

1990/003

ROC

1990

TS-1990/003



# **INSTITUTO DE BIOLOGIA**

**ASPECTOS ECOFISIOLÓGICOS SAZONAIS DA PRODUÇÃO DE MUDAS DE SERINGUEIRA ( *Havea Spp* ), NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL. EFEITO DE ESTRESSES AMBIENTAIS SOBRE O ESTADO NUTRICIONAL, O COMPORTAMENTO ESTOMÁTICO E CRESCIMENTO.**

**CAMPINAS SP**

**1990**

ASPECTOS ECOFISIOLÓGICOS SAZONAIS DA PRODUÇÃO DE MUDAS DE  
SERINGUEIRA (Hevea spp), NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL. EFEITO  
DE ESTRESSES AMBIENTAIS SOBRE O ESTADO NUTRICIONAL, O  
COMPORTAMENTO ESTOMÁTICO E O CRESCIMENTO

OLINTO GOMES DA ROCHA NETO

Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido

Orientador: Prof. Dr. HILTON SILVEIRA PINTO

Tese apresentada ao Instituto de Biologia  
Universidade Estadual de Campinas, para a  
obtenção do título de Doutor em Ciências.

CAMPINAS - SP

1 9 9 0

colégas do  
PATU, com os  
meus primos do autor.  
A. F.  
Cur., 19/09/90

Aos

meus pais Orlando e Leatrice,  
pelo eterno incentivo.

A MINHA HOMENAGEM

À

Neli, Ana Paula, Orlando e  
Vaguinho

DEDICO ESTE TRABALHO

## AGRADECIMENTOS

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, pela oportunidade da realização do curso e, através do DRH, pela presença constante na solução de problemas ocasionais.

À Universidade Estadual de Campinas, pela oferta de uma convivência profissional, em um ambiente de intenso aprendizado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnologia (CNPq), pela concessão da bolsa de pesquisa e respectivo apoio financeiro.

Ao professor Hilton Silveira Pinto, pela orientação, amizade e constante estímulo à criatividade.

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", através dos professores José Dias Costa, Paulo Haag e Ronaldo Silveira, que nos proporcionaram todas as facilidades para a realização desse trabalho.

Aos professores Antônio Celson Magalhães, Ronaldo Silveira e ao pesquisador Altino Ortolani pelas sugestões apresentadas na revisão desse trabalho.

Ao Setor de Informação e Documentação do CNPSD EMBRAPA, nas pessoas das bibliotecárias Rosa Dutra e Palmira Novo, que sempre atenderam nossas necessidades, na obtenção de literatura específica.

Aos companheiros Claudir, Edilene, Rosana, Rosário e Silvia pela constante disponibilidade, apoio e amizade.

Aos colegas Jurandir Zullo Júnior e Sérgio A. Zullo pe-

lo inestimável apoio no processamento dos dados e a amizade que nos dispensaram.

Aos colegas Aducto Pereira, José Pires, Jomar Pereira, Newton Bueno, Tatiana Sá e Tomás Portes, co-autores deste trabalho, pelas críticas do dia-a-dia, sugestões e, muitas vezes, o trabalho braçal.

Aos pesquisadores Ismael Gioia e Paulo de Souza Gonçalves, pela prestimosa colaboração na composição deste trabalho.

Aos colegas do Laboratório de Análise de Solos e Plantas do CNPSD, pela grandiosa colaboração que nos deram.

Ao Instituto Agronômico de Campinas, através dos pesquisadores da seção de Climatologia Agrícola, pelo intercâmbio e troca de idéias.

Ao Dr. Antelmo, pela cessão dos equipamentos do CNPSD, sem os quais, não seria possível a realização deste trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Fisiologia vegetal do Instituto de Biologia da UNICAMP, pela disponibilidade e amizade durante o curso.

Aos colegas Raimundo Parente, Rosemary Viégas e Dalton Andrade, pelo apoio na análise e interpretação dos dados deste trabalho.

À Chefia do CPATU pelas facilidades proporcionadas no apoio logístico da composição deste trabalho.

Aos colegas Aducto e Paula, Areó e Marivalda, Bueno e Diva, Edinho e Mirlene, Hilton e Matilde, Jomar e Regina, Josino e Maju, Jota e Auxiliadora, Lourival e Luisa, Sodek e Elbe, Tomás e Cristina, Zé Carlos e Maria Ida e Zelão e Bernade-

te e Savelina, pela amizade e momentos de descontração e lazer.

À minha querida Neli e meus filhos Ana Paula, Orlando e Luis Vagner, pela compreensão, paciência e incentivo nos momentos difíceis do curso.

Aos produtores que nos apoiaram e confiam no nosso trabalho, um agradecimento especial.

## ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	xi
I. INTRODUÇÃO.....	1
II. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
1. A Temperatura e a Produtividade Primária das Plantas.....	3
2. A Seringueira e o Estresse Ambiental.....	4
3. Caracterização dos Estômatos da Seringueira.....	8
4. Efeito dos Fatores Ambientais sobre o Mecanismo Estomático.....	10
4.1. Efeito da radiação fotossinteticamente ativa.....	11
4.2. Efeito da umidade do ar.....	13
4.3. Efeito da temperatura do ar.....	14
4.4. Efeito do vento.....	17
4.5. Efeito do estado nutricional das plantas...	18
III. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
1. Aspectos Gerais.....	21
2. Material Vegetal e Condições de Cultivo.....	22
2.1. Germinação das sementes e transplântio....	22
2.2. Adubação das mudas.....	23
2.3. Estabelecimento no viveiro.....	24
3. Crescimento e Ontogenia Foliar.....	24
4. Porometria.....	25
5. Análise de Clorofila.....	27
6. Análise Foliar dos Elementos Minerais.....	28

	Página
7. Análise Estatística.....	28
IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
1. Crescimento de Mudanças Enxertadas.....	29
2. Crescimento de Plantas Enxertadas.....	38
2.1. Brotação da gema enxertada.....	38
2.2. Crescimento na fase pré-plantio definitivo.	40
2.3. Desenvolvimento da área foliar total.....	56
3. Teores de Clorofila em Tecidos Foliáres.....	59
4. Composição Química das Folhas.....	63
4.1. Teores de NPK.....	63
4.1.1. Concentrações de nitrogênio.....	63
4.1.2. Concentração de potássio.....	70
5. Comportamento Estomático.....	75
V. CONCLUSÃO.....	90
VI. RESUMO.....	92
VII. ABSTRACT.....	95
VIII. LITERATURA CITADA.....	98
APÊNDICE.....	120

## LISTA DE TABELAS

Tabela nº		Página
1	Análise da variância de dados de viveiro de mudas, para as variáveis altura da planta e diâmetro do caule (cm).....	31
2	Comparação de médias para as variáveis altura da planta e diâmetro do caule, em viveiro em diferentes épocas (verão e inverno).....	33
3	Percentagem de emergência de enxertos em diferentes épocas do ano (média de 24 plantas).....	39
4.1	Análise da variância do crescimento das mudas do clone RRIM600 para as variáveis altura da planta e diâmetro do caule (cm).....	41
4.2	Análise da variância do crescimento das mudas do clone RRIM600 para as variáveis, altura do último lançamento e diâmetro do último lançamento (cm).....	42
5.1	Comparação de médias para as variáveis altura da planta, diâmetro do caule em duas épocas climaticamente distintas.....	43

5.2	Comparação de médias para as variáveis altura do último lançamento e diâmetro do último lançamento em duas épocas climaticamente distintas.....	43
6.1	Comparação de médias de tratamento dentro de ambiente para as variáveis altura da planta, diâmetro do caule (cm).....	44
6.2	Comparação de médias de tratamento dentro de ambiente para as variáveis altura do último lançamento e diâmetro do último lançamento (cm).....	45
7	Valores médios de clorofila a, b, total e relação clorofila a e clorofila b, observadas em folhas do clone RRIM600 (média de três plantas).....	62
8	Valores médios da concentração (%) do nitrogênio em folhas do 1º e 2º lançamento (NF <sub>1</sub> e NF <sub>2</sub> ) e nos caules do 1º e 2º lançamento (NC <sub>1</sub> e NC <sub>2</sub> ) de plantas do clone RRIM600, em duas épocas de cultivo.....	68

Tabela nº	Página	
9	Valores médios da concentração (%) de potássio em folhas do 1º e 2º lançamento (KF <sub>1</sub> e KF <sub>2</sub> ) e em caules do 1º e 2º lançamento (KC <sub>1</sub> e KC <sub>2</sub> ) do clone RRIM600 em duas épocas de cultivo.....	73
10	Relação entre os teores de nitrogênio e potássio (N e K) observados em plantas jovens do clones RRIM600.....	75
11	Análise da variância dos dados de porometria em mudas do clone RRIM600 tomadas nos horários de 9:00, 12:00, 15:00 e 17:00 horas para a variável resistência estomática (rs9, rs15, rs17).....	81
12	Comparação entre valores médios de radiação fotossinteticamente ativa (RFA-uE.cm <sup>-2</sup> .s <sup>-1</sup> , umidade relativa (UR - %) tomadas nos horários de 9:00, 12:00, 15:00 e 17:00 horas.....	85
13	Condições micro-meteorológicas características de dias nublados e claros de inverno (média de quinze observações).....	87

## LISTA DE FIGURAS

Figura nº		Página
1	Caracterização da planta de seringueira com dois lançamentos maduros (adaptação de Compagnon, 1986).....	26
2	Crescimento médio (altura e diâmetro) de plantas de seringueira, após 12 e 6 meses de cultivo (inverno/verão) para diferentes níveis de N e K (média de 16 plantas).....	30
3	Crescimento médio de plântulas de seringueira, submetidas ao nível mais elevado de N e K (N200 K200), em duas épocas de cultivo (inverno = março/86; verão = outubro/86).....	32
4	Variação média mensal das temperaturas extremas do ar (máxima e mínima) observadas entre março/86 a março/87 (Fonte ESALQ-USP).....	36
5	Variação mensal da radiação solar global e da umidade relativa do ar, observadas entre março/86 e março/87 (Fonte: ESALQ-USP).....	37

Figura nº		Página
6	Crescimento médio da parte aérea do clone RRIM600 na fase pré-plantio definitivo, durante o período de inverno sob diferentes níveis de N e K. Início da brotação: 2ª quinzena de abril/87 (média de três plantas).....	47
7	Crescimento médio da parte aérea do clone RRIM 600 na fase pré-plantio definitivo, durante o período de verão, sob diferentes níveis de N e K. Início da brotação: 1ª quinzena de outubro/87 (média de três plantas)....	48
8	Evolução dos estágios foliares do segundo lançamento do clone RRIM 600 no período de inverno.....	50
9	Evolução dos estágios foliares do primeiro e segundo lançamento do clone RRIM 600 no período de verão.....	50
10	Variação mensal da temperatura do ar durante a fase de crescimento de mudas enxertadas do clone RRIM 600 (médias observadas entre março/87 e março/88) (Fonte: ESALQ-USP)...	52

11	Variação semanal da radiação global durante a fase de crescimento de mudas enxertadas do clone RRIM 600. O início da brotação outubro/87. Δ início da brotação abril/87.....	55
12	Área foliar total de plantas jovens do clone RRIM 600, submetidos a duas épocas de crescimento (média de três plantas).....	57
13	Variação nos teores de clorofila total em plantas do clone RRIM 600, submetidas a duas épocas de crescimento (média de três plantas).....	61
14	Concentração de nitrogênio, fósforo e potássio em folhas do primeiro e segundo lançamento do clone RRIM 600, cultivados em diferentes épocas do ano (média de três plantas).....	64
15	Concentração de nitrogênio, fósforo e potássio em caules do primeiro e segundo lançamento do clone RRIM 600, cultivados em diferentes épocas do ano (média de três plantas).....	65

Figura nº		Página
16	Concentração de nitrogênio em folhas do primeiro e segundo lançamento do clone RRIM 600, cultivados em diferentes épocas do ano (média de três plantas).....	66
17	Concentração de nitrogênio no caule do primeiro e segundo lançamento do clone RRIM 600, cultivados em diferentes épocas do ano (média de três plantas).....	67
18	Concentração de potássio em folhas do primeiro e segundo lançamento do clone RRIM 600, cultivados em diferentes épocas do ano (média de três plantas).....	71
19	Concentração de potássio no caule do primeiro e segundo lançamento do clone RRIM 600 em diferentes épocas de cultivo (média de três plantas).....	72
20	Curso diário da abertura estomática (rs) do clone RRIM 600 durante o período de verão (média de três plantas).....	77

Figura nº	Página
21	Curso diário da abertura estomática (rs) do clone RRIM600 durante o período de inverno (média de três plantas)..... 78
22	Curso diário da abertura estomática (rs) da taxa transpiratória (Tr) do clone RRIM 600 durante os períodos de verão e inverno (média de 8 semanas de observações)..... 80
23	Amplitude de variação da resistência estomática (rs) durante o período de verão (média de 15 plantas)..... 83
24	Amplitude de variação da resistência estomática (rs) durante o período de inverno (média de 15 plantas)..... 84
25	Curso diário da abertura estomática (rs) e da taxa transpiratória (Tr) do clone RRIM 600 em dias característicos de inverno (média de 15 observações)..... 88

## 1. INTRODUÇÃO

A seringueira (Hevea sp) é uma planta originária da floresta tropical úmida, onde se encontram dispersas as suas onze espécies conhecidas (GONÇALVES, 1986).

Por ser produtora de borracha, produto estratégico e de segurança nacional, a seringueira necessita ser explorada de forma mais racional, do que o extrativismo.

A tentativa de cultivá-la na mesma região do seu habitat natural, encontrou obstáculos que inviabilizaram muitos empreendimentos, principalmente devido a doenças fúngicas como o "mal sulamericano das folhas" (Microcyclus ulei), "mancha areolada" (Thanatephorus cucumeris) e outras de menor importância (GASPAROTTO & TRINDADE, 1984).

O processo de introdução da seringueira em áreas não tradicionais, como o sudeste do Brasil, é recente, embora tentativas isoladas venham sendo feitas desde a década de 50 por pesquisadores de São Paulo (CAMARGO, 1958; CAMARGO, 1963).

O primeiro plantio feito no município de Gavião Peixoto, tinha um caráter meramente exploratório, pois suspeitava-se que a seringueira seria incapaz de sobreviver sob baixos índices pluviométricos ou a períodos muito prolongados de seca.

A sobrevivência e o crescimento exuberante dos plantios feitos naquela região são testemunho da aptidão do clima do planalto paulista para o cultivo da seringueira.

O esforço atual da pesquisa, está direcionado para a identificação de técnicas de manejo que possam minimizar os efeitos negativos dos estresses climáticos ocorrentes na região, com ênfase para as baixas temperaturas e seus efeitos sobre o crescimento e desenvolvimento da planta. Deste modo, pretende-se diminuir o longo período de imaturidade da seringueira, um dos principais entraves para sua adoção como cultivo comercial na região centro-sul do país.

A geração de tecnologia a nível local é fundamental para o sucesso dos heveicultores, tendo em vista que hoje as técnicas de cultivo são, na sua maioria, importadas do continente africano e do sudeste asiático, que apesar de grandes produtores de borracha, não apresentam identificação climática com a região sudeste do Brasil. Esse fato ocasiona um aumento nos riscos para os investidores, o que pode tornar uma cultura altamente promissora em um fracasso semelhante ao verificado na Amazônia.

No presente trabalho procurou-se identificar os fatores ambientais e fisiológicos intervenientes no processo de crescimento e desenvolvimento de mudas de seringueira, visando viabilizar formas de manejo que possam racionalizar o sistema de produção de mudas, tornando-o mais econômico e factível agronomicamente.

## II. REVISÃO DE LITERATURA

### 1. A Temperatura e a Produtividade Primária das Plantas

De um modo geral, as plantas estão sujeitas às condições do ambiente que as cercam, trocando energia com o meio mas podendo apresentar temperaturas diferentes das registradas no ar (LARCHER, 1986).

É difícil estabelecer, por exemplo, uma relação entre os processos vitais das plantas e a temperatura, devido à variabilidade térmica do solo e do ar.

A temperatura das folhas varia em função de alguns fatores, tais como: estação do ano, hora do dia, cobertura, velocidade do vento, arquitetura da copa, altura da parte aérea e dimensão da folha. Já a temperatura do sistema radicular é influenciada por outros fatores, como por exemplo a sua profundidade e as propriedades físicas do solo, que determinam a transmissão e absorção de calor (FITTER & HAY, 1983).

O crescimento e desenvolvimento das plantas está sujeito a temperaturas operacionais ótimas, ou seja, para cada espécie de planta, e para cada estágio de desenvolvimento, pode-se observar temperaturas ótimas características.

Um metabolismo eficaz e a produção de novos tecidos são os pré-requisitos para o crescimento e desenvolvimento. A temperatura afeta os processos metabólicos, influenciando a cinética de reações químicas e a atividade de diversas enzimas envolvidas.

O efeito da temperatura sobre a fotossíntese se faz por meio de processos secundários, pois enquanto o processo fotoquímico independe da temperatura, a fixação e redução de  $\text{CO}_2$  ocorrem em proporção direta à sua elevação até determinado ponto, a partir do qual passa a ser prejudicial ao processo (LARCHER, 1986).

RENA & MAESTRI (1987) indicam que a temperatura ótima para a assimilação de  $\text{CO}_2$  pelo cafeeiro oscila entre  $20^\circ$  e  $30^\circ\text{C}$ , concluindo que essa espécie é mais adaptada aos plantios adensados, onde o sombreamento mútuo proporciona a redução da temperatura foliar. Do mesmo modo, foi observado que, para o Chá (Caméllia sinensis, L), baixas produções foram associadas às temperaturas máximas superiores a  $36^\circ\text{C}$  e inferiores a  $21^\circ\text{C}$  (FODCHAM, 1975).

No caso da seringueira ainda são desconhecidos os limites térmicos ideais para que a produtividade primária seja máxima. Todavia, por ser uma cultura tropical, é possível que, a exemplo do café, as temperaturas mais amenas favoreçam a assimilação de  $\text{CO}_2$  e, conseqüentemente, o crescimento.

## 2. A Seringueira e o Estresse Ambiental

Até a década de 70 os trabalhos desenvolvidos com seringueira nas regiões tropicais relacionavam, principalmente,

a economia hídrica geral das plantas com as variações de temperatura, evaporação de água do solo e umidade relativa do ar, afetando a produtividade durante a sangria (BUTTERY & BOATMAN, 1976).

Os problemas ligados à epidemia do mal sulamericano das folhas no Brasil, provocado pelo fungo Microcyclus ulei, fizeram com que alguns critérios ligados à exigência hídrica da seringueira fossem revistos.

Resultados obtidos por MORAES & BASTOS (1972), baseados no comportamento de clones de seringueira em regiões com estação seca definida na Amazônia, sugeriram a possibilidade do direcionamento da heveicultura para essas regiões, como medida de escape ao fungo.

Vários trabalhos foram desenvolvidos a partir daí, sempre visando ampliar o conhecimento sobre os mecanismos de resistência à seca da seringueira.

RESNICK & MENDES (1979) trabalhando com plântulas de seringueira de um ano de idade, submetidas a ciclos de tensão hídrica no solo, observaram que o potencial hídrico da folha durante o dia, era regulado pela resistência dos estômatos à difusão de vapor de água. Do mesmo modo, ROCHA NETO et al. (1983) relacionaram a sensibilidade dos estômatos de plantas meio-irmãs (ilegítimas) dos clones IAN 717 e IAN 873, com a prevenção à seca e à eficiência do uso de água.

CONCEIÇÃO et al. (1985) estudando o comportamento de clones amazônicos (IAN 717, IAN 873, IAN 2903, IAN 3087, IAN 6323 e FX 3899) frente a défices hídricos crescentes, observaram uma redução linear e diferenciada do potencial da água na

fólia de todos os clones. O clone IAN 6323 mostrou-se o mais eficiente em prevenir a seca e apresentou maior estabilidade do aparelho fotossintético frente ao estresse.

Em estudos subseqüentes, os mesmos clones foram submetidos a estresses cíclicos, tendo sido avaliados os efeitos sobre o crescimento e a partição de assimilados. Todos os clones estudados tiveram suas taxas de crescimento diminuídas pelo estresse, assim como os parâmetros relacionados com a produção primária das plantas também foram afetados (CONCEIÇÃO et al. (1986).

Utilizando a resistência difusiva estomática, o teor de clorofila total e o acúmulo de prolina livre nos tecidos foliares como parâmetros indicativos da tolerância à seca, CORRÊA et al. (1987) avaliaram as respostas dos clones IAC 222, IAN 717, IAN 873 e IAN 6484 frente ao déficit hídrico. Os resultados evidenciaram que o acúmulo de prolina livre refletiu os níveis de desidratação dos tecidos foliares, sendo que entre os genótipos testados, o IAN 873 foi o que apresentou maiores percentagens desse acúmulo.

Em relação ao teor de clorofila em seringueiras submetidas a estresses hídricos, CONCEIÇÃO et al. (1985) observaram um decréscimo gradual e variável no conteúdo de clorofila total dos clones estudados. Resultados semelhantes foram obtidos por CORRÊA et al. (1987), que relacionaram o teor de clorofila mais elevado em plantas desidratadas do clone IAN 717, com os menores valores de resistência estomática e acúmulo de prolina apresentadas por esse clone, nas mesmas condições de cultivo.

Em relação às taxas fotossintéticas, alguns trabalhos têm mostrado diferenças significativas entre genótipos de Hevea mesmo em plantas turgidas (SAMSUDDIN & IMPENS, 1978; ROCHA NETO et al. 1983). Em plantas submetidas a déficit hídrico, a redução nas taxas fotossintéticas foram relacionadas com o fechamento estomático e a difícil difusão do CO<sub>2</sub> até os sítios de carboxilação (ROCHA NETO et al., 1983; BERGONCI, 1981; CONCEIÇÃO et al., 1985).

Mais recentemente, a expansão do cultivo da seringueira em regiões com condições climáticas sujeitas à sazonalidade, tem direcionado os estudos eco-fisiológicos para a identificação dos fatores causadores do estresse e sua extensão.

Estudos relacionados com a adaptação de clones de seringueira a áreas elevadas na China, em regiões de latitude elevada, têm mostrado a possibilidade da heveicultura sob condições climáticas estressantes (HUA-SON, 1982).

No Brasil, estudos desenvolvidos em Lavras-MG (Altitude 918 m e Latitude 21°14' sul) mostram claramente o efeito da sazonalidade climática sobre plantas enviveiradas sob diferentes formas de cultivo (SOARES et al., 1989).

Estudos preliminares sobre a resistência da seringueira a baixas temperaturas em condições controlada (LEMOS FILHO et al., 1989; YI-RON et al., 1984; RULYAN & ZHENFEY, 1987) mostraram que a seringueira é mais tolerante aos estresses sazonais do que outras culturas tropicais, como o café e a cana-açúcar.

Sob condições de campo tem sido observado que os

efeitos das baixas temperaturas e ventos intensos afetam de maneira diferenciada as plantas de seringueira em São Paulo, dependendo da idade da planta e das condições de cultivo.

Em plantas enviveiradas tem-se verificado grandes prejuízos causados por chuvas de granizos e, em alguns casos, a degradação de clorofila provocando o embranquecimento total das folhas, principalmente quando as baixas temperaturas ocorrem juntamente com ventos intensos e radiação alta.

Em plantas adultas esses mesmos fatores prejudicam fortemente os plantios localizados em baixadas, ocasionando a senescência precoce e o secamento de ramos apicais (ORTOLANI, 1986; CEPAGRI, 1989).

Na China, as áreas de cultivo da seringueira estão sujeitas, sazonalmente, aos estresses causados por ventos, baixas temperaturas e período seco prelongado. Segundo WATSON (1989), as amplitudes térmicas diárias que ocorrem sob essas condições podem provocar danos tais como: enrugamento e/ou manchas nas folhas, secamento e ruptura de ramos e exudação de látex.

### **3. Caracterização dos Estômatos da Seringueira**

A adaptabilidade que a seringueira tem apresentado em regiões com condições edafoclimáticas diferentes das observadas no seu habitat natural, vem sendo bastante relatada nos últimos anos (HUA-SON, 1983; ZONG DAO & XUEQUIN, 1983; CAMARGO, 1958; CAMARGO, 1963; ORTOLANI, 1987).

Um dos fatores que muito tem contribuído para que

isso ocorra é, sem dúvida, o mecanismo estomático peculiar que essa espécie apresenta.

As plantas do gênero Hevea são hipo-estomáticas, ou seja, seus estômatos localizam-se apenas na face abaxial das folhas (SANANAYAKE, 1969; SANANAYAKE & SARAMANAYAKE, 1970). Estas apresentam um padrão de cerosidade variável nas duas superfícies, sendo que na face abaxial um considerável acúmulo de cera forma uma câmara de ar externa em torno de cada poro estomático (SENA GOMES & KOZLOWSKI, 1988). Essa mesma configuração protetora foi observada por outros pesquisadores (RAO, 1963; MEDRI & LLERAS, 1980) em epiderme de folhas de seringueira, conferindo-lhe uma característica protetora, principalmente aos impactos de estresses ambientais. Nesse aspecto, parece bem caracterizada a sensibilidade estomática da seringueira aos défices hídricos, prevenindo a perda de água através da elevação da resistência difusiva (ROCHA NETO et al., 1983; CONCEIÇÃO et al., 1985; RESNICK & MENDES, 1979).

Entre várias espécies de Hevea e clones estudados por SAMSUDDIN (1980) pode-se verificar que o RRIM600 apresenta uma densidade elevada de estômatos, além da área do poro estomático situada entre as maiores.

Alguns trabalhos desenvolvidos na área não tradicional de cultivo tem abordado os mais diversos aspectos do comportamento da seringueira frente a estresses ambientais (LEMOS FILHO et al., 1989; BATAGLIA et al., 1987; YI-RON et al., 1984). Existe, entretanto, grande desinformação quanto ao papel desempenhado pelos estômatos nas diferentes fases do cultivo da seringueira, principalmente no processo de manutenção da tur-

gescência e regulação osmótica quando sob estresse.

