NUTRIÇÃO MINERAL E CRESCIMENTO DE SERINGAIS EM INÍCIO DE EXPLOTAÇÃO NO ESTADO DE SÃO PAULO

FABIO DE ALMEIDA DOMINGUES

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências, Área de Concentração: Fisiologia e Bioquímica de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo
Junho - 1994

NUTRIÇÃO MINERAL E CRESCIMENTO DE SERINGAIS EM INÍCIO DE EXPLOTAÇÃO NO ESTADO DE SÃO PAULO

FABIO DE ALMEIDA DOMINGUES
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. ONDINO CLEANTE BATAGLIA

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências, Área de Concentração: Fisiologia e Bioquímica de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Junho - 1994

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCLB/USF

Domingues, Fábio de Almeida

D671n Nutrição mineral e crescimento de seringueiras em
 início de exploração no Estado de São Paulo. Piraci-
 caba, 1994.
 59p.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Seringueira - Nutrição - São Paulo (estado)
Seringueira - Crescimento - São Paulo (estado)
1. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz,
Piracicaba

CDD 633.895

NUTRIÇÃO MINERAL E CRESCIMENTO DE SERINGAIS EM INÍCIO DE EXPLOTAÇÃO NO ESTADO DE SÃO PAULO

FABIO DE ALMEIDA DOMINGUES

Aprovada em: 06.09.1994

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Ondino Cleante Bataglia

Prof. Dr. Pedro Furlani

Prof. Dr. Antônio Roque Dechen

IAC

IAC

ESALQ/USP

Prof. Dr. Ondino Cleante Bataglia
Orientador

Aos meus pais Fernando e Neuza.

Aos meus irmãos e amigos,

dedico.

Aos meus mestres,

ofereço.

AGRADECIMENTOS

A elaboração desta dissertação não foi um trabalho isolado, mas fruto do interesse e da ação de várias pessoas e instituições a quem devo meus sinceros agradecimentos.

- Ao Prof. Dr. Ondino Cleante Bataglia, pela paciência, amizade, apoio, incentivo e orientação na elaboração do presente trabalho.
- Ao Prof. Dr. Henrique Paulo Haag ("in memorian"), pelas valiosas sugestões e fornecimento de material técnico.
- Aos colegas e técnicos do Instituto Agrônomo de Campinas, em especial, à Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, pelo apoio técnico-laboratorial e por todas as facilidades oferecidas.
- Ao Eng. Agrícola Wagner R. dos Santos, pelo apoio técnico e amizade.
- À Seção de Climatologia Agrícola do Instituto Agrônomo de Campinas, em especial ao Eng. Agr. M.Sc. Paulo César Sentelhas, pela amizade, apoio e fornecimento dos dados agrometeorológicos.
- À Profª. M.Sc. Elaine Guaraldo, pela amizade, dedicação e incentivo pessoal.
- Às bibliotecárias do Instituto Agrônomo de Campinas e Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pelo apoio e revisão bibliográfica.
- À Prof. Luzia L. Guaraldo, pelo apoio e revisão gramatical.

SUMÁRIO

Página

LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	viii
RESUMO.....	x
SUMMARY.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	04
2.1. Origem e distribuição geoclimática.....	04
2.2. Os fatores climáticos e o crescimento.....	05
2.3. Fisiologia do crescimento.....	06
2.4. Exploração e o crescimento.....	08
2.5. Exploração estimulada e o crescimento.....	10
2.6. Solos, nutrição mineral e o crescimento.....	11
2.7. Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS).....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.1. Nutrição vegetal e o crescimento.....	22
4.2. Fertilidade do solo e o crescimento.....	38
5. CONCLUSÕES.....	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

LISTA DE FIGURAS

Página

1. Extratos de balanço hídrico, segundo THORNTHWAITE & MATHER (1955), levando em consideração um armazenamento de água no solo de 125 mm, para seis locais. Período: fev/89 a fev/90.....27
2. Extratos de balanço hídrico, segundo THORNTHWAITE & MATHER (1955), levando em consideração um armazenamento de água no solo de 125 mm, para seis locais. Período: fev/89 a fev/90.....28
3. Extrato de balanço hídrico da população de referência (Avai), segundo THORNTHWAITE & MATHER (1955), levando em consideração um armazenamento de água no solo de 125 mm32
4. Extrato de balanço hídrico da população de referência (Poloni), segundo THORNTHWAITE & MATHER (1955), levando em consideração um armazenamento de água no solo de 125 mm32
5. Relação entre pH (0-20 cm) e o incremento anual de crescimento (mm) em perímetro do tronco.....47
6. Relação entre saturação por bases (0-20 cm) e o incremento anual de crescimento em perímetro do tronco.47

LISTA DE TABELAS

Página

01. Informações gerais para os vinte seringais amostrados.	
Período: fev/89 a fev/90	20
02. Resultados da análise foliar e o perímetro do tronco nos vinte seringais, medido em fev/89	23
03. Resultados da análise foliar e o perímetro do tronco nos vinte seringais, medido em fev/90	24
04. Faixas adequadas de concentração dos macronutrientes foliares para seringais de alta produtividade	24
05. Coeficientes de correlações das regressões lineares entre a análise foliar no primeiro (1989) e segundo (1990) ano, e o incremento de crescimento em perímetro do tronco	25
06. População de referência para cálculo das relações do DRIS com crescimento $<$ que 47 mm/planta/ano. Dados de análise foliar de Poloni, Avai e lotes	29
07. População de referência para cálculo das relações do DRIS com crescimento $\geq$ que 47 mm/planta/ano. Dados de análise foliar de Poloni, Avai e lotes	30
08. Parâmetros estatísticos de referência das populações de alto (a) e baixo (b) crescimento	33
09. Índices DRIS e balanços nutricionais (BN) calculados para os vinte seringais para o ano de 1989, com referência às relações significativas da população de alto crescimento	34

10. Índices DRIS e balanços nutricionais (BN) calculados para os vinte seringais para o ano de 1990, com referência às relações significativas da população de alto crescimento	35
11. Comparação entre quatro classes de crescimento com os teores foliares e índices (DRIS) médios calculados pela população de alto crescimento. Período: fev/89 a fev/90	36
12. Resultados da análise de fertilidade dos solos e o crescimento nos vinte seringais, na profundidade de 0-5 cm. Período: fev/89 a fev/90	39
13. Resultados da análise de fertilidade dos solos e o crescimento nos vinte seringais, na profundidade de 0-20 cm. Período: fev/89 a fev/90	40
14. Resultados da análise de fertilidade dos solos e o crescimento nos vinte seringais, na profundidade de 21-40 cm. Período: fev/89 a fev/90	41
15. Resultados da análise de fertilidade dos solos e o crescimento nos vinte seringais, na profundidade de 41-60 cm. Período: fev/89 a fev/90	42
16. Comparação entre os dois tipos de solos predominantes aos seringais, relacionando com os teores médios de fertilidade e o incremento de crescimento em perímetro do tronco para as quatro profundidades. Período: fev/89 a fev/90	43
17. Coeficientes de correlações das regressões lineares entre os dados de fertilidade dos solos, nas profundidades 0-5, 0-20, 21-40 e 41-60 cm, e incremento de crescimento perímetro do caule. Os valores assinalados são estatisticamente significativos. Período: fev/89 a fev/90	45
18. Comparação entre os resultados médios da análise de fertilidade dos solos para as quatro profundidades e duas faixas de crescimento por planta/ano. Período: fev/89 a fev/90	48

NUTRIÇÃO MINERAL E CRESCIMENTO DE SERINGAIS EM INÍCIO DE EXPLOTAÇÃO NO ESTADO DE SÃO PAULO

Autor: FABIO DE ALMEIDA DOMINGUES

Orientador: DR. ONDINO CLEANTE BATAGLIA

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o estado nutricional e o crescimento de vinte seringais (*Hevea brasiliensis*) em início de exploração, localizados em regiões pólo do planalto do Estado de São Paulo. O estudo foi realizado durante um ano (fev/89 a fev/90), baseando-se na análise química dos solos e das folhas, utilizando os métodos tradicionais do nível crítico, faixas de concentração, e o Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS), como método alternativo de diagnóstico foliar. O crescimento no período, foi medido através do incremento anual em perímetro do tronco a cerca de 150 cm da superfície do solo.

As relações entre o crescimento e a nutrição vegetal, não demonstraram correlação significativa para nenhum dos macronutrientes. O teor de cálcio na planta demonstrou, através do índice DRIS, tender ao equilíbrio, à medida que se eleva a classe de crescimento.

Através do estudo das características de fertilidade dos solos, nas profundidades 0-5, 0-20, 21-40 e 41-60 cm, e o incremento de crescimento no período, foi demonstrado que a acidez, a capacidade de troca catiônica, a soma de bases e a saturação por bases estão, em geral, afetando significativamente o desenvolvimento dos seringais.

MINERAL NUTRITION AND THE GROWTH OF RUBBER TREE PLANTATIONS, FOR THE FIRST YEARS OF TAPPING, IN THE STATE OF SAO PAULO, BRAZIL

Author: FABIO DE ALMEIDA DOMINGUES

Adviser: ONDINO CLEANTE BATAGLIA

SUMMARY

This research aims to evaluate the mineral nutrition and the growth of twenty rubber tree (*Hevea brasiliensis*) plantations, on first years of tapping. These plantations are located in different regions on the State of Sao Paulo, Brazil. The study took the period of one year (from february/89 to february/90), and was based on soil and leaf analysis, using the physiological critical level and suficiency range, as traditional methods and, the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS), as an alternative criteria to foliar diagnosis. The growth in the period was measured by the annual trunk's mean yearly girth increment at 150 cm above the soil surface.

There was no significant correlation between plant growth and macronutrient concentrations in the leaves. Nevertheless, there was a trend of association.

The comparison among the soil fertility characteristics at the soil depths of 0-5, 0-20, 21-40 and 41-60 cm, and the annual girth increment, showed that the acidity, the sum of basis and the basis saturation were, significantly, affecting the development of the rubber tree plantations.

1. INTRODUÇÃO

No início deste século, o Brasil ocupava um lugar de destaque no mercado mundial da borracha, sendo responsável por cerca de 98% da produção. Hoje o país produz menos que 1% da produção mundial e importa aproximadamente 75% do que consome (BERNARDES et alii, 1990b).

A cultura da seringueira apresentou uma rápida expansão no Brasil a partir da década de 70 em função das políticas governamentais de estímulos a novos plantios e pelos elevados preços pagos aos produtores brasileiros de borracha natural, cerca de três vezes os preços internacionais para o produto. Esses incentivos se deram em função de uma demanda interna crescente e da estagnação da produção nacional, originária da produção extrativa e de regiões tradicionais, como o sul da Bahia (PINTO, 1984).

De acordo com o relatório da Sociedade Rural Brasileira (1992), o país dispõe hoje de cerca de 180.000 hectares de área plantada com seringueira, sendo que a maior parte ainda não entrou em exploração. Desse total, apenas cerca de 20% atingiram a maturidade, isto é, quando a produção do seringal atinge um equilíbrio, em torno da idade de 15 anos.

A produção de borracha natural sempre dependeu dos seringais nativos da floresta amazônica, somente a partir de 1990, os seringais de cultivo passaram a predominar com o aumento da quantidade de seringais cultivados, principalmente em São Paulo, Mato Grosso, Bahia e Espírito Santo, incentivado através de investimentos privados. Ainda em 1975, cerca de 88% da produção nacional de borracha natural era originária de seringais nativos. Esta participação que chegou a atingir 91% em 1977, começou a declinar a partir de 1986, atingindo, em 1992, cerca de 35%, quando cerca de 65% da produção foi de seringais cultivados.

Em 1992, São Paulo surge como o principal produtor nacional com 27% de participação, seguido pela Bahia e Mato Grosso com 15% cada um. No período de 1985-93, o número de pés plantados e a área cultivada com seringueira em São Paulo cresceram 171%, apresentando uma taxa média de crescimento de 13% ao ano. O aumento do número de pés em produção que era de apenas 4% em 1985, evolui para 29% em 1993, sendo este o fator principal que explica a evolução do estado para a posição de primeiro produtor nacional de borracha natural a partir de 1992.

De acordo com estudo elaborado pela extinta Superintendência de Desenvolvimento da Borracha (SUDHEVEA), órgão responsável pela administração da política nacional da borracha, os seringais localizados em regiões sujeitas a ataques severos de doenças (região amazônica), deverão apresentar produtividade média estabilizada em 600 Kg de borracha seca/ha/ano, e nas áreas de escape, a produtividade média estabilizada deve atingir 1500 Kg de borracha seca/ha/ano (BERNARDES et alii, 1990b).

Graças aos esforços efetuados por empresários, instituições de pesquisa e extensão rural, a partir do início dos anos 80, a cultura da seringueira se expandiu rapidamente pelo Estado de São Paulo atingindo em 1991, cerca de 14,51 milhões de pés plantados, ocupando uma área de 32.240 hectares. Em função dos altos preços praticados pela SUDHEVEA, tornou-se um importante cultivo alternativo de exploração econômica para o Planalto Paulista e regiões circunvizinhas.

As condições edafoclimáticas de grande parte do Estado de São Paulo determinam uma boa adaptação da cultura da seringueira, embora os solos e o clima apresentem características bastante adversas à região de origem. Nessas condições, tanto o desenvolvimento quanto a produtividade são muito dependentes do suprimento de nutrientes que determina o estado nutricional das plantas nas diferentes fases da cultura.

A avaliação nutricional de seringais existentes em diversos tipos de solos propicia importantes subsídios para a definição de critérios essenciais à identificação de fatores limitantes ao desenvolvimento e produtividade nas diversas regiões onde essas plantações se localizam.

Nos países produtores de borracha, levantamentos envolvendo análise de solo e de folhas são bastante usados tanto para relacionar os níveis de nutrientes nas folhas em função da fertilidade do solo (GUHA & HOE, 1966) como para definir critérios para recomendação de adubação (GUHA, 1969). O acompanhamento das

das recomendações através de levantamentos permitiram significativos aumentos de produtividade para os produtores que se beneficiaram desses programas na Malásia (CHAN, 1972). O trabalho desenvolvido por BEAUFILS (1957) no Cambodja constituiu-se como base para o estabelecimento do diagnóstico fisiológico, que posteriormente evoluiu resultando no Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS). Esse sistema é um método de interpretação de análise foliar que vem sendo bastante difundido inclusive para outras culturas (BATAGLIA & CARDOSO, 1987).

O presente trabalho tem por objetivo avaliar o estado nutricional de seringueiras em início de exploração localizados em regiões pólo do planalto do Estado de São Paulo, com base na análise química do solo e das folhas, utilizando os métodos tradicionais do nível crítico, faixas de concentração e o DRIS, como método alternativo de interpretação. A associação do estado nutricional com o desenvolvimento e produtividade de clones recém introduzidos, poderá proporcionar o estabelecimento de critérios de diagnose e recomendação de adubação a nível de produtor.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1.) Origem e distribuição geoclimática

O gênero *Hevea* é um membro da família Euphorbiaceae, composta de 10 espécies, sendo que a *Hevea brasiliensis* é a única plantada comercialmente, objetivando a produção de borracha natural.

A ocorrência natural do gênero *Hevea* abrange as latitudes 3 ° norte a 15 ° sul no continente americano, com área superior a 4 milhões de quilômetros quadrados, onde predominam tipos climáticos com alta disponibilidade de energia térmica e reduzida amplitude de variação anual. Valores elevados de tensão de vapor d'água e de precipitação pluviométrica determinam, à maior parte dessas regiões, a ausência de deficiência hídrica anual.

A importância dessa planta para o homem determinou sua expansão geográfica, abrangendo outras latitudes com agroclimas bem diferenciados das áreas de origem. Atualmente a heveicultura compreende latitudes de 22 ° ao norte da China a 25° ao sul no Brasil, onde a periodicidade e a amplitude dos fatores térmicos e hídricos alteram o comportamento fenológico dessa planta, e exigem, como premissa básica, o desenvolvimento e adaptação de novas tecnologias de produção (ORTOLANI, 1987).

