

**EFEITO DE MÉTODOS QUÍMICOS DE INDUÇÃO  
DE COPA NO DESENVOLVIMENTO DA SERINGUEIRA  
(*Hevea brasiliensis* Muell. Arg. cv. RRIM 600)**

MARCOS SILVEIRA BERNARDES

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura  
"Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo,  
para obtenção do título de Mestre em Agronomia.  
Área de Concentração : Fitotecnia.

PIRACICABA  
Estado de São Paulo  
1 9 8 9

EFEITO DE MÉTODOS QUÍMICOS DE INDUÇÃO DE COPA NO  
DESENVOLVIMENTO DA SERINGUEIRA (*Hevea brasiliensis*  
Muell. Arg. cv. RRIM 600)

MARCOS SILVEIRA BERNARDES  
Engenheiro-Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. PAULO ROBERTO DE CAMARGO E CASTRO

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

P I R A C I C A B A  
Estado de São Paulo - Brasil  
Dezembro - 1989

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da  
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCAP/USP

---

Bernardes, Marcos Silveira  
B521e      Efeito de métodos químicos de indução de copa no  
desenvolvimento da seringueira (Hevea brasiliensis  
Muell. Arg. cv. RRIM 600). Piracicaba, 1989.  
192p.

Diss.(Mestre) - ESALQ  
Bibliografia.

1. Seringueira - Indução - Método 2. Seringueira -  
Método químico - Efeito 3. Seringueira - Regulador de  
crescimento I. Escola Superior de Agricultura Luiz de  
Queiroz, Piracicaba

CDD 633.895

EFEITO DE MÉTODOS QUÍMICOS DE INDUÇÃO DE COPA NO  
DESENVOLVIMENTO DA SERINGUEIRA (*Hevea brasiliensis*

Muell. Arg. cv. RRIM 600)

MARCOS SILVEIRA BERNARDES

Aprovado em: 26.03.90

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Paulo Roberto de Camargo e Castro

ESALQ/USP

Dr. Altino Aldo Ortolani

IAC/SAESP

Dr. Jayme Vasquez Cortez

CATI/SAESP



PROF. DR. PAULO ROBERTO DE CAMARGO E CASTRO

Orientador:

*A minha esposa SUELI e*

*meus filhos JANAINA e DANIEL.*

*pelo amor, apoio e incentivo.*

*A meu pai JAIR e minha mãe MARIA APARECIDA (in memoriam) por  
me ensinarem a duvidar do estabelecido e acreditar no*

*impossível.*

*DEDIDO*

## AGRADECIMENTOS

- Ao Dr. Paulo Roberto de Camargo e Castro pela valiosa orientação e amizade.
- Ao Dr. José Dias Costa e ao colega Maurício Lemos Mendes da Silva por viabilizarem a minha inscrição no Mestrado e a instalação do experimento de tese.
- Ao Dr. José Carlos Ometto pela orientação metodologia de fotografias hemisféricas.
- Aos meus superiores José Tadeu de Faria, Antonio Maria Gomes de Castro, Assiz Ramos de Souza e José Cezario Menezes de Barros pelo esforço para permitir a realização do curso e da dissertação.
- Aos colegas da SUDHEVEA Luiz Roberto Viccaro, Hassen Haluen, Gilson Guedes Santos, Roberto Serra Siqueira e da CANECC Luiz Carlos Lopes, Carlos Edmur Pessenda e Antonio Carlos Cezario pelo apoio.
- Aos senhores Alberto Srur proprietario da fazenda Cachoeirinha e Osvanir Scobosa Lopes e José Ricardo Fagan, gerente e administrador, pela colaboração na condução do experimento.
- Aos funcionarios da ESALQ Ivan Jose Moretti do Departamento de Fisica e Metereologia e Andrés Enrique Lai Reyes do CIAGRI pela contribuição na realização dos levantamentos de campo e análise estatística.