#### **4. Efeito dos Fatores Ambientais sobre o Mecanismo Estomático**

A influência que os fatores ambientais exercem sobre o mecanismo de abertura e fechamento dos estômatos já é bastante conhecida (MEIDNER & MANSFIELD, 1968; RASCHKE, 1975) KRAMER & KOZLOWSKI, 1979; LANDSBERG & BUTLER, 1980; SENA GOMES & KOZLOWSKI, 1987). Assim, a umidade do ar, a temperatura, a radiação e o balanço hídrico afetam independentemente ou interativamente o comportamento dos estômatos.

Existe uma grande variabilidade entre as diferentes espécies, quando ao tamanho e a densidade estomática, determinada pela posição das folhas e condições ambientais de crescimento, gerando diferenças correspondentes na resistência dos estômatos (JONES, 1986; PEREIRA NETTO, 1988).

Muitos trabalhos têm estudado, sob condições controladas, o efeito individual dos fatores ambientais sobre o comportamento estomático. O uso dessas informações para prever as ocorrências no ambiente natural, entretanto, são inaceitáveis, por vários motivos, tais como: 1) interação entre as respostas; 2) variabilidade do ambiente natural; 3) o tempo de resposta dos estômatos é sempre da mesma ordem ou maior do que as mudanças no ambiente; 4) em espécies com folhas anfiestomáticas, os estômatos da superfície superior respondem mais do que os da superfície abaxial; 5) o ritmo endógeno tende a prevalecer sobre os fatores ambientais (JONES, 1980).

O desenvolvimento de porômetros portáteis nos últi-

mos anos, possibilitou um avanço razoável nos conhecimentos sobre a flutuação da condutância estomática em respostas às mudanças ambientais sob condições de campo.

#### **4.1. Efeito da radiação fotossinteticamente ativa**

Apesar de ser um dos mais importantes componentes ambientais, a luz não é diretamente essencial ao condicionamento do comportamento estomático (SALISBURY & ROSS, 1985; MEIDNER & MANSFIELD; 1968). A abertura estomática também pode ser observada no escuro, em resposta a baixas concentrações de  $\text{CO}_2$ , baixos níveis de oxigênio e outros fatores, como no caso das plantas do tipo CAM (HALL & KAUFMANN, 1975; SALISBURY & ROSSI, 1985; JONES, 1985)

Por outro lado, a resposta dos estômatos aos estímulos luminosos está diretamente associada ao processo fotossintético (TAYLOR et al., 1974), onde a diminuição da concentração de  $\text{CO}_2$  nos espaços intercelulares das células do mesófilo foliar induzem uma queda na resistência estomática (SLATYER, 1967; SALISBURY & ROSS, 1985; JARVIS & MORISON, 1981). Entretanto, a distinção entre as respostas dos estômatos aos estímulos luminosos e/ou ao  $\text{CO}_2$  vem sendo um problema clássico na fisiologia dos estômatos (ZEIGER, 1983). Os dois efeitos parecem estar intimamente ligados, uma vez que, aumentando a irradiância ocorrem simultaneamente a abertura estomática e o consumo de  $\text{CO}_2$  intercelular pela fotossíntese (JARVIS & MORISON, 1981).

Mais recentemente os estudos sobre fisiologia dos estômatos têm demonstrado uma inequívoca resposta estomática es-

pecífica à luz (ZEIGER, 1983).

ZEIGER (1982) e OUTLAW et al. (1981) observaram a existência de centros de reações (PSI e PSII) contidos ao protoplasto de células guarda. O entumescimento do protoplasto em resposta à luz (JEWER et al., 1982) demonstra que, de fato, a fotorecepção está dentro da própria célula guarda. Essa foto-resposta, tem sido descrita por vários autores em epidermes intactas de diferentes tecidos foliares (FISCHER, 1968; WONG et al., 1978; SHARKEY & RASCHKE, 1981).

A resposta estomática à qualidade da luz depende grandemente da sensibilidade dos dois sistemas foto receptores da clorofila nos cloroplastos e de um foto receptor de luz azul, presumivelmente uma flavina (ZEIGER & FIELD, 1982).

A luz azul parece ser mais efetiva do que a luz vermelha na indução da abertura estomática ou na prevenção do fechamento, embora fluxos de quanta de luz verde extremamente altos sejam requeridas para os estômatos abrirem (FARQUAR & SHARKEY, 1982). Esse mesmo tipo de resposta tem sido constatado tanto em folhas intactas como em epidermes destacadas e protoplastos isolados de células guarda (MANSFIELD & MEIDNER, 1966; SHARKEY & RASCHKE, 1982b).

Sob condições de campo, a resposta dos estômatos aos fatores ambientais, inclusive a luz, ocorre de uma forma interativa. O maior aumento da condutância durante o dia é alcançado às primeiras horas da manhã, com elevação da intensidade luminosa. Os baixos valores do Défices de Pressão de Vapor (D.P.V.) registrados nesse período minimizam as interações com os efeitos da umidade do ar na abertura estomática (SCHULZE et al., 1980).

Em plantas irrigadas de trigo DENMEAD & MILLAR, (1976) observaram uma relação linear entre a condutância e a irradiância, independente da posição das folhas. Por outro lado, sabe-se que, com a evolução do dia, ocorre o aumento da temperatura e a diminuição da umidade, acarretando maior modulação da abertura estomática pelo D.P.V. do que pela luz, que pode variar do início da tarde ao anoitecer (MEYER & GREEN, 1981).

#### **4.2. Efeito da umidade do ar**

Até o início dos anos 70, a umidade relativa do ar era considerada como o componente ambiental de menor influência sobre o comportamento estomático (MEIDNER & MANSFIELD, 1968).

Hoje já é bem conhecido que os estômatos de muitas espécies fecham em resposta ao aumento no D.P.V. entre a folha e o ar. A magnitude dessa resposta depende da espécie, das condições de crescimento e, principalmente, da turgescência da planta (LANGE et al., 1971; JONES, 1986).

Em regiões que apresentam as estações do ano bem definidas, as variações na umidade do ar ocorrem sazonalmente, além das oscilações diárias também marcantes. Estudos desenvolvidos com *Pinus* na região oriental da Inglaterra, mostraram que o déficit de pressão de vapor de água atmosférico, foi o maior determinante da condutância estomática durante o crescimento das plantas (BEADLE et al., 1985).

Nas regiões tropicais, onde os elementos climáticos apresentam menor oscilação, a modulação dos estômatos ocorre principalmente em períodos secos, ocasionada pela diminuição da pluviosidade, havendo em muitos casos interação com o déficit de

água no solo (KASTURIBAI et al., 1988; EL-SHARKAWI et al.1985).

Trabalhando com Gmelina arbórea e Tectona grandis durante a estação seca na Nigéria, WEITEHEAD et al. (1981) observaram que a condutância estomática aumentava rapidamente no início da manhã e decrescia após o meio-dia, em ambas as espécies. Essa variação no curso diário do movimento estomático, tem sido observada também por outros autores (DOLMAN & VAN DEN BERG, 1988), sendo a causa creditada principalmente à radiação solar e ao déficit de pressão de vapor da atmosfera.

As características morfológicas do aparelho estomático e, particularmente, a distribuição e a densidade dos estômatos nas superfícies abaxial e adaxial das folhas, podem afetar o grau de sensibilidade estomática frente à variação da pressão de vapor de água do ambiente. EL-SHARKAWY & COCK, (1984) sugerem que a sensibilidade estomática à umidade pode ser uma vantagem para culturas que necessitam resistir a um longo período com pouca disponibilidade de água no solo e baixa umidade relativa.

#### **4.3. Efeito da temperatura do ar**

Muitos trabalhos sobre o comportamento estomático frente a variações na temperatura tem fornecido resultados contraditórios.

Nos estudos mais antigos, os efeitos da temperatura eram muitas vezes confundidos com a variação na pressão de vapor de água entre o ar e a folha (JONES, 1986). As respostas à temperatura são difíceis de separar daquelas da umidade, por-

que o déficit de pressão de vapor aumenta normalmente com a temperatura. Entretanto, existem evidências comprovando que temperaturas mais elevadas induzem à abertura estomática em contraste com as baixas temperaturas, e que, para algumas plantas, esse patamar ocorre entre 5° e 10° centígrados (TING, 1982). MEIDNER & MANSFIELD (1968) relatam respostas dos estômatos à temperatura, sem identificar, no entanto, as possíveis associações com outras causas.

Outros autores têm relacionado o efeito das altas temperaturas com a diminuição da fotossíntese líquida, devido ao aumento da fotorespiração e conseqüente acúmulo de CO<sub>2</sub>, provocando o fechamento dos estômatos (WEST & GAFF, 1976; WARRIT et al., 1980; GATES, 1980).

Em plantas de Kudzu tropical os aumentos observados na resistência estomática ocasionadas pela elevação da temperatura do ar, foram relacionados com a diminuição do conteúdo relativo de água da folha, devido ao aumento nas taxas transpiratórias (PEREIRA NETTO, 1988). Essas observações são sustentadas por outros autores que constataram os efeitos da temperatura sobre o movimento estomático refletindo sobre a transpiração (HSIAO, 1975; RASCHKE, 1975).

SANTOS FILHO (1984), trabalhando com três variedades de cana-de-açúcar, observou um aumento acentuado na resistência estomática quando a temperatura foliar estava entre 23° e 27°C. Simultaneamente ocorreu um aumento na taxa transpiratória, indicando que os estômatos ainda permaneciam abertos. À medida que a temperatura foliar ultrapassou 27°C a taxa transpiratória diminuiu rapidamente indicando um abrupto fechamento estomático.

Em folíolos de tomate cultivado em condições controladas, foi observada a existência de um gradiente de temperatura definido e significativo. A dissipação do calor pela transpiração é ampliada pela ação da luz sobre os estômatos, fazendo com que sejam registradas temperaturas 5°C mais baixas do que em folhas onde os estômatos são forçados a permanecerem fechados (COOK et al., 1964).

HEAT & ORCHARD (1957) observaram que a elevação da temperatura na faixa de 30°C a 35°C para plantas de cebola e café, provoca uma elevação na concentração interna de CO<sub>2</sub>, o que provalvemente, induz o fechamento estomático que normalmente ocorre no meio do dia.

Esses dados são reforçados por RENA & MAESTRI (1987), que relatam uma queda acentuada na taxa fotossintética de plantas de café submetidas a temperatura acima de 34°C.

Plântulas de seringueira fotossintetizando no interior de uma cubeta de acrílico, acoplada a um circuito fechado com ar circulante passando através de uma solução de bicarbonato de sódio, foram iluminadas por 20 minutos, havendo uma elevação gradativa de temperatura foliar. Ao atingir 38°C observou-se uma elevação na concentração de CO<sub>2</sub> na solução de bicarbonato, provavelmente devido o fechamento estomático e o aumento da fotorespiração (ROCHA NETO, 1979). Idêntica interpretação foi dada por TROUGHON & SLATTER (1969) que, trabalhando com algodão, observaram uma relação linear entre o aumento da temperatura foliar e a fotorespiração.

Segundo HEATH & MEIDNER (1957) se a acumulação do CO<sub>2</sub> nos espaços intercelulares for evitada, as altas tempera-

turas provocarão a abertura estomática. Essa forma de estímulo à abertura, pode não ser única para todas as espécies, todavia pode também ser entendida como devida à baixa solubilidade do  $\text{CO}_2$  no citoplasma das células guarda, quando ocorrem as altas temperaturas.

#### 4.4. Efeito do vento

O efeito do vento sobre os estômatos é indireto, pois sua ação principal é sobre a temperatura da folha devido a alteração do calor sensível ou do calor latente (NOBEL, 1984). O vento afeta a transpiração de uma forma complexa, uma vez que tanto a espessura da camada limite como a temperatura da folha são influenciados. Mudanças na temperatura da folha afetam a abertura estomática que, por sua vez, afeta a transpiração. Aumentos na velocidade do vento podem reduzir o conteúdo de vapor d'água do ar adjacente à folha, levando os estômatos a fechar, desde que respondam às condições de umidade locais (HALL et al., 1976; GRACE et al., 1975).

Da mesma forma, o vento afeta a fotossíntese através das mudanças, tanto na espessura da camada limite quanto na temperatura foliar. Quando a temperatura muda, ocorrem alterações não apenas na condutância estomática, mas também na condutância de  $\text{CO}_2$  no mesófilo, envolvendo, nesse caso, outras etapas que não são observadas para a transpiração (NOBEL, 1984).

Respostas transitórias da transpiração sob ação do vento são comuns. Quando a velocidade aumenta acima de cerca de  $1 \text{ m.s}^{-1}$ , freqüentemente ocorre um aumento inicial da transpiração mas que em seguida decresce, refletindo um fechamento

parcial dos estômatos em respostas ao déficit hídrico no tecido (DAVIES et al., 1974). Essa resposta pode ser um mecanismo de prevenção aos efeitos danosos da dessecação (NOBEL, 1984). A transpiração através da superfície da folha é um processo complexo afetado pelo vento e a radiação disponível (MILBURN, 1979).

Quando a intensidade de radiação é baixa e a resistência difusiva foliar é também baixa, a transpiração é aumentada pelo vento. Se a temperatura foliar é inferior à temperatura do ar, aumentos na velocidade do vento sempre tendem a aumentar a transpiração (SALISBURY & ROSS, 1985).

A transpiração pode ser diminuída pelo vento quando a intensidade de radiação é alta, particularmente se a resistência foliar é também alta (estômatos fechados). Sob tais condições a temperatura da folha pode ficar ligeiramente acima da temperatura do ar, o que poderia causar uma alta taxa de transpiração se os estômatos estivessem abertos. De ventos com alta velocidade ao ar completamente parado a taxa transpiratória pode cair de um alto valor para outro até cem vezes menor. Uma implicação para se estabelecer esses cálculos, é que a camada de difusão dos gases é um isolador não confiável, quando submetida a ação de ventos, necessitando de um controle efetivo dos estômatos da superfície foliar (MILBURN, 1979).

#### **4.5. Efeito do estado nutricional**

Os nutrientes desempenham papéis importantes e, frequentemente específicos, nos processos fisiológicos.

Um dos processos afetados pela nutrição mineral das plantas é o movimento estomático. Deficiências elevadas de al-

guns nutrientes, reduzem a abertura estomática drasticamente, causando prejuízos para o crescimento das plantas (HSIAO, 1975).

Redução na condutância estomática e na taxa de assimilação foram observadas quando os níveis da nutrição nitrogenada decresceram (WONG et al., 1979; VON CAEMMERER & FARQUAR, 1981), sendo esse decréscimo correlacionado com o conteúdo de clorofila na folha (SHIMSHI, 1987).

Em plantas de chá (Ceméllia sinensis, L. clones DTI) foi observado que a deficiência de fósforo e de potássio afetou o crescimento distintamente. A carência de ambos os nutrientes pode reduzir a abertura estomática e aumentar o potencial da água nas folhas (NAGARAJAH & RATNASURITA, 1978).

No caso do potássio, mesmo as deficiências incipientes já causam a diminuição da abertura estomática, enquanto para os outros elementos esses prejuízos só ocorrem quando as deficiências já se apresentam sintomáticas (HSIAO, 1975). Assim, a nutrição potássica das plantas merece atenção especial, mesmo quando o estudo estomático é centralizado sobre outro fator ambiental ou da planta.

A ativação da abertura estomática pelo potássio sob ação da luz, foi observado por GRAHAM & ULRICH (1972) quando uma relação de equilíbrio dinâmico entre a abertura estomática, conteúdo de potássio na folha e idade da folha foi estabelecida, sob condições limitantes desse nutriente.

Os conceitos atuais do papel do potássio sobre o movimento estomático são discutidos por OUTLAW (1983) e ROBINSON & PREISS (1985), que propõem um provável mecanismo de atuação desse íon com os fatores bioquímicos, energéticos e de trans-

porte interrelacionados.

Em seringueira, apesar de vários trabalhos terem estudado a fisiologia dos estômatos e suas interações com o déficit hídrico (RESNICK & MENDES, 1979; SAMSUDDIN, 1980; ROCHA NETO et al., 1982; CONCEIÇÃO et al., 1985; SENA GOMES & KOZLOWSKI, 1988), não têm sido registrados os efeitos da nutrição mineral nesse processo.

### III. MATERIAL E MÉTODOS

#### 1. Aspectos Gerais

Os experimentos foram desenvolvidos no campo experimental do Departamento de Agricultura e Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, em Piracicaba, (Latitude 22°22'Sul, Longitude 47°33'Oeste, Altitude 576 metros) no período de março de 1986 a dezembro de 1987.

Foram conduzidos dois experimentos em estações meteorológicas distintas (inverno e verão) e avaliados em duas diferentes fases de crescimento.

O primeiro experimento foi implantado em março de 1986, utilizando-se o sistema tradicional de produção de mudas de seringueira, ou seja, com a formação do viveiro logo após a queda das sementes. Nesse caso o viveiro foi plantado pouco antes do período de inverno, sendo enxertado após doze meses de cultivo, passando, portanto, por períodos de estresse térmico tanto na fase de viveiro quanto na fase de muda enxertada pré-plantio definitivo no campo.

O segundo experimento foi conduzido a partir de outubro de 1986, utilizando-se para a formação do viveiro semen-

tes armazenadas, do mesmo lote utilizado para o primeiro ensaio. Nesse caso, o viveiro foi plantado no início do período de verão, sendo as mudas enxertadas após sete meses de cultivo (maio-87) e os enxertos liberados somente após o período de inverno (setembro de 87).

Foram realizadas 4 adubações durante a fase de viveiro e uma na fase de muda, testando-se três níveis de nitrogênio (N) e três níveis de potássio (K) a saber: Nok0, Nok100, NOK200, N100K100 e N200L200.

Durante a fase de viveiro as observações foram realizadas mensalmente e além dos dados climáticos foram avaliados a altura e o diâmetro das plântulas.

Na fase de muda, as observações se iniciaram a partir da brotação da gema enxertada e foram realizadas semanalmente. Além dos parâmetros climáticos e de crescimento, também foi avaliado o comportamento do mecanismo estomático do clone RRIM600.

## **2. Material Vegetal e Condições de Cultivo**

Para a formação dos viveiros, foram utilizadas sementes ilegítimas (um paternal desconhecido) dos clones Tjirl e Tjir 16 coletadas no município de Colina (SP), na safra de 1986.

### **2.1. Germinação das sementes e transplântio**

As sementes foram germinadas em sementeira de 4,0 m x 1,0 m cobertas com palha de palmeira e tendo como substrato

serragem curtida.

Decorridos 40 a 45 dias após a sementeira, quando as plantas se encontravam com o primeiro par de folhas maduras, foram transplantadas para sacos de polietileno de 12 cm x 38 cm com furos na metade inferior, contendo uma mistura de 7 partes de terriço (solo coletado na própria área, na profundidade de 20 cm) para uma parte de estêrco curtido.

## **2.2. Adubação das mudas**

Por ocasião do enchimento dos sacos de polietileno foi feita a adubação fosfatada, utilizando-se superfosfato simples na base de 900 mg/kg de terra, perfazendo 2,7 g/saco constituindo a adubação total de fósforo.

Após 30 dias do plantio iniciaram-se as adubações com os diferentes níveis de N e K, que se seguiram a intervalos regulares de 30 dias, totalizando 4 adubações na fase de viveiro, utilizando-se as seguintes doses: NOK0 (testemunha) NOK100 (100 ppm de K ou 0,5 g de KCl/saco); NOK200 (200 ppm de K ou 1,0 g de KCl/saco); N100K100 (100 ppm de N e K ou 0,66 g de uréia/saco e 0,5 g de KCl/saco); N200K200 (200 ppm de K e N ou 1,32 g de uréia/saco e 1,0 g de KCl/saco).

Cada uma das quantidades de uréia e cloreto de potássio foram dissolvidas separadamente em água, sendo realizada em seguida a aplicação de 10 ml/saco nos tratamentos correspondentes, sempre com o solo úmido.

### **2.3. Estabelecimento no viveiro**

As plantas uma vez estabelecidas, foram levadas ao campo e dispostas em um delineamento experimental de blocos ao acaso com cinco tratamentos e quatro repetições (quatro plantas/parcela), sendo 2/3 dos sacos plásticos enterrados no solo.

As irrigações foram diárias e executadas em horário vespertino, tanto no verão quanto no inverno. Nos dias de grande demanda evaporativa foram realizadas irrigações também pela manhã, de modo a evitar o estabelecimento de estresse hídrico.

O material clonal utilizado na enxertia foi o RRIM600, obtido nos jardins clonais da ESALQ, utilizando-se enxertia maduras para o viveiro de inverno e enxertia verde para o viveiro de verão (RRIM, 1975).

### **3. Crescimento e Ontogenia Foliar**

Durante a fase de viveiro o crescimento das plantas foi avaliado mensalmente através da determinação da altura total e do diâmetro a 10 cm do solo contido no saco plástico.

Devido à variabilidade genética própria do material em estudo (plântulas provenientes de sementes ilegítimas), foram consideradas todas as plantas que constituíam a parcela experimental. Pelo mesmo motivo, nessa fase não foi considerada a variação fenológica através da ontogenia foliar.

Na segunda fase de avaliação, ou seja, após a enxertia (março de 87), as observações foram semanais. Considerando-se a menor variabilidade genética do material, utilizou-

-se uma amostragem constituída de três plantas, selecionadas entre os lançamentos mais vigorosos nas quatro repetições em estudo.

A altura e o diâmetro das plantas foram avaliadas por fluxo de crescimento, numa tentativa da identificação dos efeitos dos elementos climáticos sobre o crescimento.

Nas mesmas plantas foram observados o desenvolvimento dos estágios foliares, em intervalos de três dias, segundo a caracteriação utilizada por HALLE & MARTIN (1968).

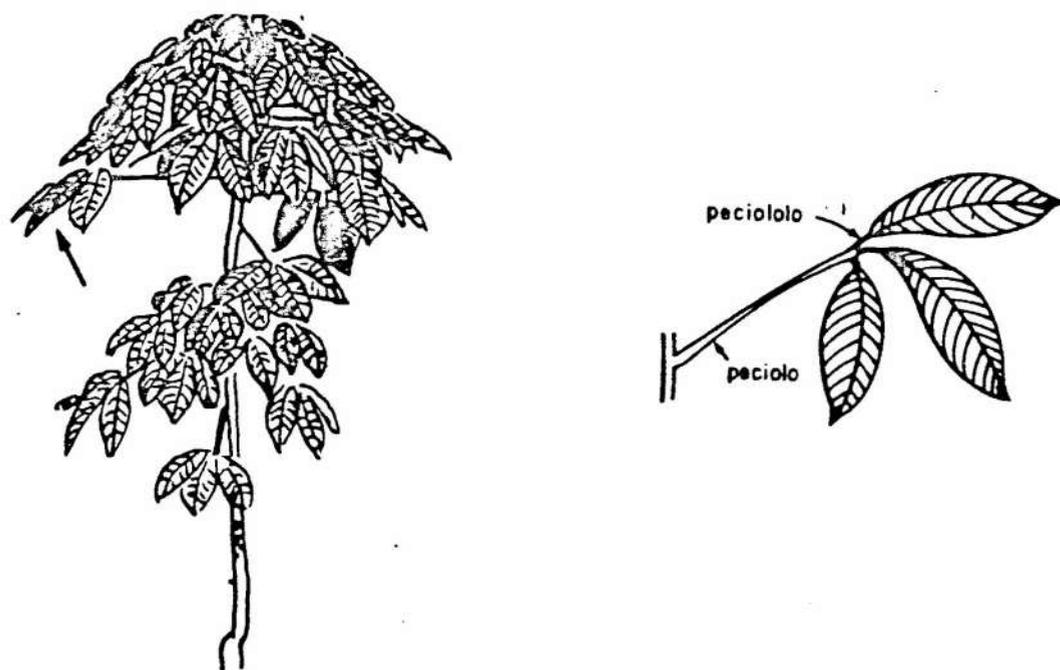
A área foliar foi determinada utilizando-se um equipamento portátil modelo LI-3.000 da LI-COR sempre que as plantas apresentavam o lançamento com as folhas completamente maduras (estágio D).

#### **4. Porometria**

O curso diário da abertura estomática e a taxa transpiratória das plantas foram avaliadas semanalmente, utilizando-se um porômetro de difusão de equilíbrio dinâmico, modelo LI-1600 (LAMBDA INSTRUMENTOS CORP. USA).

Devido a sensibilidade do instrumento foram realizadas, rigorosamente, as calibrações recomendadas no manual, bem como todos os testes previstos antes das medições no campo.

Foram utilizadas folhas do primeiro verticilo no estágio fenológico D, e as medições foram feitas na face abaxial do folíolo central (Fig. 1), evitando-se a localização dos sensores nos bordos e nervura central dos mesmos (JORDAN et al.,



**FIG. 1** - Caracterização da planta de seringueira com dois lançamentos maduros (Adaptado de Compagon, 1986).

1975).

As medições foram realizadas em quatro horários (9:00 h, 12:00 h, 15:00 h e 17:00 h) sendo dispendidos quinze minutos por observação. Em cada horário foi utilizada uma folha por planta e a porometria repetida em três plantas diferentes do mesmo tratamento.

Além da taxa transpiratória e da resistência estomática, foram observados outros parâmetros micrometeorológicos ao nível das plantas, através da leitura instantânea da radiação fotossinteticamente ativa (RFA), temperatura da folha e do ar ( $T_f$  e  $T_a$ ) e umidade relativa do ar (UR).

Para a caracterização dos dias típicos em cada época de observação, foram utilizados dados do posto meteorológico da ESALQ, localizado na proximidade da área experimental.

## **5. Análise de Clorofila**

Para a estimativa do teor de clorofila foram coletadas, ao final de cada período experimental, três folhas de cada lançamento por tratamento, das quais foram extraídos dez discos na parte internervural.