A interação clima-agentes patogênicos principalmente o "Mal-das-folhas", causado pelo *Microcyclus ulei*, a mancha areolada, causada pelo *Tanatephorus cucumeris* e requeima causada por *Phytophthora* são considerados problemas importantes nas zonas tradicionais de cultivo no continente americano. A superumidade na porção ocidental do Vale Amazônico favorece constantes enfermidades de folhas. No sul da Bahia, a principal área de produção situa-se também em clima superúmido (ORTOLANI, 1986).

2.2) Os fatores climáticos e o crescimento

Zong Dao & Xueqin¹, citado por ORTOLANI (1987), relatam a influência da temperatura ambiente no crescimento da seringueira. Dois valores extremos praticamente a atividade de fotossíntese da planta: sob temperatura de 40° C, a taxa de respiração é maior que a taxa de fotossíntese e, à 10° C, a fotossíntese é praticamente nula, podendo ser utilizada como ponto zero de crescimento. Os mesmos autores citam que os limites térmicos de 27 a 30° C são mais favoráveis à fotossíntese. Embora não tenham sido feitas determinações específicas no Estado de São Paulo, é possível que a faixa ótima de temperatura abranja o intervalo de 25 a 27° C. Isso poderia explicar as elevadas taxas de crescimento observadas no Planalto Paulista, atingindo a idade de exploração entre o quinto e o sexto ano.

Segundo SETHUJAJ (1985), o crescimento da seringueira jovem é normalmente afetado por estresses. Secas prolongadas, baixa temperatura no inverno, alta temperatura e baixa umidade relativa, no verão, e alta altitude são fatores que afetam desfavoravelmente o crescimento. Variações significativas quanto à resposta de clones à seca tem sido observadas. Irrigação e o sombreamento parcial das plantas jovens pode aliviar os efeitos adversos do estresse de umidade do solo e altas temperaturas, podendo ainda acelerar o seu desenvolvimento.

Após o pleno desenvolvimento do sistema radicular, mesmo na juvenilidade, a seringueira demonstra boas condições de tolerância a períodos prolongados de estiagem. Em sua maturidade, com o aprofundamento das raízes, essa tolerância é mais elevada, como foi observado durante as secas de 1961, 1963, 1985 no Estado de São Paulo. Em 1985, com deficiência hídrica anual de 400 mm, uma das maiores ocorridas no século, foram verificados pequenos decréscimos temporários de produção, irregularidade não significativa no reenfolhamento e necessidade de irrigação, para os seringais com idade de até um ano de campo (ORTOLANI, 1986).

Neste Estado são alcançadas produções anuais comerciais de 1000 a 1500 kg/ha de borracha seca em áreas com chuvas anuais de 1200 mm. Aí, a

¹ZONG DAO, H. & XUEQIN, Z. Rubber cultivation in China. In: Planter's Conference. Kuala Lumpur, 1983. Persidangan Pelamdang. 1983. 15p.

curva da demanda hídrica (evapotranspiração) acompanha a da precipitação pluvial, possibilitando relações que amenizam o déficit hídrico da planta (ORTOLANI, 1986).

2.3.) Fisiologia do crescimento

Sendo uma espécie arbórea, a seringueira se caracteriza por apresentar baixa taxa de crescimento ao longo de seu ciclo quando comparada com culturas de ciclo curto. Apesar dessa observação ser trivial, deve ser lembrado que a taxa de absorção da maioria dos nutrientes está estreitamente relacionada com a taxa de crescimento (WILD & BREEZE, 1981). O crescimento longitudinal do caule da seringueira, até o terceiro ano (incluindo a fase de viveiro), caracteriza-se por períodos sucessivos de rápido alongamento alternados por fases de inatividade, originando os "lançamentos". Durante esta fase, o crescimento varia em função de diversos fatores externos, tais como água, nutrientes, luz, calor e tipo de enxertia.

A partir do terceiro ano, o crescimento é estimulado, com o incremento de matéria seca quase triplicando em relação ao ano anterior, o mesmo acontecendo do quarto ano em relação ao terceiro. Portanto, nessa fase, a seringueira necessita encontrar, no solo, quantidades suficientes de nutrientes para que esse seu crescimento intenso não seja prejudicado. Como o solo em que um seringal está assentado geralmente é pobre, essa época parece ser indicada para uma adubação mais intensa. A variação da matéria seca do primeiro ao quarto ano foi maior no tronco, depois nos galhos e nas folhas; e no passar do tempo, houve um aumento na percentagem de matéria seca dos galhos, ocorrendo uma diminuição, na das folhas e tronco. Proporcionalmente, a percentagem de matéria seca das folhas em relação ao total é bem alta. Como a seringueira derruba as suas folhas (senescência) em um período do ano, geralmente no inverno, ela precisará retirar grandes quantidades de nutrientes do solo para que as folhas possam ser repostas sem apresentar sintomas de deficiências. Além disso, esse fato é muito importante no caso da ciclagem de nutrientes, já que com a queda das folhas, há uma devolução de nutrientes ao solo (HAAG et alii, 1986).

Seria bastante conveniente estabelecer, para a seringueira, a influência dos fatores fisiológicos sob três aspectos: aqueles influenciando a taxa de crescimento durante a fase de desenvolvimento, aqueles influenciando a taxa de crescimento das árvores em exploração e aqueles influenciando diretamente a produção

em resposta a exploração. Significativos progressos têm sido alcançados objetivando a redução do período de imaturidade, através da introdução de clones melhorados e melhoria do manejo. Os principais fatores fisiológicos que determinam o crescimento durante a fase de pré-exploração são; o estágio fisiológico do material plantado, número de plantas por unidade de área, índice de área foliar, padrão de formação da copa, distribuição foliar, orientação da lâmina foliar em relação à radiação solar, eficiência na assimilação do CO_2 e variação no ponto de saturação da luz nos diferentes níveis da copa (SETHUJAJ, 1985).

O crescimento da seringueira durante a fase de viveiro é normalmente medido com base na altura da planta, diâmetro do caule e número de lançamentos. Após essa fase, o crescimento é determinado através da medida do perímetro do tronco à altura de 120 cm da união enxerto x porta-enxerto, aproximadamente 150 cm da superfície do solo, e pela espessura da casca. Essa medida de crescimento tem por objetivo determinar quando a planta estará apta a entrar em exploração. Colocar a árvore tardiamente em exploração, significa uma irreparável perda de produção, ou precocemente, seria anti-econômico, devido ao pequeno volume de látex obtido e da injúria sofrida. Através do corte profundo em casca muito fina, o câmbio poderá ser atingido causando um retardamento e uma irregular regeneração da casca, acarretando depois a dificuldade de reaproveitamento do painel e, conseqüente perda na produção (DIJKMAN, 1951).

Ainda segundo DIJKMAN (1951), o crescimento em circunferência do tronco durante os primeiros três anos é relativamente pequeno. Após alguns anos, o crescimento em altura diminui e os galhos começam a se desenvolver; a partir daí, o incremento em circunferência do tronco é acelerado. Depois do oitavo ao décimo ano, o crescimento total, gradualmente, torna-se lento. O vigor de crescimento é uma característica genotípica no clone.

A formação da borracha na planta compete com o crescimento pelos metabólitos resultantes da fotossíntese. A taxa de crescimento de uma cultura depende do montante de radiação fotossinteticamente ativa absorvido pelas folhas, o índice de área foliar e a taxa assimilatória líquida. A taxa de crescimento se expressa como um aumento do peso seco total da planta, calculado por periódicas determinações de peso seco. Devido a dificuldade de se medir o peso da matéria seca de uma árvore de seringueira, vários pesquisadores concluíram que é possível obter esse valor através da medição simples do perímetro do caule (PAARDEKOOPEL, 1989).

Os fatores que influenciam o crescimento da seringueira durante a fase de pré-exploração, geralmente continuarão influenciando nas árvores em exploração. A exploração afeta diretamente a taxa de crescimento. A biomassa anual produzida por uma árvore sujeita a exploração regular, é substancialmente mais baixa comparada àquela não explorada; devido à extração da borracha e outros produtos exportados pelo látex (SETHUJAJ, 1985).

A densidade de plantio representa uma das práticas culturais utilizadas em *Hevea brasiliensis* reconhecida como capaz de promover alterações no crescimento e na produção da planta (DIJKMAN, 1951). A partir do fechamento das copas, a taxa de crescimento do perímetro do tronco reduz progressivamente de acordo com o aumento na densidade de plantio.

2.4.) Exploração e o crescimento

O perímetro do tronco mínimo de 45 cm para a abertura do painel, parece ser limite aceitável em termos de comprometimento da produtividade futura das plantas. Por outro lado, em clones com produção inicial alta, o incremento em perímetro do tronco é muito reduzido em comparação com árvores não exploradas, de mesma idade. Como a copa continua crescendo, ocorre uma disparidade entre o desenvolvimento da copa e do tronco, ficando assim a árvore mais susceptível a quebra por vento (BERNARDES et alli, 1987).

Na seringueira, o problema da partição de assimilados é complicado pela competição entre o dreno induzido pela exploração e os processos de crescimento, capazes de afetar adversamente o potencial de produtividade futura. Comparando-se diferentes clones, sob um mesmo sistema de exploração, observou-se que o atraso no crescimento em perímetro do tronco era proporcional a quantidade de borracha seca produzida. O ganho em borracha seca extraída foi, entretanto, muito menor do que a perda em acúmulo de fitomassa seca, dada pela redução do crescimento. Um fator importante da redução do crescimento e da diminuição na produção de fitomassa, em árvores sob exploração, está provavelmente relacionado com alterações no sistema radicular e com as interações fonte-dreno (CASTRO, 1990).

Uma razão fisiológica da perda de biomassa em árvores em exploração pode ser explicada devido a intensificação da atividade respiratória e

metabólica da planta. O impedimento da translocação dos metabólitos pela área de corte também pode ser considerado um fator, obtendo grande variação entre diferentes clones (SETHUJAJ, 1985).

Conforme estudo de SAMSUDDIM et alii (1987), utilizando as características, perímetro do caule na abertura do painel (PA), perímetro do tronco após 5 anos de exploração (PS), incremento de perímetro (IP) e produção de 5 anos de exploração (PR), obteve-se: correlação significativa positiva entre PA e PS, PS e IP; correlação significativa negativa entre PR e PS ou IP.

Segundo o relatório da Rubber Research Institute of Malaya², citado por BUTTERY & BOATMAN (1985), a exploração de *Hevea* reduz o crescimento. Após o primeiro ano de exploração a redução média da taxa de crescimento do caule, de seis clones altamente produtivos, era de 29% mas a variação entre clones era considerável, com variações de 10 a 63%. Isto faz supor que a regeneração do látex consome reservas de assimilados que poderiam, de outra forma, ser usados no crescimento.

Segundo BERNARDES et alii (1987), três períodos de exploração podem ser distinguidos na vida da seringueira: período jovem, adulto e de senilidade. O período jovem de desenvolvimento é fundamental, pois o tronco continua crescendo em perímetro, ao mesmo tempo em que ocorre a renovação da casca. Durante esse período o sistema de exploração deve ser pouco intensivo, estimulação à baixa intensidade e pouco freqüente. Os períodos de repouso são bastante importantes. A redução da freqüência de exploração conduz normalmente a uma redução na produção por hectare por ano e a uma elevação na produção por árvore por exploração; por outro lado, os sistemas de menor freqüência favorecem o desenvolvimento do perímetro do tronco e reduzem a incidência de secamento de painel.

A multiplicidade do sistema de exploração tem sido empregado no intuito de maximizar a produção e otimizar a mão-de-obra. O tipo de sistema usado é influenciado por vários fatores, incluindo o clone plantado, a idade das plantas, o regime hídrico e os termos contratuais dos sangradores (PAARDEKOOPEL, 1989).

²RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYA. (1962). Annual Report, Effect of tapping on growth, pp.60-61. Rubber Res. Inst., Malaya.

Segundo CARDOSO & GONÇALVES (1988), em geral, observa-se que a exploração retarda o crescimento da seringueira, especialmente nos clones mais produtivos, mostrando prováveis desbalanços no desenvolvimento vegetativo tornando-se muitas vezes, propensos a quebra pelo vento. Sendo o perímetro do tronco um dos fatores que influenciam a produção de látex, é necessário que uma taxa satisfatória de crescimento seja mantida para se obter boa produção por um bom período de anos. Tem-se observado que o crescimento das árvores seria drasticamente afetado pela exploração antes de a árvore atingir o crescimento ou perímetro necessário para a abertura do painel.

Segundo o relatório Review of clone RRIM 600 (1970), este clone apresenta durante os primeiros anos de exploração, um crescimento em perímetro do tronco considerado muito bom, quando comparado com outros clones. A média anual em incremento de crescimento sobre cinco anos de exploração, foi de 43 mm/planta/ano. A média anual de incremento para todos os clones era de 36 mm/planta/ano. Na Indonésia, quando comparado com 25 outros clones, o RRIM 600 demonstrou alto crescimento para o período inicial de exploração, alcançando 47 mm/planta/ano, e ainda, com elevada produtividade.

Qualquer sistema de exploração reduz o incremento em perímetro do tronco, quando comparado com árvores não exploradas. Essa redução é mais intimamente associado ao comprimento do corte do que com a frequência de exploração (NG et alii, 1965).

2.5.) Exploração estimulada e o crescimento

A produtividade da seringueira depende da duração do fluxo de látex após a exploração e da capacidade de regeneração do látex entre duas explorações consecutivas. Tratamentos com estimulantes (reguladores vegetais) promovem efeitos favoráveis nesses fatores limitantes, sendo que a duração do fluxo é aumentada devido, a redução no processo de desestabilização do látex, sua coagulação e também, no cessamento do fluxo. A utilização de ethephon (ácido 2-cloroetilfosfônico) como estimulador, substituiu a maioria dos produtos químicos anteriormente empregados. Os reguladores vegetais utilizados no passado tinham em comum o efeito de promover a

produção endógena do etileno, regulador vegetal gasoso liberado pelo ethephon (CASTRO et alii, 1987).

Muitos fatores podem influenciar as respostas à estimulação, tais como a idade da planta, condições da casca, solo, clima, nutrição mineral, comprimento e frequência da exploração, clone, entre outros. Comercialmente, os estimulantes seriam melhor aplicados sobre cascas reutilizadas com idade de cerca de 10 anos de exploração, obtendo respostas mais satisfatórias do que na utilização em árvores em início de exploração, que respondem fracamente. Porém, respostas satisfatórias podem ser obtidas em plantas jovens utilizando baixa concentração de ethephon (1 a 2,5%) e frequência reduzida de exploração a D/3 durante o primeiro ano. Baixas respostas em plantas com baixo teor nutricional ou sob intensiva exploração, também são observados. A resposta ao uso de estimulante na produção classifica o clone RRIM 600 como muito bom e o PR 107 como médio (PAARDERKOOOPER, 1989).

O artigo de HO & PAARDERKOOOPER (1965), mostra uma série de ensaios de estimulação em diferentes clones sangrados em painel A, na Malásia, concluindo que em todos os casos, houve uma redução no incremento do perímetro do tronco, variando entre clones. A redução de 5 mm pode parecer irrisória, mas o efeito cumulativo sobre a produção tem correlação positiva.

2.6.) Solos, nutrição mineral e o crescimento

A seringueira, sendo planta originária da Região Amazônica, ocorre principalmente em solos, de modo geral, com boas características físicas, isto é, com perfil profundo, boa aeração, boa permeabilidade e estrutura; porém de baixa fertilidade. Praticamente em todas as localidades do mundo em que são cultivados, os solos são considerados de baixa fertilidade, porém, trabalhos de pesquisa tem mostrado que a planta apresenta melhor performance em desenvolvimento e produção, quando são aplicados fertilizantes (HAAG, 1983).

No Brasil são muito poucos os trabalhos que envolvem estudos nutricionais visando a fertilização de seringais em fase de produção; o convênio EMBRAPA/CEPLAC e a Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas do

Instituto Agrônômico de Campinas, vem desenvolvendo experimentos, no sul da Bahia e São Paulo respectivamente, além do presente estudo.