As Professoras Maria Izalina Ferreira Alves, do Departamento de Matemática e Estatística da ESALQ, Tiemi Matsuo da Universidade Estadual de Londrina e ao Professor Homero Fonseca Filho do Departamento de Ciências Florestais da ESAL/MEC, pelo apoio na análise estatística dos resultados.

Aos pesquisadores e funcionários da Seção de Climatologia e ao Dr. Eduardo Caruso Machado da Seção de Fisiologia Vegetal do Instituto Agronômico de Campinas pela orientação e cessão do equipamentos e dados meteorológicos.

- A ESALQ/USP pela contribuição à nossa formação.
- A EMBRAPA e FINEP pelo apoio financeiro ao experimento.
- A CAPES/MEC por 9 meses de bolsa de estudo.

A todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente pela realização do presente trabalho.

## S U M Á R I O

	Página
LISTA DE FIGURAS .....	ix
LISTA DE TABELAS .....	xiv
LISTA DE FÓRMULAS E EQUAÇÕES .....	xxi
RESUMO .....	xxiii
SUMMARY .....	xxv
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	5
2.1. Redução do Período de Imaturidade .....	5
2.2. Aspectos Gerais de Formação de Copa .....	7
2.2.1. Fatores que afetam as características das copas .....	10
2.2.2. Características das copas e seu efeito sobre o crescimento .....	12
2.2.3. Métodos de caracterização das copas ...	14
2.2.4. Métodos de medida de radiação e sua ab- sorção pelo dossel vegetativo .....	21
2.3. Métodos de Indução a Formação de Copa .....	24
2.3.1. Entalhe sobre gemas laterais dormentes.	25
2.3.2. Desfolhamento .....	25
2.3.3. Arqueamento da planta .....	26
2.3.4. Poda do ápice da planta .....	26
2.3.5. Anelamentos .....	28
2.3.6. Confinamento do ápice .....	35
2.3.7. Métodos químicos .....	38
2.3.8. Desbrota controlada .....	39

	Página
2.4. Resistência a vento relacionada com formação e tipo de copa .....	46
2.4.1. Características de copa e resistência a danos causados por vento .....	48
2.4.2. Práticas culturais envolvidas na prevenção e correção de danos causados por vento .....	50
2.5. Reguladores vegetais e modificação da arquitetura de copa e do desenvolvimento da seringueira .....	55
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	64
3.1. Localização e Caracterização da Área Experimental .....	64
3.1.1. Clima .....	64
3.1.2. Solo .....	71
3.1.3. Material botânico .....	73
3.2. Instalação do Plantio e Condução do Seringal .	73
3.3. Tratamentos e Delineamento Experimental .....	74
3.4. Instalação e Condução do Experimento .....	76
3.5. Variáveis Estudadas .....	77
3.5.1. Perímetro do tronco .....	79
3.5.2. Espessura de casca .....	79
3.5.3. Altura da árvore e do tronco e comprimento da copa .....	80
3.5.4. Diâmetro da copa .....	81

	Página
3.5.5. Número e porcentual de árvores ramificadas .....	81
3.5.6. Número de ramos .....	82
3.5.7. Concentração de ramos .....	82
3.5.8. Ângulo de inserção dos ramos .....	82
3.5.9. Índice de área foliar .....	83
3.5.10. Coeficiente de absorção de radiação ...	84
3.5.11. Danos por vento .....	86
3.5.12. Observações gerais .....	87
3.6. Análise Estatística .....	87
3.6.1. Análise multivariada .....	87
3.6.2. Análises individuais das variáveis e suas correlações .....	90
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	93
4.1. Efeito dos Tratamentos e Grupos de Tratamentos no Conjunto de Variáveis .....	93
4.1.1. Efeito dos tratamentos na época 1 .....	93
4.1.2. Efeito dos tratamentos na época 2 .....	104
4.1.3. Efeito dos tratamentos na época 3 .....	113
4.1.4. Efeito dos tratamentos na época 4 .....	122
4.1.5. Efeito dos tratamentos nas quatro épocas .....	130
4.2. Efeito dos Tratamentos e Grupos de Tratamentos Sobre Cada Variável Estudada .....	131
4.2.1. Perímetro de tronco .....	131