A clorofila foi extraída pela mistura do homogenato com 9 ml de acetona 80% (vol/vol), deixando-se a mistura em descanso por cerca de 10 minutos, à temperatura ambiente, no escuro. Em seguida, o material foi centrifugado a 2.000 RPM por dez minutos. A densidade ótica do sobrenadante foi lida em espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 623 nm, 645 nm e 663 nm, e o conteúdo de clorofila calculado através da fórmula

de MACLACHLAN & ZALIK (1963), modificada no CEPAGRI/UNICAMP (Apêndice).

## **6. Análise Foliar dos Elementos Minerais**

Ao final do período experimental a parte aérea das plantas foram coletadas, sendo separadas as folhas e caules do primeiro e segundo lançamentos.

Após a secagem, pesagem e moagem do material assim diferenciado, foram realizadas as determinações de N, P, K, conforme técnica descrita por SARRUGE & HAAG (1974), nos Laboratórios de Solos, Geologia e Fertilizantes da ESALQ, e de Análise de Solos e Plantas do CNPSD em Manaus.

## **7. Análise Estatística**

Os dados experimentais foram analisados, com a utilização do programa SOC (EMBRAPA/NTIA). A comparação entre os tratamentos foi feita a nível de 5% de significância.

## IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

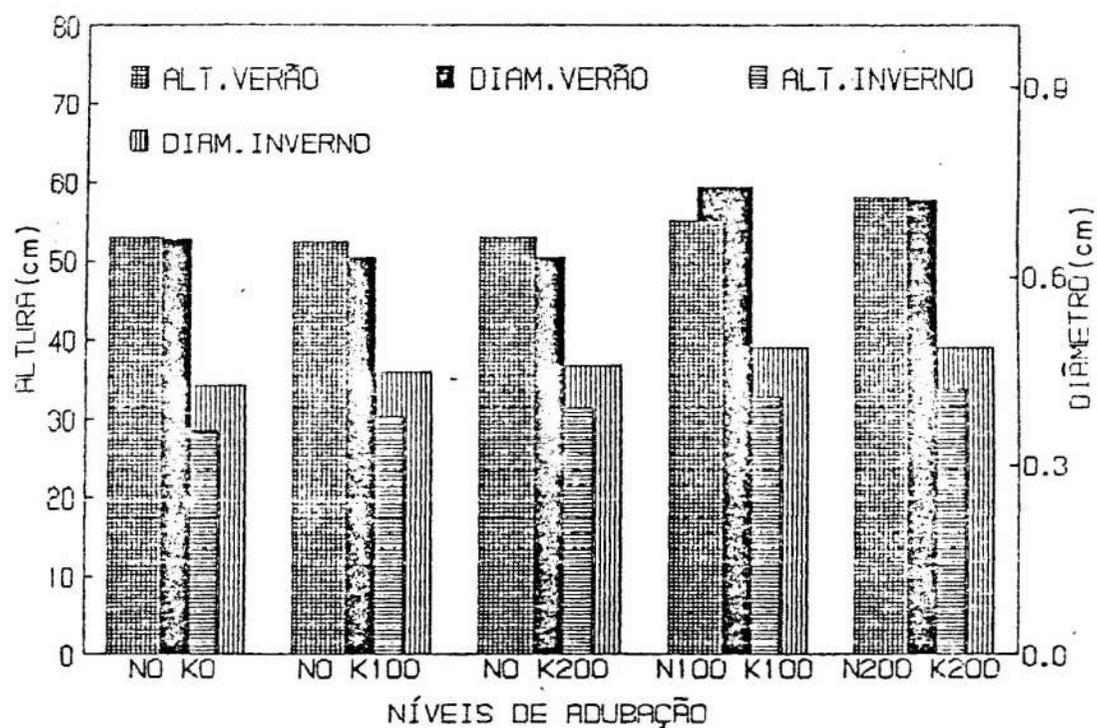
### 1. Crescimento de Mudas Enviveiradas

A figura 2 mostra o padrão de crescimento médio de plântulas de seringueira cultivadas em diferentes estações do ano.

Pode-se verificar o menor crescimento das plantas cultivadas dentro do sistema convencional, ou seja, com a formação do viveiro a partir do mês de março, atravessando o período de inverno durante a sua fase inicial de crescimento.

Os resultados da análise de variância (Tabela 1) mostram significância para os vários tipos de interações estudadas. Ficou comprovado não haver diferenças significativas entre os tratamentos para a altura da planta, mas para diâmetro essa diferença foi constatada.

Mesmo levando-se em conta a grande variabilidade genética das plântulas, pode-se considerar essa diferença como positiva, haja visto o interesse prático no crescimento radial das plantas nessa fase do cultivo. Resultados semelhantes foram obtidos por SOARES et al. (1989) ao comparar o crescimento de plântulas de seringueira cultivadas em sacolas plásticas e diretamente no solo com diferentes tratamentos hídricos.



**FIG. 2** - Crescimento médio (altura e diâmetro) de plântulas de seringueira, após 12 e 6 meses de cultivo (inverno/verão) para diferentes níveis de N e K (média de 16 plantas).

**TABELA 1** - Análise da variância de dados de viveiro de mudas, para as variáveis altura da planta e diâmetro do caule (cm).

<b>Fonte de Variação</b>	<b>GL</b>	<b>Alt. Planta (ALT) (cm)</b>	<b>Diâm. Caule (DC) (cm)</b>
Ambiente	1	19.659,06**	1,73**
Bloco	4	57,50	0,01
Trat.	4	133,19	0,38**
Amb.* Trat.	20	10,94	0,01
Bloco (Amb. Trat.)	13	79,33*	0,01**
Mês	7	9.846,19**	1,31**
Amb. Mês	52	720,09**	0,02**
Amb.* Trat. Mês*	28	74,86**	0,01**
Resíduo	200	23,99	0,001
<b>Total</b>	<b>329</b>	<b>21,05</b>	<b>0,002</b>
<b>Média Geral</b>		<b>39,96</b>	<b>0,55</b>
<b>Coef. Variação (CV)</b>		<b>11,47</b>	<b>8,42</b>
<b>Raiz Quad. QM. Resíduo</b>		<b>4,58</b>	<b>0,05</b>

Por outro lado, quando comparados os efeitos do ambiente, pode-se perceber uma diferença significativa tanto para o crescimento em altura quanto em diâmetro (Tabela 2), com nítida vantagem para as plantas crescidas no verão.

A figura 3 mostra o comportamento diferenciado de crescimento das plantas nas duas épocas estudadas, evidenciando o período em que ocorreu uma estabilização no crescimento

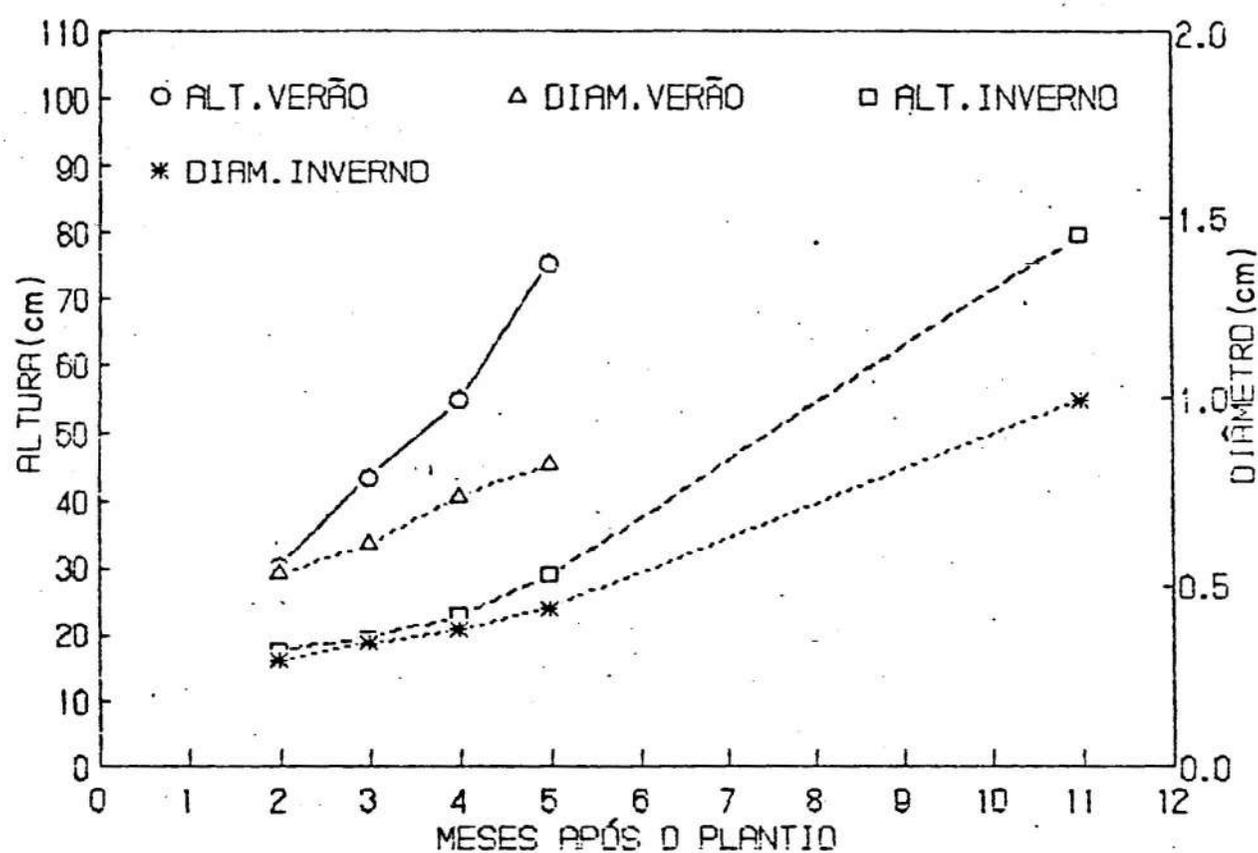


FIG. 3 - Crescimento médio de plântulas de seringueira, submetidas ao nível mais elevado de N e K (N200 K200), em duas épocas de cultivo (inverno = março/86; verão = outubro/86).

durante o inverno. O estado de hibernação observado nesse caso foi acompanhado de alterações morfológicas típicas de plantas tropicais submetidas a estresses ambientais (LEVITT, 1980), registrando-se, nessa fase uma taxa de crescimento médio das plantas em torno de 3,0 cm/mês. Constatou-se que a maturação dos folíolos se deu de uma forma desuniforme, com fase de crescimento intermitente e redução da área foliar. Os lançamentos apresentaram-se extremamente curtos e, mesmo levando-se em conta a grande variabilidade de genética, características das mudas obtidas de sementes monoclonais (ROCHA NETO et al., 1983; VALOIS et al., 1973), pode-se perceber alterações fenotípicas nas plantas.

**TABELA 2** - Comparação de médias para as variáveis altura da planta e diâmetro do caule, em viveiro em diferentes épocas (verão e inverno).

Ambiente	Altura da Planta (ALT) (cm)	Diâmetro do Caule (DC) (cm)
Verão	54,175a	0,681a
Inverno	31,378 b	0,467 b

Obs.: Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Algumas disfunções fisiológicas têm sido observadas por outros autores, em plantas tropicais e sub-tropicais, quando submetidas a temperatura entre 10°C e 12°C (LYONS, 1973).

COMPAGNON (1986) refere-se ao ritmo de crescimento da seringueira, como consequência de uma característica de natureza genética. Entretanto, estabelece como fatores limitantes do crescimento a disponibilidade de água e a temperatura, que poderiam provocar um estado de dormência nas gemas apicais.

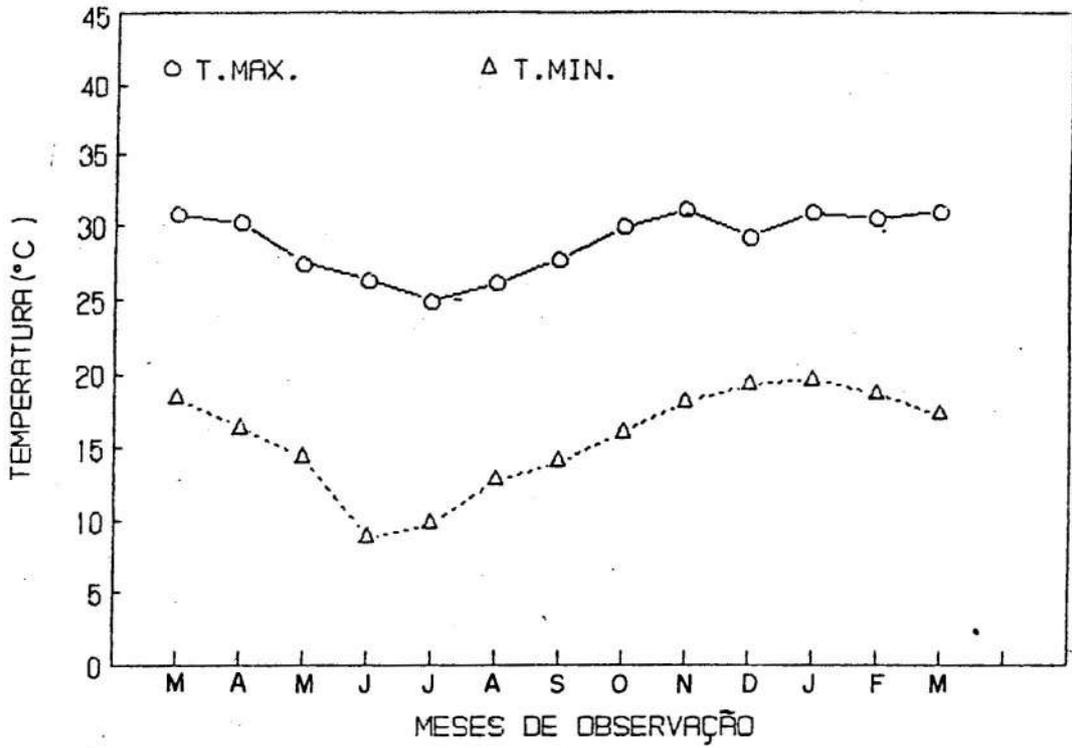
Nesse sentido, pode-se observar que as plantas do viveiro de março, foram submetidas, já a partir de maio, a uma maior frequência de baixas temperaturas, cujos menores valores registrados ocorreram no mês de julho (58% entre 3° e 10°C), prolongando-se ainda até o mês de agosto (Apêndice).

As variações na temperatura do ar registradas durante o período experimental, podem ser observadas na figura 4.

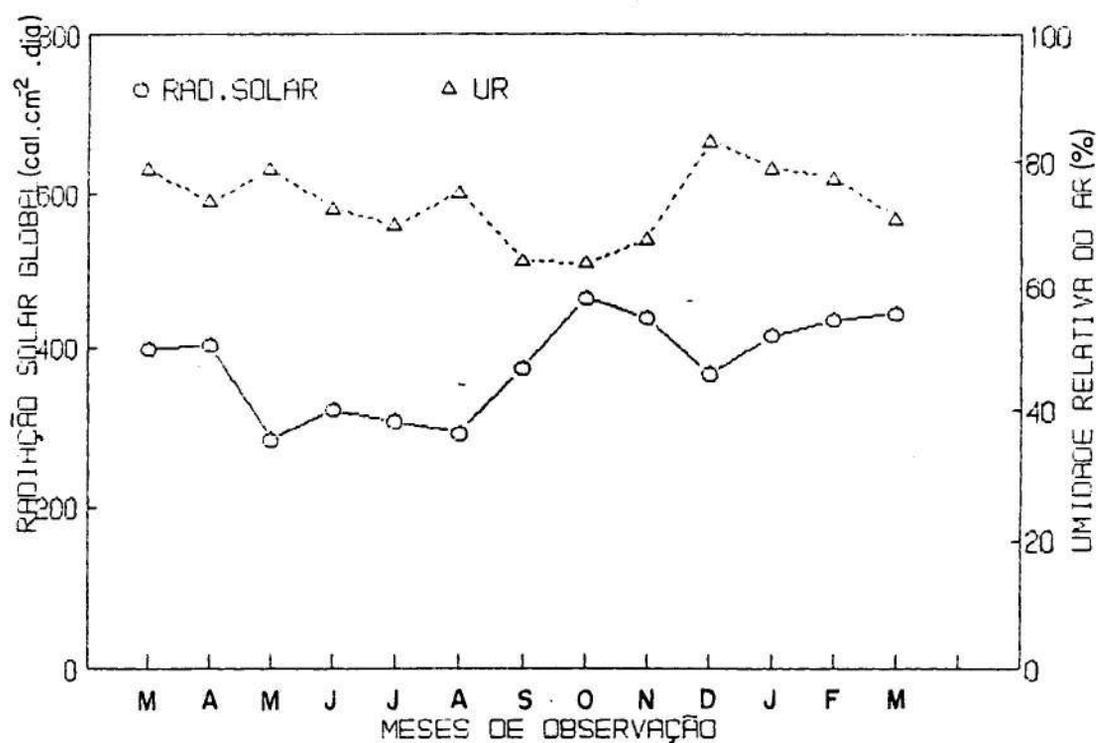
Durante o período outono/inverno, o principal problema verificado, foi sem dúvida o atraso no desenvolvimento das plantas. Poucos casos de danos nos tecidos foliares foram registrados e, quando isso ocorreu, apenas os folíolos nos estágios fenológicos B2 e C (HALLÉ & MARTIN, 1968) foram afetados.

O crescimento das mudas plantadas a partir de outubro, teve um padrão idêntico aos observados na região tradicional, apresentando-se aptas aos seis meses de cultivo (Fig. 2) a receberem a enxertia do tipo verde (PEREIRA, 1986).

A favorabilidade das condições climáticas nesse período, caracterizado principalmente pela elevação das temperaturas mínimas, diminuindo a amplitude térmica (Fig. 4), pelo aumento da radiação solar global e umidade relativa do ar (Fig. 5) que, de certo modo, contribuíram para a elevação das taxas de crescimento observadas nesse período, em torno de 15



**FIG. 4** - Variação média mensal das temperaturas extremas do ar (máxima e mínima) observadas entre março/86 a março/87 (Fonte ESALQ-USP).



**FIG. 5** - Variação mensal da radiação solar global e da umidade relativa do ar, observadas entre março/86 e março/87 (Fonte ESALQ-USP).

cm/mês. Além disso, foi constatado um excelente índice de pegamento na enxertia (80%), possibilitando ainda que as gemas enxertadas hibernassem até o mês de outubro, quando então foram liberadas.

Não foram registradas dificuldades na soltura de casca em nenhum dos tratamentos.

## **2. Crescimento de Plantas Enxertadas**

### **2.1. Brotação da gema enxertada**

O processo de crescimento da parte aérea da seringueira, após o pegamento da enxertia, começa com a quebra da dormência da gema enxertada.

A tabela 3 mostra a evolução no processo de brotação das gemas enxertadas em duas épocas climaticamente distintas.

As percentagens de brotações observadas no verão foram superiores às registradas nos plantios com tocos de raiz nua, em regiões de clima tropical úmido conforme valores obtidos por SAMARANAYAKE et al. (1980). Além disso, a emergência se deu de uma forma precoce e uniforme, iniciando-se sete dias após a decepagem da parte aérea do porta-enxerto, provocando a quebra da dormência da gema enxertada.

As plantas cuja decepagem do porta-enxerto ocorreu antes do inverno, apresentaram retardamento e desuniformidade na brotação das gemas enxertadas, além de apresentarem cerca de 20% de mortalidade (Tabela 3).

**TABELA 3** - Percentagem de emergência de enxertos em diferentes épocas do ano (média de 24 plantas).

Época	Dias após a verificação			
	10	25	40	60
Inverno	0	38	77	80
Verão	68	100	-	-

O efeito das condições climáticas sobre o processo de brotação das gemas enxertadas nos diferentes períodos, também nesse caso se fez sentir.

Os fatores externos que causam a paralização do crescimento e induzem a dormência de gemas, podem se manifestar sob diferentes formas, nas várias espécies, devido à capacidade de adaptação que algumas plantas apresentam, para sobreviver à alternância de condições favoráveis e estressantes (VEGIS, 1964).

O processo da dormência de gemas ocorre quando a planta tem sua atividade metabólica afetada por estresses do ambiente, prejudicando a síntese dos ácidos nucléicos e proteínas (LEOPOLD & KRIEDMAN, 1978). WAREING (1969) observou que o encurtamento do comprimento do dia provoca mudanças metabólicas nas plantas, preparando-as para a entrada em dormência.

Em plantas de seringueira, o próprio manejo adotado na produção da muda, pode se constituir em um elemento estressante, mesmo com a condição climática favorecendo a brotação da gema (SAMARANAYAKE et al., 1980).

No presente trabalho, o manejo diferenciado no que diz respeito à época de liberação dos enxertos, pode ter sido

decisivo para as diferenças observadas na emergência das brotações (Tabela 3). É possível que as mudas que tiveram os enxertos preservados durante o inverno, e liberados apenas no início da estação quente, tenham sido favorecidos pelo material sintetizado e estocado durante o período de dormência. De acordo com METIVIER (1986), o fato da planta ser submetida a um fotoperíodo crítico, apenas altera os caminhos do desenvolvimento. Os padrões de síntese das enzimas podem mudar e, além de carboidratos e lipídios no parênquima, as paredes celulares são reforçadas com lignina e o nível de açúcares livres é aumentado.

## **2.2. Crescimento na fase pré-plantio definitivo**

Os resultados apresentados nas tabelas 4.1 e 4.2 mostram diferenças significativas para altura e diâmetro das plantas, quando analisadas as interações entre tratamentos e ambiente. Essas diferenças se acentuaram quando foram avaliadas as evoluções semanais do crescimento.

No que diz respeito à altura do último lançamento (AUL) e o diâmetro do último lançamento (DUL), a análise de variância (Tabelas 5.1 e 5.2) mostra o efeito significativo do ambiente sobre os mesmos.

A comparação entre médias dos diferentes parâmetros observados (ALT, DC, AUL, DUL) para a variável ambiente (Tabelas 5.1 e 5.2), confirma a diferença significativa a nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey para AUL e DUL.

Já as comparações entre as médias de tratamento dentro do ambiente (Tabelas 6.1 e 6.2) evidenciaram diferenças en-

tre as variáveis altura da planta (ALT) e diâmetro do caule (DC) nas diferentes épocas de avaliação.

**TABELA 4.1** - Análise da variância do crescimento das mudas do clone RRIM600 para as variáveis altura da planta e diâmetro do caule (cm).

Fontes de Variação	GL	Quadrado Médio do Resíduo (QMR)	
		Variáveis	
		Altura da Planta (ALT)	Diâmetro do Caule (DC)
Ambiente	1	4,81829004	0,06785732
Tratamento	4	555,25396970	0,03563212
Ambiente* tratamento	4	953,94850649*	0,13324484**
Repetição (amb. trat.)	20	287,90850595	0,01766935
Semana	13	1595,37538426**	0,20647852**
Ambiente* semana	7	126,88423214**	0,01599585**
Semana* tratamento	52	30,76186882*	0,00301124**
Amb.* semana* trat.	28	7,06865179	0,00122051
Resíduo	200	20,03744940	0,001133507
<b>Total</b>	<b>329</b>		
<b>Média Geral</b>		34,32151515	0,56836364
<b>Coefficiente de Variação (CV)</b>		13,04231747	6,42872722
<b>Raiz Quadrada QMResíduo</b>		4,47632097	0,03653855

**TABELA 4.2** - Análise da variância do crescimento das mudas do clone RRIM600 para as variáveis, altura do último lançamento e diâmetro do último lançamento (cm).

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio do Resíduo (QMR)	
		Variáveis	
		Altura do Último Lançamento (AUL)	Diâmetro do Último Lançamento (DUL)
Ambiente	1	287,86091017	0,09488659*
Tratamento	4	30,95874242	0,00508152
Ambiente* tratamento	4	56,59437067*	0,01123640
Repetição (amb. trat.)	20	53,13135714	0,01295744
Semana	13	1928,15103342**	0,33747920**
Ambiente* semana	7	629,65456548**	0,03838518
Semana* tratamento	52	28,39183585	0,02722151
Amb.* semana* trat.	28	9,68633631	0,00264083**
Resíduo	200	26,19983095	0,01975159
<b>Total</b>	<b>329</b>		
<b>Média Geral</b>		8,01030303	0,23251515
<b>Coefficiente de Variação (CV)</b>		63,89991770	60,44352233
<b>Raiz Quadrada QMResíduo</b>		5,11857704	0,14054035

**TABELA 5.1** - Comparação de médias para as variáveis altura da planta, diâmetro do caule em duas épocas climaticamente distintas.

<b>Ambiente</b>	<b>Variáveis</b>	
	<b>Altura da Planta (ALT)</b>	<b>Diâmetro do Caule (DC)</b>
<b>Níveis</b>	<b>(cm)</b>	<b>(cm)</b>
Verão	34,16167a	0,58733a
Inverno	34,41286a	0,55752a

**TABELA 5.2** - Comparação de médias para as variáveis altura do último lançamento e diâmetro do último lançamento em duas épocas climaticamente distintas.

<b>Ambiente</b>	<b>Altura do Último</b>	<b>Diâmetro do Último</b>
	<b>Lançamento (AUL)</b>	<b>Lançamento (DUL)</b>
<b>Níveis</b>	<b>(cm)</b>	<b>(cm)</b>
Verão	9,24583a	0,21008 b
Inverno	7,30429 b	0,24533a

Obs.: Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**TABELA 6.1** - Comparação de médias de tratamento dentro de ambiente para as variáveis altura da planta, diâmetro do caule (cm).

Ambiente	Tratamentos	Variáveis	
		Altura da Planta (ALT)	Diâmetro do Caule (DC)
Verão	1	32,070833a	0,542917ab
	2	29,229167a	0,513333 b
	3	33,495833a	0,582500ab
	4	36,545833a	0,626250ab
	5	39,466667a	0,671667a
Inverno	1	28,059524 b	0,529762a
	2	41,280952a	0,629524a
	3	37,859524ab	0,550952a
	4	32,926190ab	0,529286a
	5	31,938095ab	0,548095a

**TABELA 6.2** - Comparação de médias de tratamento dentro de ambiente para as variáveis altura do último lançamento e diâmetro do último lançamento (cm).