O estudo de BATAGLIA et alii (1987), observando o desempenho de um grande número de seringais cultivados sobre diferentes unidades de solos, tanto no litoral quanto no planalto paulista; demonstrou que os seringais implantados nos solos Podzólico Vermelho-Amarelo-orto (PV) e Latossolo Vermelho-Amarelo fase rasa (LVr) situadas no litoral, através da medida do perímetro do caule, mostraram-se menos desenvolvidos em relação aos seringais dos solos do Planalto Paulista, especialmente no Latossolo Roxo; concluindo que a fertilidade do solo tem efeito marcante sobre o desenvolvimento inicial da cultura. Os Latossolos Vermelho-Escuro fase arenosa (LEa), apesar da baixa fertilidade, são solos profundos, bem drenados, bastante permeáveis e friáveis, além disso, localizam-se em áreas de clima apropriado à cultura e tem topografia bastante favorável aos tratos culturais. Evidencia também que, a adubação durante a fase inicial da cultura é importante visando a antecipar o início da fase produtiva, principalmente em solos de baixa fertilidade. Sob o aspecto nutricional, as principais diferenças entre os solos com desenvolvimento diferencial estão relacionados com os nutrientes N, P e K; e a disponibilidade de Ca e Mg às plantas não foi afetada pela acidez dos solos.

A partir das experimentações realizadas por CHAPMAN (1941) com diferentes espécies arbóreas, observou-se que a composição foliar e o teor de nutrientes do solo é freqüentemente correlacionada com a taxa de crescimento dessas plantas. O balanço nutricional dos fertilizantes aplicados é de considerável importância devido às interações existentes entre o nitrogênio, fósforo e potássio no solo e quanto à absorção pelas plantas.

A nutrição ótima é um pré-requisito para a maximização do crescimento e produtividade da seringueira. Para atingir esse objetivo, a aplicação de fertilizantes deve ser discriminada não só em função do estado nutricional do solo e das árvores, como também em relação aos clones utilizados, cobertura vegetal, potencial de produção e método de exploração (TARYO-ADIWIGANDA, 1980).

Conforme o artigo "Cycle of nutrients in rubber plantation" (1972), a presença ou não de plantas cultivadas entre as linhas de plantio, durante os primeiros anos de cultivo da seringueira, contribui muito para impedir processos erosivos, auxiliando na ciclagem de nutrientes, assim como muitas vezes, poderiam servir como uma cultura economicamente secundária, que cobriria os altos investimentos

durante a fase improdutiva. Quando essa cultura intercalar é uma leguminosa, o retorno nutricional na ciclagem, principalmente em relação ao nitrogênio, resulta na aceleração do crescimento da árvore, antecipando a maturidade. Após alguns anos, quando a árvore entra em senescência, as folhas caem formando um "mulching" muito rico em nutrientes na superfície do solo e, que posteriormente à decomposição, estarão disponíveis novamente às plantas.

Na fase adulta, os nutrientes removidos do solo são insuficientes para satisfazer as necessidades do contínuo crescimento da planta, e ainda, suprir a perda de assimilados pela exploração. Em clones de alta produção e com uso de estimulação, a exportação de nutrientes pelo látex aumenta substancialmente. Além disso, em solos de textura mais arenosa, ocorre uma perda significativa de nutrientes por lixiviação, principalmente N, K e Mg (CYCLE of nutrients in rubber plantation, 1972).

A matéria orgânica do solo consiste em resíduos de plantas e de animais em diferentes fases de decomposição. Os níveis adequados são benéficos ao solo de várias formas: melhoram as condições físicas; aumentam a retenção de água; melhoram o solo para o preparo; diminuem as perdas por erosão; fornecem nutrientes para as plantas. A maioria dos benefícios ocorre em função dos produtos liberados à medida que os resíduos orgânicos são decompostos no solo. A matéria orgânica contém quantidades variáveis de elementos minerais, como o nitrogênio, fósforo, magnésio, cálcio, enxofre e micronutrientes. Esta matéria orgânica, à medida que se decompõe, libera os nutrientes, tornando-os disponíveis às plantas (LOPES, 1989).

Com o uso de estimulantes, a drenagem de nutrientes aumenta desproporcionalmente, diferindo entre clones. As experiências mostram que se a árvore não for compensada com aplicação de fertilizantes, haverá um decréscimo da produção, podendo chegar a níveis inferiores à árvores não estimuladas. Efeitos iniciais da aplicação de fertilizantes na fase adulta são verificados quanto ao crescimento, mas efeitos na produção podem ser notados em até seis anos. Resultados de experimentos, indicaram que a aplicação de fertilizantes (N, P e K) durante a fase jovem, proporcionaram um aumento de 30% no crescimento em perímetro, reduzindo o tempo da abertura do painel, e aumento de 22% nas primeiras produções (WATSON, 1989). Para qualquer clone plantado, a produção de látex é primariamente dependente do perímetro do tronco.

O artigo "CYCLE of nutrients in rubber plantation" (1972), demonstrou que a resposta dos fertilizantes aplicados somente na fase produtiva é

inferior aos resultados obtidos com a adubação desde a fase de desenvolvimento. Mostrou, também, que a adubação de seringais em início de exploração propicia aumentos de produção bastante limitados. REIS et alii (1984), observaram que em seringais bem formados, as respostas à adubação e calagem são inexpressivas. Por outro lado, resultados experimentais evidenciam o efeito benéfico da aplicação de fertilizantes, não somente na fase de desenvolvimento como também na fase produtiva (BATAGLIA et alii, 1983). Nessas circunstâncias, torna-se necessário investigar, em cada região produtora, as possíveis limitações nutricionais durante todo o ciclo de cultivo da seringueira bem como elaborar recomendações técnicas e agronômicamente viáveis para sanar essas deficiências.

2.7.) Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação - DRIS

A avaliação nutricional de seringais é um procedimento bastante usado nos países produtores de borracha. Na Malásia, tais levantamentos, tanto de solos como de folhas, têm servido de base para a discriminação de adubação, de acordo com o tipo de solo, o estado de nutrição das folhas e o desenvolvimento da cultura. Tal tipo de avaliação, em seringais no Camboja, foi a base do estabelecimento do diagnóstico fisiológico proposto por BEAUFILS (1957). Esse critério evoluiu, depois, para o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), atualmente difundido para outras culturas (BATAGLIA et alii, 1988).

A análise de nutrientes em material vegetal de um determinado órgão e estado fenológico tem sido utilizado para avaliar o estado nutricional das plantas, como também na determinação das práticas de adubação. De acordo com os métodos convencionais (nível crítico e faixa de concentração), a interpretação é feita comparando-se os resultados analíticos com níveis previamente estudados e tabelados; estas técnicas apresentam as desvantagens da interpretação individual dos nutrientes, isto é, quando dois nutrientes estão abaixo dos níveis críticos, tais métodos interpretativos não permitem avaliar qual nutriente foi o mais limitante ao crescimento ou produção de uma planta (MALAVOLTA et alii, 1989).

O DRIS (BEAUFILS, 1973), é um esquema geral para experimentação e calibração baseados em pesquisas de fertilidade do solo e nutrição de

plantas e é, uma extensão da técnica de Diagnose Fisiológica também desenvolvida pelo mesmo autor. Tal método não indica se determinado nutriente encontra-se em concentração de toxidez ou deficiência, mas qual o nutriente mais limitante e a ordem de limitação dos nutrientes (NG et alii, 1965).

Os critérios originais de cálculo, utilizados por BEAUFILS (1973), definem como população normal os dados de produção separados em dois grupos: de alta e de baixa produção, caracterizados através de experimentação de campo ou a nível de 80 a 100% da produção média regional ou estadual da cultura. A partir da definição dos padrões da população de referência, poderão ser calculados os índices, através de fórmulas pré-estabelecidas e daí, elaborar o gráfico do balanço nutricional. Para cada nutriente, índices com valores negativos indicam deficiência e, positivos, excesso, enquanto valores próximos de zero correspondem a uma nutrição equilibrada (BATAGLIA & SANTOS, 1990).

Trabalhos realizados com seringueira (BEAUFILS, 1973), cana-de-açúcar (JONES & BOWEN, 1981; ELWALI & GASCHO, 1984; ZAMBELLO JR, 1979), soja (SUMNER, 1977a; BEVERLY et alii, 1986; HALLMARK et alii, 1984), batata (MELDAL-JOHNSON & SUMNER, 1980), manga (SCHAFFER et alii, 1988), citros (BEVERLY, 1984; BATAGLIA & SANTOS, 1990), trigo (SUMNER, 1977b), milho (ELWALI et alii, 1985; JONES, 1970), chá (LEE, 1981) demonstram o potencial do método que já vem sendo aplicado a uma grande variedade de plantas cultivadas.

Utilizando dados de alto crescimento como população de referência, medidos através do incremento de crescimento anual em perímetro do tronco de seringais em início de exploração; o presente estudo caracteriza-se pela aplicação dos métodos de diagnose foliar pelo nível crítico, faixas de concentração e do DRIS, visando avaliar as possíveis interações entre os nutrientes, associando à idade, ao manejo das plantas, ao clima, a fertilidade do solo, ao clone, aos tratos culturais, ao sistema e frequência de exploração com o crescimento das plantas no período de um ano (fev/89 a fev/90).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Utilizando-se de vinte seringais com idade média de oito anos, isto é, segundo ou terceiro ano de exploração, cultivados sob diferentes tipos de solos do planalto do Estado de São Paulo, efetuou-se o levantamento nutricional e de crescimento para um período de um ano, entre fevereiro de 1989 e fevereiro de 1990. Foram tomadas como amostras representativas de cada seringal, cerca de 100 plantas dispostas em três linhas intercaladas com cerca de 33 plantas cada.

As amostras de folhas foram coletadas no verão (fevereiro) dos dois anos citados, isto é, quando as folhas atingiram sua maturidade fisiológica com cerca de 120 dias. De acordo com a técnica citada por CHAPMAN (1966), foram utilizadas as folhas mais desenvolvidas com pecíolo, localizadas no último lançamento maduro de ramos sombreados no interior da copa, formando uma amostra composta. Adotou-se um tamanho de amostra contendo cerca de 40 folhas sendo essas, coletadas em 20 árvores distribuídas aleatoriamente para cada seringal estudado.

A análise química desse material foi realizada segundo métodos descritos por BATAGLIA et alii (1983), para os macronutrientes Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio, Magnésio e Enxôfre.

Nas mesmas épocas, procederam-se medidas de perímetro dos troncos à cerca de 150 centímetros da superfície do solo, obtendo-se daí, o incremento anual de crescimento das plantas no período.

A interpretação dos resultados das análises foliares se deu através dos métodos do nível crítico, faixas de concentração e do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) descrito por BEAUFILS (1973) e, adaptado às nossas condições por BATAGLIA & SANTOS (1990).

Para o estabelecimento da população de referência, foram considerados os resultados da análise foliar do conjunto de dois seringais em produção, de mesmo clone e idade, localizados nos municípios de Avaí e Poloni, além dos resultados foliares obtidos nas duas amostragens nos 20 lotes em estudo, totalizando 168 amostras. Os ensaios de Avaí e Poloni têm sido anualmente estudados através de experimentos de adubação fatorial de NPK $1/2(4 \times 4 \times 4)$, onde são detalhadas as características de fertilidade dos solos, nutrição das plantas e o crescimento em perímetro do caule, desde o plantio até atualmente. Tais seringais se mostraram bastante satisfatórios para utilização como referência devido à sua localização em solos com características pedológicas diferentes, mas que se assemelham à maioria dos vinte lotes em estudo.

Deste conjunto de amostras foram estabelecidas duas faixas de crescimento por planta, visando um possível contraste entre os teores foliares de cada lote da população em estudo. São os seguintes os intervalos de crescimento adotados:

Alto : → crescimento acima de 47 mm/ano/planta

Baixo: → crescimento abaixo de 47 mm/ano/planta

O critério utilizado na escolha da faixa de crescimento de 47 mm/ano/planta, se deve ao fato de ser a média de todas as 168 amostras, ou seja, a média geral dos vinte seringais e mais as duas populações de referência.

Para estes conjuntos de amostras, foram calculados os parâmetros estatísticos dos teores dos macronutrientes e de suas relações, sendo obtidos os teores foliares médios, as variâncias, os desvios padrões e os coeficientes de variação de cada relação. Através do maior quociente entre as variâncias das relações nutricionais provenientes das populações de baixo e alto crescimento, selecionou-se o modelo estatístico para a escolha das relações mais significativas, ou seja, aquelas que serão utilizadas nas fórmulas descritas a seguir, e que melhor responderiam à diferença de crescimento.

Os índices DRIS foram calculados pela metodologia proposta por BEAUFILS (1973), tendo para o nutriente X:

$$\text{Índice X} = \frac{f(X/Y_1) + f(X/Y_2) + \dots + f(X/Y_m) - f(Z_1/X) - f(Z_2/X) - \dots - f(Z_n/X)}{n + m}$$

onde:

X = nutriente em processamento;

Y1, Y2,..., Ym = nutrientes que aparecem no denominador das relações com o elemento X;

Z1, Z2,..., Zn = nutrientes que aparecem no numerador das relações com o nutriente X;

m = número de funções em que o nutriente visado se encontra no numerador da relação;

n = número de funções em que o nutriente se encontra no denominador da relação;

f(X/Y1) = função da relação entre os nutrientes X e Y1, calculada de acordo com o método de BEAUFILS (1973);

f(Z1/X) = função da relação entre os nutrientes Z1 e X, calculada de acordo com o método de BEAUFILS (1973);

O método para cálculo das funções dos nutrientes, considerando uma relação entre o nutriente X e o nutriente genérico Y é o seguinte:

$$f(X/Y) = \left(\frac{X/Y}{x/y} - 1 \right) \cdot \frac{100 K}{CV}, \text{ se } X/Y > x/y$$

$$f(X/Y) = 0, \text{ se } X/Y = x/y$$

$$f(X/Y) = \left(1 - \frac{x/y}{X/Y} \right) \cdot \frac{100 K}{CV}, \text{ se } X/Y < x/y$$

onde:

X/Y = valor da relação entre as concentrações dos dois nutrientes na planta sob diagnóstico;

x/y = média da relação dos dois nutrientes na população de referência;

CV = coeficiente de variação da relação X/Y na população de referência;

K = constante de sensibilidade, valor adotado igual a 20.

O balanço nutricional (BN) foi calculado a partir da soma dos valores absolutos dos índices gerados dividida pelo número de valores para cada amostra, notando que quanto menor o valor do BN mais equilibrado será o estado nutricional da planta.

$$BN = \frac{|I_N| + |I_P| + |I_K| + |I_{Ca}| + |I_{Mg}| + |I_S|}{6}$$

Pretendia-se, inicialmente, avaliar tanto o crescimento das plantas como também a produtividade das mesmas. Entretanto, optou-se por definir a população de referência apenas com base no crescimento das plantas. Isso ocorreu em função da pouca confiabilidade dos dados de produção, conseguidos junto aos produtores. Por causa do sistema de produção específico do cultivo, mesmo em lotes experimentais, fica difícil avaliar as produções, muito mais à nível de produtor.

Em julho de 1989, procederam-se amostragens de solo de maneira a formar amostras compostas, nas profundidades 0-5, 0-20, 21-40 e 41-60 centímetros. Com o auxílio de um trado, coletou-se material em 10 pontos aleatórios nas entre-linhas do seringal, a cerca de um metro das plantas. A caracterização da fertilidade do solo foi determinada segundo métodos descritos por RAIJ & QUAGGIO (1983), para os seguintes itens, nas unidades: Matéria Orgânica (MO - %), Índice de Acidez (pH $CaCl_2$ a 0,01M), Fósforo (P resina - ppm), Potássio (K - meq/100cm³), Cálcio (Ca - meq/100cm³), Magnésio (Mg - meq/100cm³), Acidez Potencial (H+Al - meq/100cm³), Soma de Bases (S - meq/100cm³), Capacidade de Troca de Cátions (T - meq/100cm³) e Saturação por Bases (V - %).

