul em um Latossolo Vermelho Escuro, textura média, estudou-se o efeito de quatro níveis de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio, durante cinco anos, sobre algumas características químicas do solo, crescimento e a concentração de nutrientes em seringueira jovem (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). O clone utilizado foi o RRIM 600 e /os efeitos dos tratamentos foram avaliados /anualmente, pela medição de circunferência do tronco nos cinco anos, espessura da casca somente no quinto ano e determinação anual dos valores de pH, Al, Ca, Mg, P e K no solo e concentrações de N, P, K, Ca e Mg nas folhas. Em relação as variáveis avaliadas no solo, /observou-se que o nitrogênio, na forma de uréia, diminuiu o pH do solo /apenas no primeiro ano na camada de 0-20 cm do solo, na camada de 20-40 cm mostrou diminuição do pH no primeiro e terceiro ano e diminuição do potássio trocável somente no segundo ano. /A aplicação de fósforo aumentou o teor de P disponível no primeiro, quarto e quinto ano, K+ trocável

no quinto ano,  $\text{Ca}^{++}$  trocável no terceiro ano e diminuiu o Al tóxico no primeiro ano na camada de 0-20 cm do solo. Para a camada de 20-40 cm verificou-se aumento do P disponível no primeiro e quinto ano,  $\text{Ca}^{++}$  trocável no segundo ano e diminuição do Al tóxico no segundo ano.

A aplicação de potássio aumentou o teor de  $\text{K}^{+}$  trocável no solo no primeiro, quarto e quinto ano e aumento do pH no quarto ano na camada de 0-20 cm do solo, na camada de 20-40 cm verificou-se aumento do teor de  $\text{K}^{+}$  trocável no primeiro, terceiro, quarto e quinto ano. Houve diminuição do  $\text{Mg}^{+}$  trocável no primeiro ano.

A aplicação de magnésio aumentou o teor de  $\text{Mg}^{+}$  trocável no primeiro ano e  $\text{K}^{+}$  trocável no quarto ano na camada de 0-20 cm do solo, na camada de 20-40 cm do solo, verificou-se apenas o aumento de  $\text{Mg}^{++}$  trocável no primeiro ano.

Quanto aos efeitos observados na planta, verificou-se que a aplicação de nitrogênio aumentou a concentração de N no terceiro ano, P no terceiro e quinto ano e diminuiu a concentração de Mg no segundo ano nas folhas da seringueira.

A aplicação de fósforo aumentou a concentração de Ca nas folhas no segundo e quarto ano.

Por outro lado a aplicação de potássio aumentou a concentração de K nas folhas no quarto e quinto ano e diminuiu as concentrações de Mg no primeiro e terceiro ano e de Ca no segundo ano nas folhas da seringueira.

A aplicação de magnésio aumentou a concentração de Mg

nas folhas no primeiro e terceiro ano após o plantio da seringueira.

Com relação ao incremento da circunferência do tronco da seringueira, verificou-se resposta apenas o fósforo o que não significa que os outros nutrientes estão em nível adequado, pois mesmo com a aplicação de nível alto dos nutrientes  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  e  $MgO$  e teores no solo apresentaram-se abaixo do nível estabelecido como adequado, indicando que as doses utilizadas neste experimento não foram suficientes para elevar os respectivos teores a níveis considerados adequados para que a planta mostrasse todo o seu potencial de desenvolvimento.

## 7. SUMMARY

INFLUENCE FROM THE NITROGEN, PHOSPHORUS, POTASSIUM AND MAGNESIUM IN THE DEVELOPMENT OF YOUNG RUBBER TREE (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.) IN "CERRADO" SOIL IN THE STATE OF MATO GROSSO DO SUL.

This experiment was carried out in dark red latosol, medium texture in Camapuã-MS county, during five years, with the purpose to evaluate the influence from nitrogen, phosphorus, potassium and magnesium levels in the development of rubber tree clone RRIM 600. The experimental design was a randomized plots with four repetition in an uncomplete factorial scheme. It was used the same micronutrients amount of sulphur and calcareous. The final results allowed conclusions, that the applied levels of phosphorus increased significantly the trunk circumference only in the fifth year and that the levels of nitrogen, potassium and magnesium did not help the increasing in the circumference on the rubber tree trunk during the experiment period.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. AKHURST, C.G. & OWEN, G. Manuring experiments on young rubber trees. 1. Effect of fertilizers on growth. *Journal of the Rubber Research Institute of Malaya*, Kuala Lumpur, (12):167-202, 1950.
02. ALVES, R.N.B. Níveis de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio para a produção de porta-enxertos de seringueira (*Hevea spp*) no Amapá. Lavras, ESAL, 1987. 79p. (Tese MS).
03. ANUÁRIO ESTATÍSTICO MERCADO DA BORRACHA NO BRASIL - 1986. Brasília, SUDHEVEA, 1987. 67p.
04. BATAGLIA, O.C. & CARDOSO, M. Situação nutricional dos seringais de São Paulo. In: SIMPÓSIO DA CULTURA DA SERINGUEIRA, 2, Piracicaba, 1987. *Anais...* Piracicaba, USP/ESALQ, 1990. p.89-97.