Ambiente	Tratamentos	Variáveis	
		Altura Últ. Lanç. (AUL)	Diâmetro Últ. Lanç. (DUL)
Verão	1	7,70417a	0,18708a
	2	10,01667a	0,19708a
	3	8,27083a	0,21500a
	4	9,47917a	0,21667a
	5	10,75033a	0,23458a
Inverno	1	7,35000a	0,25643a
	2	7,58333a	0,23881a
	3	7,20238a	0,23452a
	4	8,71667a	0,26381a
	5	5,66905a	0,23310a

Obs.: Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

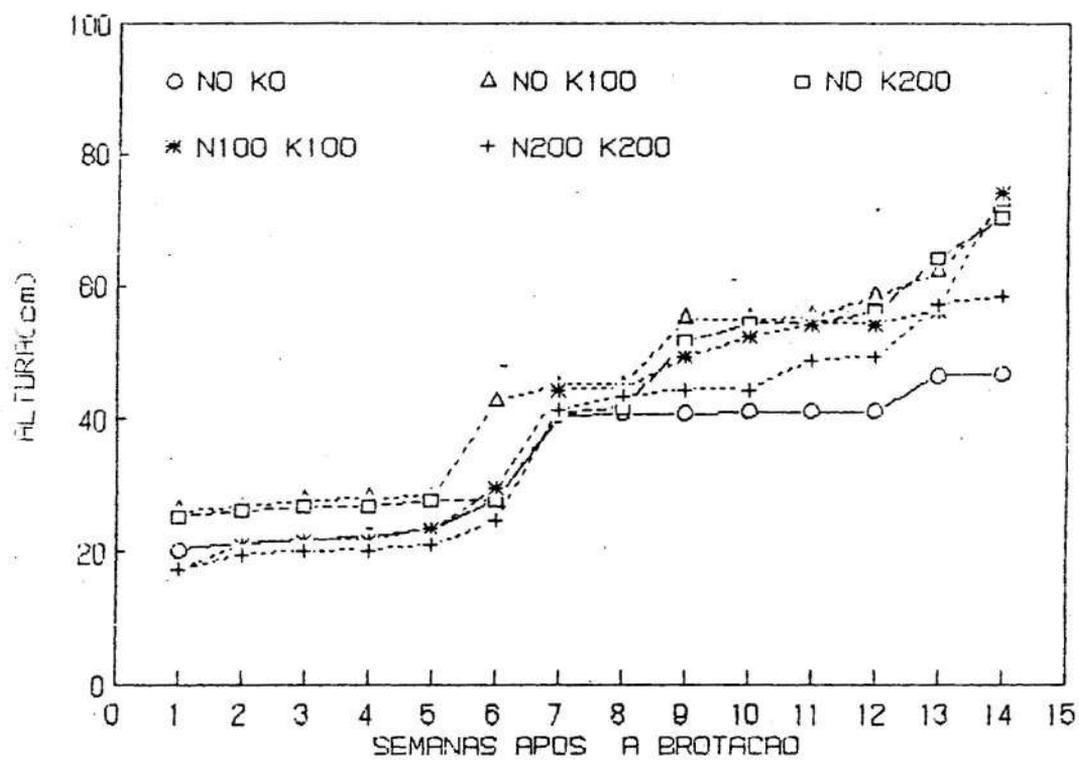
O crescimento em altura (Figs. 6 e 7) foi fortemente influenciado pelo ambiente, uma vez que a intermitência de períodos estressantes durante o inverno provocou modificações fenotípicas nas plantas, caracterizadas pela desuniformidade na evolução dos estágios foliares, apresentando períodos mais intensos de paralização do crescimento (Figs. 8 e 9). As taxas de crescimento apresentaram-se menores (2,2 cm/semana) do que a das plantas cultivadas no período quente (6,6 cm/semana), só sendo reconstituído o processo normal de crescimento a partir do terceiro lançamento, já no mês de setembro.

O crescimento em diâmetro do caule não apresentou diferenças significativas no período de inverno, mas no verão pode-se perceber a superioridade dos tratamentos com níveis de nitrogênio e potássio mais elevado (Tabelas 6.1 e 6.2).

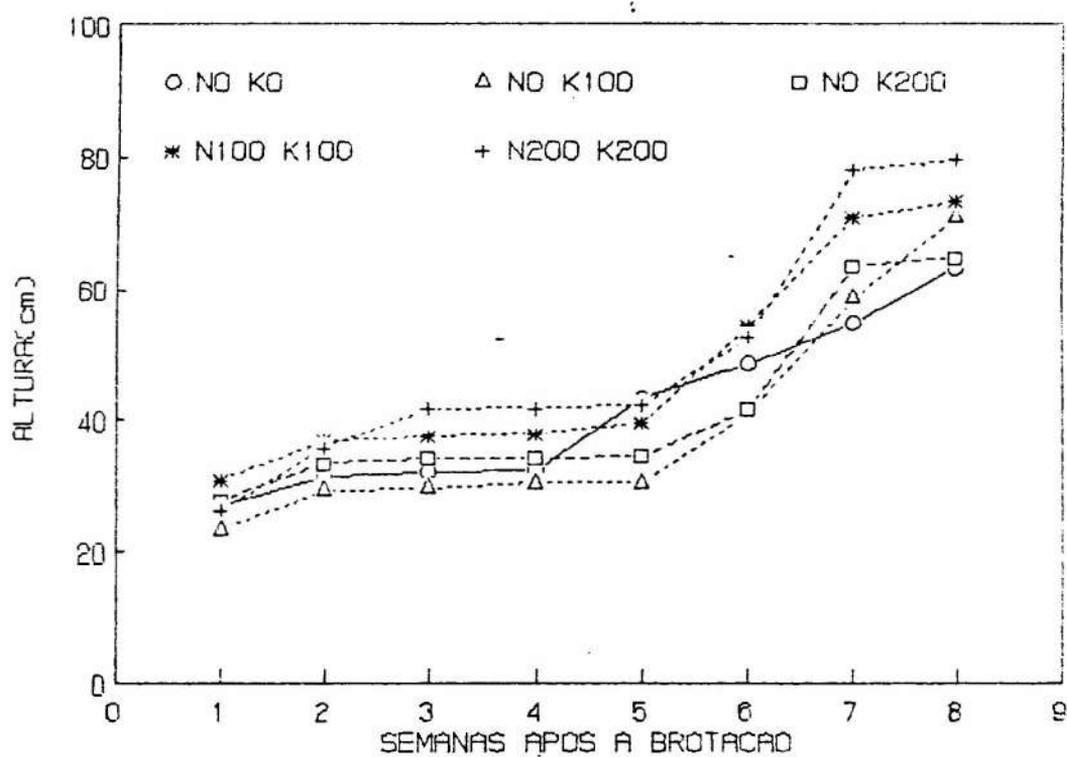
A concepção de um manejo para a produção de mudas de seringueira, considerando o plantio no local definitivo, de plantas com o lançamento maduro, é recente (RRIM, 1975; PEREIRA, 1986). Esse sistema visa, principalmente, garantir uma maior taxa de pegamento e uma maior uniformidade e densidade do plantio.

É lógico, entretanto, que o cronograma de produção da muda deve levar em conta as peculiaridades climáticas da região, de modo que a planta possa desfrutar de condições ótimas o maior tempo possível, após o plantio definitivo no campo.

Através das figuras 6 e 7 pode-se observar que o crescimento médio da parte aérea das plantas foi bastante diferenciado quando considerado o tempo após a brotação do enxerto, nas duas épocas de cultivo.



**FIG. 6** - Crescimento médio da parte aérea do clone RRIM 600 na fase pré-plantio definitivo, durante o período de inverno sob diferentes níveis de N e K. Início da brotação: 2ª quinzena de abril/87 (média de três plantas).



**FIG. 7** - Crescimento médio da parte aérea do clone RRIM 600 na fase pré-plantio definitivo, durante o período de verão, sob diferentes níveis de N e K. Início de brotação: 1ª quinzena de outubro/87 (média de três plantas).

As taxas de crescimento das brotações no mês de maio apresentaram-se quase inalteradas (Fig. 6), apesar da evolução dos estágios foliares se processarem de uma maneira desuniforme embora com tempo de maturação dos folíolos dentro dos padrões previstos para seringueira (COMPAGNON, 1986). Já no mês de junho houve um maior retardamento e desuniformidade na ontogenia foliar (Fig. 8), culminando com um atraso mais acentuado na maturação e crescimento do 2º lançamento.

Os tratamentos 2, 3 e 4 apresentaram um crescimento final semelhante após 14 semanas de avaliações bastante favorecidos talvez, por níveis mais adequados da adubação potássica, que também pode ter contribuído para uma menor resposta do tratamento 5 (N200 K200). Isso pode estar relacionado com o antagonismo entre N e K, citado por PAHM (1976), provocado por dosagens mais elevadas e desequilibradas desses nutrientes.

O padrão de crescimento das plantas do segundo experimento (verão) pode ser observado pelos resultados da figura 7. O vigor e a uniformidade das brotações foram notoriamente diferentes daquelas observadas no período de inverno.

A evolução da ontogenia foliar apresentou um padrão constante em todos os tratamentos (Fig. 9), e uma velocidade de maturação característica de plantas de seringueira crescidas sob condições edafoclimáticas favoráveis (COMPAGNON, 1986). Pode-se observar que a obtenção de plantas aptas ao plantio definitivo ocorreu com apenas oito semanas após a liberação do enxerto (Figs. 7 e 9), compatibilizando o sistema proposto com o cronograma ótimo para a implantação da cultura. Além disso, a uniformidade observada em todos os tratamentos torna-se um

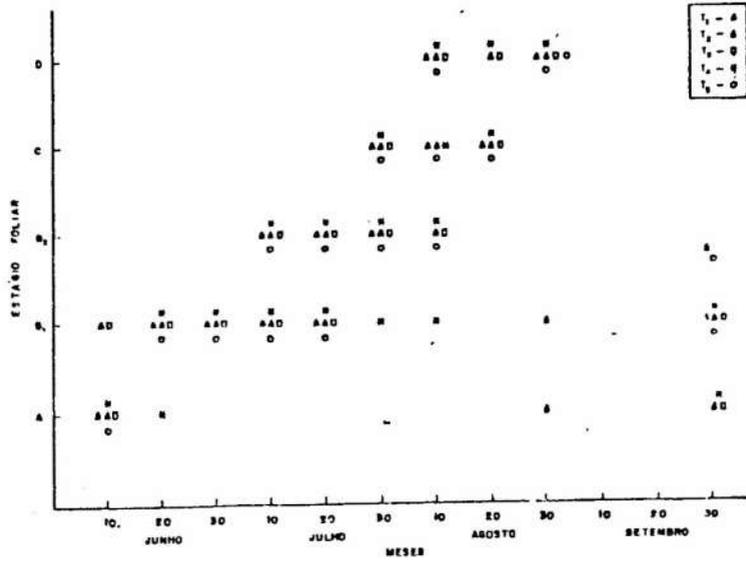


FIG. 8 - Evolução dos estágios foliares do segundo lançamento do clone RRIM 600 no período de inverno.

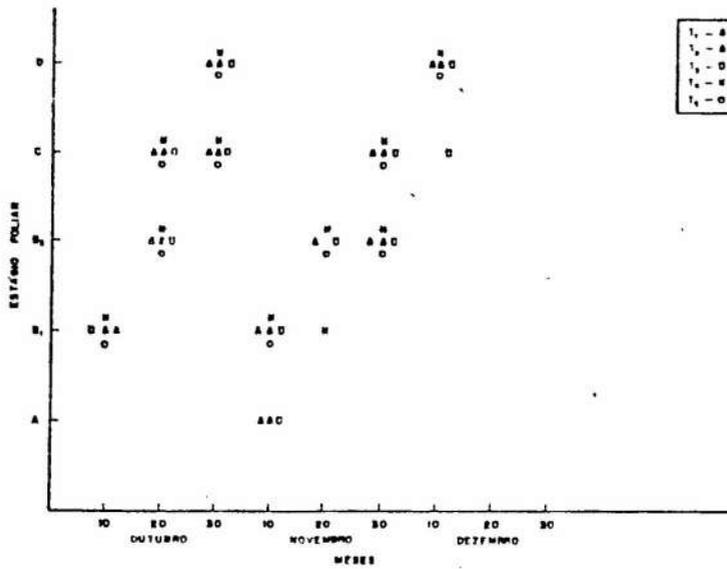


FIG. 9 - Evolução dos estágios foliares do primeiro e segundo lançamento do clone RRIM 600 no período de verão.

fator preponderante para a obtenção de um ótimo "stand".

A análise das ocorrências climáticas registradas durante o período experimental, sugere uma forte influência das variáveis do ambiente (temperatura, umidade relativa, radiação solar, ventos) sobre o crescimento das plantas, quando levado em conta o tempo necessário para a formação da muda, apta ao plantio definitivo no campo.

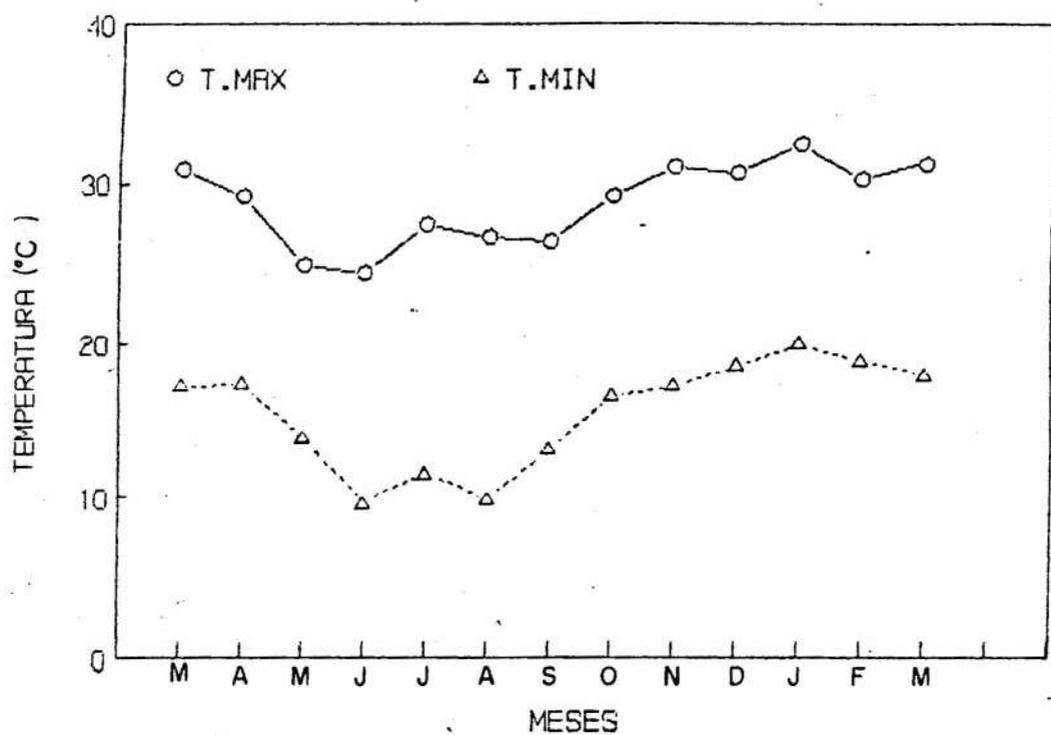
As taxas de crescimento em altura das plantas dos diferentes tratamentos, durante o inverno, apresentaram pequenos incrementos até a quarta semana após a brotação do enxerto (Fig. 6). A partir da quinta semana pode-se perceber uma rápida elevação na curva de crescimento, talvez já refletindo os efeitos da adubação realizada aos trinta dias após a brotação da gema.

O crescimento das plantas só apresentou taxas compatíveis com padrão requerido a partir do mês de setembro, possibilitando também o plantio definitivo da muda, dentro de um cronograma ideal.

Os dados da figura 10, mostram que a partir do mês de maio, ocorreu um acentuado declínio na média das temperaturas do ar. Nos meses de março a abril não foram registradas temperaturas inferiores a  $10^{\circ}\text{C}$ . Todavia, a partir de maio, foram observados seis dias com temperaturas mínimas inferiores a  $10^{\circ}\text{C}$  (Apêndice).

As amplitudes térmicas se mantiveram dentro de um mesmo padrão, uma vez que as temperaturas máximas também cresceram.

No mês de junho foram observados catorze dias com



**FIG. 10** - Variação mensal da temperatura do ar durante a fase de crescimento de mudas enxertadas do clone RRIM 600 (médias observadas entre março/87 e março/88 (Fonte ESALQ-USP)).

temperaturas mínimas abaixo de 10°C. Essa situação foi atenuada em julho, com o registro de apenas cinco dias.

Em agosto registraram-se as maiores amplitudes térmicas do período, pois, apesar da elevação das temperaturas máximas, foram observados dezoito dias com temperaturas mínimas abaixo de 10°C (Apêndice).

A essas condições térmicas oscilantes e indesejáveis para o crescimento da seringueira jovem, soma-se um acentuado decréscimo na radiação global incidente durante as oito primeiras semanas após a brotação da gema enxertada (Fig. 11).

Nessa fase, as condições climáticas limitaram principalmente o crescimento dos folíolos, possivelmente restringindo a atividade fotossintética e conseqüentemente as taxas de crescimento.

SANSUDDIN & IMPENS (1979) trabalhando com plantas jovens de seringueira, observaram que os aumentos das taxas fotossintéticas estavam diretamente relacionados com a idade das folhas e a diminuição das taxas respiratórias. Assim, conforme esperado, as condições climáticas mais estáveis e dentro dos padrões requeridos pela planta, verificadas no período de verão, representaram o principal fator de crescimento naquele período. Torna-se mais compreensível também, que a ativação dos processos metabólicos pela elevação da radiação global e das temperaturas médias diárias, tenham propiciado um melhor aproveitamento dos tratamentos de adubação testados.

O comportamento fisiológico é fortemente influenciado pelas variações térmicas, uma vez que, as reações responsáveis pelo metabolismo primário, dependem da energia de ati-

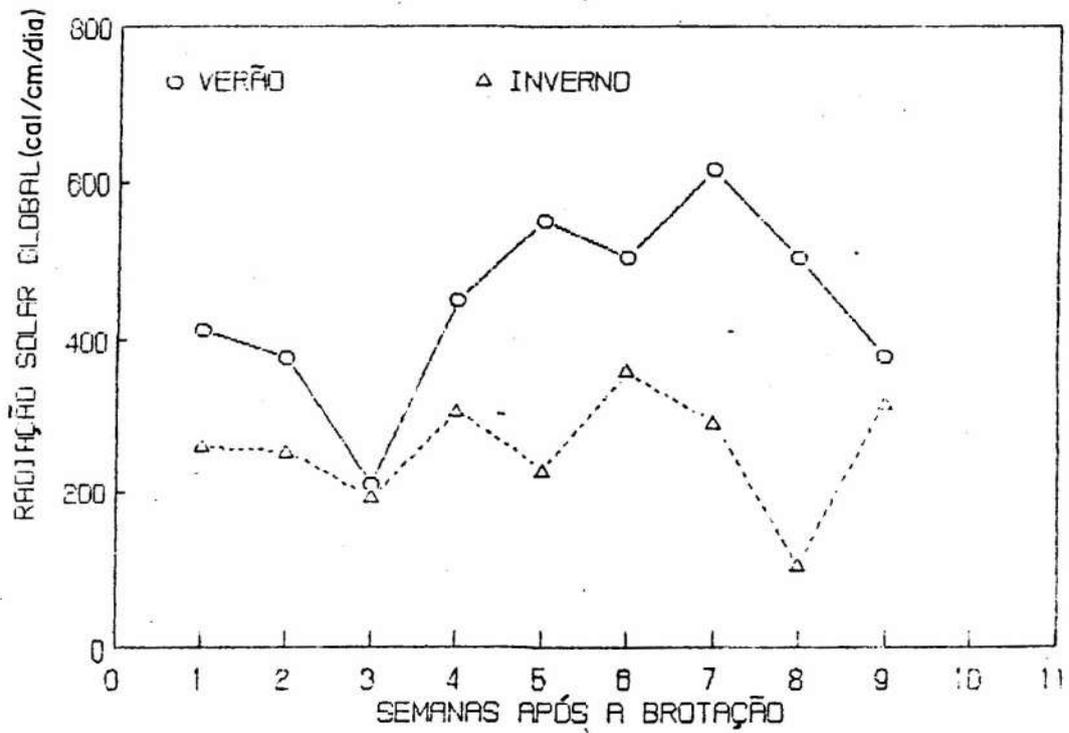
vação gerada pela temperatura (SUTCLIFFE, 1977; FITTER & HAY, 1983; JONES, 1986).

Sob baixa intensidade luminosa, onde a velocidade dos processos geradores de energia metabólicas são limitados pelas reações fotoquímicas, as taxas fotossintéticas são geralmente insensíveis às variações térmicas. Já sob condições de alta luminosidade e níveis adequados de  $\text{CO}_2$ , a taxa de assimilação do gás carbônico é dependente da temperatura (GIBBS, 1971).

A queda na produtividade primária das plantas tropicais submetidas a condições adversas de ambiente, vem sendo estudada por vários autores. CARAMORI et al. (1983) estudando os efeitos de ventos intensos sobre o crescimento de mudas de cacau, observou um decréscimo na altura, diâmetro e matéria seca da raiz e parte aérea, em plantas crescidas sob essas condições.

Os efeitos da temperatura sobre o crescimento do caqueiro (Theobroma cacao, var. comum) também variam consistentemente dependendo do tempo de exposição a temperatura estressante (SENA GOMES & KOZLOWSKI, 1987). Resultados semelhantes foram observados para outras espécies tropicais como o Elaeis guineensis (FERWERDA, 1977), Coffea arabica (MAESTRI & BARROS, 1977) e Citrus (REUTHER, 1977)

Os resultados obtidos na China com plantas jovens de seringueira cultivadas em regiões com variações climáticas sazonais, onde o período com baixas temperaturas e baixo índice pluviométrico se estende de agosto a abril, revelam um crescimento muito lento, evidenciando a sensibilidade da seringueira aos estresses ambientais (HUA-SON, 1983). Essas observações



**FIG. 11** - Variação semanal da radiação global durante a fase de crescimento de mudas enxertadas do clone RRIM 600. O início da brotação outubro/87.  $\blacktriangle$  início da brotação abril/87.

estão de acordo com os resultados obtidos por PEREIRA (1985), que constatou uma redução na taxa de crescimento de plântulas de seringueira quando as temperaturas mínimas médias foram inferiores a 15°C. Do mesmo modo SOARES et al. (1989) observaram diferenças no crescimento de plântulas de seringueiras submetidas a sazonalidade ambiental, em diferentes regimes de irrigação e formas de plantio. Nesse caso devem ser levados em conta também os fatores térmicos a nível do sistema radicular.

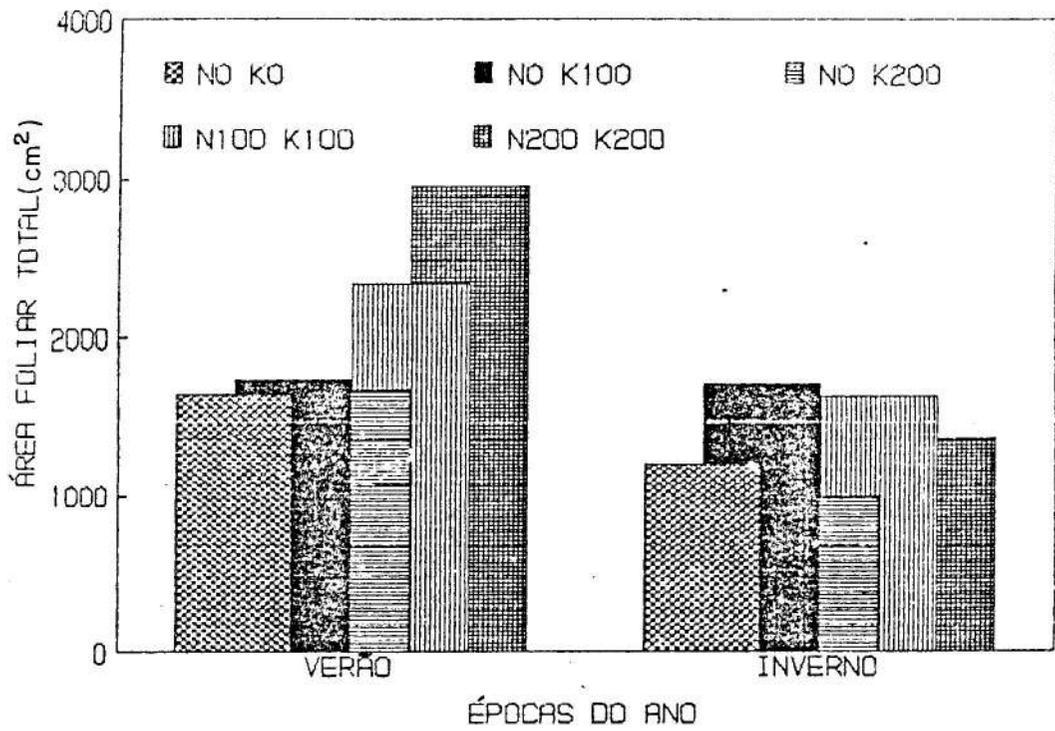
Outra espécie laticífera que apresenta restrição ao crescimento quando submetidas ao frio e a baixa intensidade luminosa, é GAYULE (Parthenium argentatum). Todavia, as baixas temperaturas estimularam a síntese de borracha nas plantas não submetidas a outros estresses (DOWNES & TONNET, 1985).

### **2.3. Desenvolvimento da área foliar total**

Os efeitos das épocas de cultivo sobre o desenvolvimento da área foliar das plantas podem ser observadas através da figura 12.

A análise de variância mostrou diferenças significativas entre as áreas foliares totais das plantas enviveiradas no verão, em relação às plantas cultivadas no inverno, até o segundo fluxo de crescimento.