Para cada seringal foram anotadas informações (Tabela 1) sobre o local, tipo de solo, clone, uso ou não de estimulação na exploração, sistema de exploração, espaçamento e o incremento de crescimento para o período entre fev/89 e fev/90; as quais poderão posteriormente ser úteis à conclusão do trabalho. O sistema de exploração, D/2 significa exploração a cada dois dias; D/2 + café, significa cultivo em

Tabela 1: Informações gerais para os vinte seringais amostrados. Período: fev/89 a fev/90.

Seringal (lote)	Local (município)	Tipo Solo	Clone Plantado	Uso de Ethrel	Sistema Exploração	Idade (anos)	Espaça/ (metros)	Cresc. (mm)
1	Colina	LEa	RRIM 600	Sim	D/3	8	7.0x3.0	49
2	Barretos	LEa	RRIM 600	Nao	D/2	7	7.0x2.5	62
3	Barretos	LEa	RRIM 600	Nao	D/2	8	7.0x2.8	47
4	Olímpia	LEa	RRIM 600	Nao	D/2	8	8.0x3.0	57
5	Poloni	LEa	RRIM 600	Nao	D/2	8	7.5x3.0	33
6	Poloni	LEa	misto	Nao	D/2	8	7.5x3.0	60
7	Mte Aprazível	Pln	RRIM 600	Sim	D/2	8	7.5x2.5	58
8	Nipoã	Pln	RRIM 600	Sim	D/3	7	8.0x3.0	63
9	Planalto	LEa	IAN 717	Sim	D/2	7	8.0x2.5	59
10	Planalto	LEa	RRIM 600	Sim	D/2	7	8.0x2.5	69
11	Bálsamo	LEa	RRIM 600	Nao	D/2	9	8.0x3.0	47
12	Buritama	LEa	RRIM 600	Nao	D/2	8	8.0x2.5	51
13	Buritama	LEa	RRIM 527	Nao	D/2	8	8.0x2.5	63
14	Buritama	LEa	LCB 510	Nao	D/2	8	8.0x2.5	48
15	Parapuã	Pln	RRIM 600	Sim	D/2+café	8	8.0x3.0	58
16	Parapuã	Pln	RRIM 600	Sim	D/2	7	8.0x3.0	47
17	Parapuã	Pln	RRIM 600	Sim	D/2	7	7.0x3.0	40
18	Parapuã	Pln	RRIM 600	Sim	D/2	7	7.0x3.0	44
19	Herculândia	Pml	RRIM 600	Sim	D/3	7	8.0x3.0	58
20	Tupã	LEa	RRIM 600	Sim	D/2	8	8.0x3.0	52

RRIM = Rubber Research Institute of Malaysia

IAN = Instituto Agrônômico do Norte

LCB = 'S Lands Caoutchouc Bedrijven

consorciação com a cultura do café e D/3, exploração a cada três dias. As informações quanto ao tipo de solo, estão citadas de forma simples de acordo com a classificação antiga da Comissão de Solos (LEPSCH & OLIVEIRA, 1987). Conforme o trabalho destes autores, a correspondência predominante na classificação atual é descrita como:

Latosol Vermelho-Escuro, fase arenosa (LEa) = Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico (ou álico), A moderado, textura média, fase relevo suave ondulado.

Podzolizado de Lins e Marília, variação Lins (Pln) = Podzólico Vermelho-Amarelo, Tb Eutrófico (alguns distróficos), textura arenosa/média, fase relevo suave ondulado (ou ondulado).

Podzolizado de Lins e Marília, variação Marília (Pml) = Podzólico Vermelho-Amarelo, Tb Eutrófico (alguns distróficos), textura arenosa/média abrupto, fase relevo ondulado (ou forte ondulado).

Apesar de terem sido selecionados 20 seringais distribuídos em diferentes regiões do Estado de São Paulo, alguns deles estão localizados no mesmo município, isto é, com características edafoclimáticas semelhantes. Na intenção de caracterizar ainda melhor a situação de cada lote no período em estudo, foi calculado o balanço hídrico mensal, segundo THORNTHWAITE & MATHER (1955), para uma capacidade de armazenamento de 125 mm.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Nutrição vegetal e o crescimento

As tabelas 2 e 3 mostram os resultados da análise foliar e do crescimento, medido através do incremento em perímetro do tronco, para os vinte lotes localizados em diversas regiões do planalto do Estado de São Paulo, no período de um ano, entre fevereiro de 1989 e fevereiro de 1990.

A tabela 4 considera as faixas ideais de concentração de nutrientes nas folhas para recomendação de adubação para seringais em exploração, descritos pelos autores, BATAGLIA & CARDOSO (1987) e MALAVOLTA et alii (1989). Observa-se para os seringais, um nível razoável para a maioria dos nutrientes. Os baixos teores de cálcio e potássio na planta, em alguns seringais, podem estar sendo afetados diretamente pela baixa disponibilidade desses nutrientes nos solos e também pela alta acidez e baixa saturação por bases, no caso do cálcio. A necessidade desses elementos durante esse período é bastante importante, pois, o cálcio é utilizado no crescimento da planta e também na regeneração do painel em sangria (WATSON, 1989). O potássio tem importância nos processos fisiológicos e na translocação dos assimilados para a zona de formação do látex (BATAGLIA, 1990), e sua deficiência induz à formação da casca com menor espessura, menor número de vasos laticíferos e, conseqüentemente, induzindo a uma menor produtividade. Uma adubação potássica poderia deprimir os níveis de cálcio e magnésio do látex, aumentando sua estabilidade no processamento, além do aumento no fluxo e produção (PUSHPARAJAH et alii, 1976).

A tabela 5 analisa estatisticamente a correlação entre o teor dos nutrientes e o incremento de crescimento em perímetro do tronco, chegando-se à conclusão de que não há correlação significativa para nenhum dos nutrientes, ou seja, a concentração dos nutrientes na planta não está afetando diretamente o desenvolvimento

Tabela 2: Resultados da análise foliar e o perímetro do tronco nos vinte seringais, medido em fev/1989.

LOTE	Perímetro	N	P	K	Ca	Mg	S
1989	(cm)	%					
1	51,98	3,15	0,196	1,41	0,98	0,44	0,251
2	49,00	3,08	0,204	0,60	1,23	0,73	0,274
3	55,77	3,12	0,166	1,36	1,07	0,50	0,242
4	55,73	3,54	0,208	1,16	1,35	0,53	0,298
5	50,14	3,43	0,187	0,65	0,89	0,38	0,203
6	55,01	2,80	0,157	0,96	0,70	0,39	0,209
7	53,19	2,91	0,170	1,56	1,00	0,47	0,215
8	52,99	3,05	0,166	0,96	1,00	0,45	0,203
9	48,28	2,91	0,204	1,21	0,88	0,53	0,254
10	48,50	3,01	0,187	1,26	0,98	0,44	0,268
11	52,86	3,08	0,204	1,21	1,17	0,53	0,260
12	53,02	3,50	0,191	1,21	1,28	0,56	0,288
13	49,70	3,82	0,174	0,86	0,78	0,38	0,264
14	51,73	3,99	0,166	0,71	1,09	0,55	0,280
15	50,65	3,85	0,170	1,11	1,09	0,44	0,282
16	48,38	3,71	0,174	1,21	1,00	0,45	0,294
17	49,36	3,68	0,212	1,46	0,81	0,52	0,296
18	49,02	3,61	0,191	1,06	1,35	0,49	0,302
19	50,05	3,29	0,178	1,21	1,35	0,51	0,310
20	56,01	3,64	0,268	1,41	1,14	0,48	0,302
MÉDIA	51,57	3,36	0,189	1,13	1,06	0,49	0,265

Tabela 3: Resultados da análise foliar e o perímetro do tronco nos vinte seringais, medido em fev/1990.

LOTE 1990	Perímetro (cm)	N	P	K	Ca	Mg	S
%							
1	56,87	3,14	0,170	1,22	0,61	0,61	0,233
2	55,23	3,42	0,160	0,38	1,66	1,26	0,251
3	60,48	3,55	0,160	0,99	1,20	0,66	0,260
4	61,47	3,07	0,190	0,99	1,32	0,74	0,244
5	53,45	3,23	0,160	0,38	1,26	0,57	0,249
6	61,04	3,14	0,150	0,92	0,69	0,58	0,203
7	58,99	3,05	0,150	1,22	1,14	0,66	0,262
8	59,25	3,44	0,190	1,22	1,12	0,74	0,272
9	54,15	3,49	0,190	0,92	0,90	0,54	0,273
10	55,38	2,88	0,210	1,07	1,18	0,65	0,266
11	57,57	3,99	0,190	0,99	1,04	0,67	0,273
12	58,11	3,52	0,190	0,77	1,10	0,63	0,260
13	55,95	2,43	0,110	0,54	1,50	0,59	0,258
14	56,48	3,36	0,120	0,61	1,00	0,63	0,259
15	56,42	3,42	0,160	1,22	0,80	0,56	0,234
16	53,05	3,07	0,170	0,99	1,00	0,42	0,241
17	53,38	3,45	0,220	1,53	0,78	0,58	0,266
18	53,38	3,27	0,160	1,38	0,80	0,56	0,251
19	55,88	3,05	0,150	1,15	1,32	0,55	0,273
20	61,16	2,39	0,220	1,22	1,02	0,52	0,246
MÉDIA	56,88	3,22	0,171	0,99	1,07	0,64	0,254

Tabela 4: Faixas adequadas de concentração dos macronutrientes foliares para seringais de alta produtividade.

FONTE	N	P	K	Ca	Mg	S
%						
(1)	2,65 - 3,17	0,15 - 0,20	1,09 - 1,49	0,75 - 1,11	0,33 - 0,43	0,13 - 0,18
(2)	2,60 - 3,50	0,16 - 0,23	1,00 - 1,40	0,76 - 0,82	0,17 - 0,24	0,18 - 0,24

(1) BATAGLIA & CARDOSO (1987)

(2) MALAVOLTA et alii (1989)

Tabela 5: Coeficientes de correlação das regressões lineares entre a análise foliar no primeiro (1989) e segundo (1990) ano, o incremento de crescimento em perímetro do tronco.

Nutriente	Correlação (R)	Significância
1989		
N	-0,37993	n.s.
P	-0,17031	n.s.
K	-0,02226	n.s.
Ca	0,24560	n.s.
Mg	0,07262	n.s.
S	0,06586	n.s.
1990		
N	-0,29300	n.s.
P	-0,05776	n.s.
K	-0,02748	n.s.
Ca	0,31236	n.s.
Mg	0,34004	n.s.
S	0,02684	n.s.

da seringueira no período jovem de exploração. Tais resultados discordam de estudos anteriores sobre o assunto (WATSON, 1989; CHAPMAN, 1941; SIVANADYAN, 1979).

Analisando individualmente, as características de nutrição das plantas e correlacionando-as com o crescimento, sem tomar outros fatores como limitantes, não se deve afirmar que, ao se manter o equilíbrio nutricional, o desenvolvimento da seringueira será próximo do ideal. Tal fato demonstra que quando o objetivo é obter um melhor desenvolvimento da cultura, a nutrição da planta não deve ser analisada individualmente, devendo então, adequar o maior número de parâmetros ligados à fertilidade dos solos, clima e manejo cultural para daí, alcançar um resultado satisfatório quanto ao desenvolvimento e produtividade da cultura.

O relativo equilíbrio nutricional das plantas, pode ser devido à rusticidade da cultura da seringueira, pois consegue manter níveis razoáveis de nutrientes mesmo em solos com características químicas pobres, sem a adição de fertilizantes, e ainda, em fase de exploração. A ciclagem de nutrientes no solo deve ser o contribuinte principal para este equilíbrio, funcionando como um fertilizante natural (BATAGLIA, 1987; BATAGLIA, 1990).

Nas figuras 1 e 2 são apresentados os extratos de balanços hídricos (excedentes e deficiências hídricas), segundo THORNTHWAITE & MATHER (1955), levando em consideração um armazenamento de água no solo de 125 mm, para os doze municípios, onde estão localizados os vinte seringais estudados. Através desses dados, foi observado que de maneira geral, houve deficiência hídrica durante o inverno, com picos isolados de até cerca de 60 mm.

Em meados do inverno, a seringueira inicia o período de senescência, diminuindo sensivelmente a taxa fotossintética e a evapotranspiração, conseqüentemente, reduzindo o consumo de água. A presença do "mulching" e húmus nas camadas superficiais dos solos, auxiliam na manutenção de umidade do solo suficiente à absorção pelas raízes. O estágio avançado de fechamento do dossel, impede que a radiação direta chegue à superfície do solo, aumentando a umidade do ar e do solo nesse microclima. Nesta fase também, o seringal apresenta sistema radicular bem desenvolvido e, os solos profundos, com boas características físicas de drenagem, auxiliam para que as deficiências hídricas não afetem significativamente o crescimento.

Figura 1: Extratos de balanço hídrico, segundo THORNTHWAITE & MATHER (1955), levando em consideração um armazenamento de água no solo de 125 mm, para seis locais. Período: fev/89 a fev/90.

Figura 2: Extratos de balanço hídrico, segundo Thornthwaite & Mather (1955), levando em consideração um armazenamento de água no solo de 125 mm, para seis locais. Período: fev/89 a fev/90.

Tabela 6: População de referência para cálculo das relações do DRIS com crescimento < 47 mm/planta/ano. Dados de análise foliar de Poloni, Avaí e lotes.