	Página
4.2.2. Espessura de casca .....	137
4.2.3. Altura da árvore .....	141
4.2.4. Altura do tronco .....	145
4.2.5. Comprimento do tronco .....	149
4.2.6. Diâmetro da copa .....	153
4.2.7. Percentual de árvores ramificadas .....	158
4.2.8. Número de ramos .....	160
4.2.9. Concentração de ramos .....	163
4.2.10. Ângulo de inserção dos ramos .....	165
4.2.11. Índice de área foliar .....	167
4.2.12. Coeficiente de absorção de radiação ...	168
4.2.13. Danos por vento .....	169
4.2.14. Observações gerais .....	170
4.3. Discussão Complementar .....	171
5. CONCLUSÕES .....	175
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	177
APÊNDICE .....	190

## LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Valores observados de perímetro relativo do tronco (PRT) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 1, abril de 1986. ....	95
2	Valores observados de altura do tronco (HT) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 1, abril de 1986. ....	96
3	Valores observados de número de ramos (NR) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 1, abril de 1986. ....	97
4	Valores observados de diâmetro da copa na linha (DL) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 1, abril de 1986. ....	98
5	Valores observados de diâmetro da copa na entrelinha (DE) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 1, abril de 1986. ....	99
6	Valores observados de altura relativa da árvore (HRA) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 1, abril de 1986. ....	100
7	Valores observados de comprimento da copa (CC) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 1, abril de 1986. ....	101

Figura		Página
8	Gráfico da primeira função discriminante da análise multivariada, relativa à época 1, abril de 1986. ....	102
9	Valores observados de perímetro relativo do tronco (PRT) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 2, junho de 1987. ....	105
10	Valores observados de altura relativa da árvore (HRA) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 2, junho de 1987. ....	106
11	Valores observados de altura do tronco (HTD) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 2, junho de 1987. ....	107
12	Valores observados de comprimento da copa (CC) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 2, junho de 1987. ....	108
13	Valores observados de espessura relativa da casca (ERC) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 2, junho de 1987. ....	109
14	Valores observados de número de ramos (NR) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 2, junho de 1987. ....	110

Figura		Página
15	Gráfico da primeira função discriminante da análise multivariada, relativa à época 2, junho de 1987. ....	111
16	Valores observados de perímetro relativo do tronco (PRT) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 3, fevereiro de 1988. ....	114
17	Valores observados de altura relativa da árvore (HRA) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 3, fevereiro de 1988. ....	115
18	Valores observados de comprimento da copa (CC) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 3, fevereiro de 1988..	116
19	Valores observados de espessura relativa da casca (ERC) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 3, fevereiro de 1988. ....	117
20	Valores observados de altura do tronco (HT) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 3, fevereiro de 1988. ...	118
21	Gráfico da primeira função discriminante da análise multivariada, relativa à época 3, fevereiro de 1988. ....	119

Figura		Página
22	Valores observados de perímetro relativo do tronco (PRT) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 4, julho de 1989. ....	123
23	Valores observados de altura relativa da árvore (HRA) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 4, julho de 1989. ....	124
24	Valores observados de altura do tronco (HT) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 4, julho de 1989. ....	125
25	Valores observados de comprimento da copa (CC) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 4, julho de 1989. ....	126
26	Valores observados de espessura relativa da casca (ERC) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 4, julho de 1989. ....	127
27	Gráfico da primeira função discriminante da análise multivariada, relativa à época 4, julho de 1989. ....	128
28	Variação do perímetro relativo do tronco (PRT) para os grupos de tratamentos: Testemunha, Grupo 1, Grupo 2 e Grupo 3. ....	136