Dentre as plantas de verão, os maiores valores foram registrados nos tratamentos com níveis mais elevados de nitrogênio e potássio (N100 K100 e N200 K200). Nas plantas do inverno, houve uma redução acentuada na área total. Todavia, a comparação entre os valores médios obtidos, não mostrou as diferenças significativas entre os tratamentos. As diferenças ob-



**FIG. 12** - Área foliar total de plantas jovens do clone RRIM 600, submetidos a duas épocas de crescimento (média de três plantas).

servadas entre as duas épocas por certo estão relacionadas não só com os aspectos associados com o crescimento do limbo foliar, mas também ao menor número de folhas emitidas. Enquanto no experimento do verão as plantas emitiram vinte verticilos por lançamento em média, no inverno houve um decréscimo para dezesseis folhas por lançamento.

Em termos climáticos pode-se admitir que outros fatores determinantes da diminuição da área foliar estejam relacionados com as ocorrências eventuais, no período outono/inverno, de ventos com velocidades anormais e chuvas de granizo (PINTO, 1973; ZONG DAO & XUEQIN, 1983; ORTOLANI, 1986).

Os resultados obtidos estão de acordo com vários autores (NEWTON, 1963; VOLKENBURGH & DAVIES, 1977; WATTS, 1972) e mais recentemente, KRIEDMAN (1986) que discutiu os efeitos do estresse mostrando a importância do suprimento adequado de água e nutrientes para que a expansão foliar ocorra.

Alguns trabalhos sugerem que a temperatura não é o único componente do ambiente determinante da taxa de produção de folhas, já que o fotoperíodo parece desempenhar um papel importante nesse processo (NEWTON, 1963; HUMPHRIES & WHEELER, 1963).

Quanto ao aspecto nutricional, já vem sendo observada, há vários anos, a influência do nitrogênio sobre o aumento da área foliar (HUMPHRIES & WHEELER, 1963). Mais recentemente, outros autores têm demonstrado a importância da nutrição nitrogenada sobre o alongamento e a divisão celular em tecidos foliares (THOMAS, 1983; MAC ADAM et al., 1980).

É provável, portanto, que condições climáticas fa-

voráveis que prevaleceram a partir de setembro, tenham concorrido para que as plantas adubadas com níveis mais elevados de nitrogênio viessem apresentar maiores áreas foliares.

Os menores valores de área foliar observados nas plantas do inverno, se devem provavelmente ao período em que as mesmas ficaram submetidas às condições ambientais estressantes.

CONCEIÇÃO et al. (1986) também registrou uma diminuição na área foliar de cinco clones de seringueira, quando as plantas foram submetidas a deficiências hídricas cíclicas. Assim, pode-se considerar que a sensibilidade da seringueira aos estresses ambientais, é característica de sua capacidade preventiva, parecendo refletir-se de certa forma na diminuição da área foliar.

### **3. Teores de Clorofila em Tecidos Foliares**

Os resultados das análises dos teores de clorofila em folhas maduras de seringueira, refletiram a influência da sazonalidade climática sobre as atividades fotossintéticas das plantas, traduzida no seu crescimento.

A análise de variância mostrou diferenças entre as concentrações de clorofila total nas folhas do primeiro lançamento, enquanto que no segundo lançamento, essas diferenças não se verificaram, nas diferentes épocas estudadas.

Os valores da relação clorofila A e clorofila B apresentaram diferenças significativas em todas as condições analisadas no primeiro lançamento, enquanto que, no segundo lançamento as diferenças se restringiram apenas à variável época.

As variações nos teores de clorofila total registradas nos diferentes tratamentos, podem ser observados na figura 13.

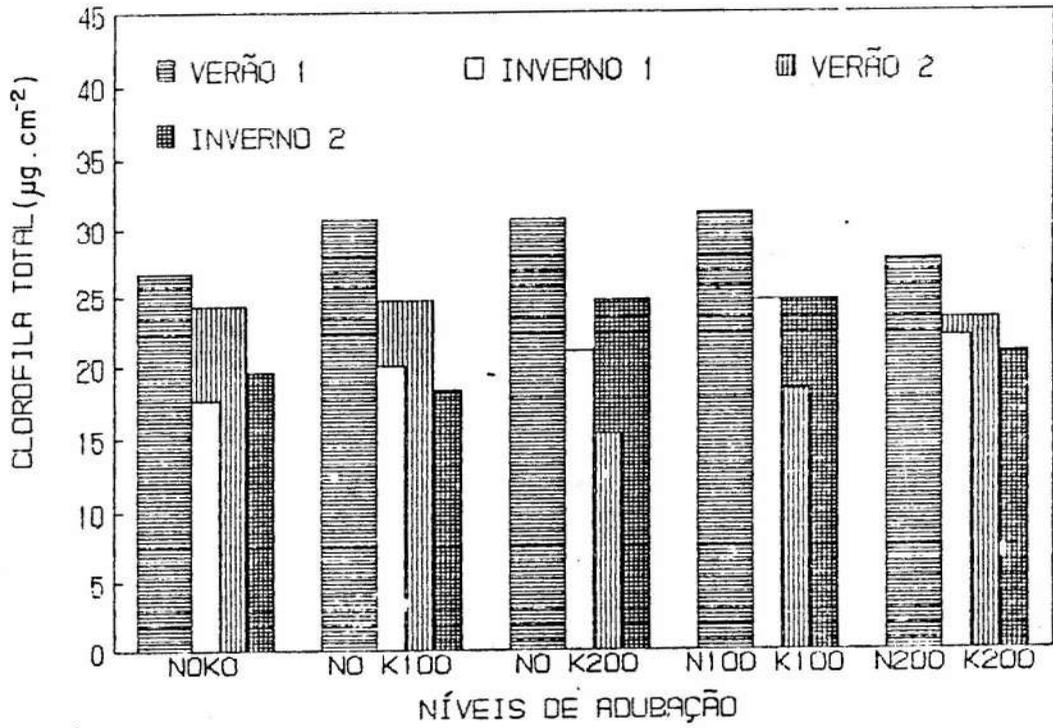
De uma maneira geral, as maiores concentrações se deram nas folhas do primeiro lançamento, no período primavera/verão.

Apesar da uniformidade que caracterizou o desenvolvimento dos estágios foliares das plantas como um todo, no período quente, pode-se observar, nos tratamentos 3 e 4, que os teores de clorofila total foram inferiores aos demais que acompanharam de perto os valores observados no primeiro lançamento. Essas diferenças podem ser justificadas pela sintomática deficiência de nitrogênio, evidenciada pela clorose que as folhas apresentavam, apesar do vigor que as plantas exibiam.

Através da tabela 7 pode-se observar que os teores de clorofila A e clorofila B, foram bastante diferenciados, parecendo que a síntese de clorofila A tenha sido mais afetada pelo período de inverno.

Segundo TING (1982) a síntese de clorofila A depende da fotoconversão do protoclorofilídeo para clorofilídeo A. Dessa forma, é possível que os níveis de radiação solar mais baixos registrados no período de inverno (Fig. 11) tenham contribuído para que houvesse uma diminuição na síntese de clorofila A.

Os efeitos da baixa radiação e baixas temperaturas sobre os teores de clorofila nas folhas, também são citados por LARCHER (1986), que relaciona a ação desses fatores com a baixa capacidade fotossintética das plantas, sob essas condições.



**FIG. 13** - Variação nos teores de clorofila total em plantas do clone RRIM 600, submetidos a duas épocas de crescimento (média de três plantas).

**TABELA 7** - Valores médios de clorofila a, b, total e relação clorofila a e clorofila b, observadas em folhas do clone RR1M600 (média de três plantas).

Época	Trat.	Clf. a		Clf. b		Clf. Total		Rel. Clf. a b		
		1º	2º	1º	2º	1º	2º	1º	2º	
----- ug.c <sup>-1</sup> -----										
Verão	1	21,0	19,0	5,7	5,3	26,7	24,3	3,7	3,0	
	2	24,0	19,0	6,7	5,7	30,7	24,7	3,6	3,4	
	3	23,3	12,3	7,3	3,0	30,6	15,3	3,2	4,1	
	4	24,3	14,3	6,7	4,0	31,0	18,3	3,6	3,8	
	5	21,3	18,0	6,3	5,3	27,7	23,3	3,9	3,4	
Inverno	1	13,3	15,7	4,3	4,0	17,7	19,7	3,1	4,4	
	2	13,7	14,0	6,3	4,3	20,0	18,3	2,2	3,4	
	3	14,7	17,0	6,3	7,7	21,0	24,7	2,3	2,3	
	4	16,0	17,3	8,7	7,3	24,7	24,7	1,9	2,5	
	5	15,6	14,7	6,3	5,7	22,0	20,3	2,5	2,6	

Deve ser levado em conta que, durante o período outono/inverno, a ontogenia das folhas foi bastante afetada pelas condições ambientais (Fig. 8), fazendo com que houvesse um prolongamento na duração dos estágios foliares, onde a predominância da antocianina ocorreu.

Os teores de clorofila obtidos no presente trabalho, estão próximos aos citados para seringueira (CONCEIÇÃO et al., 1985; CORREA et al., 1987) e para cacau (BAKER & HARDWICK, 1973), devendo ser considerados, as condições de ambiente dos locais que esses trabalhos foram desenvolvidos e o tipo de estresse a que as plantas foram submetidas, além das considerações genéticas do material botânico.

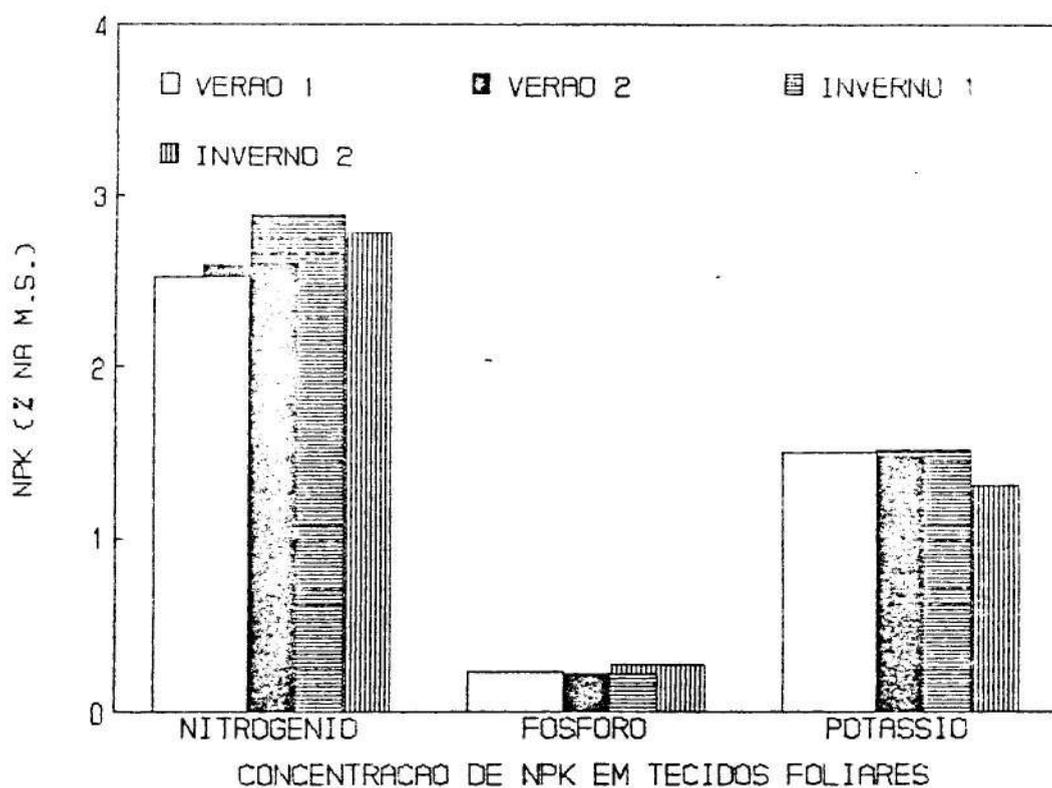
## **4. Composição Química das Folhas**

### **4.1. Teores de NPK**

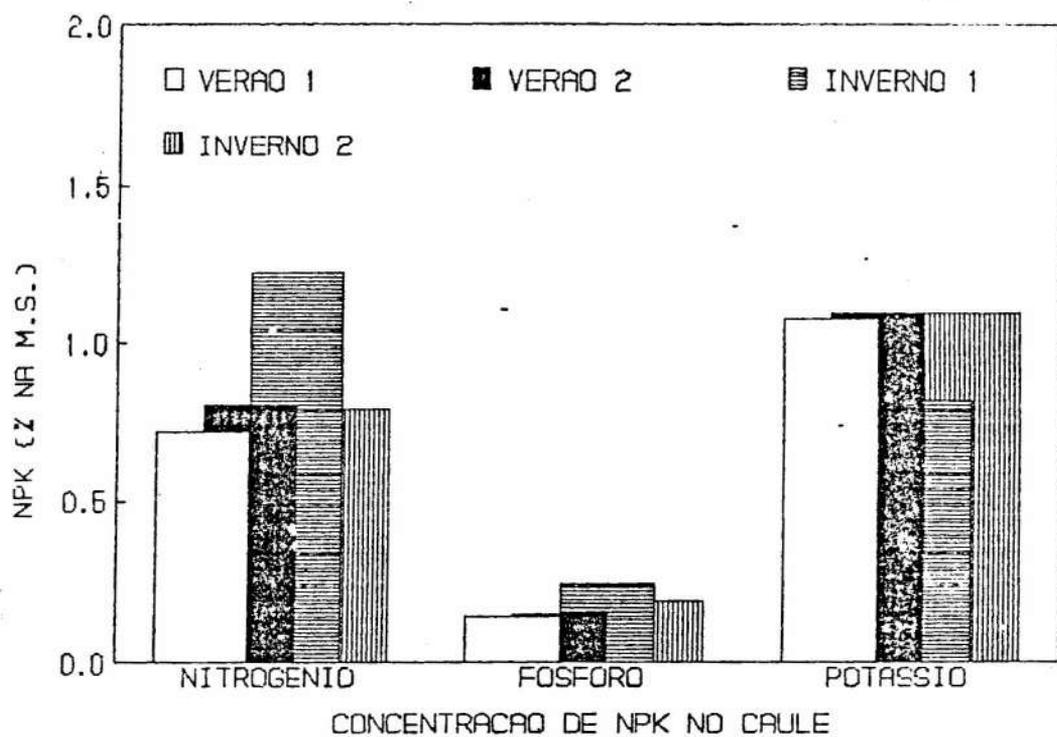
As figuras 14 e 15 mostram os teores de nitrogênio, fósforo e potássio acumulados nas folhas e caule, do primeiro e segundo lançamentos das plantas de seringueira, crescidas em estações climaticamente diferentes.

#### **4.1.1. Concentrações de nitrogênio**

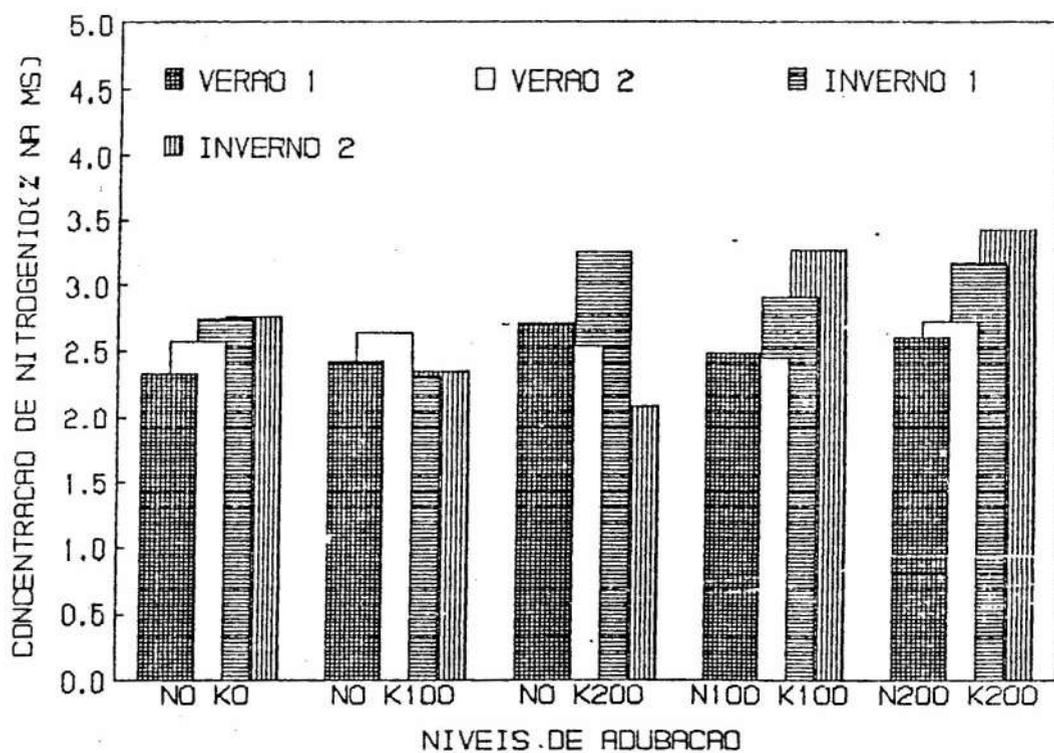
As percentagens de nitrogênio determinadas nas folhas e no caule, refletiram um maior acúmulo desse elemento durante o período de inverno, em ambas as partes das plantas, para os diferentes tratamentos de adubação testados (Figs. 16 e 17).



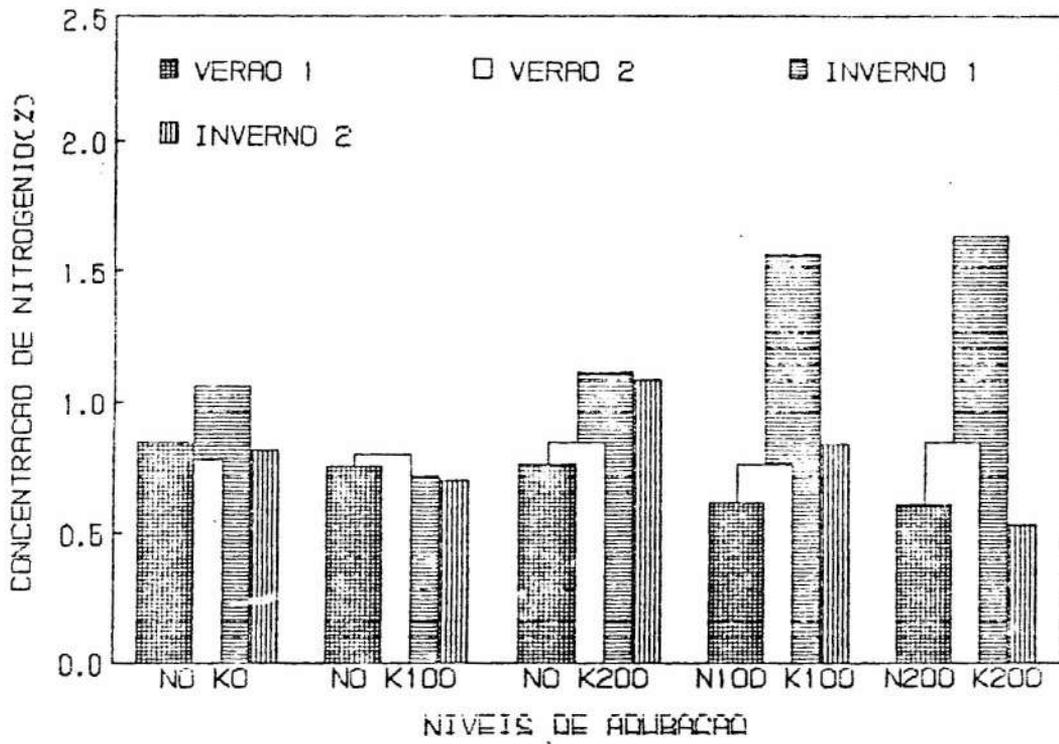
**FIG. 14** - Concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio em folhas do primeiro e segundo lançamento do clone RRIM 600, cultivados em diferentes épocas do ano (média de três plantas).



**FIG. 15** - Concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio em caules do primeiro e segundo lançamento do clone RRIM 600, cultivados em diferentes épocas do ano (média de três plantas).



**FIG. 16** - Concentração de nitrogênio em folhas do primeiro e segundo lançamento do clone RRIM 600, cultivados em diferentes épocas do ano (média de três plantas).



**FIG. 17** - Concentração de nitrogênio no caule do primeiro e segundo lançamento do clone RRIM 600, cultivado em diferentes épocas do ano (média de três plantas).

Os valores médios observados na tabela 8 mostram variações nas concentrações de nitrogênio em diferentes partes das plantas, indicando diferenças significativas entre as épocas.

**TABELA 8** - Valores médios da concentração (%) do nitrogênio em folhas do 1º e 2º lançamento (NF<sub>1</sub> e NF<sub>2</sub>) e nos caules do 1º e 2º lançamento (NC<sub>1</sub> e NC<sub>2</sub>) de plantas do clone RRIM600, em duas épocas de cultivo.

Época	NF <sub>1</sub>	NF <sub>2</sub>	NC <sub>1</sub>	NC <sub>2</sub>
Verão	2,516 b	2,586 b	0,720 b	0,811a
Inverno	2,884a	2,775a	1,221a	0,798ab

Obs.: As médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si, a nível de 5% de probabilidade.

Esses valores são comparáveis com as concentrações de N encontradas por SHORROCKS (1965) em folhas e caules de seringueiras, sob condições dos trópicos úmidos. Por outro lado, esse mesmo autor (SHORROCKS, 1964) situa entre 2.6 e 3.0% as concentrações encontradas em folhas de seringueiras deficientes em nitrogênio.

Sob condições da Amazônia, VIEGAS (1985) trabalhando com plântula de seringueira em viveiro de chão, observou que a adição de níveis crescentes de nitrogênio no solo não afetaram as concentrações desse elemento nas folhas. Nas plantas sem adubação (testemunha) esses teores foram de 2,97% e as mesmas

não apresentaram sintomas visuais de deficiência. Já em Marília-SP, PEREIRA (1989) trabalhando com plantas do clone Pb235 na fase pré-plantio definitivo no campo, observou respostas positivas à adubação nitrogenada refletidas nas concentrações de N nas folhas.

Esses resultados estão de acordo com os observados na tabela 8. Todavia as maiores concentrações de nitrogênio observadas na parte aérea das plantas de inverno podem estar relacionadas, principalmente, com as baixas temperaturas e baixas radiações registradas naquele período. segundo LEVITT (1989), ainda não existe um consenso entre os autores sobre a relação entre a depressão de proteínas induzida pelo resfriamento e o acúmulo de produtos nitrogenados hidrolisados. A hipótese mais aceita está ligada à alteração respiratória originada por uma inibição da fosforilação oxidativa, que poderia restringir o fornecimento de ATP e, em consequência, a síntese de proteína, resultando na diminuição da sua concentração.

alguns trabalhos têm mostrado que a atividade da redução de nitrato ocorre em temperaturas acima de 30°C e sob níveis elevados de radiação (MAGALHÃES et al., 1976; BEEVERS & HAGEMAN, 1980; PEREIRA NETO, 1988; OLIVEIRA & MAGALHÃES 1989).

Resultados experimentais demonstram que a baixa atividade da redutase de nitrato nas raízes é acompanhada do transporte do nitrogênio para as folhas, principalmente como nitrato, onde ocorre a redução antes da sua incorporação em aminoácidos e outros compostos nitrogenados (BRAY, 1983). É possível portanto, que o aumento de concentração de nitrogênio verificado nos tecidos foliares, esteja ligado à baixa capacidade de

assimilação de nitrato induzida pelas condições climáticas adversas. Pode-se verificar também que, apesar da disponibilidade de nitrogênio nos tecidos foliares, nessa época ocorreu menor síntese de clorofila (Fig. 13), sugerindo uma interferência do ambiente sobre o metabolismo do nitrogênio.

YI-RON et al. (1984) observaram que plantas de seringueira submetidas a baixas temperaturas apresentaram acúmulo de substâncias tóxicas, como a amônia, além de acentuada clorose.

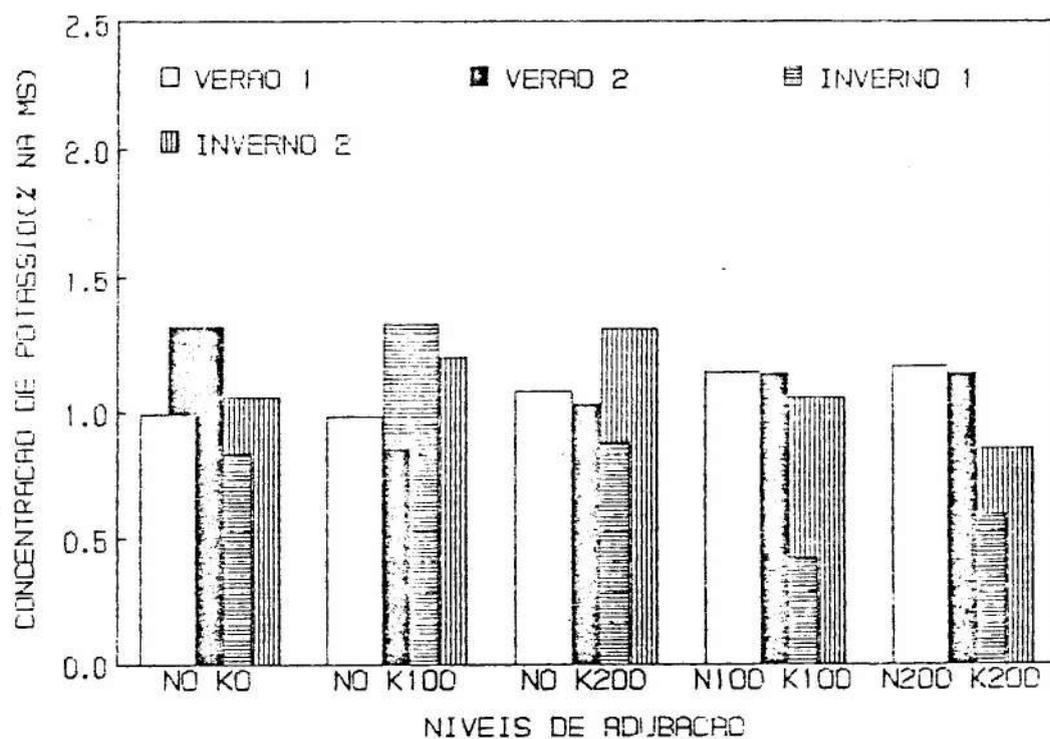
Os menores teores de N observados no verão (Tabela 8) refletiram uma maior demanda, devido à intensa atividade metabólica proporcionada pelas condições climáticas favoráveis ao crescimento da seringueira. Os sintomas de clorose observados nesse caso apontam para necessidade de suplementação nitrogenada, para que níveis adequados de clorofila sejam alcançados.