N	P	K	Ca	Mg	S	Cresc.
%						(mm)
3,21	0,209	1,44	1,80	0,46	0,270	14
2,94	0,357	1,05	1,75	0,32	0,355	23
3,55	0,213	0,66	1,49	0,57	0,175	27
3,19	0,324	0,66	1,57	0,51	0,293	27
2,91	0,203	2,20	3,71	0,75	0,242	32
3,09	0,242	1,44	1,47	0,39	0,250	32
3,23	0,160	0,38	1,26	0,57	0,249	33
3,20	0,172	1,60	2,21	0,48	0,192	33
3,43	0,187	0,65	0,89	0,38	0,203	33
2,98	0,212	2,00	3,06	0,51	0,230	34
2,91	0,265	0,95	1,64	0,32	0,342	35
3,23	0,242	1,15	1,89	0,50	0,190	36
2,79	0,328	1,10	1,42	0,27	0,357	36
2,98	0,171	1,60	2,55	0,52	0,204	37
3,64	0,200	0,55	1,38	0,61	0,148	37
3,39	0,201	1,29	1,40	0,45	0,240	37
3,31	0,246	1,24	1,76	0,56	0,250	37
3,38	0,306	0,67	1,95	0,69	0,257	37
3,38	0,195	1,25	1,48	0,41	0,220	38
3,24	0,217	1,19	1,55	0,40	0,220	39
2,72	0,340	0,95	1,80	0,35	0,349	39
3,42	0,209	0,55	1,93	0,65	0,167	40
3,68	0,212	1,46	0,81	0,52	0,296	40
3,64	0,217	0,66	1,45	0,62	0,175	40
3,45	0,220	1,53	0,78	0,58	0,266	40
3,74	0,231	0,60	1,36	0,60	0,163	40
2,98	0,284	1,04	1,65	0,43	0,260	40
2,75	0,304	0,95	1,62	0,36	0,330	40
2,72	0,327	0,95	1,74	0,29	0,321	40
3,25	0,331	0,85	1,74	0,64	0,325	40
3,22	0,334	0,76	1,75	0,57	0,240	40
3,48	0,371	0,67	1,73	0,68	0,265	40
3,58	0,217	0,55	1,86	0,64	0,156	41
2,75	0,246	0,99	1,36	0,28	0,336	41
3,16	0,315	0,85	1,59	0,53	0,240	41
3,39	0,213	1,09	1,40	0,37	0,240	42
3,49	0,231	0,60	1,46	0,58	0,175	42
3,93	0,254	0,65	1,36	0,58	0,182	42
2,78	0,273	0,54	2,10	0,71	0,232	42
2,63	0,333	1,05	1,78	0,23	0,334	42
3,35	0,342	0,81	1,78	0,60	0,204	42
3,04	0,181	2,00	3,42	0,59	0,204	43
3,23	0,183	1,35	1,78	0,49	0,250	43
3,01	0,186	1,50	3,24	0,59	0,214	43
2,85	0,206	1,50	3,07	0,46	0,218	43
3,71	0,209	0,60	1,33	0,64	0,171	43
3,49	0,221	0,65	1,98	0,70	0,205	43
3,32	0,226	1,55	2,49	0,59	0,206	43
3,03	0,232	1,55	2,20	0,52	0,200	43
3,25	0,249	1,25	1,82	0,41	0,260	43
2,88	0,258	0,86	1,76	0,31	0,321	43
2,97	0,266	0,76	1,67	0,62	0,191	43
2,72	0,279	0,90	1,77	0,33	0,327	43
3,70	0,329	0,66	1,76	0,69	0,346	43
3,27	0,160	1,38	0,80	0,56	0,251	44
2,98	0,175	2,00	3,40	0,66	0,192	44
3,61	0,191	1,06	1,35	0,49	0,302	44
3,39	0,196	0,71	1,43	0,50	0,152	44
3,61	0,222	0,60	1,52	0,63	0,179	44
3,08	0,229	1,39	1,65	0,50	0,250	44
3,30	0,234	1,48	1,31	0,42	0,270	44
3,19	0,234	0,99	1,49	0,57	0,240	44
3,49	0,240	0,79	1,38	0,56	0,182	44
3,30	0,241	1,44	1,73	0,43	0,250	44
3,19	0,277	0,89	1,37	0,57	0,193	44
3,51	0,314	0,66	1,92	0,65	0,311	44
2,88	0,191	1,30	3,11	0,63	0,206	45
3,45	0,196	0,71	1,64	0,60	0,148	45
3,42	0,221	0,79	1,61	0,60	0,167	45
3,39	0,229	1,25	1,86	0,53	0,220	45
3,09	0,231	1,44	1,34	0,39	0,230	45
3,03	0,286	1,03	1,45	0,64	0,265	45
2,72	0,286	0,86	1,86	0,25	0,324	45
3,19	0,305	0,94	1,59	0,63	0,170	45
3,13	0,397	1,19	1,66	0,34	0,340	45
3,13	0,189	1,48	1,70	0,41	0,230	46
2,91	0,200	1,35	2,94	0,52	0,204	46
3,80	0,204	0,76	1,66	0,63	0,171	46
3,23	0,214	1,34	1,41	0,40	0,220	46
3,61	0,230	0,65	1,85	0,63	0,182	46
3,06	0,259	0,89	1,83	0,58	0,222	46
2,63	0,270	1,04	1,43	0,33	0,378	46
3,32	0,307	0,89	1,74	0,64	0,170	46
3,219	0,246	1,055	1,778	0,515	0,239	MÉDIA

Tabela 7: População de referência para cálculo das relações do DRIS com crescimento ≥ 47 mm/planta/ano. Dados de análise foliar de Poloni, Avaí e lotes.

N	P	K	Ca	Mg	S	Cresc.
%						(mm)
3,55	0,160	0,99	1,20	0,66	0,260	47
3,12	0,166	1,36	1,07	0,50	0,242	47
3,07	0,170	0,99	1,00	0,42	0,241	47
3,71	0,174	1,21	1,00	0,45	0,294	47
3,99	0,190	0,99	1,04	0,67	0,273	47
3,08	0,204	1,21	1,17	0,53	0,260	47
3,01	0,205	1,14	1,78	0,48	0,220	47
2,72	0,216	1,60	4,28	0,77	0,221	47
3,15	0,217	1,40	1,99	0,49	0,260	47
3,32	0,235	1,85	2,85	0,60	0,230	47
3,36	0,120	0,61	1,00	0,63	0,259	48
3,99	0,166	0,71	1,09	0,55	0,280	48
3,03	0,200	1,19	1,82	0,57	0,230	48
3,13	0,202	1,39	1,66	0,42	0,230	48
3,39	0,204	0,55	1,69	0,68	0,144	48
3,61	0,209	0,71	1,57	0,58	0,175	48
3,30	0,222	0,71	1,59	0,60	0,175	48
3,22	0,241	1,29	1,37	0,40	0,220	48
3,44	0,260	1,44	1,65	0,44	0,270	48
3,07	0,292	0,86	1,84	0,35	0,319	48
3,25	0,306	0,76	1,57	0,60	0,181	48
3,32	0,319	0,54	1,72	0,62	0,183	48
3,67	0,322	0,85	1,65	0,65	0,314	48
3,14	0,170	1,22	0,61	0,61	0,233	49
3,15	0,196	1,41	0,98	0,44	0,251	49
3,55	0,196	0,60	1,50	0,48	0,148	49
2,92	0,197	1,53	2,15	0,53	0,220	49
3,45	0,204	0,71	1,43	0,56	0,160	49
3,32	0,320	0,81	1,60	0,66	0,295	49
2,79	0,322	0,95	1,99	0,38	0,345	49
3,25	0,346	0,81	1,63	0,47	0,313	49
3,52	0,196	0,60	1,09	0,43	0,148	50
3,61	0,209	0,66	1,36	0,53	0,148	50
3,64	0,209	0,71	1,53	0,62	0,171	50
3,55	0,213	0,76	1,19	0,53	0,171	50
3,19	0,295	0,89	1,56	0,53	0,255	50
3,49	0,309	0,93	1,36	0,64	0,270	50
3,16	0,325	1,12	1,69	0,64	0,216	50
3,32	0,335	0,78	1,70	0,69	0,290	50
3,80	0,157	0,55	1,18	0,48	0,110	51
3,52	0,190	0,77	1,10	0,63	0,260	51
3,50	0,191	1,21	1,28	0,56	0,288	51

N	P	K	Ca	Mg	S	Cresc.
%						(mm)
3,67	0,282	0,93	1,52	0,65	0,300	51
3,42	0,200	0,60	1,28	0,52	0,141	52
3,45	0,200	0,66	1,50	0,59	0,144	52
2,85	0,209	2,15	3,88	0,67	0,233	52
2,39	0,220	1,22	1,02	0,52	0,246	52
3,14	0,227	1,39	2,04	0,53	0,250	52
2,87	0,256	0,76	1,69	0,49	0,214	52
3,64	0,268	1,41	1,14	0,48	0,302	52
3,64	0,275	0,67	1,24	0,51	0,142	52
3,01	0,338	1,00	1,83	0,32	0,338	52
2,69	0,348	0,95	1,96	0,31	0,347	52
2,87	0,158	1,09	1,67	0,40	0,230	54
3,64	0,213	0,66	1,38	0,52	0,163	54
2,69	0,226	1,19	1,81	0,49	0,220	54
3,55	0,235	0,65	1,79	0,60	0,194	54
3,25	0,273	0,67	1,57	0,56	0,255	54
3,41	0,308	0,81	1,59	0,59	0,199	54
3,02	0,262	1,24	2,19	0,53	0,230	55
3,07	0,190	0,99	1,32	0,74	0,244	57
3,54	0,208	1,16	1,35	0,53	0,298	57
3,05	0,150	1,22	1,14	0,66	0,262	58
3,05	0,150	1,15	1,32	0,55	0,273	58
3,42	0,160	1,22	0,80	0,56	0,234	58
2,91	0,170	1,56	1,00	0,47	0,215	58
3,85	0,170	1,11	1,09	0,44	0,282	58
3,29	0,178	1,21	1,35	0,51	0,310	58
3,49	0,190	0,92	0,90	0,54	0,273	59
2,91	0,204	1,21	0,88	0,53	0,254	59
3,14	0,150	0,92	0,69	0,58	0,203	60
2,80	0,157	0,96	0,70	0,39	0,209	60
3,42	0,160	0,38	1,66	1,26	0,251	62
3,08	0,204	0,60	1,23	0,73	0,274	62
2,43	0,110	0,54	1,50	0,59	0,258	63
3,05	0,166	0,96	1,00	0,45	0,203	63
3,82	0,174	0,86	0,78	0,38	0,264	63
3,44	0,190	1,22	1,12	0,74	0,272	63
3,64	0,226	0,60	1,31	0,59	0,179	64
3,83	0,374	0,69	1,56	0,69	0,291	64
3,80	0,254	1,78	1,43	0,49	0,280	65
2,79	0,249	0,95	1,62	0,29	0,327	67
3,01	0,187	1,26	0,98	0,44	0,268	69
2,88	0,210	1,07	1,18	0,65	0,266	69
3,278	0,221	1,006	1,476	0,549	0,239	MÉDIA

Tomando-se o método alternativo de interpretação de análise foliar, o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), foram relacionados em duas tabelas (Tabelas 6 e 7), os conjuntos dos teores foliares para crescimento acima e abaixo da média (47 mm/planta/ano) para os vinte seringais (2 amostragens), além da população de referência composta pelos resultados de seringais experimentais localizados nos municípios de Poloni e Avaí. Para o seringal de Avaí, foram selecionados os dados nutricionais do período entre fev/90 a mar/92, e para o de Poloni, o período de mai/89 a mai/90, por refletirem nesta fase, o estágio fisiológico semelhante aos 20 lotes em estudo.

Para este conjunto de amostras foram estabelecidas duas faixas de crescimento anual em incremento de perímetro do tronco por planta, acima de 47 mm ou abaixo de 47 mm, chegando assim aos dois grupos de populações, de alto (a) e baixo crescimento (b). O valor estabelecido de 47 mm, representa a média geral do conjunto total das amostras.

Nas figuras 3 e 4 são apresentados os extratos de balanços hídricos mensais (excedentes e deficiências hídricas), segundo THORNTHWAITE & MATHER (1955), levando em consideração um armazenamento de água no solo de 125 mm, para os municípios de Avaí e Poloni, onde estão localizadas duas das populações de referência utilizadas nos cálculos dos índices DRIS. As deficiências hídricas ocorridas, não afetaram significativamente, o desenvolvimento da seringueira.

A tabela 8 reúne os parâmetros estatísticos determinados para as populações de baixo (b) e alto crescimento (a) para os macronutrientes, bem como as relações para cada grupo, sendo obtidos os teores foliares médios, variância, desvio padrão e coeficiente de variação de todas as possíveis relações. Através do maior quociente entre as variâncias das relações nutricionais provenientes das normas de alto e baixo crescimento (V_a/V_b), pôde-se selecionar as relações mais significativas, ou seja, aquelas que melhor responderiam às diferenças de crescimento, assinaladas (*) na tabela 8. Através do método descrito por BEAUFILS (1973), foram calculados os índices DRIS para os macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S.

As tabelas 9 e 10 mostram os resultados dos índices DRIS e os balanços nutricionais (BN), calculados para os vinte seringais no período de um ano, entre fev/89 e fev/90. Os índices foram calculados, utilizando como referência, as relações assinaladas da população de alto crescimento, indicadas na tabela 8, ou seja, aquelas com incremento anual em perímetro do tronco superior a 47 mm.

Figura 3: Extrato de balanço hídrico da população de referência (Avaí), segundo THORNTHWAITE & MATHER (1955), levando em consideração um armazenamento de água de 125 mm.

Figura 4: Extrato de balanço hídrico da população de referência (Poloni), segundo THORNTHWAITE & MATHER (1955), levando em consideração um armazenamento de água de 125 mm.

Tabela 8: Parâmetros estatísticos de referência das populações de alto (a) e baixo (b) crescimento. As relações de maior razão utilizadas nos cálculos dos índices, estão assinaladas.

RELAÇÃO	POP. COM CRESCIMENTO ≥ 47 mm (a)				POP. COM CRESCIMENTO < 47 mm (b)				Va/Vb
	MEDIA	VARIÂNCIA	D. P.	CV%	MEDIA	VARIÂNCIA	D. P.	CV%	
* N/P	15,72131	17,01300	4,12468	26,23625	13,75290	10,87255	3,29738	23,97570	1,56477
* N/K	3,88945	2,11148	1,45309	39,38515	3,54814	2,34833	1,53243	43,18966	0,89914
* N/Ca	2,48744	0,74416	0,86264	34,67995	1,99466	0,48483	0,69630	34,90809	1,53489
N/Mg	6,23012	1,84273	1,35747	21,78890	6,62063	2,57560	1,80487	24,24042	0,71546
* N/S	14,60244	22,18695	4,71030	32,25694	14,43501	18,89737	4,34711	30,11504	1,17408
P/N	0,06837	0,00037	0,01931	28,24609	0,07747	0,00043	0,02066	26,67281	0,86047
* P/K	0,27743	0,01167	0,10802	43,65789	0,27016	0,01344	0,11593	42,91033	0,86830
* P/Ca	0,16083	0,00188	0,04335	26,98734	0,15019	0,00229	0,04785	31,85777	0,82096
P/Mg	0,42728	0,02819	0,16789	39,29437	0,52439	0,05967	0,24428	46,58391	0,47243
P/S	0,96824	0,08619	0,31015	32,03239	1,06142	0,06209	0,24917	23,47555	1,54920
K/N	0,31359	0,01448	0,12034	38,37329	0,33463	0,01864	0,13652	40,79813	0,77682
K/P	4,83337	3,91644	1,97900	40,94449	4,60996	5,57493	2,36113	51,21799	0,70251
* K/Ca	0,75108	0,12065	0,34734	46,24591	0,62907	0,08873	0,29787	47,35183	1,35974
K/Mg	1,94218	0,81528	0,78440	40,38762	2,23414	1,02720	1,01351	45,36460	0,59899
K/S	4,29203	1,88441	1,37274	31,98343	4,58860	3,51847	1,87576	40,87872	0,53558
Ca/N	0,48052	0,04365	0,20892	45,36624	0,56339	0,04466	0,21133	37,50979	0,97738
Ca/P	6,85242	7,12523	2,66931	38,95434	7,65901	12,59985	3,54960	46,34536	0,56551
Ca/K	1,60640	0,47089	0,68622	42,71759	1,84662	0,44214	0,66493	36,00821	1,06502
Ca/Mg	2,79609	1,28686	1,13440	40,57087	3,64918	1,82908	0,35243	37,06127	0,70356
Ca/S	6,51267	8,47037	2,91039	44,68814	7,92627	10,77386	3,28236	41,41110	0,78620
* Mg/N	0,16866	0,00166	0,04077	24,17141	0,15920	0,00126	0,03545	22,26640	1,31746
* Mg/P	2,65491	1,01148	1,00572	37,88167	2,20878	0,52985	0,72791	32,95519	1,90899
* Mg/K	0,63044	0,14590	0,38197	60,58749	0,57685	0,09663	0,31085	53,88715	1,50988
* Mg/Ca	0,41088	0,02314	0,15211	37,02034	0,31210	0,01353	0,11638	37,28926	1,71027
* Mg/S	2,43650	0,67647	0,82248	33,75643	2,35374	0,87920	0,93766	39,83696	0,76942
S/N	0,07417	0,00037	0,01930	26,01443	0,07602	0,00058	0,02417	31,79423	0,63793
* S/P	1,13909	0,13030	0,36097	31,68932	0,99235	0,05115	0,22617	22,79159	2,54741
* S/K	0,25839	0,00813	0,09019	34,90473	0,25462	0,01054	0,10269	40,42932	0,77135
* S/Ca	0,18038	0,00478	0,06912	38,31882	0,14792	0,00372	0,06097	41,21749	1,28495
S/Mg	0,46334	0,03316	0,18209	39,29997	0,52593	0,08351	0,28897	54,94509	0,39708
	%				%				
N	3,27812	0,11737	0,34259	10,45081	3,21928	0,09105	0,30175	9,37323	1,28907
P	0,22188	0,00339	0,05825	26,25355	0,24587	0,00295	0,05433	22,09536	1,14915
K	1,00600	0,11596	0,34053	33,84945	1,05542	0,15462	0,39321	37,25635	0,74997
Ca	1,47624	0,31572	0,56189	38,06256	1,77831	0,32905	0,57363	32,25706	0,95949
Mg	0,54929	0,01657	0,12872	23,43350	0,51458	0,01568	0,12522	24,33540	1,05676
S	0,23942	0,00282	0,05308	22,16804	0,23946	0,00356	0,05966	24,91661	0,79213

Tabela 9: Índices DRIS e balanços nutricionais (BN) calculados para os vinte seringais para o ano de 1989, com referência às relações significativas da população de alto crescimento.