05. BATAGLIA, O.C.; CARDOSO, M.; IGUE, T. & RAIJ, B.V. Desenvolvimento da seringueira em solos do Estado de São Paulo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 22(4):419-24, abr. 1987b.
06. BEAUFILS, E.R. Pesquisa de uma exploração racional da hevea após um diagnóstico fisiológico demorado sobre a análise mineral de diversas partes da planta. *Fertilité*, Paris, (3):27-38, 1957.
07. BERNIZ, J.M.J. Influência de N, P, K, em seringueira jovem (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). Viçosa-UFV, 1987. 59p. (Tese de Doutorado).
08. BOLLE-JONES, E.W. Nutrition of *Hevea brasiliensis*. The interrelationships of Magnesium, Potassium and Phosphorus. *Journal of the Rubber Research Institute of Malaya*, Kuala Lumpur, (14):231-56, 1954.
09. BOLTON, J. The manuring and cultivation of *Hevea brasiliensis*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, 15:1-8, 1964a.

10. BOLTON, J. The response of *Hevea* to fertilizers on a sandy Latosol. *Journal of the Rubber Research Institute of Malaya*, Kuala Lumpur, 16(4):178-90, 1960.
11. ————. The response of immature *Hevea brasiliensis* to fertilizers in Malaya. I. Experiments on shale derived soils. *Journal of the Rubber Research Institute of Malaya*, Kuala Lumpur, 18(Part 2):67-79, 1964b.
12. ———— & SHORROCKS, V.M. The effect of Magnesium limestone and other fertilizers on mature planting of *Hevea brasiliensis*. *Journal of the Rubber Research Institute of Malaya*, Kuala Lumpur, 17(2):31-9, 1961.
13. BREMNER, R J.M. & EDWARDS, H.P. Determination and isotope ratio analysis of different form of nitrogen in soil.  
1. Aparatus and procedures for destillation and determination, for ammonium. *Soil Science Society of America Proceedings*, Madison, 29(5):504-7, Sept./Oct. 1965.
14. BUENO, N. Alguns aspectos sobre adubação da seringueira.  
In: ————. SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SERINGUEIRA NO ESTADO DE SÃO PAULO, 1, 1986. Campinas, Fundação Cargill, 1986. p.83-93.

15. BUENO, N.; BERNIZ, J.M.J. & VIEGAS, I.J.M. **Amostragem de solo e de folhas para análise e recomendação de adubação em seringueira.** Manaus, EMBRAPA-CNPSD, 1979. 13p. (Circular Técnica, 8).
16. BUENO, N.; HAAG, H.P.; PEREIRA, J.P. & VIEGAS, I.J.M. **Nutrição mineral da seringueira IX. Alumínio no substrato afetando o desenvolvimento, a sintomatologia de toxicidade e a concentração em seringueira (*Hevea* spp.). Anais da ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ", Piracicaba, 45(1):319-39, 1988.**
17. ———; PEREIRA, J.P. & HAAG, H.P. **Aspectos relevantes sobre a adubação da seringueira (*Hevea* spp.). In: ———. SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SERINGUEIRA NO ESTADO DE SÃO PAULO, 2, Piracicaba, 1987.**
18. CARDOSO, M. **Instruções para a cultura da seringueira.** 2.ed. rev. atual. Campinas, Instituto Agronômico, 1980. 42p. (Boletim, 196).
19. CARVALHO, J.G.; MARQUES, R.; VIEGAS, I.J. M. & CARVALHO, M.A. **Calagem para a cultura da seringueira. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 15(171):45-56, 1991.**

20. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS.  
**Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 4ª Aproximação**, Lavras, 1989. 176p.
21. COMPAGNON, P. The mineral nutrition of the *Hevea*. *Revue Générale de Caoutchouc*, Paris, 39(7-8):1105-32, 1962
22. CONSTABLE, D.H. & HODNETT, G.E. The response of *Hevea brasiliensis* to fertilizers in Ceylon. *Empire Journal of Experimental Agriculture*, Oxford, 27(106):150-7, 1959.
23. FRAZÃO, D.A.C. Efeitos dos elementos e suas deficiências. In: HAAG, P.H., coord. **Nutrição e adubação da seringueira no Brasil**. Campinas, Fundação Cargill, 1983. p.41-48.
24. GUERRINI, I.A. **Crescimento e recrutamento de macro e micronutrientes no período de quatro anos pela *Hevea brasiliensis* clone Fx 3864 na região do Rio Branco, AC**. Piracicaba, ESALQ, 1983. p.105. (Tese MS).
25. GUHA, M.M. Recent advances in fertilizer usage for rubber in Malaya. *Journal of the Rubber Research Institute of Malaya*, Kuala Lumpur, 21(2):207-16, 1969.

26. GUHA, M.M. & HOE, Y.K. Soil and leaf nutrient status in relation to soil type. *Planters' Bulletin*, Kuala Lumpur, (87):170-7, 1966.
27. ——— & NARAYANAN, R. Variation in leaf nutrient content of *Hevea* with clone and age of leaf. *Journal of the Rubber Research Institute of Malaya*, Kuala Lumpur, 21(2):225-39, 1969.
28. GUHA, M.M. & PUSHPARAJAH, E. Response to fertilizers in relation to soil type. *Planters' Bulletin*, Kuala Lumpur, (87):178-83, 1966.
29. HAAG, H.P.; DECHEN, A.R.; SARRUGE, J.R.; GUERRINI, I.A.; WEBER, H. & TENORIO, Z. *Nutrição mineral da seringueira; marcha de absorção de nutrientes*. Campinas, Fundação Cargill, 1982. 86p.
30. ——— & GUERRINI, I.A. *Nutrição mineral da seringueira. 3. Ciclagem de nutrientes em um seringal na região de Rio Branco-Ac. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba, 41(1):277-91, 1984.

37. MAINSTONE, B.J. The effects of nitrogen and phosphorus fertilizers on *Hevea brasiliensis* when applied after commencement of tapping. **Empire Journal of Experimental Agriculture**, Oxford, 31(123):226-42, 1963b.
38. ————. Residual effects of ground-cover and of continuity of nitrogen fertilizer treatments, applied prior to tapping, on the yield and growth of *Hevea brasiliensis*. **Empire Journal of Experimental Agriculture**, Oxford, 31(123):213-25, 1963a.
39. MALAVOLTA, E. & KLIEMANN, H.J. **Desordens nutricionais no cerrado**. Piracicaba, POTAFÓS, 1985. 136p.
40. MIDDLETON, K.R. & PUSHPARAJAH, E. The use of phosphates in the cultivation of *Hevea brasiliensis* in Malaya. **Outlook on Agriculture**, Elmsford, 5(2):69-73, 1966.
41. MIRANDA, E.R.; ROSAND, P.C.; SANTANA, C.J.L. **Requerimentos nutricionais e adubação do cultivo da seringueira**. CEPLAC/CEPEC, 1975. 32p. (Boletim Técnico, Ilhéus, 33).
42. PEREIRA, A.V. & PEREIRA, E.B.C. **Adubação de seringais de cultivo na Amazônia** (Primeira Aproximação). Manaus, EMBRAPA-CNPSD, 1986. (Circular Técnica, 8).

43. PEREIRA, A.V.; BUENO, N. & PEREIRA, E.B.C. **Resposta de crescimento da seringueira a diferentes doses de fertilizantes.** EMBRAPA-CNPSD, Manaus, 1986a, p.7. (Comunicado Técnico, 53).
44. PEREIRA, E.B.C.; PEREIRA, A.V. & SILVA, S.E.L. **Doses de N, P, K e Mg para viveiro de seringueira em Latossolo amarelo de textura muito argilosa, em Manaus, Manaus,** EMBRAPA-CNPSD, 1986b. (Comunicado Técnico, 52).
45. PINHEIRO, E. **Implantação e exploração de seringais racionais.** In: CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM HEVEICULTURA. Belém, 1982, p.42-43.
46. PUSHPADAS, M.V.; NARAYANAN POTTY, S.; GEORGE, C.M. & KRISHNAKUMARI, M. **Effect of long term application of N, P, K fertilizers on pH and nutrient levels of soil and leaf in *Hevea brasiliensis*.** *Journal of Plantation Crops, Kerala*, 1(Suppl.):38-43, 1973.
47. PUSHPARAJAH, E. **Nutrition and fertilizer use in *Hevea* and associated cover in Peninsular Malaysia Riview.** *Journal of the Rubber Research Institute of Sri Lanka, Agalawatta*, 54(Part 1): 270-83, 1977.