Figura		Página
29	Variação da espessura relativa da casca (ERC) para os grupos de tratamentos: Testemunha, Grupo 1, Grupo 2 e Grupo 3. ....	140
30	Variação da altura relativa da árvore (HRA) para os grupos de tratamentos: Testemunha, Grupo 1, Grupo 2 e Grupo 3. ....	144
31	Variação da altura do tronco (HT) para os grupos de tratamentos: Testemunha, Grupo 1, Grupo 2 e Grupo 3. ....	148
32	Variação do comprimento da copa (CC) para os grupos de tratamentos: Testemunha, Grupo 1, Grupo 2 e Grupo 3. ....	152
33	Valores, em metros, de diâmetro da copa na linha (DL), diâmetro da copa na entrelinha (DE) e diâmetro médio da copa (DM), dos diversos tratamentos, em abril de 1986. ....	154
34	Valores, em metros, de diâmetro da copa na linha (DL), diâmetro da copa na entrelinha (DE) e diâmetro médio da copa (DM), dos diversos tratamentos, em fevereiro de 1988. ...	154
35	Valores de número de ramos (NR), dos diversos tratamentos, em abril de 1986. ....	161

## LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Dados climáticos médios de 35 anos (1948 a 1982) do Posto Meteorológico da Estação Experimental de Mococa do Instituto Agrônomo de Campinas - IAC. ....	66
2	Dados de insolação em horas, mensal e anual, do Posto Meteorológico da Estação Experimental de Mococa do IAC, do período de 1985 a 1989 .....	67
3	Dados de precipitação pluvial em mm, mensal e anual, do Posto Meteorológico da Estação Experimental de Mococa do IAC, do período de 1985 a 1989. ....	67
4	Dados de umidade relativa em %, mensal e anual, do Posto Meteorológico da Estação Experimental de Mococa do IAC, período de 1985 a 1989. ....	68
5	Dados de velocidade média do vento em m/s, mensal e anual, do Posto Meteorológico da Estação Experimental de Mococa do IAC, período de 1985 a 1989. ....	68
6	Dados de temperatura média absoluta em °C, mensal e anual, do Posto Meteorológico da Estação Experimental de Mococa do IAC, período de 1985 a 1989. ....	69

Tabela		Página
7	Dados de temperatura mínima absoluta em °C, mensal e anual, do Posto Meteorológico da Estação Experimental de Mococa do IAC, período de 1985 a 1989. ....	69
8	Dados de temperatura média em °C, mensal e anual, do Posto Meteorológico da Estação Experimental de Mococa do IAC, período de 1985 a 1989. ....	70
9	Análise química de amostras de solo coletadas na área do experimento em agosto de 1985, maio de 1987 e maio de 1989, Casa Branca-SP..	71
10	Programa de adubação efetuado no seringal da área experimental. Casa Branca - SP, 1984 a 1989. ....	72
11	Tratamentos utilizados no experimento de indução de copa por métodos químicos. Casa Branca-SP, 1985. ....	75
12	Grupos de tratamentos utilizados para análise do experimento de indução de copa por métodos químicos. ....	76
13	Variáveis estudadas no experimento de indução de copa por métodos químicos e datas de sua mensuração. Casa Branca-SP, 1985 a 1989.....	78
14	Épocas analisadas pelo sistema de análise de variância multivariada e respectivas variáveis. ....	88

Tabela		Página
15	Esquema de análise de variância multivariada utilizado. ....	89
16	Esquema de análise de variância univariada utilizado. ....	91
17	Testes para verificar o efeito significativo para tratamentos, através da análise multivariada, relativa a época 1, abril de 1986. ...	94
18	Teste de hipóteses de variância entre grupos de tratamentos, através da análise multivariada relativa a época 1, abril de 1986. ....	103
19	Testes para verificar o efeito significativo para tratamentos, através da análise multivariada, relativa a época 2, junho de 1987. ...	112
20	Teste de hipóteses de variância entre grupos de tratamentos, através da análise multivariada relativa a época 2, junho de 1987. ....	112
21	Testes para verificar o efeito significativo para tratamentos, através da análise multivariada, relativa a época 3, fevereiro de 1988.	120
22	Teste de hipóteses de variância entre grupos de tratamentos, através da análise multivariada relativa a época 3, fevereiro de 1988.	121