LOTE 1989	N	P	K	Ca	Mg	S	BN
1	-1	-3	28	-17	-13	6	11
2	-6	-1	-23	-3	19	13	11
3	-2	-15	26	-10	-4	4	10
4	-1	-7	8	-3	-8	11	6
5	20	6	-7	-12	-13	5	10
6	7	-2	17	-26	-6	10	11
7	-6	-12	40	-13	-6	-4	14
8	5	-6	11	-7	-4	0	6
9	-7	2	19	-24	1	8	10
10	-3	-5	21	-15	-12	13	12
11	-6	-3	14	-7	-3	6	6
12	-1	-12	11	-5	-4	9	7
13	26	-4	4	-27	-19	20	17
14	19	-15	-11	-8	0	16	12
15	15	-15	11	-10	-16	15	14
16	11	-14	16	-16	-14	17	15
17	6	-1	26	-40	-6	14	16
18	4	-11	5	0	-12	14	8
19	-4	-16	12	0	-9	16	10
20	-1	10	17	-17	-18	9	12

Tabela 10: Índices DRIS e balanços nutricionais (BN) calculados para os vinte seringais para o ano de 1990, com referência às relações significativas da população de alto crescimento.

LOTE 1990	N	P	K	Ca	Mg	S	BN
1	6	-4	26	-54	17	9	19
2	-2	-29	-72	21	75	7	34
3	5	-21	5	-5	10	7	9
4	-9	-9	3	-1	17	0	6
5	13	-8	-49	12	12	21	19
6	11	-10	12	-33	16	4	14
7	-6	-26	18	-7	13	8	13
8	-4	-13	12	-15	14	5	10
9	8	-3	3	-22	1	14	8
10	-13	-1	7	-8	9	7	8
11	10	-10	2	-18	8	7	9
12	5	-6	-7	-9	8	9	7
13	-10	-42	-20	29	18	25	24
14	15	-34	-14	-6	18	21	18
15	9	-14	22	-29	6	5	14
16	4	-6	11	-8	-10	10	8
17	1	3	31	-43	2	6	14
18	4	-16	30	-31	5	9	16
19	-4	-25	14	3	1	12	10
20	-23	8	20	-13	1	7	12

Tabela 11: Comparação entre quatro classes de crescimento com os teores foliares e índices (DRIS) médios calculados pela população de alto crescimento. Período: fev/89 a fev/90.

Classes de crescimento (mm)		N	P	K	Ca	Mg	S	BN(1)	Q(2)
		%							
30 - 40	Teor	3,45	0,195	1,01	0,94	0,52	0,254		4
	Índice	6	-4	5	-21	3	12	9	4
41 - 50	Teor	3,37	0,172	1,08	1,03	0,54	0,258		12
	Índice	3	-14	9	-15	5	13	10	12
51 - 60	Teor	3,23	0,184	1,14	1,07	0,55	0,260		16
	Índice	-2	-11	10	-14	5	11	9	16
61 - 70	Teor	3,15	0,175	0,86	1,18	0,66	0,257		8
	Índice	-4	-14	-6	-7	19	12	10	8

(1) BN = Balanço Nutricional

(2) Q = Quantidade de seringais observados

Na tentativa de se avaliar a influência dos índices calculados e o balanço nutricional (BN) médios dos nutrientes com o crescimento medido pelo incremento anual em perímetro do tronco, estabeleceram-se quatro classes de crescimento, conforme demonstrado na tabela 11, e comparado com os teores foliares médios. Com exceção ao cálcio, não houve variação lógica entre os índices médios e o balanço nutricional à medida que se aumenta a classe de crescimento, ou seja, há desequilíbrios nas relações entre os nutrientes quando comparada com uma população de alto crescimento. O balanço nutricional entre as quatro classes de crescimento não variou significativamente. Foi observado somente, um aumento das concentrações dos nutrientes cálcio e magnésio nas folhas, indicando haver maiores teores quando há maior crescimento da planta.

De acordo com a tabela 11, o nutriente cálcio apresentou decréscimo nos índices, à medida que se elevam as classes de crescimento. Essa tendência relativa ao equilíbrio nutricional é caracterizado somente, para este caso. Para o balanço nutricional (BN), não houve tendência ou variação lógica entre as classes de crescimento.

O DRIS, método alternativo de interpretação de análise foliar desenvolvido por BEAUFILS (1973), considera que a seleção da população de referência é de grande importância para o sucesso do método. Em função das concentrações dos nutrientes nas folhas e o referencial dos dados de uma população de plantas de alta produtividade, chega-se aos valores dos índices e o balanço nutricional. Tendo em vista que no presente estudo, a escolha da população de referência, baseou-se num conjunto de seringais de alto crescimento radial anual, em substituição à produtividade, chegou-se à conclusão de que não houve relação lógica na ordem de limitação dos nutrientes.

Para estabelecer normas de diagnose foliar através do método DRIS, é necessária a determinação de uma população de referência, tomando como base o histórico da cultura, o desenvolvimento e sua produtividade, para daí então, estipular as faixas de valores para o índice. Com o objetivo de estudar as relações entre o estado nutricional dos seringais e o crescimento da cultura, utilizando os métodos de interpretação de diagnose foliar do DRIS e das faixas de concentração, concluiu-se que o pequeno volume de ensaios experimentais sobre o assunto, limitou a comparação dos lotes medidos com seringais padrão pré-estabelecidos.

Apesar de todas as limitações experimentais até aqui discutidas, observa-se que através do DRIS foi possível identificar boa relação entre o nutriente cálcio e o crescimento (tabela 11), fato esse que dificilmente seria detectado pelos

critérios de interpretação do nível crítico ou faixas de suficiência. Como será apresentado mais adiante, os teores de cálcio no solo mostraram boa correlação com o crescimento, assim, há boa indicação do potencial do uso do DRIS como forma de avaliação do estado nutricional, superando os critérios tradicionais.

4.2. Fertilidade dos solos e o crescimento

Nas tabelas 12, 13, 14 e 15 estão relacionados, respectivamente, os resultados da análise de fertilidade dos solos nas profundidades 0-5, 0-20, 21-40 e 41-60 centímetros e o crescimento alcançado no período, para cada seringal. Pedologicamente, os vinte seringais estão, predominantemente, localizados sob três tipos de solos: dois podzolizados e latossolo (LEPSCH & OLIVEIRA, 1987). Desses três, foram considerados como referência somente dois grupos gerais, dos podzolizados e dos latossolos. Os solos podzolizados estão presentes em sete lotes e os latossolos, em treze.

O crescimento anual medido através do incremento em perímetro do caule para os vinte seringais em início de exploração, alcançou a média de 53 mm por planta/ano. Levando em consideração as médias de crescimento nas duas classes de solos, foi obtida para os seringais localizados em latossolos, a média de 54 mm e, nos podzolizados, 52 mm. De acordo com relatórios da Rubber Research Institute of Malaysia, o crescimento para os primeiros cinco anos de exploração alcança uma média de 44 mm para aquelas condições e em diversos clones (REVIEW ..., 1970). Na Indonésia, o clone RRIM 600 apresentou um incremento de crescimento médio para seringais em início de exploração, de 47 mm (AZWAR & AIDI-DASLIN, 1993). Os seringais cultivados no Estado de São Paulo, mesmo não tendo sido manejados satisfatoriamente, demonstraram um crescimento anual bastante elevado, no período estudado. Na Malásia, verificou-se que para diversos clones há um pequeno aumento do incremento de perímetro do tronco quando se reduz a frequência de exploração de D/2 para D/3 (REVIEW ..., 1970), fato que também ocorreu para os lotes em questão, de 52 para 57 mm.

Para melhor visualização de como se comporta a variação da fertilidade do solo ao longo do perfil, foi elaborada a tabela 16. Os dois tipos de solos são

Tabela 12: Resultados da análise de fertilidade dos solos e o crescimento nos vinte seringais, na profundidade de 0-5 cm. Período: fev/89 a fev/90.

LOTE	pH	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	S	T	V	CRESC
(0-5)	(CaCl ₂)	(%)	(ppm)	-----meq/100 cm ³ -----						(%)	(mm)
1	4,4	1,7	10	0,16	0,7	0,3	3,1	1,2	4,3	28	49
2	5,2	1,4	3	0,03	1,6	1,4	1,6	3,0	4,6	65	62
3	4,3	1,2	9	0,03	0,4	0,3	2,8	0,7	3,5	20	47
4	5,2	1,5	4	0,10	0,9	0,5	1,6	1,5	3,1	48	57
5	4,1	1,1	3	0,06	0,2	0,2	3,4	0,5	3,9	13	33
6	4,8	1,4	3	0,08	0,8	0,6	2,0	1,5	3,5	43	60
7	4,4	1,2	4	0,11	0,6	0,2	2,5	0,9	3,4	26	58
8	4,6	1,2	16	0,06	0,7	0,4	2,8	1,2	4,0	30	63
9	5,1	1,4	20	0,09	1,3	0,5	1,6	1,9	3,5	54	59
10	5,1	1,7	13	0,06	1,1	0,4	1,6	1,6	3,2	50	69
11	4,3	1,2	9	0,03	0,4	0,3	2,8	0,7	3,5	20	47
12	4,4	1,6	4	0,05	0,6	0,3	3,1	1,0	4,1	24	51
13	4,0	1,6	3	0,03	0,1	0,1	3,8	0,2	4,0	5	63
14	4,1	1,6	3	0,04	0,3	0,2	3,4	0,5	3,9	13	48
15	5,4	0,9	32	0,12	1,2	0,8	1,8	2,1	3,9	54	58
16	3,9	0,7	3	0,10	0,1	0,1	2,8	0,3	3,1	10	47
17	4,2	1,0	6	0,14	0,5	0,2	2,5	0,8	3,3	24	40
18	4,0	0,6	4	0,05	0,4	0,1	2,3	0,6	2,9	21	44
19	4,6	0,7	4	0,13	0,4	0,2	1,5	0,7	2,2	32	58
20	4,6	0,6	6	0,07	0,4	0,1	1,5	0,6	2,1	29	52
Média	4,5	1,2	8	0,08	0,6	0,4	2,4	1,1	3,5	30	53

Tabela 13: Resultados da análise de fertilidade dos solos e o crescimento nos vinte seringais, na profundidade de 0-20 cm. Período: fev/89 a fev/90.

LOTE	pH	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	S	T	V	CRESC
(0-20)	(CaCl ₂)	(%)	(ppm)	-----meq/100 cm ³ -----						(%)	(mm)
1	4,3	1,6	9	0,15	0,6	0,2	3,1	1,0	4,1	24	49
2	5,2	1,2	5	0,03	1,0	0,7	1,8	1,7	3,5	49	62
3	4,0	0,9	5	0,01	0,1	0,1	3,8	0,2	4,0	5	47
4	5,0	1,4	5	0,10	0,8	0,5	1,8	1,4	3,2	44	57
5	4,1	1,1	3	0,06	0,1	0,1	3,4	0,3	3,7	8	33
6	4,5	1,4	3	0,06	0,6	0,4	2,5	1,1	3,6	31	60
7	4,4	1,4	5	0,14	0,5	0,2	2,8	0,8	3,6	22	58
8	4,3	1,1	11	0,05	0,4	0,3	2,8	0,8	3,6	22	63
9	4,9	1,4	16	0,06	0,9	0,4	1,8	1,4	3,2	44	59
10	4,9	1,4	8	0,05	0,9	0,4	1,8	1,4	3,2	44	69
11	4,0	0,9	5	0,01	0,1	0,1	3,8	0,2	4,0	5	47
12	4,3	1,7	3	0,05	0,6	0,3	3,2	1,0	4,2	24	51
13	4,0	1,5	2	0,03	0,1	0,1	4,3	0,2	4,5	4	63
14	4,0	1,7	2	0,03	0,2	0,1	3,4	0,3	3,7	8	48
15	4,4	0,8	47	0,11	0,6	0,4	2,5	1,1	3,6	31	58
16	3,7	0,7	6	0,10	0,3	0,1	3,4	0,5	3,9	13	47
17	3,9	1,0	7	0,12	0,5	0,2	3,4	0,8	4,2	19	40
18	3,9	0,6	4	0,05	0,2	0,1	2,7	0,4	3,1	13	44
19	4,5	0,8	2	0,12	0,5	0,2	1,6	0,8	2,4	33	58
20	4,4	0,5	10	0,07	0,3	0,2	1,6	0,6	2,2	27	52
Média	4,3	1,2	8	0,07	0,5	0,3	2,8	0,8	3,6	24	53

Tabela 14: Resultados da análise de fertilidade dos solos e o crescimento nos vinte seringais, na profundidade de 21-40 cm. Período: fev/89 a fev/90.

LOTE	pH	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	S	T	V	CRESC
(21-40)	(CaCl ₂)	(%)	(ppm)	-----meq/100 cm ³ -----						(%)	(mm)
1	4,4	1,1	3	0,10	0,7	0,3	2,5	1,1	3,6	31	49
2	4,4	1,0	2	0,03	0,2	0,2	2,5	0,4	2,9	14	62
3	4,1	0,6	16	0,01	0,6	0,1	3,0	0,7	3,7	19	47
4	4,9	0,8	2	0,08	0,5	0,4	1,5	1,0	2,5	40	57
5	4,1	0,8	2	0,03	0,1	0,1	3,1	0,2	3,3	6	33
6	4,2	1,0	2	0,04	0,3	0,2	2,8	0,5	3,3	15	60
7	4,2	0,9	2	0,09	0,4	0,2	2,8	0,7	3,5	20	58
8	4,0	1,0	2	0,03	0,1	0,1	3,7	0,2	3,9	5	63
9	4,8	1,0	15	0,07	0,7	0,3	1,6	1,1	2,7	41	59
10	4,5	1,0	2	0,05	0,5	0,3	1,8	0,9	2,7	33	69
11	4,1	0,6	16	0,01	0,6	0,1	3,0	0,7	3,7	19	47
12	4,0	1,1	2	0,03	0,3	0,1	2,6	0,4	3,0	13	51
13	4,1	1,1	2	0,01	0,2	0,2	2,8	0,4	3,2	13	63
14	3,9	1,1	2	0,01	0,1	0,1	3,1	0,2	3,3	6	48
15	4,0	0,3	6	0,10	0,4	0,3	2,5	0,8	3,3	24	58
16	3,7	0,5	4	0,10	0,1	0,1	3,5	0,3	3,8	8	47
17	3,8	0,7	2	0,13	0,5	0,1	4,7	0,7	5,4	13	40
18	3,9	0,5	2	0,02	0,3	0,1	3,1	0,4	3,5	11	44
19	4,3	0,5	2	0,09	0,7	0,3	2,0	1,1	3,1	35	58
20	4,1	0,5	3	0,03	0,2	0,1	2,3	0,3	2,6	12	52
Média	4,2	0,8	4	0,05	0,4	0,2	2,7	0,6	3,4	19	53

Tabela 15: Resultados da análise de fertilidade dos solos e o crescimento nos vinte seringais, na profundidade de 41-60 cm. Período: fev/89 a fev/90.