48. PUSHPARAJAH, E. Response in growth and yield of *Hevea brasiliensis* to fertilizer application in Rengam series soils. *Journal of the Rubber Research Institute of Malaya*, Kuala Lumpur, 21(2):165-74, 1969.
49. ——— & CHELLAPAH, K. Manuring of rubber in relation to covers. *Journal of the Rubber Research Institute of Malaya*, Kuala Lumpur, 21(2):126-39, 1969.
50. RAIJ, B.V. Técnicas de avaliação da fertilidade do solo e estabelecimento de níveis de adubação. In: ———. *Avaliação da fertilidade do solo*, Piracicaba, POTAFÓS, 1981. p.49-74.
51. ———; SILVA, N.M.; BATAGLIA, O.C.; QUAGGIO, J.A.; HIROCE, R.; CANTARELLA, H.; BELLINAZZI JUNIOR, R.; DECHEN, A.R. & TRANI, P.E. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas, Instituto Agrônômico, 1985. 107p. (Boletim Técnico, 100).
52. REIS, E.L. & CABALA-ROSAND, P. Comparação de fontes fosfatadas no desenvolvimento da seringueira no sul da Bahia. *Revista Theobroma*, Ilhéus, 15(4):177-84, 1985.

53. REIS, E.L. & CABALA-ROSAND, P. Eficiência dos fertilizantes aplicados nas fases pré e pós sangria da seringueira. *Revista Theobroma*, Ilhéus, 18(3):189-200, jul./set. 1988.
54. —————; ————— & SANTANA, C.J.L. Respostas do clone F x 3864 de seringueira a doses de fertilizantes no sul da Bahia. *Revista Theobroma*, Ilhéus, 15(1):19-26, 1985.
55. ————— & MELLO, F.A.F. Efeito da adubação no desenvolvimento da seringueira em formação (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) no sul do Estado da Bahia. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba, 44(2):1165-87, 1987.
56. —————; SOUZA, L.F. & CALDAS, R.C. Efeito da adubação NPK e da calagem no crescimento de plântulas enviveiradas de seringueira. *Revista Theobroma*, Ilhéus, 7(2):35-40, 1977.
57. —————; SOUZA, L.F.S. & MELLO, F.A.F. Influência da aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio sobre o desenvolvimento da seringueira *Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) no sul da Bahia. *Revista Theobroma*, Ilhéus. 14(1):45-52, 1984.

58. RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYA. Cover plants, manuring and wind damage. *Planters' Bulletin*, Kuala Lumpur, (57):183-9, 1961a.
59. ————. Cycle of nutrients in rubber plantation. *Planters' Bulletin*, Kuala Lumpur, (20):73-81, 1972.
60. ————. Fertilizer requirements of mature rubber. *Planters' Bulletin*, Kuala Lumpur, (77):36-55, 1965.
61. ————. Mixed and compound fertilizers. *Planters' Bulletin*, Kuala Lumpur, (57):175-80, 1961b.
62. ————. Soil reaction and rubber cultivation. *Planters' Bulletin*, Kuala Lumpur, (50):98-103, 1960.
63. SANTANA, C.J.L. de; CABALA ROSAND, F.P. & VASCONCELOS FILHO, A.P. Fertilidade dos solos ocupados com seringueira no sul da Bahia e grau de tolerância dessa cultura ao alumínio. *Revista Theobroma*, Itabuna, 7(4):125-32, 1977.
64. SHORROCKS, V.M. Deficiências minerais em *Hevea* e plantas de cobertura associadas. Brasília, Superintendência da Borracha, 1979. 76p.

65. SHORROCKS, V.M. Leaf analysis as a guide to the nutrition of *Hevea brasiliensis*. VI. Variations in leaf nutrient composition with age of leaf and with time. **Journal of the Rubber Research Institute of Malaya, Kuala Lumpur, 19(Part 1):1-8, 1965a.**
66. ———. Leaf analysis as a guide to the nutrition of *Hevea brasiliensis*. IV. Studies on the nutrient composition of leaves analysed with and without midribs and on the possible use of petiole analysis. **Journal of the Rubber Research Institute of Malaya, Kuala Lumpur, 17(Part. 3):113-22, 1962.**
67. ———. Mineral nutrition growth and nutrient cycle of *Hevea brasiliensis*. I. Growth and nutrient content. **Journal of the rubber Research Institute of Malaya, Kuala Lumpur, 19(Part 1):32-48, 1965b.**
68. ———. Mineral nutrition, growth and nutrient cycle of *Hevea brasiliensis*. II. Nutrient cycle fertilizer requirements. **Journal of the Rubber Research Institute of Malaya, Kuala Lumpur, 19(Part 1):48-61, 1965c.**