Tabela		Página
23	Testes para verificar o efeito significativo para tratamentos, através da análise multivariada, relativa a época 4, julho de 1989. ...	129
24	Teste de hipóteses de variância entre grupos de tratamentos, através da análise multivariada relativa a época 4, julho de 1989. ....	129
25	Médias e análise de variância do perímetro relativo do tronco (PRT), para as diferentes datas de mensuração. ....	132
26	Teste de hipóteses de variância entre grupos de tratamentos, para perímetro relativo do tronco(PRT), para as diferentes datas de mensuração .....	135
27	Coefficientes de correlação e níveis de significância entre a variável perímetro relativo do tronco (PRT) e as variáveis HRA, HT, CC, DM e ERC. ....	137
28	Médias e análise de variância da espessura relativa da casca (ERC), para as diferentes datas de mensuração. ....	138
29	Teste de hipóteses de variância entre grupos de tratamentos, para espessura relativa da casca (ERC), para as diferentes datas de mensuração .....	139

Tabela	Página
30	Coeficientes de correlação e níveis de significância entre a variável espessura relativa de casca (ERC) e as variáveis HRA, HT, CC e DM ..... 141
31	Médias e análise de variância da altura relativa da árvore (HRA), para as diferentes datas de mensuração. .... 142
32	Teste de hipóteses de variância entre grupos de tratamentos, para altura relativa da árvore (HRA), para as diferentes datas de mensuração ..... 143
33	Médias em metros, e análise de variância da altura do tronco (HTD), para as diferentes datas de mensuração. .... 145
34	Médias, em metros, de altura do tronco (HTD), dos grupos de tratamentos e testemunha, para as diferentes datas de mensuração. .... 147
35	Teste de hipóteses de variância entre grupos de tratamentos para altura do tronco(HTD), para as diferentes datas de mensuração ..... 147
36	Médias, em metros, e análise de variância do comprimento da copa (CC), para as diferentes datas de mensuração. .... 150

Tabela		Página
37	Médias, em metros, do comprimento da copa (CC) dos grupos de tratamentos e testemunha, para as diferentes datas de mensuração. ....	151
38	Teste de hipóteses de variância entre grupos de tratamentos para comprimento da copa (CC), para as diferentes data de mensuração..	151
39	Médias, em metros, e análise de variância do diâmetro médio da copa (DM), para as diferentes datas de mensuração. ....	153
40	Médias, em metros, do diâmetro médio da copa (DM), dos grupos de tratamentos e testemunha, para as diferentes datas de mensuração. ....	157
41	Teste de hipóteses de variância entre grupos de tratamentos, para diâmetro médio da copa (DM), para as diferentes datas de mensuração	157
42	Percentual de árvores ramificadas (%AR), em diferentes datas de mensuração. ....	158
43	Médias e análise de variância do número de ramos (NR), em abril de 1986. ....	160
44	Testes de hipóteses de variância entre grupos de tratamentos, para número de ramos(NR), em abril de 1986. ....	162

Tabela		Página
45	Média, em número por metro, e análise de variância da concentração de ramos (CR), em abril de 1986. ....	163
46	Testes de hipóteses de variância entre grupos de tratamentos, para concentração de ramos (CR), em abril de 1986. ....	164
47	Percentual médio de ramos com ângulo de inserção fechado, médio e aberto, em abril de 1986. ....	165
48	Média e análise de variância do índice de área foliar (IAF), em fevereiro de 1988. ....	167
49	Médias e análise de variância do coeficiente de absorção de radiação (a), em fevereiro de 1988. ....	168
50	Valores médios de perímetro do tronco (PT), em cm, observados nas diferentes datas de mensuração. ....	191
51	Valores médios de espessura de casca (EC), em mm, observados nas diferentes datas de mensuração. ....	192
52	Valores médios de altura da árvore (HA), em m, observados nas diferentes datas de mensuração. ....	192