#### **4.1.2. Concentração de potássio**

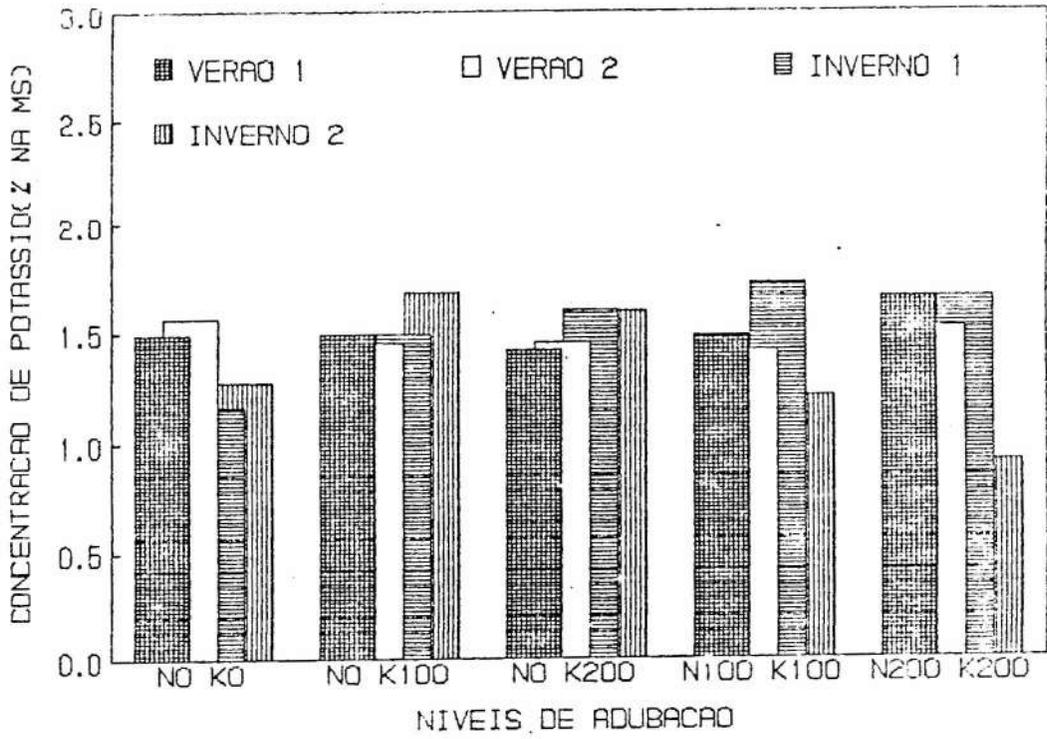
As concentrações de potássio (K) registradas na matéria seca, em folhas e caules de plantas cultivadas no verão e no inverno, podem ser observadas nas figuras 18 e 19.

As diferenças verificadas entre os tratamentos de adubação não foram significativas, considerando as folhas do primeiro lançamento, todavia quando comparadas as folhas do segundo lançamento essas diferenças ocorreram, levando-se em conta as épocas de cultivo estudadas.

Uma relação de significância inversa foi observada para a concentração de potássio no caule, verificando-se dife-



**FIG. 18** - Concentração de potássio em folhas do primeiro e segundo lançamento do clone RRIM 600, cultivados em diferentes épocas do ano (média de três plantas).



**FIG. 19** - Concentração de potássio no caule do primeiro e segundo lançamento do clone RRIM 600 em diferentes épocas de cultivo (média de três plantas).

renças significativas nos teores registrados no primeiro lançamento, entre as duas épocas estudadas.

As concentrações médias de potássio por época de cultivo, são mostradas na tabela 9.

**TABELA 9** - Valores médios da concentração (%) de potássio em folhas do 1º e 2º lançamento (KF<sub>1</sub> e KF<sub>2</sub>) e em caules do 1º e 2º lançamento (KC<sub>1</sub> e KC<sub>2</sub>) do clone RRIM600 em duas épocas de cultivo.

Época	KF <sub>1</sub>	KF <sub>2</sub>	KC <sub>1</sub>	KC <sub>2</sub>
Verão	1,508a	1,480a	1,077a	1.098a
Inverno	1,526a	1,310 b	0,819 b	1.098a

Obs.: As médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si, a nível de 5% de probabilidade.

No sudeste asiático alguns autores têm mostrado que a concentração de potássio em folhas sadias de seringueira se situam entre 1,0% e 1,60% e que em folhas deficientes os valores caem para 0,30% e 0,50% de matéria seca (SHORROCKS, 1979; BOLLE-JONES, 1954). No Brasil, a maioria dos trabalhos sobre nutrição de seringueira têm sido desenvolvidos na Região Norte, e os resultados obtidos nas análises dos teores de potássio nas folhas mostram valores próximos aos verificados em outros países produtores de borracha (GUERRINI, 1983; MATOS, 1983). As diferenças observadas nesse caso são creditadas às variações nas adubações, fatores climáticos, potenciais gené-

ticos dos materiais e épocas de coleta das folhas (VIEGAS, 1985).

No presente trabalho os suprimentos de potássio não foram limitantes para o desenvolvimento das plantas, uma vez que, o solo utilizado apresentou teores altos desse elemento (Apêndice). Entretanto, mais uma vez ficaram evidenciados os efeitos dos fatores climáticos, sobre o comportamento das plantas, mostrando ter havido um maior acúmulo de potássio nas folhas do segundo lançamento e nos caules do primeiro lançamento no verão, quando comparado com as folhas e caules que cresceram no inverno (Tabela 9).

Essas diferenças, por certo, influíram no crescimento das plantas no período de inverno, uma vez que a não disponibilidade de potássio pode provocar a diminuição da área foliar e, conseqüentemente, na taxa fotossintética da seringueira (SIVANADYAN et al., 1976). Além disso, o potássio participa de algumas reações específicas de compostos orgânicos estáveis como proteína, carboidratos, clorofila e gorduras, estando ainda presentes principalmente nos tecidos meristemáticos, onde o desenvolvimento ativo se processa (MENGEL, 1985). Quando as plantas se apresentam deficientes em potássio, as folhas diminuem, tornando-se uma fonte muito pobre de fotoassimilados, ocorrendo inclusive retardamento no transporte dos mesmos (LIEBHARDT, 1968).

A redução no suprimento de potássio pode resultar num acúmulo de compostos nitrogenados não metabolizados, já tendo sido constatado um aumento excessivo de aminoácidos em folhas de seringueira deficientes de potássio (RRIM, 1956).

No presente trabalho, a relação entre nitrogênio e potássio nas folhas (Tabela 10) encontra-se entre os limites de normalidade para seringueira, como proposto por FALLOW, citado por COMPAGNON (1986). Os resultados indicam que o menor crescimento apresentado pelas plantas no período de inverno está diretamente associado com a influência dos elementos climáticos.

**TABELA 10** - Relação entre os teores de nitrogênio e potássio (N e K) observados em plantas jovens do clone RRIM600.

<b>Época</b>	<b>1º lançamento</b>	<b>2º lançamento</b>
Verão	1,66	1,74
Inverno	1,88	2,11

## **5. Comportamento Estomático**

A fisiologia dos estômatos de seringueira tem sido estudada em condições controladas e semi-controladas, tendo como variável principal a disponibilidade de água para a planta (RESNICK & MENDES, 1979; SAMSUDDIN & IMPENS, 1976; ROCHA NETO et al., 1983; CONCEIÇÃO et al., 1985; SENA GOMES & KOZLOWSKI, 1988).

No presente trabalho, as condições hídricas foram suficientes para manter as plantas túrgidas, sendo o curso diário do movimento estomático regido pelos vários componentes do ambiente.

Desse modo, pode-se verificar através do quadro de análise de variância (Tabela 11) que, para as diversas variáveis testadas, foram registradas diferenças significativas à nível de 5% de probabilidade.

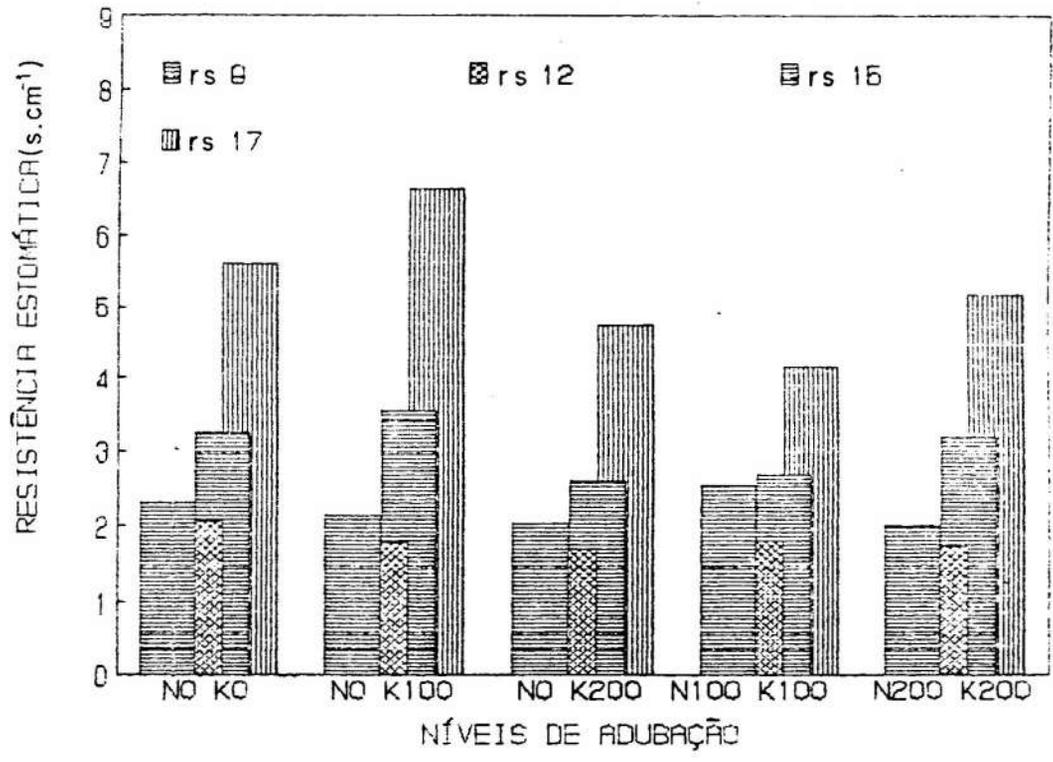
O comportamento estomático ao longo do dia, das plantas cultivadas no período primavera/verão, é mostrado na figura 20.

De um modo geral, os menores valores da resistência difusiva ( $r_s$ ) foram registrados às 12 horas, não havendo diferenças entre os tratamentos de adubação.

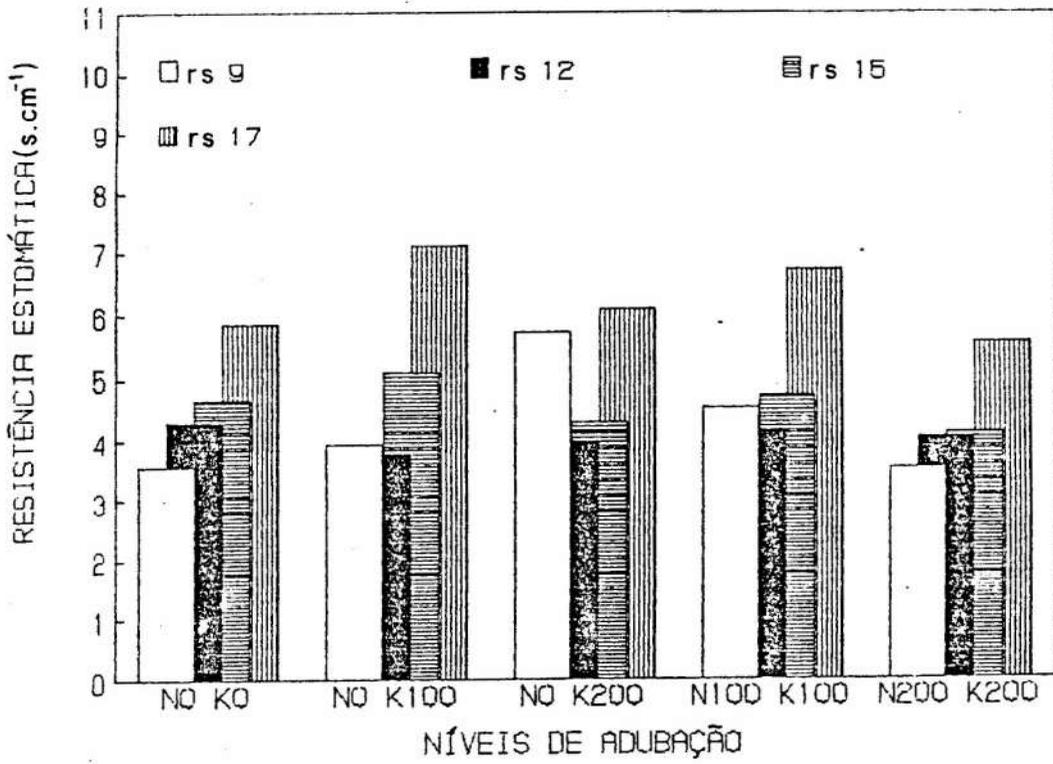
Os maiores valores foram sempre registrados próximo às 17 horas, observando-se entretanto, que os tratamentos 3 e 4 apresentaram maior abertura estomática nesse período em comparação com os demais tratamentos.

No período outono/inverno (Fig. 21) observou-se uma equivalência entre os tratamentos às 12 horas e 15 horas, registrando-se diferenças significativas às 9 horas e 17 horas.

Os efeitos da adubação potássica sobre o movimento estomático nos períodos de estresses térmicos (inverno), pare-



**FIG. 20** - Curso diário da abertura estomática (rs) do clone RRIM 600 durante o período de verão (média de três plantas).



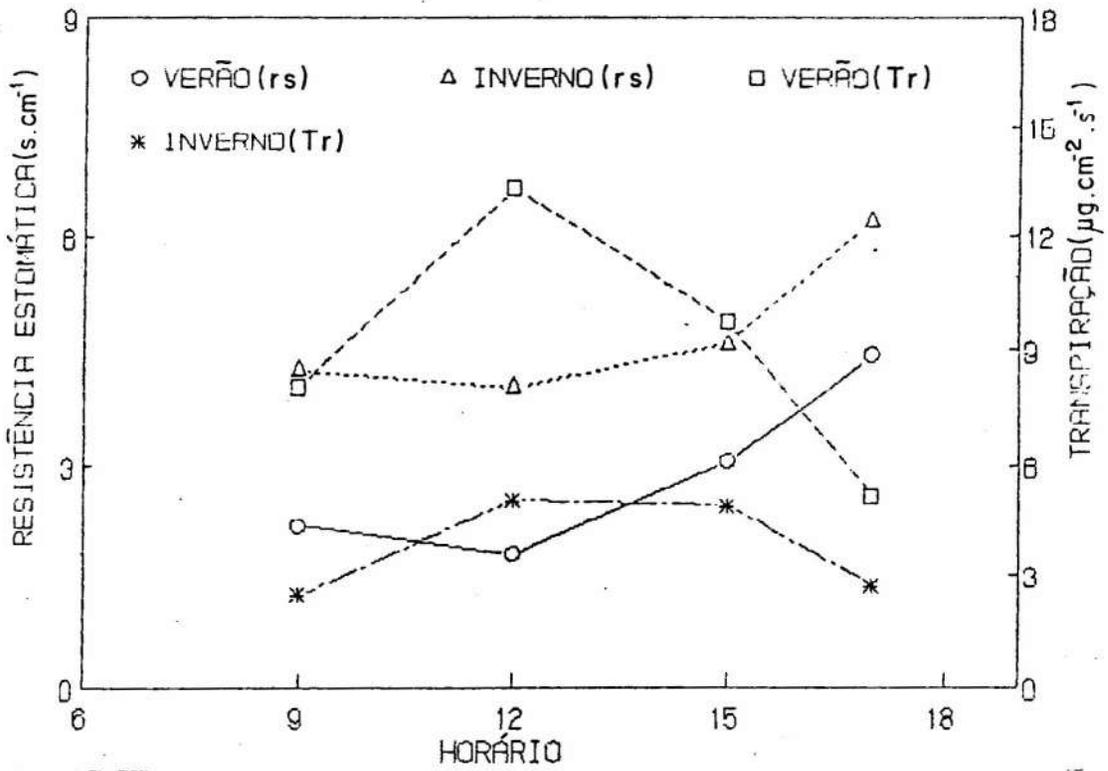
**FIG. 21** - Curso diário da abertura estomática (rs) do clone RRIM 600 durante o período de inverno (média de três plantas).

ce ter sido mascarado pelos níveis elevados do potássio no solo. Por outro lado, é possível que danos normalmente produzidos pelo frio tenham sido atenuados pela boa disponibilidade de potássio nas folhas e caules. Segundo trabalho publicado pelo POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE OF CANADA (1988), tanto em plantas anuais quanto em plantas perenes, tem sido observado que a manutenção de níveis adequados de potássio podem minimizar os danos provocados pelo frio. Além disso, é mencionada a regulação estomática pelo potássio, como resposta à diminuição do potencial hídrico foliar ocasionado pela excessiva transpiração provocada pelos ventos secos que ocorrem nesse período.

Pelos resultados apresentados na figura 22 pode-se observar as variações diárias da resistência estomática e da taxa transpiratória registradas ao longo das estações quente e úmida (verão) e fria e seca (inverno).

Os valores mais baixos de  $r_s$  ( $1.81 \pm 0,4 \text{ s.cm}^{-1}$ ) registrados no campo às 12 horas no verão, estão de acordo com os citados por SAMSUDDIN (1980) para plantas do clone RRIM600, sob condições do trópico úmido.

Estudos desenvolvidos em casas de vegetação, utilizando plantas de diferentes clones de seringueira contidas em recipientes de pequeno porte, mostraram valores mais elevados de  $r_s$ , mesmo para plantas túrgidas (ROCHA NETO et al., 1983; CONCEIÇÃO et al., 1985; RESNICK & MENDES, 1979; SENA GOMES & KOZLOWSK, 1988).



**FIG. 22** - Curso diário da abertura estomática ( $r_s$ ) e da taxa respiratória ( $Tr$ ) do clone RRIM 600 durante os períodos de verão e inverno (média de 8 semanas de observação).

**TABELA 11** - Análise da variância dos dados de porometria em mudas do clone RRIM600 tomadas nos horários de 9:00, 12:00, 15:00 e 17:00 horas para a variável resistência estomática (rs9, rs12, rs15, rs17).

Fontes de Variação	GL	Quadro Médio do Resíduo (QMR)			
		Variáveis			
		rs9	rs12	rs15	rs17
Ambiente	1	210,38**	246,37*	116,69**	46,33**
Tratamento	4	16,26**	1,46	4,94	14,62**
Ambiente x trat.	4	8,97**	0,23	1,51	9,67
Repet. (Amb. Trat.)	20	0,69	0,61	1,60	2,09
Semana	9	41,29**	46,83**	54,42**	76,27**
Ambiente x semana	4	28,17**	30,69**	36,38**	13,32**
Trat. x semana	36	6,80**	6,45**	7,51**	6,53**
Amb. x trat. x sem.	16	6,08**	1,35	2,67*	4,19*
Resíduo	130	0,86	1,42	1,53	2,33
<b>Total</b>	<b>224</b>				
<b>Média Geral</b>		3,56	3,29	4,07	5,91
<b>Coef. Variação (CV)</b>		25,97	36,25	30,40	25,84
<b>Raiz Quadrada em Res.</b>		0,92	1,19	1,24	1,53

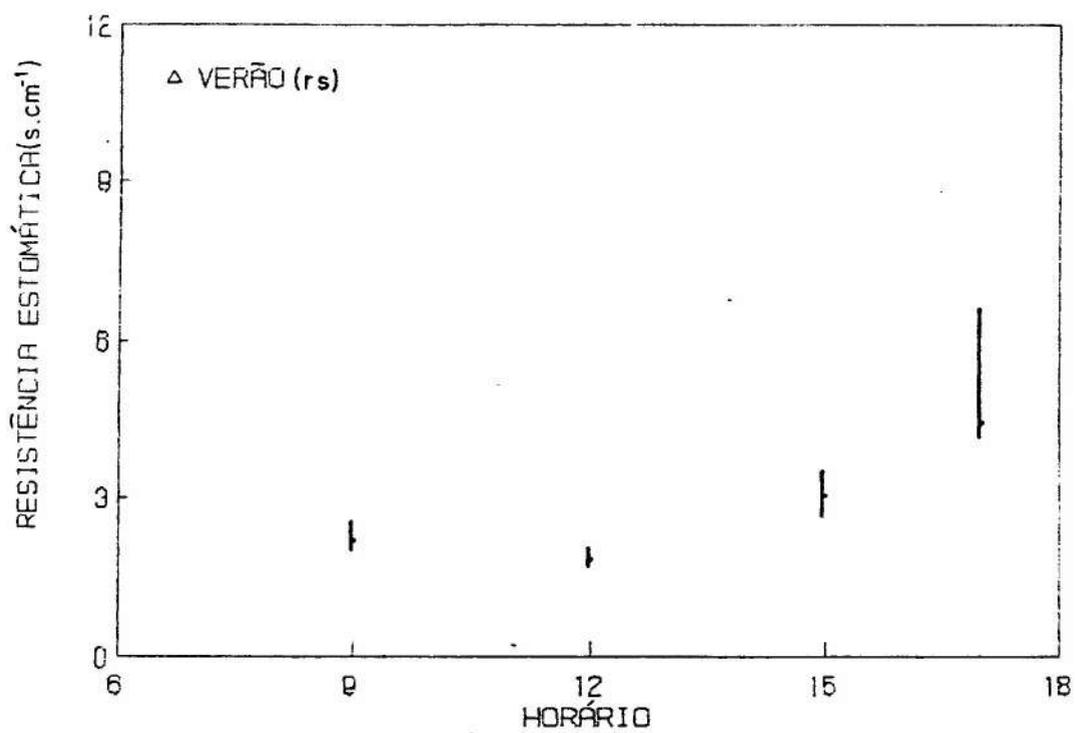
Nesse caso, parece que a relação parte aérea/sistema radicular desempenha um papel preponderante no balanço hídrico das plantas, influenciando diretamente sobre o movimento estomático.

O curso diário da abertura estomática do clone RRIM600 apresentou a mesma tendência nas duas épocas estudadas. Apesar da diferença de magnitude ( $1,81 \pm 0,4$  s.cm<sup>-1</sup>, no verão, e  $4,03 \pm 0,3$  s.cm<sup>-1</sup>, no inverno) os menores valores foram sempre observados ao meio dia, verificando-se na leitura seguinte (15 horas), um ligeiro aumento, que foi acentuado na última observação do dia (17 horas).

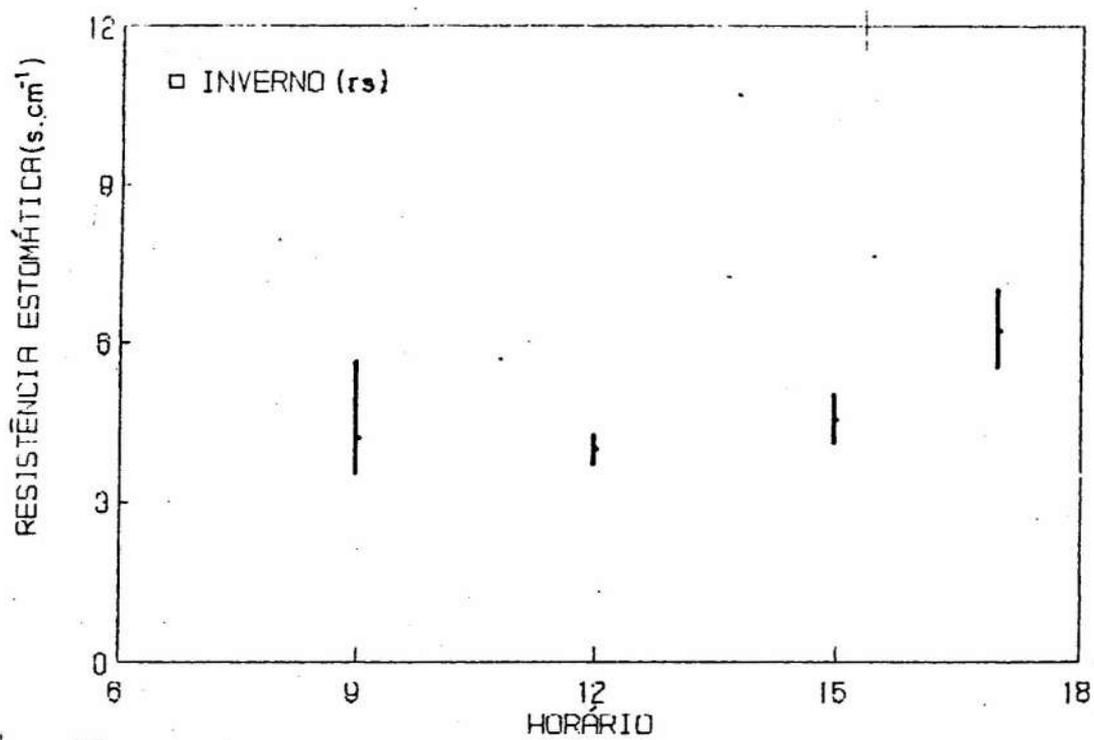
Pode-se constatar através das figuras 23 e 24 que as menores amplitudes de variação de rs ocorreram ao meio dia em ambas as estações, indicando um estado de equilíbrio do aparelho estomático naquele período do dia.