69. ———; TEMPLETON, J.K. & IYER, G.C. Mineral nutrition, growth and nutrient cycle of *Hevea brasiliensis*. III. The relationships between girth and shoot dry weight. *Journal of the Rubber Research Institute of Malaya*, Kuala Lumpur, 19(Part. 2):85-92, 1965.
70. SILVA, C.G.; KUMARA KULASURIYAR, S. & WICKREMASINGH, L.J. The efficient use of phosphatic fertilizer in relation to the phosphorus fixing capacities of the rubbers soils. *Journal of the Rubber Research Institute of Sri Lanka*, Agalawatta, (54):263-9, 1977.
71. VETORI, L. Métodos de análise de solo. Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, 1969. 24p. (Boletim Técnico, 7).
72. VIEGAS, I.J.M.; CUNHA, R.L.M. & CARVALHO, R.A. Avaliação de fontes de magnésio em porta-enxertos de seringueira. EMBRAPA-UEPAE de Belem, 1989. 12p. (Boletim de Pesquisa, 7).
73. ——— & HAAG, H.P. Doses de NPK em viveiro de *Hevea* spp na obtenção de plantas aptas para enxertia em Latossolo Amarelo, textura média, na Ilha do Mosqueiro-PA. ESALQ, Volume XLII - 1985, p.489-537.

74. VIEGAS, I.J.M.; OLIVEIRA, R.F.; CRUZ, E.S. & AZEVEDO, C.E.  
Resposta da seringueira a aplicação de nitrogênio,  
fósforo e potássio em Latossolo Amarelo, textura média,  
Ilha do Mosqueiro-Pará. (n.p.).
75. WATSON, G.A. Maintenance of soil fertility in the perma-  
nent cultivation of *Hevea brasiliensis* in Malaya.  
*Outlook on Agriculture*, Elmsford, (4):103-9, 1964.
76. —————; WENG, W.P. & NARAYAN, R. Effect of cover plants  
on soil nutrient status and on growth of Hevea. III. A  
comparison of leguminous creepers with grasses and  
*Mikania cordata*. *Journal of the Rubber Research Insti-  
tute of Malaya*, Kuala Lumpur, 18(Part 2):80-95, 1964a.
77. —————; ————— & —————. Effects of cover plants on  
soil nutrient status and on growth of Hevea. IV.  
Leguminous creepers compared with grasses, *Mikania  
cordata* and mixed indigenous covers on four soil types.  
*Journal of the Rubber Research Institute of Malaya*,  
Kuala Lumpur, 18(Part 3):123-45, 1964b.

78. WATSON, G.A.; WENG, W.P. & NARAYAN, R. Effects of cover plants on soil nutrient status and on growth of Hevea. V. Loss of nitrate-nitrogen and of cations under bare soil conditions a progress report on results from a small-scale trial. *Journal of the Rubber Research Institute of Malaya, Kuala Lumpur*, 18(Part 4):161-74, 1964c.
79. YOGARATNAN, N. & PEREIRA, M.A. Urea as a nitrogen fertilizer for rubber plantations in Sri Lanka. II. Agronomic investigations. *Journal of the Rubber Research Institute of Sri Lanka, Agalawatta*, (59):20-30, 1981.
80. ZASOSK, R.J. & BURAU, R.G. A rapid nitric perchloric acid digestion method for mult-element tissue analysis. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, New York, 8(5):425-36, 1977.



FROM G. A. WINE, JR., DIRECTOR, U. S. DEPARTMENT OF COMMERCE  
 please on this subject and on growth of rubber  
 loss of his attention and of course under  
 with conditions a research report on rubber  
 all points of the Journal of the Rubber Research  
 Institute of the U. S. Department of Commerce

AT THE U. S. DEPARTMENT OF COMMERCE, WASHINGTON, D. C.  
 for rubber, attention to the Journal of the Rubber Research  
 Institute of the U. S. Department of Commerce, Washington, D. C.  
 and of the U. S. Department of Commerce, Washington, D. C.

Y. S. WINE, JR., DIRECTOR, U. S. DEPARTMENT OF COMMERCE  
 on this subject and on growth of rubber  
 loss of his attention and of course under  
 with conditions a research report on rubber  
 all points of the Journal of the Rubber Research  
 Institute of the U. S. Department of Commerce