## LISTA DE FÓRMULAS E EQUAÇÕES

Fórmula	Página
1 Equação de IAF a partir do coeficiente de extinção, da elevação solar e da frequência de abertura. ....	18
2 Equação de IAF para elevação solar de 32.5°..	18
3 Fórmula de radiação absorvida a partir da radiação disponível e radiação transmitida. ...	23
4 Fórmula de radiação absorvida a partir da radiação incidente, radiação refletida e radiação transmitida. ....	24
5 Fórmula de perímetro relativo do tronco. ...	79
6 Fórmula da espessura relativa de casca. ....	79
7 Fórmula da altura relativa da árvore. ....	80
8 Fórmula do comprimento de copa. ....	81
9 Fórmula de concentração de ramos. ....	82
10 Fórmula do coeficiente de absorção de radiação. ....	84
11 Fórmula de radiação refletida ....	85
12 Equação do coeficiente de correlação (r) ....	91

Fórmula

Página

13 Equação de "t" para teste de significância de

"r" ..... 92

EFEITO DE MÉTODOS QUÍMICOS DE INDUÇÃO DE COPA NO  
DESENVOLVIMENTO DA SERINGUEIRA (*Hevea brasiliensis*  
Muell. Arg. cv. RRIM 600)

Autor: MARCOS SILVEIRA BERNARDES

Orientador: Prof. Dr. PAULO ROBERTO DE CAMARGO E CASTRO

RESUMO

Objetivando-se estudar o efeito de métodos químicos de indução de copa no desenvolvimento da seringueira, realizou-se experimento em condições de campo, em Casa Branca-SP, aplicando-se reguladores vegetais de crescimento em plantas enxertadas do cultivar RRIM 600 com 20 meses de idade, com 1,70 a 3,00 m de altura e último lançamento foliar maduro.

O experimento foi delineado em Blocos ao Acaso com quatro repetições, utilizando-se como tratamentos, a aplicação de hidrazida maléica a 500, 750 e 1.000 ppm, chlormequat a 1.000, 1.500 e 2.000 ppm, daminozide a 2.000, 3.000 e 4.000 ppm e a testemunha.

Durante a realização do experimento efetuaram-se avaliações das seguintes variáveis: perímetro do tronco, espessura de casca, altura da árvore, altura do tronco,

comprimento da copa, diâmetro da copa, número e porcentual de árvores ramificadas, número de ramos, concentração de ramos, ângulo de inserção dos ramos, índice de área foliar, coeficiente de absorção de radiação e danos por vento. Estudos de correlação foram feitos para analisar a influência das características da copa sobre o desenvolvimento das árvores.

Nas condições em que foi conduzido o experimento, os resultados obtidos permitiam concluir que a indução de copa por métodos químicos pode incrementar o crescimento do perímetro do tronco, reduzindo o período de imaturidade da seringueira e que a injúria ou morte da gema apical aumentam a susceptibilidade das copas a danos por vento. O melhor tratamento foi com daminozide a 2.000 ppm, que apresentou ganho de 25% no perímetro relativo do tronco em relação à testemunha. Os tratamentos com daminozide apresentaram ganhos em perímetro do tronco sem comprometer a resistência das copas a danos por vento. Os tratamentos com chlormequat e hidraliza maléica não apresentaram ganhos em perímetro do tronco sendo que o último comprometeu a resistência das copas a danos por vento. O perímetro do tronco está positivamente correlacionado com a altura da árvore, o comprimento da copa, o diâmetro médio da copa e a espessura de casca; e negativamente relacionado com a altura do tronco.

EFFECT OF CHEMICAL METHODS OF BRANCH INDUCTION  
ON GROWTH OF RUBBER TREE (*Hevea brasiliensis*  
Muell. Arg. cv. RRIM 600)

**Author:** MARCOS SILVEIRA BERNARDES

**Adviser:** Prof. Dr. PAULO ROBERTO DE CAMARGO E CASTRO

**SUMMARY**

This study describes the influences of chemical methods of branch induction on growth of *Hevea brasiliensis*. The experiment was situated in Casa Branca-SP, Brazil, where growth regulators were sprayed on buddings of cultivar RRIM 600, 20 months after planting.