LOTE	pH	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	S	T	V	CRESC
(41-60)	(CaCl2)	(%)	(ppm)	-----meq/100 cm3-----						(%)	(mm)
1	4,6	1,9	2	0,08	0,8	0,4	2,3	1,3	3,6	36	49
2	4,4	0,7	2	0,02	0,1	0,1	2,0	0,2	2,2	9	62
3	4,3	1,2	2	0,01	0,4	0,3	3,4	0,7	4,1	17	47
4	4,7	0,7	2	0,06	0,7	0,4	1,6	1,2	2,8	43	57
5	4,1	0,6	2	0,02	0,1	0,1	3,1	0,2	3,3	6	33
6	4,3	0,6	2	0,02	0,4	0,2	2,3	0,6	2,9	21	60
7	4,3	0,7	2	0,07	0,4	0,3	2,3	0,8	3,1	26	58
8	4,0	0,8	2	0,03	0,3	0,1	3,4	0,4	3,8	11	63
9	4,5	0,8	6	0,10	0,5	0,3	1,6	0,9	2,5	36	59
10	4,3	0,7	2	0,06	0,4	0,3	1,8	0,8	2,6	31	69
11	4,3	1,2	2	0,01	0,4	0,3	3,4	0,7	4,1	17	47
12	4,0	0,9	2	0,01	0,1	0,1	2,7	0,2	2,9	7	51
13	3,9	1,0	2	0,01	0,1	0,1	3,1	0,2	3,3	6	63
14	3,9	0,8	2	0,01	0,1	0,1	3,1	0,2	3,3	6	48
15	4,0	0,5	22	0,08	0,1	0,2	2,5	0,4	2,9	14	58
16	3,7	0,5	2	0,12	0,1	0,1	2,8	0,3	3,1	10	47
17	3,9	0,7	4	0,17	0,5	0,1	4,3	0,8	5,1	16	40
18	3,9	0,5	2	0,02	0,4	0,1	3,5	0,5	4,0	13	44
19	4,1	0,5	2	0,07	0,5	0,1	2,8	0,7	3,5	32	58
20	4,0	0,5	3	0,03	0,1	0,1	2,5	0,2	2,7	7	52
Média	4,2	0,8	3	0,05	0,3	0,2	2,7	0,6	3,3	18	53

Tabela 16: Comparação entre os dois tipos de solos predominantes aos seringais, relacionando com os teores médios de fertilidade e o incremento de crescimento em perímetro do tronco nas quatro profundidades. Período: fev/89 a fev/90.

Profundidade (cm)	pH (CaCl ₂)	MO (%)	P (ppm)	K	Ca	Mg	H+Al	S	T	V	Cresc
-----meq/100 cm ³ -----											
LATOSSOLOS (1)											
0 - 5	4,6	1,4	7	0,06	0,7	0,4	2,5	1,16	3,66	32	54
0 - 20	4,4	1,3	6	0,05	0,5	0,3	2,8	0,85	3,65	24	54
21 - 40	4,3	0,9	6	0,04	0,4	0,2	2,5	0,64	3,14	21	54
41 - 60	4,3	0,9	2	0,03	0,3	0,2	2,5	0,53	3,03	19	54
PODZOLIZADOS (2)											
0 - 5	4,4	0,9	10	0,10	0,6	0,3	2,3	1,00	3,30	28	52
0 - 20	4,2	0,9	12	0,10	0,4	0,2	2,7	0,70	3,40	22	52
21 - 40	4,0	0,7	3	0,07	0,3	0,2	3,2	0,57	3,77	15	52
41 - 60	4,0	0,6	5	0,08	0,3	0,1	3,1	0,48	3,58	17	52

(1) 13 seringais estão localizados em Latossolos;

(2) 7 seringais estão localizados em Podzolizados.

em geral, quimicamente pobres, com teores muito baixos ou baixos em fósforo (P res.), cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), baixa soma de bases (S), baixa saturação por bases (V%), baixa capacidade de troca catiônica (T) e elevada acidez. Os latossolos se caracterizam por serem solos de baixa fertilidade, mas com acidez menor e saturação por bases maior que os podzolizados. Tanto nos latossolos quanto nos podzolizados, na maioria das características analisadas, houve um decréscimo à medida que se aprofunda no perfil.

Nas camadas superficiais, equivalentes à 0-5 e 0-20 centímetros, respectivamente, os teores de nutrientes, matéria orgânica, pH e a saturação de bases estão em níveis maiores do que nas camadas mais profundas. Tal fato é devido à maior presença de matéria orgânica em decomposição e húmus, proveniente da deposição progressiva de folhas e galhos ao longo dos anos. A seringueira, a partir do terceiro ou quarto ano de campo, apresenta um comportamento decíduo, isto é, promove senescência foliar anual no período que vai de julho a outubro, dependendo do clone plantado, regime hídrico e temperatura regional.

A matéria orgânica, presente nas camadas mais superficiais, tende a liberar nutrientes essenciais na solução do solo. Os resíduos de plantas e animais contêm quantidades variáveis de elementos minerais, como o nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio, enxofre e micronutrientes. À medida que a matéria orgânica se decompõe, estes elementos tornam-se disponíveis às plantas (LOPES, 1989). A tabela 16 mostra haver diminuição no teor de matéria orgânica, no sentido da superfície para as camadas mais profundas do perfil. Nos lotes em questão, a análise química dos solos não mostrou diferenças significativas, por se tratar de seringais ainda jovens, isto é, com cerca de três ou quatro anos de senescências anuais.

Através da regressão linear entre as características de fertilidade dos solos e o incremento de crescimento em perímetro do tronco (tabela 17), observou-se a existência de correlações estatísticas (R) significativas positivas e negativas para vários parâmetros analisados. Tomando-se os níveis de pH a 0-5, 0-20 e 21-40 cm como exemplo, concluiu-se que o crescimento é maior à medida que se reduz a acidez do solo.

Os solos em questão, apresentam acidez excessiva, analisada através do pH (acidez iônica) e H+Al (acidez potencial), há, portanto, necessidade do uso de corretivos para neutralizar os efeitos diretos e indiretos que incidem sobre o desenvolvimento das plantas. O pH talvez seja o fator isolado que mais influencia a disponibilidade dos nutrientes para absorção radicular. Em geral, o pH abaixo de sete,

Tabela 17: Coeficientes de correlação das regressões lineares entre os dados de fertilidade dos solos, nas profundidades 0-5, 0-20, 21-40 e 41-60 cm, e o incremento de crescimento em perímetro do caule. Os valores assinalados são estatisticamente significativos. Período: fev/89 a fev/90.

CARACTERÍSTICA DE SOLO	Correlação (R)			
	0-5	0-20	21-40	41-60
pH	0,63848*	0,65804*	0,48019*	0,28760
Matéria Orgânica	0,35941	0,28883	0,32542	-0,08830
Fósforo	0,29545	0,19450	-0,11848	0,11821
Potássio	-0,05817	-0,04204	-0,01620	-0,09080
Cálcio	0,56737*	0,58493*	0,09940	0,04812
Magnésio	0,43796	0,60801*	0,56506*	0,19744
H + Al	-0,44684*	-0,48287*	-0,52817*	-0,59635*
Soma de bases	0,52506*	0,58161*	0,27277	0,09988
T	0,05475	-0,22829	-0,48463*	-0,56443*
Sat. por bases	0,58322*	0,61622*	0,40854	0,32435

diminui a absorção de cátions, por competição entre estes e os íons H^+ , por sítios do carregador (VITTI, 1987).

Na tabela 16, observou-se que o pH ($CaCl_2$) atinge valores em torno de quatro, causando efeitos diretos sobre o desenvolvimento das plantas. A elevada acidez pode causar também, efeitos indiretos às plantas, como; aumento da solubilidade de elementos tóxicos como o alumínio e o manganês (quando em excesso) e diminuição da atividade microbiana envolvida na mineralização da matéria orgânica (VITTI, 1987). A tabela 17 demonstra que a alta acidez potencial ($H+Al$) dos solos, têm correlação estatística negativa significativa com o crescimento, isto é, quanto mais ácido for o solo, menor será o desenvolvimento em perímetro do tronco da seringueira.

Ainda pela tabela 17, as características cálcio, magnésio, soma de bases e saturação por bases apresentaram correlação estatística positiva significativa para as camadas mais superficiais. Os teores de fósforo e potássio não estão afetando significativamente o crescimento. A capacidade de troca catiônica teve efeito negativo significativo com o crescimento nas camadas de 21-40 e 41-60 centímetros, ou seja, o aumento do T do solo está induzindo a um maior crescimento. Os baixos valores da T, ao redor de 3,5, estão associados às características dos solos estudados, especialmente pelos baixos teores de matéria orgânica, e presença de areias em elevados teores, nos podzolizados e argilas de baixa atividade nos latossolos (LOPES, 1989).

A saturação por bases (V%) é a característica utilizada para separar os solos considerados férteis ($V\% > 50\%$) dos solos de menor fertilidade ($V\% < 50\%$), de acordo com a cultura (LOPES, 1989). Existe uma correspondência entre o pH e a saturação por bases, portanto, elevar o grau do V% corresponde a elevar o pH e diminuir a saturação por alumínio (RAIJ et alii, 1985). Para os solos dos seringais analisados, os perfis 0-20, 21-40 e 41-60 cm, são considerados de baixa fertilidade por terem saturação por bases inferior a 50%.

As figuras 5 e 6 demonstram o ajuste das equações das retas ($Y = a + b/X$) através do modelo da recíproca da regressão entre o pH e a saturação por bases, e o crescimento em incremento anual de perímetro do tronco. Os gráficos foram calculados usando dados da tabela 17. Os coeficientes do pH e saturação por bases são positivos, mostrando haver aumento no crescimento, à medida que se diminui a acidez e se eleva a saturação por bases. As profundidades de 0-20 e 21-40 cm do solo são as mais importantes para a cultura da seringueira, pois, é onde se concentra a maior quantidade de raízes absorventes (WEBSTER & PAARDERKOOPEL, 1989).

Tabela 18: Comparação entre os resultados médios da análise de fertilidade dos solos para as quatro profundidades e duas faixas de crescimento por planta/ano. Período: fev/89 a fev/90.

CRESCIMENTO MÉDIO ≤ 53 mm

Profundidade (cm)	pH (CaCl ₂)	MO (%)	P resina (ppm)	K	Ca	Mg	H+Al	S	T	V
-----meq/100 cm ³ -----										
0 - 5	4,2	1,1	4	0,07	0,4	0,2	2,8	0,67	3,47	20
0 - 20	4,1	1,1	5	0,07	0,3	0,2	3,2	0,57	3,77	15
21 - 40	4,0	0,8	5	0,05	0,4	0,1	3,1	0,55	3,65	14
41 - 60	4,1	0,9	2	0,05	0,3	0,2	3,1	0,55	3,65	14

CRESCIMENTO MÉDIO > 54 mm

Profundidade (cm)	pH (CaCl ₂)	MO (%)	P resina (ppm)	K	Ca	Mg	H+Al	S	T	V
-----meq/100 cm ³ -----										
0 - 5	4,8	1,3	4	0,08	0,9	0,5	2,1	1,48	3,58	41
0 - 20	4,6	1,2	10	0,08	0,6	0,4	2,4	1,08	3,48	32
21 - 40	4,3	0,9	4	0,06	0,4	0,3	2,4	0,76	3,16	24
41 - 60	4,3	0,7	4	0,05	0,4	0,2	2,3	0,65	2,95	23

Figura 5: Relação entre pH (0-20 cm) e o incremento anual de crescimento (mm) em perímetro do tronco.

Figura 6: Relação entre saturação por bases (0-20 cm) e o incremento anual de crescimento (mm) em perímetro do tronco.

A tabela 18 compara a composição média das características de fertilidade do solo, nas quatro profundidades, para duas classes de incremento de crescimento em perímetro do tronco, abaixo e acima da média (53 mm/planta/ano), para os vinte seringais. Todas as características de fertilidade do solo se mostraram superiores quando se observa um incremento de crescimento acima da média. Convém destacar que os teores de Ca, Mg, soma de bases e saturação por bases, são destacadamente mais elevados nos solos cujas plantas apresentaram crescimento acima da média. Existe, em geral, uma diminuição dos teores à medida que se aprofunda no perfil.

A origem amazônica da seringueira deixou a falsa idéia de rusticidade quanto ao seu desenvolvimento. Essa imagem de planta rústica se deu devido ao fato de que a seringueira é nativa das florestas com solos profundos, de boa estrutura, mas de fertilidade bastante pobre, a qual se desenvolveu e produziu por longos anos sem qualquer manejo ou tratos culturais (HAAG, 1983; BATAGLIA, 1987; BATAGLIA, 1990). Hoje, a seringueira (*Hevea brasiliensis*) foi totalmente domesticada, tendo sido desenvolvidos clones específicos para o cultivo intensivo em regiões mais secas e frias do que àquelas de origem (GONÇALVES et alii, 1991). Por esse motivo, a seringueira passou a ser mais exigente quanto aos tratos culturais, solos, tecnologia de exploração, etc. Os sistemas de exploração intensiva utilizadas atualmente, com uso de estimulantes, acarreta um maior desgaste fisiológico da planta, exigindo uma quantidade maior de nutrientes para repor aqueles exportados pelo látex, e também aqueles necessários para sua nutrição e regeneração da casca (HAAG, et alii, 1990).

Conforme informações obtidas dos produtores, na maioria dos lotes estudados, a implantação do seringal se deu em substituição a antigas lavouras de café, ou plantados em consórcio. O cafezal é normalmente retirado quando os seringais entram em exploração ou quando o dossel se fecha, impedindo que a radiação solar alcance os estratos inferiores do cafezal. O lote 15 conservou o consórcio durante os primeiros anos de exploração. Nos lotes onde houve o consórcio, os produtores adubavam indiretamente a seringueira, quando o faziam para o café. Em seringais em que não houve o consórcio com o cafezal, os produtores utilizaram por vários anos, alguma outra cultura intercalar, sendo gramínea ou leguminosa, na intenção de abater parte dos investimentos no período pré-exploração.

A tabela 16 demonstra a excessiva acidez e a baixa concentração de cátions, resultantes da não utilização de manejo adequado da fertilidade do solo durante o desenvolvimento da cultura.

A seringueira ao entrar em exploração, reduz a taxa de crescimento devido ao desvio de parte das reservas nutricionais que seriam utilizadas na formação da fitomassa, para a zona de produção de látex (SETHURAJ, 1985). No período jovem de exploração, recomenda-se o uso de baixa frequência de exploração; uso mínimo de estimulação; período anual de descanso de dois meses na época de reenfolhamento (BERNARDES et alii, 1990) e adubação extra. Tais procedimentos não são normalmente aplicados pela maioria dos heveicultores pois, a mentalidade da exploração radical do seringal logo nos primeiros anos de exploração, ainda é uma realidade. O agricultor tenta compensar os vários anos de investimento já nos primeiros anos de exploração, com isso ocorre um intenso desgaste da árvore, acarretando até em secamento do painel.

Experimentos com seringais em fase produtiva demonstram pequenas respostas à adubação quando comparadas à remoção de nutrientes por outras plantas, apesar disso devemos atentar para o fato de que a planta continua crescendo e esse crescimento depende do fornecimento adequado de nutrientes para formação de biomassa (BATAGLIA, 1990). As plantas nutricionalmente balanceadas, durante o período de exploração, apresentam maiores produtividades e melhor qualidade de látex (BUENO, 1986).

5. CONCLUSÕES

Nas condições em que o presente trabalho foi realizado, os resultados obtidos permitem as seguintes conclusões:

1. Todos os solos sob os seringais estudados, apresentaram elevada acidez, baixos teores dos nutrientes P, K, Ca, Mg e saturação por bases, indicando pouca preocupação do produtores quanto a um manejo nutricional adequado, ao longo dos anos.
2. Houve correlação positiva e significativa entre pH, saturação por bases e o crescimento das plantas, e correlação negativa com H^+Al .
3. O nutriente cálcio nas plantas, diagnosticado através de seu teor nas folhas e pelo índice DRIS, foi o mais associado à diferença de crescimento entre os diversos seringais. A interpretação pelo DRIS, mostrou-se mais eficiente do que as técnicas tradicionais no caso desse nutriente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZWAR, R. & AIDI-DASLIN. Performance of 1974 multilateral exchange rubber clones at various locations in Indonesia. *Indonesian Journal of Crop Science*, North Sumatra, **8**(1): 11-22, 1993.
- BATAGLIA, O.C. Nutrição adubação da seringueira. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM FERTILIDADE DO SOLO, Ilha Solteira, 1987. *Anais*. Campinas, Fundação Cargill, 1987. p. 411-8.
- BATAGLIA, O.C. Nutrição e adubação de seringais em exploração. In: BERNARDES, M.S., ed. *Exploração da seringueira*. Piracicaba, FEALQ, 1990. p.29-43.
- BATAGLIA, O.C. & CARDOSO, M. Situação nutricional dos seringais de São Paulo. In: SIMPÓSIO DA CULTURA DA SERINGUEIRA, 2., Piracicaba, 1987. *Anais*. Piracicaba, ESALQ, 1987. p.89-97.
- BATAGLIA, O.C.; CARDOSO, M.; CARRETERO, M.V. Situação nutricional de seringais produtivos no Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, **47**(1): 109-23, 1988.
- BATAGLIA, O.C.; CARDOSO, M.; IGUE, T.; RAIJ, B. van. Desenvolvimento da seringueira em solos do Estado de São Paulo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, **22**(4): 419-24, abr. 1987.

- BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; GALLO, J.R. *Métodos de análise química de plantas*. Campinas, Instituto Agrônômico, 1983. 48p. (IAC. Boletim Técnico, 78)
- BATAGLIA, O.C. & SANTOS, W.R. dos. Efeito do procedimento de cálculo e da população de referência nos índices do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, **14**:339-44, 1990.
- 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**:27-8, 1957.
- BEAUFILS, E.R. Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS): a general scheme for experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition. *Soil Science Bulletin*, Pietermaritzburg, **1**:1-132, 1973.
- BERNARDES, M.S.; CASTRO, P.R.C.; MARTINS, A.N. Fatores ligados à escolha do sistema de exploração. In: BERNARDES, M.S., ed. *Exploração da seringueira*, Piracicaba, FEALQ, 1990. p.45-88.
- BERNARDES, M.S.; VEIGA, A.S.; FONSECA FILHO, H. Mercado brasileiro de borracha natural. In: BERNARDES, M.S., ed. *Exploração da seringueira*, Piracicaba, FEALQ, 1990. p.179-206.
- BERNARDES, M.S.; VIRGENS FILHO, A.C.; CASTRO, P.R.C. Fatores condicionantes dos sistemas de exploração da seringueira para o Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO DA CULTURA DA SERINGUEIRA, 2., Piracicaba, 1987. *Anais*. Piracicaba, ESALQ, 1987. p.273-332.
- BEVERLY, R.B.; STARK, J.C.; OJALA, J.C.; EMBLETON, T.W. Nutrient diagnosis of "Valencia" oranges by DRIS. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Geneva, **109**:649-54, 1984.

- BEVERLY, R.B.; SUMNER, M.E.; LETZSCH, W.S.; PLANK, C.O. Foliar diagnosis of soybeans by DRIS. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, New York, 17(3):237-56, 1986.
- BUENO, N. Alguns aspectos sobre a adubação da seringueira. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SERINGUEIRA NO ESTADO DE SÃO PAULO, 1., Piracicaba, *Anais*. Piracicaba, ESALQ, 1986. v.4, p.83-94.
- BUTTERY, B.R. & BOATMAN, S.G. *Déficits hídricos e fluxo de látex*. Campinas, Fundação Cargill, 1985. 120p.
- CARDOSO, M. & GONÇALVES, P.S. Exploração comercial da seringueira. *O Agrônomo*, Campinas 40(1): 27-33, 1988.
- CASTRO, P.R.C. Bases fisiológicas da produção de látex e da estimulação de *Hevea brasiliensis* Muell. Arg.. In: BERNARDES, M.S., ed., *Exploração da seringueira*, Piracicaba, FEALQ, 1990. p.1-22.
- CASTRO, P.R.C.; BERNARDES, M.S.; VIRGENS FILHO, A.C. Uso de estimulantes na exploração de seringais. In: SIMPÓSIO DA CULTURA DA SERINGUEIRA, 2., Piracicaba, 1987. *Anais*. Piracicaba, 1987. p.253-72.
- CHAN, H.Y. Soil and leaf nutrient surveys for discriminatory fertilizer use in West Malaysian Rubber Holdings. In: RUBBER RESEARCH OF MALAYA PLANTERS CONFERENCE, Kuala Lumpur, 1972. *Proceedings*. Kuala Lumpur, Rubber Research of Malaya, 1972. p.201-13.
- CHAPMAN, G.W. Leaf analysis and plant nutrition. Malacca Rubber Plantations Ltd., *Soil Science*, Baltimore, 52: 63, 1941.
- CHAPMAN, H.D. Técnicas de amostragem para o diagnóstico foliar: árvores frutíferas e pequenos frutos. *Fertilité*, Paris, 27: 75-91, 1966.

- CHAPMANN, H.D. *Diagnostic criteria for plants and soils*. Riverside, University of California, 1973. 793p.
- CYCLE of nutrients in rubber plantations. *Planters' Bulletin*, Kuala Lumpur, **120**: 73-81, 1972.
- DIJKMAN, M. J. Growth. In: WEBSTER, C.C & BAULKWILL, W.J., *Hevea*: thirty years of research in the far east. Coral Gables, University of Miami Press, 1951. p.53-67.
- ELWALI, A.M.O. & GASCHO, G.J. Soil testing, foliar analysis, and DRIS as guide for sugarcane fertilization. *Agronomy Journal*, Madison, **76**: 466-70, 1984.
- ELWALI, A.M.O.; GASCHO, G.J.; SUMNER, M.E. Sufficiency levels and DRIS norms for 11 nutrients in corn. *Agronomy Journal*, Madison, **77**: 506-8, 1985.
- GOMES, F.P. *A estatística moderna na pesquisa agropecuária*. 3.ed. Piracicaba, POTAFOS, 1987. 162p.
- GONÇALVES, P.S.; CARDOSO, M.; BOAVENTURA, M.A.M.; COLOMBO, C.A.; ORTOLANI, A.A. *Clones de Hevea*: influência dos fatores ambientais na produção e recomendação de plantio. Campinas, Instituto Agrônômico, 1991. 32p. (IAC. Boletim Técnico, 138)
- GUHA, M.M. Recent advances in fertilizer usage for rubber in Malaya. *Journal of the Rubber Research Institute of Malaya*, Kuala Lumpur, **21**: 207-16, 1969.
- GUHA, M.M. & HOE, Y.K. Soil and leaf nutrient status in relation to soil type. *Planter's Bulletin of the Rubber Research Institute of Malaya*, Kuala Lumpur, **87**: 170-7, 1966.
- HAAG, H.P., coord. *Nutrição e adubação da seringueira no Brasil*. Campinas, Fundação Cargill, 1983. 116p.

- CHAPMANN, H.D. *Diagnostic criteria for plants and soils*. Riverside, University of California, 1973. 793p.
- CYCLE of nutrients in rubber plantations. *Planters' Bulletin*, Kuala Lumpur, **120**: 73-81, 1972.
- DIJKMAN, M. J. Growth. In: WEBSTER, C.C & BAULKWILL, W.J., *Hevea: thirty years of research in the far east*. Coral Gables, University of Miami Press, 1951. p.53-67.
- ELWALI, A.M.O. & GASCHO, G.J. Soil testing, foliar analysis, and DRIS as guide for sugarcane fertilization. *Agronomy Journal*, Madison, **76**: 466-70, 1984.
- ELWALI, A.M.O.; GASCHO, G.J.; SUMNER, M.E. Sufficiency levels and DRIS norms for 11 nutrients in corn. *Agronomy Journal*, Madison, **77**: 506-8, 1985.
- GOMES, F.P. *A estatística moderna na pesquisa agropecuária*. 3.ed. Piracicaba, POTAFOS, 1987. 162p.
- GONÇALVES, P.S.; CARDOSO, M.; BOAVENTURA, M.A.M.; COLOMBO, C.A.; ORTOLANI, A.A. *Clones de Hevea: influência dos fatores ambientais na produção e recomendação de plantio*. Campinas, Instituto Agrônômico, 1991. 32p. (IAC. Boletim Técnico, 138)
- GUHA, M.M. Recent advances in fertilizer usage for rubber in Malaya. *Journal of the Rubber Research Institute of Malaya*, Kuala Lumpur, **21**: 207-16, 1969.
- GUHA, M.M. & HOE, Y.K. Soil and leaf nutrient status in relation to soil type. *Planter's Bulletin of the Rubber Research Institute of Malaya*, Kuala Lumpur, **87**: 170-7, 1966.
- HAAG, H.P., coord. *Nutrição e adubação da seringueira no Brasil*. Campinas, Fundação Cargill, 1983. 116p.

- HAAG, H.P.; BUENO, N.; PEREIRA, J.P. Exigências minerais em uma cultura de seringueira. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SERINGUEIRA NO ESTADO DE SÃO PAULO, 1., Piracicaba, 1986. *Anais*. Piracicaba, ESALQ, 1986. p.33-82.
- HAAG, H.P.; BUENO, N.; PEREIRA, J.P. Alguns aspectos recentes da nutrição mineral da seringueira no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SERINGUEIRA NO ESTADO DE SÃO PAULO, 2., Piracicaba, 1987. *Anais*. Piracicaba, ESALQ, 1987. p.59-88.
- HALLMARK, W.B.; ADAMS, J.F.; MORRIS, H.F. Detection of zinc deficiency in soybeans by the Diagnosis and Recommendation Integrated System. *Journal of the Fertility Issues*, 1:104-9, 1984.
- HO, C.Y. & PAARDEKOOPEER, E.C. Application of stimulants to the virgin bark in clone trials. *Planter's Bulletin*, Kuala Lumpur **80**: 150-7, 1965.
- JONES, C.A. & BOWEN, J.E. Comparative Dris and crop log diagnosis of sugarcane tissue analysis. *Agronomy Journal*, Madison, **73**:941-4, 1981.
- JONES JR, J.B. Distribution of 15 elements in corn leaves. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, New York, **10**: 127-34, 1979.
- LEE, P.F.W. Initial observations on the application of the DRIS approach to tea (*Camellia sinensis* L.): Foliar analysis results in South Africa. *Potash Review*, subject 27, 1981.
- LEPSCH, I.F. & OLIVEIRA, J.B. *Explicações sumárias sobre a nova nomenclatura das legendas de mapas pedológicos de São Paulo*. Campinas, Instituto Agrônômico, 1987. 36p. (IAC. Boletim Técnico, 117)
- LOPES, A.S. *Manual de fertilidade do solo*. Piracicaba, ANDA/POTAFOS, 1989. 155p.

- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba, POTAFOS, 1989. 201p.
- MARTINS, N.B. & ARRUDA, S.T. A produção brasileira de borracha natural: Situação atual e perspectivas. *Informações Econômicas*, São Paulo, **23**(9):9-55, 1993.
- MELDAL-JOHNSEN, A. & SUMNER, M.E. Foliar diagnostic norms for potatoes. *Journal of Plant Nutrition*, New York, **2**:569-576, 1980.
- NG, E.K.; ABRAHAM, P.D.; GILL, D.S.; P'NG, T.C. Exploitation of young rubber. *Planters' Bulletin*, Kuala Lumpur, **80**, 1965.
- ORTOLANI, A.A. Agroclimatologia e o cultivo da seringueira. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SERINGUEIRA NO ESTADO DE SÃO PAULO, 1., Piracicaba, 1986. *Anais*. Piracicaba, ESALQ, 1986. p.11-32.
- ORTOLANI, A.A. Efeito das temperaturas extremas no desenvolvimento e produção da seringueira. In: SIMPÓSIO DA CULTURA DA SERINGUEIRA, 2., Piracicaba, 1987. *Anais*, Piracicaba, ESALQ, 1987. p.1-12.
- PAARDEKOOOPER, E.C. Exploitation of the rubber tree. In: WEBSTER, C.C & BAULKWILL, W.J., ed. *Rubber*. New York, Longman Scientific & Technical, 1989. cap. 9, p.349-95.
- PINTO, N.P.A. *Política da borracha no Brasil: a falência da borracha vegetal*. São Paulo, HUCITEC, Conselho Regional de Economia, 1984. 168p.
- PUSHPARAJAH, E; SIVANADYAN, K.; SUBRAMANIAM, A.; TAN, K.T. Influence of fertilizers on nutrient content flow and properties of *Hevea* latex. In: INTERNATIONAL RUBBER CONFERENCE, 3., Kuala Lumpur, 1973. *Proceedings*. Kuala Lumpur, RRIM, 1976. p.122-31.
- RAIJ, B. van & QUAGGIO, J.A. *Métodos de análise de solo para fins de fertilidade*. Campinas, Instituto Agrônômico, 1983. 31p. (IAC. Boletim Técnico, 81).

RAIJ, B. van; SILVA, N.M.; BATAGLIA, O.C.; QUAGGIO, J.A.; HIROCE, R.; CANTARELLA, H.; BELINAZZI JR, R.; DECHEN, A.R.; TRANI, P.E. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas, Instituto Agrônômico, 1985. 107p. (IAC. Boletim, 100)

REIS, E.L.; CABALA-ROSAND, P.; SOUZA, L.F.S. Influência do fósforo na produção de borracha e recuperação da casca em seringal do sul da Bahia. *Revista Theobroma*, Ilhéus, **16**(3):127-32, 1986.

RELATÓRIO DA SOCIEDADE RURAL BRASILEIRA. In: *Sinópsse da atual situação do setor produtivo de borracha natural no Brasil*. São Paulo, 1992.

REVIEW of clone RRIM 600. *Planter's Bulletin*, Kuala Lumpur, **107**:58-61, 1970.

SAMSUDDIM, Z.; TAN, H. & YOON, P.K. Correlation studies on photosynthetic rates, girth and yield in *Hevea brasiliensis*. *Planter's Bulletin*, Kuala Lumpur, **2**:46-54, 1987.

SCHAFFER, B.; LARSON, K.D.; SNYDER, G.H.; SANCHEZ, C.A. Identification of mineral deficiencies associated with mango decline by DRIS. *HortScience*, Alexandria, **23**:617-9, 1988.

SETHUJAJ, M.R. Physiology of growth and yield in *Hevea brasiliensis*. In: INTERNATIONAL RUBBER CONFERENCE, Kuala Lumpur, 1985. *Proceedings*. Kuala Lumpur, RRIM, 1985. p.1-16.

SIVANADYAN, K. Manuring in relation to exploitation systems. RRIM Training Manual on Soils, Manegement of Soils and Nutrition of *Hevea*. *Journal of Rubber Research Institute of Malaysia*, Kuala Lumpur, **27**:11-8, 1979.

SUMNER, M.E. Use of DRIS system in foliar diagnosis of crop at high yield levels. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, New York, **8**:251-68, 1977a.

SUMNER, M.E. Preliminary NPK foliar diagnostic norms for wheat. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. New York, 8:149-67, 1977b.

TARYO-ADIWIGANDA, Y. Efeito do N, P e K no crescimento e produção de 5 clones de *Hevea* cultivados em um ultissol no norte de Sumatra. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE SERINGUEIRA, 3. *Anais*. Manaus, 1980. pp. 906.

THORNTHWAITE, C.W. & MATHER, J.R. *The water balance*. Centerton, Laboratory of Climatology, 1955. 104p.

VITTI, G.C. Acidez do solo, calagem e gessagem. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM FERTILIDADE DO SOLO, 1., Ilha Solteira, 1987. *Anais*. Campinas, Fundação Cargill, 1987. p.303-19.

WATSON, G.A. Nutrition. In: WEBSTER, C.C & BAULKWILL, W.J., ed. *Hevea*. New York. Longman Scientific & Technical, 1989. cap. 8, p.291-348.

WEBSTER, C.C. & PAARDEKOOPE, E.C. The botany of the rubber tree. In: WEBSTER, C.C & BAULKWILL, W.J., *Rubber*. New York, Longman Scientific & Technical, 1989. Cap. 2, p.57-75.

WILD, A. & BREEZE, V.G. *Nutrient uptake in relation to growth*. London, Johnson Butterworths, 1981.

ZAMBELLO JR., E. Aplicação do sistema integrado de diagnose e recomendação para diferentes solos e épocas de amostragens foliar em soqueiras de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*). Piracicaba, 1979. 95p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/ USP)