Por outro lado, comparando-se as duas épocas, pode-se perceber a defasagem existente para o atingimento da estabilidade, uma vez que, no inverno, às 9 horas, ainda existia uma acentuada variação entre os valores observados.

O aumento da intensidade da radiação solar na parte da manhã, é citada por vários autores como responsável pela diminuição de rs nesse período do dia (KATELLAPPER, 1963; WHITEHEAD et al., 1981; WARRIT et al., 1983; COHEN & COHEN, 1983; DOLAN & VAN DER BURG, 1988).



**FIG. 23** - Amplitude de variação da resistência estomática ( $r_s$ ) durante o período de verão (média de 15 plantas).



**FIG. 24** - Amplitude de variação da resistência estomática ( $r_s$ ) durante o período de inverno (média de 15 plantas).

No presente trabalho, as médias da radiação fotosinteticamente ativa (RFA) registradas no verão foram significativamente superiores às observadas no inverno em todos os horários (Tabela 12).

**TABELA 12** - Comparação entre valores médios de radiação fotosinteticamente ativa (RFA- $\mu\text{E}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ , umidade relativa (UR - %) tomadas nos horários de 9:00, 12:00, 15:00 e 17:00 horas.

Período de Observação	9:00 h		12:00 h		15:00 h		17:00 h	
	RFA	UR	RFA	UR	RFA	UR	RFA	UR
Verão	1.781a	43 b	1.765a	36 b	1.254a	29 b	729a	33 b
Inverno	749 b	55a	1.110 b	42a	1.031 b	39a	386 b	42ab

Como a disponibilidade hídrica não foi limitante, é provável que as diferenças entre rs nas duas épocas se deva tanto à radiação quanto à temperatura, que influenciam diretamente o déficit de pressão de vapor e afetam a taxa transpiratória.

Segundo HUGUET (1985), a regulação osmótica de plantas bem supridas de água ocorre em função da diminuição gradativa da taxa transpiratória no meio da tarde, até tornar-se

mínima à noite (transpiração cuticular), o que tornaria o balanço hídrico positivo, com a planta reconstituindo suas reservas. Nesse caso a planta, utilizando suas reservas hídricas e aproveitando a maior intensidade luminosa, pode atingir altas taxas fotossintéticas sem que haja o fechamento temporário dos estômatos, devido a défices hídricos localizados. De fato, durante o verão, a elevação de  $r_s$  associada à diminuição da transpiração só ocorreu após às 12 horas de uma forma suave. No inverno, apesar dos valores absolutos mais elevados, também observou-se a mesma tendência (Fig. 22).

A literatura, em vários casos, refere-se ao fechamento estomático que ocorre no meio dia em diferentes, provocado pelo aumento da radiação e baixa umidade do ar, mesmo em plantas cultivadas em solos na capacidade de campo e, principalmente, em plantas submetidas às estações seca (CHANG, 1971; HSIAO, 1973; MILBURN, 1979; WHITTEHEAD et al., 1981; KATSURIBA et al., 1988).

No caso da seringueira, planta considerada "preventiva" em relação à economia hídrica por ROCHA NETO et al., (1983), sob condições de campo e bem supridas de água, parece aproveitar o potencial energético no meio do dia para compensar a diminuição da eficiência fotossintética nas horas do dia em que o ambiente se mostra desfavorável. Assim, mesmo tendo sido identificadas grandes diferenças entre as plantas de in-

verno e verão em relação ao crescimento, percebe-se uma clara recuperação das mesmas, sempre que as condições climáticas se apresentavam favoráveis.

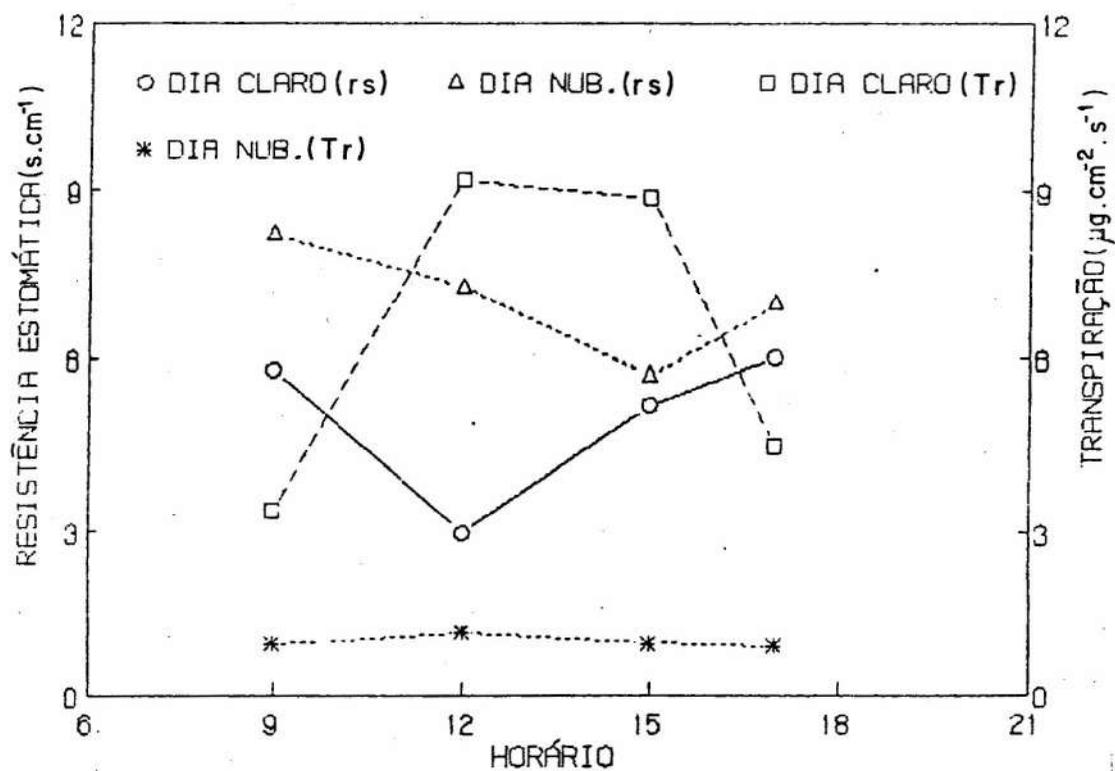
A caracterização dessas condições adversas que ocorreram no inverno, pode ser observada através da tabela 13.

**TABELA 13** - Condições micro-meteorológicas características de dias nublados e claros de inverno (média de quinze observações).

Características do dia	UR (%)		RFA ( $\text{uE} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )		T folha ( $^{\circ}\text{C}$ )	
	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.
Claro	50.0	23.0	1.760	500	36.4	23.0
Nublado	66.8	55.0	719	34	20.0	16.0

Nessas condições, o comportamento estomático é bastante diferenciado, levando-se em conta as condições ambientais acima especificadas. Os dados da figura 25, mostram as variações no curso diário da abertura estomática e da taxa transpiratória, durante dias característicos no período de inverno.

No dia nublado as plantas apresentaram valores mais elevados de  $r_s$  ( $8.27 \pm 1.08 \text{ s} \cdot \text{cm}$  às 9:00 horas) em comparação com o mesmo horário no dia claro. Nesse caso, o efeito da Rf.



**FIG. 25** - Curso diário da abertura estomática (rs) e da taxa respiratória (Tr) do clone RRIM 600 em dias característicos de inverno (média de 15 observações).

parece ter sido determinante para que a abertura estomática ocorresse, uma vez que uma pequena redução em  $r_s$  foi verificada quando a radiação aumentou já no período da tarde. Ao contrário, o comportamento estomático nos dias de inverno claro se assemelha bastante ao verificado nos dias de verão, apesar da diferença de magnitude dos valores registrados.

FANJUL & BARRADAS (1985) trabalhando com espécies florestais, no México, observaram que no início do período seco a irradiação e a temperatura controlavam o movimento dos estômatos durante o dia. Com o aumento do déficit hídrico pela diminuição das chuvas, o potencial hídrico da folha e a diferença de pressão de vapor entre a folha e o ar passaram a interferir prioritariamente na resistência dos estômatos. EL-SHARKAWY et al. (1985) observaram que o aumento no déficit de pressão de vapor entre a folha e o ar provocava o decréscimo da condutância estomática e a diminuição da fotossíntese líquida de 19 espécies diferentes.

A freqüência de ocorrências como as citada acima nas condições observadas no presente trabalho, durante o inverno, é variável, e dependendo da maior ou menor incidência de dias claros e/ou nublados, pode-se obter plantas de seringueira aptas ao plantio definitivo no campo.

## V. CONCLUSÃO

- A obtenção de plantas de seringueira aptas à enxertia foi melhor viabilizada no período de verão, devido a diminuição do tempo de cultivo, uniformidade e vigor das plantas e condições climáticas favoráveis à enxertia.
- O manejo diferenciado utilizado para a liberação dos enxertos em épocas distintas, proporcionou condições favoráveis para a brotação das gemas, vigor e uniformidade do lançamento e desenvolvimento da área foliar das plantas cultivadas no verão.
- As condições ambientais estressante do inverno influenciaram diretamente na utilização do nitrogênio pelas plantas, interferindo na síntese de clorofila, apesar dos níveis mais elevados desse elemento observados na parte aérea das mesmas.
- O curso diário do movimento estomático da seringueira, sob condições de campo, foi notoriamente favorecido no período de verão, permitindo uma maior eficiência fotossintética das mesmas, traduzida no crescimento observado tanto na fase de vi-

veiro quanto na fase pré-plantio definitivo no campo.

- Os menores valores de resistência estomática, (rs) foram registrados em torno de 12:00 h em ambas as estações estudadas, indicando um estado de equilíbrio do aparelho estomático com ambiente nesse período do dia.
- O sistema alternativo de produção de mudas de seringueiras testados no presente trabalho, mostrou-se agronomicamente viável, sugerindo supremacia econômica sobre o sistema tradicional, pela redução no tempo de cultivo e menor exposição às intempéries ambientais.

## VI. RESUMO

O crescimento da heveicultura na Região Sudeste do Brasil, vem demandando um novo conhecimento de realidade voltada, principalmente, para as condicionantes climáticas dessa região.

Até o presente momento, tem sido utilizadas tecnologias geradas na região tradicional de cultivo da seringueira, todavia, em alguns casos, essa prática já vem se mostrando ineficiente.

No presente trabalho foram estudados os efeitos da sazonalidade climática sobre o crescimento e desenvolvimento de mudas de seringueira, através do processo de produção de mudas de diferentes épocas do ano.

Foram testados diferentes níveis de adubação nitrogenada e potássica, e suas interações no processo de crescimento de plantas sob estresse ambiental.

O comportamento dos estômatos da seringueira foi estudado através de porometrias realizadas sob condições de campo,

utilizando-se um porometro de difusão LI-1600.

O crescimento de plântulas oriundas de sementes monoclonais dos clones Tjir 1 e Tjir 16 foi avaliado, comparando-se o sistema tradicional de produção de mudas, com um sistema alternativo, onde o armazenamento das sementes possibilitou o plantio em época climaticamente favorável.

No primeiro caso, as plantas foram submetidas a condições ambientais estressantes, quando as baixas temperaturas e a menor radiação influenciaram negativamente o crescimento das mesmas.

O viveiro plantado no verão, foi notoriamente favorecido pelas condições climáticas, tendo as plantas sido consideradas aptas à enxertia após seis meses de cultivo.

As mudas foram enxertadas com clone RRIM600 e, nas diferentes estações, foram avaliadas desde a brotação das gemas até atingirem dois lançamentos maduros, quando então, foram consideradas aptas ao plantio definitivo no campo.

Não foram registradas diferenças entre os tratamentos de adubação na mesma época de crescimento, todavia essas diferenças foram significativamente altas quando comparadas as duas épocas de cultivo. O metabolismo do Nitrogênio parece ter sido afetado durante o inverno, pois, apesar das maiores concentrações observadas na parte aérea das plantas, a síntese de clorofila apresentou-se menor do que as verificadas no verão.

Diferenças significativas também foram verificadas na evolução da ontogenia foliar e na área foliar total nas duas épocas de estudos.

O curso diário do movimento estomático foi bastante influenciado pelas condições ambientais tanto em magnitude (inverno/verão), quanto em comportamento, influenciado pela característica climática do dia.

Os resultados obtidos com a produção de mudas de seringueira em épocas diferentes, sugerem como mais viável agromicamente, o armazenamento das sementes e o plantio no início do verão, sendo possível, desse modo, a obtenção de mudas de excelente qualidade com menor custo.

## VII. ABSTRACT

The rubber industry increment in the Southeast of Brazil, has been looking for a new knowledgement of the reality turned to climatic conditions inherent of this region.

At the present time the technologies applied proceed from the traditional northern region rubber industries, which in some cases, these practices can not be applied for this region.

In the present work it was studied the climatic effects of the different seasons on the growth and management of rubber nursery for plant material production in differen times of the year.

In addition it were tested differents nitrogen and potassium of fertilizers applications and its interactions in the plant growth under environmental stresses.

Also the performance of the plants leaves were studied through porometric observations conducted under field conditions, utilizing a steady state porometer (Li-Cor, Model LI-

1600).

The seedlings of the stock nursery were obtained from Tjir 1 x Tjir 16 clones. Their growth were evaluated, comparing the traditional method of plant materials production with the alternative one, where the seed storage makes possible the planting in favorable weather time.

For the former method, the seedlings were submitted to stressed environmental conditions, when the low temperatures and a lower solar radiation had negatively influenced the seedlings growth.

The stock nursery established in the summer was clearly favored by the climatic conditions. The seedlings were considered excellent for budding after six months old.

The seedlings were budded with the RRIM600 clone. Three weeks later the buddings were cutback. The buddings were evaluated from the scion sprouting until two weeks budding stage, when they were able for field transplanting.

It were not observed differences among the treatments of fertilizers application at the same growth season. On the other hand three differences were highly significative when the different seasons were compared. Also, the nitrogen metabolism seemed to be affected during the winter season. In despite of the high observed chlorophyll concentrations in the aerial part of the plants, it was lesser than the observed in

the summer season.

Significative differences were also verified in the evolution of the foliar ontogeny and in the total foliar area for the two different seasons.

The daily stomatal activity was influenced by the enviromental conditions. Stomatal magnitudes (winter/summer) as well as behavior, were influenced by climatic characteristic of the day.

The obtained results concerned to the production of rubber plant materials on different seasons, suggest as a more agronomically practicable, the seed storage during the winter season. The seed bed germination followed by the field transplant should be done during summer season. In this way it is possible to produce high quality stock nursery.

### VIII. LITERATURA CITADA

- BATAGLIA, O.C.; CARDOSO, M.; IGUE, T. & VAN RAIJ, B. 1987. Desenvolvimento da seringueira em solos do Estado de São Paulo. **Pesq. Agrop. Bras.** Brasília, **22**(4):419-424.
- BAKER, N.R. & HARDWICK, K. 1973. Biochemical and physiological aspects of leaf development in Cocoa (Theobroma cacao). I. Development of chlorophyll and photosynthetic activity. **New Phytol**, **72**:1315-1324.
- BEADLE, C.L.; JARVIS, P.G.; TALBOT, H. & NEILSON, R.E. 1985. Stomatal conductance and photosynthesis in a mature scots pine forest. III. Variation in canopy conductance and canopy photosynthesis. **J. App. Ecol.**, **22**:573-586.
- BEEVERS, L. & HAGEMAN, R.H. 1980. Nitrate and nitrite reduction. In: B.J. Mifflin (ed). **The biochemistry of plants**, vol. 5. Academic Press, New York, pp.115-168.

- BERGONCI, J.I. 1981. **Estudos fisiológicos relacionados com o balanço de CO<sub>2</sub> durante a ontogenia foliar em Hevea brasiliensis Muell Arg.** Viçosa, UFV, 53p. Tese Mestrado.
- BOLLE-JONES, F.W. 1954. Nutrition of Hevea brasiliensis. II. Effect of nutrient deficiencies on growth, chlorophyll, rubber and mineral contents of Tjirandzi 1 seedlings. **J. Rubb. Inst. Malaya**, Kuala Lumpur, **12**:209-30.
- BRAY, C.M. 1983. **Nitrogen metabolism in plants.** Longman, Inc. New York.
- BUTTERY, B.R. & BOATMAN, S.G. 1976. Water deficits and flow of latex. In: KOZLOWSKI, T.T. **Water deficit and plant growth.** New York, Academic Press, pp:233-89.
- CAMARGO, F.C. 1958. **Estudo das possibilidades do desenvolvimento da cultura da seringueira no Estado de São Paulo.** Rio Janeiro, 2ª ed. 60p.
- CAMARGO, A.P. de. 1963. **Possibilidades climáticas da cultura da seringueira no Estado de São Paulo.** Campinas, Instituto Agrônomo. Bol. 110, 25p.
- CARAMORI, P.H.; OMETTO, J.C.; COSTA, J.D. & VILLA NOVA, N.A. 1983. Estudo sobre os efeitos do vento em mudas de cacaueteiro. Em: **Anais do 3º Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**, Campinas-São Paulo, 183-189.

- CEPAGRI, 1989. Centro de Ensino e Pesquisa em Agricultura, 1980. **Relatório Técnico de Viagem nº 5/89. Visita a propriedades heveícolas no Estado de São Paulo.** 4p. (não publicado).
- CHANG, J. 1971. **Climate and Agriculture.** Aldine Publishing Company. Chicago.
- COHEN, S. & COHEN, Y. 1983. Field studies of leaf conductance response to environmental variable in citrus. **J. App. Ecol.** **20**:561-570.
- COMPAGNON, P. 1986. **Le caoutchouc naturel biologie-culture-production.** Ed. G.P. Maisonneuve & Larosse, Paris.
- CONCEIÇÃO, H.E.O.; OLIVA, M.A.; LOPES, N.F. & ROCHA NETO, O.G. da. 1985. Resistência à seca em seringueira. I. Balanço hídrico e produção primária em seis clones submetidos a deficit. **Pesq. Agrop. Bras.** Brasília **20**(9):1041-1050.
- CONCEIÇÃO, H.E.O.; OLIVA, M.A. & LOPES, N.F. 1986. Resistência à seca em seringueira. II. Crescimento e partição de assimilados em clones submetidos a déficit hídrico. **Pesq. Agrop. Bras.** Brasília. **21**(2):141-153.
- COOK, G.D.; DIXON, J.R. & LEOPOLD, A.C. 1964. Transpiration: Its effects on plant leaf temperature. **Science** **114**:546-547.

- CORREA, A.F.F.; RANZANI, G.; FERREIRA, L.G. 1987. Relações entre o déficit hídrico e alguns processos fisiológicos e bioquímicos em quatro clones de seringueira. *Acta Amaz.* **16/17**(nº único)3-12.
- DAVIES, W.J.; KOZLOWSKI, T.T.; PEREIRA, J. 1974. Effect of wind on transpiration and stomatal aperture of woody plants. *Bull R. Soc: New Zealand.* **12**:433-438.
- DENMEAD, O.T. & MILLAR, B.D. 1976. Field studies of the conductance of wheat leaves and transpiration. *Agron. J.* **63**:307-311.
- DOLMAN, A.J. & VAN DEN BURG, G.J. 1988. Stomatal behaviour in an Oak Canopy, *Agric. and Forest Meteorology.* **43**:99-108.
- DOWNES, R.W. & TONNET, M.L. 1985. Effect of environmental conditions on growth and rubber production of guayule (Parthenium argentatum). *Aust. J. Agric. Res.* **36**(2)285-294.
- EL-SHARKAWI, M.; COOK, J.H. & HERNANDEZ, A.D.P. 1985. Stomatal response to air humidity and its relation to stomatal density in a wide range of warm climate species. *Photosynthesis Research.* **7**:137-149.
- EL-SHARKAWI, M. & COOK, J.H. 1984. Water use efficient of cassava. I. Effects of air humidity and water stress of stomatal conductance on gas exchange. *Crop. Science.* **24**:497-502.

- FANJUL, L. & BARRADAS, V.L. 1985. Stomatal behaviour of two heliophile understorey species of a tropical deciduous forest in Mexico. **J. App. Ecol.** 22:943-54.
- FARQUAR, G.D. & SHARKEY, T.D. 1982. Stomatal conductance and photosynthesis. **Ann. Rev. Plant. Physiol.** 33:317-45.
- FERWERDA, J.D. 1977. Oil Palm. In: **Ecophysiology of Tropical crops**. Eds. P. de T. Alvim & T.T. Kozlowski, Academic Press, New York. pp.351-382.
- FISCHER, R.A. 1968. Stomatal opening in isolated epidermal strips of *Vicia Faba*. I. Response to light and to CO<sub>2</sub> free air. **Plant. Physiol.** 13, 1947-1952.
- FITTER, A.H. & HAY, R.R.M. 1983. **Environmental physiology of plants**. Academic Press. London.
- FORDHAM, R. 1975. The ecophysiology of tea. In: **Ecophysiology of Tropical Crops**. Manaus-AM. vol.2. 22p.
- GASPAROTTO, L.; TRINDADE, D.R. & SILVA, H.M. 1984. **Doenças da seringueira**. EMBRAPA/CNPQSD, Manaus/AM. Circ. Téc. nº 4. 71p.
- GATES, D.M. 1980. **Biophysical ecology**. Springer-Verlag. New York.

- GIBBS, M. 1971. Carbohydrate metabolism by chloroplasts. In: **Structure and function of chloroplasts**. Ed. M. Gibbs Springer-Verlag. N. York, pp.170-214.
- GONCALVES, P.S. 1986. Melhoramento genético da seringueira (Hevea spp). Em: **Simpósio sobre a Cultura da Seringueira no Estado de São Paulo**. ESALQ-USP. Piracicaba, Fundação Cargill, pp.95-123
- GRACE, J.; MALCOM, D.C.; BRADBURY, I.K. 1975. The effect of wind and humidity on leaf diffusive resistance in Sitka spruce seedlings. **J. Appl. Ecol.** 12:931-940.
- GRAHAM, R.D. & ULRICH, A. 1972. Potassium deficiency-induced changes in stomatal behaviour leaf water potentials, and root system permeability in Beta vulgaris L. **Plant Physiol.** 49: 105-109.
- GUERRINI, I.A. 1983. **Crescimento e recrutamento de macro e micronutrientes no período de quatro anos pela Hevea brasiliensis, clone Fx 3864 na região de Rio Branco, AC.** Piracicaba, ESALQ/USP. 105p. (Dissertação de mestrado).
- HALL, A.E. & KAUFMANN, M.R. 1975. Stomatal response to environment with Sesamum indicum L. **Plant. Physiol.** 55:445-449.

- HALL, A.E.; SCHULZE, E.D.; LANGE, O.C. 1976. Current perspectives of steady-state stomatal response to environment. In: **Water and plant Life.** Ecological studies. Lang, O.L.; Kappen, L.; Schulze, E.D. (Eds). vol. 19. Springer. Berlin-Heidelberg - New York. pp.169-188.
- HALLÉ, F. & MARTIN, R. 1968. Etude de la croissance rythmique chez l'hévea. **Adansonia Sr.** 2, 8(4):475-503.
- HEAT, O.V.S. & MEIDNER, H. 1957. Effects of carbon dioxide and temperature on stomata of Allium cepa L. **Nature.** 180 (27).182.
- HEAT, O.V.S. & ORCHARD, B. 1957. Midday closure of stomata. Effect of temperature on concentration of CO<sub>2</sub> minimum in the spaces intercelulares. **Nature,** 180(27):130-181.
- HSIÃO, T. 1973. Plant response to water stress. **Ann. Rev. Plant. Physiol.** 1973. 24:519-70.
- HSIÃO, T.C. 1975. **Variables affecting stomatal opening-complicating effects.** Measurement of stomatal aperture and diffusive resistance. Washington State University, Bulletin 809, 39p.
- HUA-SON, P. 1983. Adaptabilities of four rubber clones to higher latitude and elevations areas. Yunnan Province. In: **Planter's conference.** Kuala Lumpur. Persidangan Pelandang. 18p.

- HUGHET, J.G. 1985. Appreciation de l'état hydrique d'une plante à partir des variations micrométriques de la dimension des fruits ou des tiges au cours de la journée. *Agronomie*, **5**(8): 733-41.
- HUMPHRIES, E.C. & WHEELER, A.W. 1963. The physiology of leaf growth. *Ann. Rev. Plant. Physiol.* **14**:385-410.
- JARVIS, P.G.; MORISON, J.I.L. 1981. The control of transpiration and photosynthesis by the stomata. In: **STOMATAL PHYSIOLOGY**. Ed. P.G. JARVIS, T.A. MANSFIELD. Soc. Biol. Biol. (SS), 2, pp.247-79.
- JEWER, P.C.; INCOLL, L.D. & SHAW, J. 1982. Stomatal responses of *Argenteum* - a mutant of *Pisum sativum*, L. with readily detachable leaf epidermis, *Planta*, **155**:146-153.
- JONES, G.H. 1986. **Plants and Microclimate**. CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, London.
- JORDAN, W.R.; BROW, K.W. & THOMAS, J.C. 1975. Leaf age as a determinant in stomatal control of water loss from cotton during water stress. *Plant physiol.* **56**:595-599.
- KASTURIBAI, K.V.; VOLETI, S.R. & RAJAPOGAL, V. 1988. Water relations of coconut palms as influenced by environmental variables. *Agric. Forest. Met.* **43**:193-199.