The experiment was delineated in random blocks with 4 repetitions with the following treatments: maleic hydrazide at 500, 750 and 1.000 ppm; chlormequat at 1,000, 1,500 and 2,000 ppm; daminozide at 2,000, 3,000 and 4,000 ppm, and control.

Tree girth, bark thickness, tree and crown height, crown length, crown width, branch number and concentration, branch slope, leaf area index, canopy light absorption and wind damage measurements were carried out at regular intervals, during experiment period. Correlation

studies were made to explain the relationships between canopy characters and tree growth.

Under the prevailing experimental conditions we may derive the following conclusions:

- . branch induction by chemical methods may increase the tree girth, reducing immature period of rubber;
- . injury to the terminal apex increases susceptibility to wind damage;
- . the best treatment was daminozide at 2,000 ppm presenting 25% gain on tree girth compared to control;
- . daminozide treatments enhanced tree girth without changing the wind damage susceptibility;
- . chlormequat and maleic hydrazide treatments did not increase tree girth, and the latest reduced the crowns wind damage resistance;
- . tree girth is positive correlated with tree height, crown length, crown width and bark thickness, and negative correlated with crotch height.

## 1. INTRODUÇÃO

A história da produção de borracha vegetal no Brasil mostra que o país desfrutou da condição de principal produtor e exportador mundial no final do século passado e início do atual, passando a ser importador desta matéria prima a partir dos anos cinquenta. Ressalte-se também que no ano de 1987 a produção brasileira de borracha natural foi de 26.638 toneladas para um consumo, no mesmo ano, de 115.378 toneladas, sendo que cerca de 65% da borracha nacional ainda foi proveniente de seringais silvestres contra somente 35% de seringais de cultivo (BRASIL, 1987).

O caráter estratégico do produto, de uso obrigatório em alguns manufaturados e de uso preferencial naqueles onde as características de baixa retenção de calor, resistência à abrasão e a ruptura, e a boa adesão a superfícies metálicas são essenciais, demonstra a importância deste elastômero.

A área de replantio e novos plantios de seringais, em termos mundiais a partir de 1980, tem sido inferior em pelo menos 50% àquela necessária para manter-se a atual área plantada. Esta tendência, que se deve principalmente a menor economicidade comparativamente com outras

culturas nas regiões tradicionalmente produtoras, levou o Banco Mundial a adotar política de incentivo que resultasse na implantação de pelo menos 170.000 hectares anuais, a partir de 1985, em diversos países com condições favoráveis à cultura de seringueira (GOERING *et alii*, 1982).

No Brasil as primeiras tentativas de vulto para o cultivo da seringueira ocorreram entre 1928 e 1955 em Fordlândia e Belterra no Estado do Pará, no litoral Sul do Estado da Bahia e no Estado de São Paulo. Estes primeiros plantios, por diversas razões, não aumentaram significativamente. Mais recentemente, na década de 70, a alta nos preços do petróleo, aumentando os custos de produção da borracha sintética em relação aos da borracha natural, bem como a política brasileira de preços internos superiores aos do mercado internacional e a implementação do Programa de Incentivo a Produção de Borracha Natural, PROBOR I, II e III, estimularam a implantação de novos seringais que somavam uma área plantada de 117.753 hectares em 1984 (BERNARDES *et alii*, 1986 e BRASIL, 1984).

Além das dificuldades tradicionalmente citadas, principalmente a enfermidade conhecida por "mal-das-folhas", outras exigências técnicas começam a emergir, como por exemplo práticas mais adequadas de manejo da cultura visando um melhor desempenho dos cultivares disponíveis, no sentido de aumentar a competitividade econômica da heveicultura nacional. Um dos principais fatores de desestímulo ao cultivo da seringueira é o seu longo período de imaturidade,

que situa-se normalmente entre 6 e 8 anos. Deste modo, técnicas que possibilitem a redução deste período improdutivo são desejáveis. Na Malásia, maior produtor mundial, um conjunto de práticas é preconizado pelo Rubber Research Institut of Malaysia (RRIM, 1974c) com o objetivo de adiantar a entrada em produção dos seringais, mantendo-se a relação benefício/custo favorável.