- KETELLAPPER, J.H. 1963. Stomatal physiology. **Ann. Rev. Plant. Physiol.** **14**:249-267.
- KRAMER, P.J. & KOZLOWSKI, T.T. 1979. **Physiology of woody plant.** Academic Press, New York.
- KRIEDMAN, P.E. 1986. Stomatal and photosynthetic limitation to leaf growth. **Aust. J. Plant Physiol.** **13**:15-31.
- LANDSBERG, J.J. & BUTLER, D.R. 1980. Stomatal response to humidity: implications for transpiration. **Plant Cell an Environment**, **3**:29-33.
- LANGE, O.L.; LOSCH, R.; SCHULZE, E.D. & KAPPEN, L. 1971. Responses of stomata to changes in humidity. **Planta**, **100**-76-86.
- LARÇHER, W. 1986. **Ecofisiologia vegetal.** (Trad. Antônio Danesi e Hildegard T. Buckup). EPU - São Paulo.
- LEMOS FILHO, J.P.; PINTO, H.S.; ROCHA NETO, O.G. da. 1989. Observações sobre a temperatura de sub-resfriamento e de congelamento em folhas maduras de seringueira. **Anais da II Reunião Brasileira de Fisiologia Vegetal.** Piracicaba, pp. 183.
- LEOPOLD, C.A. & KRIEDMAN, P.E. 1978. **Plant growth and development.** TMH edition, McGraw-Hill Inc. New York.

- LEVITT, J. 1980. **Responses of plants of environmental stress.** 2nd Ed. vols. I. Academic Press. N. York.
- LIEBHARDT, W.C. 1968. Effect of potassium on carbohydrate metabolism and translocation. In: **The role of potassium in agricultura.** Ed. Kilmer, N.C. Younts, S.E. & Brady, N.C. WISCONSIN, USA, pp.147-156.
- LYONS, J.M. 1973. Chilling injury in plants. **Ann. Rev. Plant. Physiol.** **24**:445-66.
- MAC ADAM, J.W.; VOLENEC, J.J. & NELSON, C.J. 1989. Effects of nitrogen on Mesophyll cell division and epidermal cell elongation in Tall fescue leaf blades. **Plant Physiol.** **89**:549-556.
- MACLACHLAN, S. & ZALIK, S. 1963. Plastid structure chlorophyll concentration and free amino acids composition of a chlorophyll mutant of barley. **Can. J. Bot.** **41**:1053-1062.
- MAESTRI, M. & BARROS, R.S. 1977. Coffee. In: **Ecophysiology of tropical crops.** Eds. P. de T. Alvim & T.T. Kozlowski. Academic Press, New York, pp.249-278.
- MAGALHÃES, A.C.N.; PETERS, D.B. & HAGEMAN, R.H. 1976. Influence of temperature on nitrate metabolism and leaf expansion in soybean (Glycine max L. merr.) seedlings. **Plant physiol.** **58**:12-16.

- MANSFIELD, T.A. & MEIDNER, H. 1966. Stomatal opening in light of different wavelenghts. Effects of blue light independent of carbon dioxide concentration. **J. Exp. Bot.** **17**:510-21.
- MATOS, A. de O. 1973. Correlação de adubação NPK de seringueira em viveiro e em seringal em formação com análise de folha. Em: INSTITUTO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO NORTE. **Relatório Anual 1973/1974**, Belém. Convênio SUDHEVEA/DNPEA/IPEAN, período julho/1973 - junho/1974.
- MEDRI, M.E. & LLERAS, E. 1980. Aspectos de anatomia ecológica de folhas de *Hevea brasiliensis*, Muell Agr.. **Acta Amaz.** **10**:463-493.
- MEIDNER, H. & MANSFIELD, T.A. 1968. **Physiology of Stomata**. McGraw-Hill, London.
- MENGEL, K. 1985. Potassium movement within plants and its importance in assimilate transport. In: **Proceedings of an International Symposium Potassium in Agriculture, 7-10 July, 1985**. Potash & Phosphate Institute. pp.397-409.
- MATIVIER, R.J. 1986. Dormência e germinação. Em: **Fisiologia Vegetal 2**. 2ª ed. Coord. Mario Guimarães Ferri. EPU-SP, pp. 343-392.
- MEYER, W.S.; GREEN, G.C. 1981. Comparison of stomatal action of orange, soybean and wheat under field conditions. **Aust. J. Plant. Physiol.** **8**:65-76.

- MILBURN, J.A. 1979. **Water flow in plants.** Ed. Longman Inc. New York.
- MORAES, V.H.F. & BASTOS, T.X. 1972. Viabilidade e limitações climáticas para as culturas permanentes, semipermanentes e anuais, com possibilidade de expansão na Amazônia. **B. Téc. Inst. Pesq. Agropec. Norte.** (54):13-53.
- MAGARAJAH, S. & RATNASURIYA, G.B. 1978. The effect of phosphorus and Potassium deficiencies on transpiration in Tea (Cammelia sinensis). **Physiol. Plant.** 42:103-108.
- NEWTON, P. 1963. Studies on the expansion of the leaf surface II. the influence of light intensity and daylength. **J. Exp. Bot.** 14:458-82.
- NOBEL, P.S. 1982. Wind as an ecological factor. In: **Physiological Plant Ecology.** Eds. LANGE, O.L., NOBEL, P.S., OSMOND, C.B. and ZIEGLER, H. Berlin, Spring-Verlag. Vol. 12A pp.475-500.
- OLIVEIRA, L.E.M. & MAGALHÃES, A.C.N. 1989. Atividades da redução de nitrato in vitro em folhas de cana-de-açúcar em função das variações nas condições de ensaio. **Pesq. Agrop. Bras.** Brasília, 24(4):437-43.
- ORTOLANI, A.A. 1986. Agroclimatologia e o cultivo da seringueira. Em: **Simpósio sobre a cultura da seringueira no Estado de São Paulo.** Piracicaba-SP. Fundação Cargil. pp.11-32.

- OUTLAW, W.G.Jr. 1983. Current concepts on the role of potassium in stomatal movements. **Physiol. Plant.** 59:302-311.
- OUTLAW, W.H.; MAYNE, B.C.; ZENGER, V.E. & MANCHESTER, J. 1981. Presence of both photosystems in guard cells of Vicia faba L. implications for environmental signal processing. **Plant Physiol.** 67:12-16.
- PAHM, K.E. 1976. **Fertilizer elements and gibberellic acid interaction on the buddability of Rubber (Hevea brasiliensis, Muell-Arg) seedlings for areen budding.** Philippines. Tese de Doutorado, Dept<sup>o</sup> Soil Science. University los Baños, 142p.
- PEREIRA, A.V.; VENTORIM, N. & DAVIDE, A.C. 1985. Crescimento de porta enxertos de seringueira (Hevea spp) em relação à temperatura do ar nas condições de Lavras, Minas Gerais. **Ciência & Prática.** Lavras, 9(2):157-161.
- PEREIRA, J.P. 1986. Formação de mudas de seringueira. Em: **Simpósio sobre a Cultura da Seringueira no Estado de São Paulo.** ESALQ. Piracicaba, Fundação Cargill. pp.139-164.
- PEREIRA, J. da P. 1989. **Crescimento de mudas enxertadas de seringueira (Hevea ssp) nas condições de sombra e a pleno sol, em função da adubação nitrogenada e potássica, na presença e ausência da fosfatada e de ácido giberélico, em solo podzolizado, variação marília.** ESALQ, Piracicaba. 140p. (Tese de doutorado).

- PEREIRA NETO, A.B. 1988. **Comportamento físico ecológico de plantas de kudzu (Puerária ssp): efeito da temperatura e da deficiência hídrica sobre a assimilação do nitrato e balanço hídrico na planta.** UNICAMP, SP. 120p. (Tese de mestrado).
- PINTO, H.S. 1973. **Determinação dos intervalos de recorrência de rajadas máximas de vento no Estado de São Paulo.** Instituto Agrônomo de Campinas. Fac. de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu. Botucatu-SP. 64p. (Tese de doutorado).
- POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE OF CANADA. 1988. **Potash: Its need & use in modern agriculture.** 44p.
- RAO, A.N. 1963. Reticulate cuticle on leaf epidermis in Hevea brasiliensis, Muell. **Nature**, 197:1125-26.
- RASCHKE, K. 1975. Stomatal Action. **Annu. Rev. Plant Physiol.**, 26:309-340.
- RENA, A.B. & MAESTRI, M. 1987. Ecofisiologia do cafeeiro. Em: **Ecofisiologia da produção agrícola.** ed. P.R.C. Castro, S.O. Ferreira e T. Yamada. Piracicaba, PATAFÓS. pp.119-47.
- RESNICK, M.E. & MENDES, L.F. 1979. Water relations of young potted rubber subjected to various degrees of water stress. **R. THEOBROMA**, 9:185-95.

- REUTHER, W. 1977. Citrus. In: **Ecophysiology of tropical crops**. Eds. P. de T. Alvim & T.T. Kozlowski. Academic Press, New York. pp.409-439.
- ROBINSON, N. & PREISS, J. 1985. Biochemical phenomena associated with stomatal function. **Physiol. Plant.** **64**:141-46.
- ROCHA NETO, O.G. da. 1979. **Eficiência no uso de água em plântulas de seringueira submetidas a déficit hídrico**. UFV. Viçosa/MG. 49p. (Tese de mestrado).
- ROCHA NETO, O.G. da; CANO, M.A.O.; THILBAUT, J.T.L. 1983. Eficiência no uso de água em plântulas de seringueira submetidas a déficit hídrico. **Pesq. Agropec. Bras.** **18**(4):363-369.
- RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYSIA. 1975. Nursery techniques for rubber plant propagation. In: **Agricultural Senes Report**. Malaysia. 81p.
- RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYSIA. 1956. **Annual Report**, 1955. 20p.
- RUILYAN, H. & ZHENFEI, C. 1986. Preliminary studies on cold resistance of rubber trees determined by electric conductometer. In: **Proceedings of the IRRDB Rubber Physiology and Exploitation Meeting**. Ed. Pan Yanging & Zhao Conwen, HAYNAN. Sout Chine Academy of Tropical Crops. 98-105.

- SALISBURY, F.B. & ROSS, C.W. 1985. **Plant Physiology**. 3<sup>a</sup> ed. Wadsworth Publishing Company. California (U.S.A.).
- SAMARANAYAKE, C.; ABEYWARDENA, V.; GUNARATNE, R.B. & BANDARA, K.A.G. 1980. Effect of the rootstock and scion on bud emergence of Hevea budgrafts. **J. Rubb. Res. Inst. Sri Lanka** (57), 1-6.
- SAMSUDDIN, Z. & IMPENS, I. 1978. Water vapor and carbon dioxide diffusion resistances of four Hevea brasiliensis clonal seedlings. **Exp. Agric.** 14:173-7.
- SAMSUDDIN, Z. & IMPENS, I. 1979. The development of photosynthetic rate with leaf age in Hevea brasiliensis Muell. Agr. clonal seedlings. **Photosynthetica** 13(3):267-270.
- SAMSUDDIN, Z. 1980. Differences in stomatal density, dimension and conductances to water vapour diffusion in seven Hevea species. **Biol. Plant.**, 22:154-6.
- SANTOS FILHO, B.G. 1985. **Parâmetros biofísicos e fenológicos associados a economia de água em plantas de cana-de-açúcar (Saccharum spp) submetidas a estresse hídrico**. UNICAMP, Campinas, 158p. (Tese de doutorado).
- SAMANAYAKE, J.D. & SARAMANAYAKE, P. 1970. Intraspecific variation of stomatal density in Hevea brasiliensis Muell. **Arg. Rubber Res. Inst. Ceylon Q.J.**, 46:61-68.

- SANANAYAKE, Y.D.A. 1969. Specific abaxial foliar characteristic of Hevea benthamiana Muell Arg., Hevea brasiliensis Muell Arg. and Hevea spruceana (Benth) Muell Arg. and their expression in interespecific hybrid. **Rubber Res. Inst. Ceylon, O.Y.**, 45:22-31.
- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. 1974. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba, ESALQ/USP, 56p.
- SCHULZE, E.D.; LANGE, O.L.; EVENARI, M.; CAPPEN, L. & BUSCHBOM, U. 1980. Long-Term effects of drought on wild and cultivated plants in the Negev Desert. II. Diurnal patterns of net photosynthesis and daily carbon gain. **Oecologia** 45: 19-25.
- SENA GOMES, A.R. & KOZLOWSKI, T.T. 1988. Stomatal characteristics leaf waxes, and transpiration rates of Theobroma cacao and Hevea brasiliensis seedlings. **Ann. Bot.** 62,425-432.
- SENA GOMES, A.R. & KOZLOWSKI, T.T. 1987. Effects of temperature on growth and water relations of cacao (Theobroma cacao var. comum) seedlings. **Plant and Soil** 130, 3-11.
- SENA GOMES, A.R.; KOZLOWSKI, T.T. & REICH, P.B. 1987. Some physiological responses of Theobroma cacao var. catongo seedlings to air humidity. **New phytol.**, 107, 591-602.

- SHARKEY, T.D.; RASCHKE, K. 1981. Effect of light quality on stomatal opening in leaves of Xanthium strumarium L. **Plant physiol.** 68:1170-74.
- SHARKEY, T.D. & RASCHKE, K. 1981. Separation and measurement of direct and indirect effects of light on Stomata. **Plant. physiol.** 68:33-40.
- SHIMSHI, D. 1967. Leaf chlorosis and stomatal aperture. **New phytol.** 66:455-461.
- SHORROCKS, V.M. 1964. **Mineral deficiencies in Hevea and associated cover plants.** Ed. Kynoch Press England.
- SHORROCKS, V.M. 1965. Mineral nutrition, growth and nutrient cycle of Hevea brasiliensis. I. Growth and nutrient content. **Jour. Rub. Res. Ins. Malaya**, 19(I):32-47.
- SHORROCKS, V.M. 1979. **Deficiências minerais em Hevea e plantas de cobertura associada, Hevea brasiliensis, Pueraria phascoloides, Centrosema pubescens e Calopogonium mucunoides.** Trad. Luiz Octavio T. Mendes, Brasília, SUDHEVEA.
- SIVANADYAN, K.G.; HARIDAS, H. & PUSHIPARAJAH. 1976. Reduced immaturity period of Hevea brasiliensis. In: **Proc. of the Inst. Rubber Res. Conf. Kuala Lumpur.** Malaysia 20-25 october 1975. Rubber Research Institute of Malaya. 3. pp.147-157.

- SLATIER, R.O. 1967. **Plant-water relationship**. Academic Press, London.
- SOARES, A.M.; OLIVEIRA, L.E.M.; ROCHA NETO, O.G. da; GOMIDE, M. B. & ALVARENGA, A.A. 1989. Avaliação de plantas de seringueira (Hevea brasiliensis Muell Arg.): comportamento estomático e crescimento de planta sob as condições edafo-climáticas de Lavras - Minas Gerais. **Anais do VI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**, Maceió-AL. pp.50-54.
- SUTCLIFFE, J. 1977. **Plants and temperature**. Studies in Biology nº 86, Ed. Edward Arnold Ltda., London.
- TAYLOR, A.O.; SLACK, C.R. & McPHERSON, H.G. 1974. Plant under climatic stress VI. Chilling and light effects of photosynthetic enzymes of sorghum and maize. **Plant Physiology** 54:696-701.
- THOMAS, H. 1983. Analysis of the nitrogen response of leaf extension in Lolium temulentum seedlings. **Ann. Bot.** 51: 363-371.
- TING, I.P. 1982. **Plant Physiology**. Addison-Wesley Publishing Company. Philippines.
- TRAVIS, A.J. & MANSFIELD, T.A. 1981. Light saturation of stomatal opening on the adaxial and abaxial epidermis of Cammelina comunis. **Jour. Exp. Bot.** 32:1169-1179.

- TROUGHTON, J.H. & SLATIER, R.O. 1969. Plant water status, leaf temperatura and the calculated mesophyll resistance to carbon dioxide of cotton leaves. **Aust. J. Biol. Sci.** **22**:815-827.
- VALOIS, A.C.C.; PINHEIRO, E.; CONCEIÇÃO, H.E.O.; SILVA, M.N.C. 1978. Competição de porta enxertos de seringueira (Hevea spp) e estimativas de parâmetros genéticos. **Pesq. Agrop. Bras.** Brasília, **13**(nº 2):49-54.
- VEGIS, A. 1964. Dormancy in higher plants. **Ann. Rev. Plant. Physiol.** (15):185-225.
- VIEGAS, I. de J.M. 1985. **Doses de NPK em viveiro de Hevea spp na obtenção de plantas aptas para enxertia em Latossolo Amarelo textura média, na Ilha de Mosqueiro-PA.** ESALQ. Piracicaba, SP. 71p. (Dissertação de mestrado).
- VOLKEMBURGH, V.E. & DAVIES, W.J. 1977. Leaf anatomy and water relation of plant grown in controlled environments and in the field. **Crop. Sci.** **17**:335-358.
- VON CAEMMERER, S.; FARQUHAR, G.D. 1981. Some relationship between the biochemistry of photosynthesis and the gas exchange of leaves. **Planta** **153**:376-87.
- WAREING, P.G. 1969. The control of bud dormancy in seed plants. **Symp. Soc. Exp. Biol.** **23**, 241-262.

- WARRIT, B.: LANDSBERG, J.J. & THORPE, M.R. 1980. Responses of apple stomata to environment factors. **Plant Cell Environ.**, **3**:13-22.
- WATTS, W.R. 1972a. Leaf extension in *Zea mays*. 1. Leaf extension and water potential in relation to root-zone and air temperature. **J. Exp. Bot.** **23**:704-12.
- WATSON, G.A. 1989. Climate and soil. In: RUBBER, ED. C.C. WEBSTER & W.J. BULKWILL. Longman Cientific Technical. New York. pp.125-164.
- WEST, D.W. & GAFF, D.F. 1976. The effect of leaf water potential, leaf temperature and light intensity on leaf diffusion resistance and the transpiration of leaves of Malus Silvestres. **Physiol. Plant.** **38**:98-104.
- WITHEHEAD, D.; OKALT, D.U.U. & FASEHUN, F.E. 1981. Stomatal response to environmental variables in two tropical forest species during the dry season in Nigeria. **J. App. Ecol.** **18**: 571-87.
- WONG, S.C.: COWAN, I.R. & FARQUHAR, G.D. 1979. Stomatal conductance correlated with photosynthetic capacity. **Nature**, **282**:424-426.
- YI-RON, W.: HONG-XIAN, L. & ZUN-YUN, G. 1984. Effect of chilling temperature an plant metabolism of Hevea brasiliensis **Chin. J. Trop. Crops.** **5(1)**:51-50.

ZEIGER, E.; ARMOND, O. & MELIS, A. 1981. Fluorescence properties of guard cell chloroplast. Evidence for linear electron transport and light-harvesting pigments of photosystems I e II. **Plant Physiol.** 67:17-20.

ZEIGER, E. & FIELD, C. 1982. Photocontrol of the functional coupling between photosynthesis and stomatal conductance in the intact leaf. **Plant Physiol.** 70:370-75.

## **APÊNDICE**

Frequência de ocorrências de temperaturas mínimas na faixa de 10°C, durante o período de inverno de 1986 (Fonte ESALQ/USP).

Meses	Limite de Classe	Frequência	%
Maio	10 a 11	4	12,90
	5 a 6	5	16,67
Junho	6 a 7	3	10,00
	7 a 8	2	6,67
	8 a 9	2	6,67
	9 a 10	7	23,33
Julho	3 a 4	1	3,23
	4 a 5	1	3,23
	5 a 6	1	2,23
	6 a 7	2	6,45
	7 a 8	3	9,68
Agosto	8 a 9	5	16,13
	9 a 10	5	16,13
	8 a 9	2	6,45
	9 a 10	2	6,45

Freqüência de ocorrência de temperaturas inferiores a 10°C durante o período de inverno de 1987 (Fonte ESALQ/USP).

Meses	Limite de Classe (°C)	Freqüência	%
Maio	5 a 6	1	3,23
	6 a 7	1	3,23
	7 a 8	1	3,23
	8 a 9	2	6,45
	9 a 10	1	3,23
Junho	3 a 4	3	10,00
	5 a 6	4	13,33
	6 a 7	3	10,00
	7 a 8	1	3,33
	8 a 9	2	6,67
	9 a 10	1	3,33
Julho	8 a 9	1	3,23
	9 a 10	3	9,68
Agosto	2 a 3	2	6,45
	4 a 5	1	3,23
	5 a 6	2	6,45
	6 a 7	3	9,68
	7 a 8	2	6,45
	8 a 9	5	16,13
	9 a 10	3	9,68

## Amplitude Térmica

Dias	Maio '87			Junho/87			Julho/87			Agosto/87		
	Imáx.	Imín.	Amp.	Tráx.	Trín.	Amp.	Imáx.	Trín.	Amp.	Tráx.	Trín.	Amp.
1	28.5	14.6	13.9	27.0	8.2	18.8	27.2	8.2	19.0	22.0	8.4	13.6
2	28.9	15.0	13.9	26.0	11.4	14.8	27.4	9.4	18.0	25.0	6.2	18.8
3	29.8	15.0	14.8	27.2	11.4	15.8	28.5	9.0	19.5	24.2	6.9	17.3
4	29.0	15.2	13.8	28.0	11.9	16.1	24.0	12.7	11.3	26.4	7.9	18.5
5	27.2	16.0	11.2	18.0	12.2	15.8	27.0	11.9	15.1	29.6	8.9	27.7
6	29.2	18.2	11.0	25.9	12.0	13.9	27.9	12.2	15.7	17.2	16.0	1.2
7	28.4	19.2	9.2	22.6	12.2	10.4	27.6	13.4	14.2	15.2	6.9	8.3
8	29.8	21.2	8.6	24.9	12.2	12.7	24.9	13.8	11.1	19.8	2.2	17.6
9	24.8	16.0	8.8	25.6	11.6	14.0	24.9	13.8	11.1	23.2	2.6	20.6
10	23.4	12.6	10.6	24.2	10.4	13.8	25.4	10.6	14.8	28.4	4.4	24.0
11	20.6	12.9	7.7	28.0	9.9	18.1	28.1	10.6	17.5	32.0	7.8	24.2
12	29.4	15.6	13.8	29.4	10.0	19.4	25.6	11.0	14.6	33.4	13.9	19.5
13	29.9	16.9	13.0	30.0	12.8	17.2	30.0	13.2	16.8	33.9	15.0	18.9
14	28.6	17.4	11.2	24.8	17.2	7.6	31.0	14.0	17.0	33.6	13.9	19.7
15	27.8	19.4	8.4	25.5	16.8	8.7	30.6	12.9	17.7	33.4	13.2	20.2
16	25.9	16.0	9.9	17.8	14.2	3.6	30.2	13.0	17.8	33.2	13.2	20.0
17	20.6	13.2	7.4	18.6	6.8	11.8	30.4	13.6	16.8	27.9	18.8	14.1
18	24.4	13.9	10.5	19.4	5.6	13.8	30.4	13.2	17.2	24.2	12.2	12.0
19	27.4	15.8	11.6	21.4	3.8	17.6	25.2	13.2	12.0	17.8	11.0	6.8
20	29.2	17.8	11.4	23.2	3.8	19.4	27.9	10.6	17.3	22.4	9.2	13.2
21	22.6	18.2	4.4	26.0	3.9	22.1	24.8	10.9	13.9	21.6	5.8	15.8
22	21.6	10.6	11.0	28.6	5.2	23.4	24.6	12.2	12.4	21.2	8.0	13.2
23	24.9	9.8	11.0	21.6	15.4	6.2	27.6	9.8	17.8	25.8	8.4	17.4
24	18.0	10.6	7.4	16.0	10.2	5.8	28.4	10.0	18.4	27.2	9.2	18.0
25	17.6	12.8	4.8	22.2	5.8	16.4	28.0	11.8	16.2	30.0	8.8	21.2
26	21.2	5.4	15.8	23.5	5.8	17.7	28.4	10.2	18.2	30.8	9.4	21.4
27	24.2	6.6	17.6	22.7	7.4	15.3	29.9	10.6	19.3	31.6	12.9	18.7
28	17.6	7.6	10.0	23.9	6.4	17.5	29.9	10.9	19.0	34.2	13.6	20.6
29	19.9	12.2	7.7	25.4	6.9	18.5	30.2	11.9	18.3	34.2	14.2	20.0
30	21.2	8.4	12.8	26.4	8.2	16.2	19.4	15.4	4.0	30.2	14.9	15.3
31	23.9	8.2	15.7	-	-	-	19.0	10.4	8.6	19.4	5.4	14.0

Resultado da Análise de Solo

Nº amostra		% na Matéria Seca					meq/100 cm <sup>3</sup>				
Lab.	Int.	P.res.	M.O.%	pH CaCl	K	Ca	Mg	H + Al	S	T	V%
1407	01	26.5a	3.20a	4.55b	0.58a	2.73a	0.79a	2.50b	4.1a	6.6a	62.1a
1407	01	27.7a	3.20a	4.55b	0.50a	2.94a	0.74a	2.50b	4.2a	6.7a	62.6a
1407	01	29.2a	3.20a	4.55b	0.37a	3.22a	0.79a	2.50b	4.4a	6.9a	63.7a

Obs: mb = muito baixo; b = baixo; m = médio; a = alto; ma = muito alto

Fonte: ESALQ/USP

## Programa para cálculo do teor de clorofila em tecidos vegetais

```
10 Input "entre com a 663"; A
20 Input "entre com a 645"; B
30 Input "entre com a 623"; C
40 Input "volume total"; V
50 Input "área disco foliar"; D
60 Input "números de discos"; N
70 T = 1.19 * A - 0.012 * B - 0.003 * C
80 K = 1.025 * B - 0.18 * A - 0.034 * C
90 CLa = T * V : 83 * (D * N)
100 CLb = K * V : 52.5 * (D * N)
110 RELa = CLa : CLb
120 CLt = CLa + CLb
130 Print " CLa = ". CLa.
140 Print " CLb = "; CLb.
150 Print " CLt = "; CLt.
170 END
```