As práticas recomendadas são:

- a. enxertia verde;
- b. manejo da cultura incluindo cobertura verde, culturas intercalares, controle de plantas daninhas e adubação;
- c. uso de mudas adiantadas;
- d. indução a formação da copa;
- e. controle de pragas e doenças e
- f. sangria precoce.

Dentre estas práticas, aquela que tem recebido menor atenção dentro dos programas nacionais de pesquisa é a indução a formação da copa, apesar da sua potencialidade para incrementar o desenvolvimento de seringueiras cultivadas.

Por outro lado poucos estudos tem sido feitos no país a respeito de danos causados por ventos em seringueira, fato que se deve a preocupação principal no controle de doenças foliáres. Com a expansão do cultivo da seringueira para diversas regiões do país e chegando o estágio de sangria de alguns seringais, ocasião em que normalmente

intensifica-se as quebras por vento, surgem evidências de que para certos cultivares em determinadas localidades os problemas com vento serão de grande importância.

Reforça-se assim o significado de estudos sobre formação de copa pois a resistência de árvores à danos causados por ventos está relacionada com a forma e altura da copa e a disposição dos ramos no tronco.

Desta maneira, o presente trabalho tem por objetivo identificar novos métodos de indução de copa que reduzam o período improdutivo e confirmem às plantas maior resistência a danos causados por ventos.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Redução do Período de Imaturidade

O período de imaturidade em seringueira pode ser reduzido, dentro de limites técnicos específicos, pelo acréscimo do custo total de implantação. As possibilidades técnicas disponíveis para explorações comerciais em larga escala são muitas. Os méritos relativos de cada prática devem ser avaliados dentro de parâmetros econômicos de maneira que os benefícios advindos da redução do período de imaturidade devam ser iguais ou maiores que os custos adicionais em relação ao sistema convencional de plantio (RRIM, 1974c e RRIM, 1974b).

Em estudo levado a termo pelo RRIM (1974c) ficou demonstrado que, nas condições consideradas, a redução do período de imaturidade pela utilização e modificação de algumas técnicas, leva a um acréscimo na rentabilidade de investimentos em heveicultura, onde os parâmetros econômicos como Taxa Interna de Retorno (TIR), Relação Benefício/Custo (B/C), Valor Presente Líquido (VP) e Período de Recuperação do Capital (PRC), apresentam-se todos favoráveis a menores períodos de imaturidade, apesar do maior investimento ini-

cial. Foi observado que no caso de pequenos produtores o longo período improdutivo levou a uma concentração de esforços destes produtores em outros cultivos de retorno mais rápido, com prejuízo para os tratos dispensados à seringueira, diminuindo assim a rentabilidade desta cultura. Em programas governamentais de incentivo para plantio de seringais e aumento de produção de borracha a redução do período de imaturidade possibilita financiamentos com taxas de juros inferiores e resposta antecipada, em produção, destes programas.

Experimentos desenvolvidos por SIVANADYAN *et alii* (1973), pelo RRIM (1974a; 1974c e 1976b) e pelo Institut de Recherches sur le Caoutchouc (IRCA, 1983) evidenciaram que técnicas de plantio aprimoradas podem reduzir o prazo para entrada em produção da seringueira. Estas técnicas podem ser divididas em duas grandes categorias: práticas de viveiro ou produção de mudas e práticas de campo. Dentre as práticas de viveiro tem-se estudado a produção de mudas com interação enxerto/porta-enxerto mais favorável, uso de toco-alto e mudas ensacoladas com até 6 lançamentos foliares e enxertia verde. As práticas de campo, visando entrada em produção antecipada, são: bom controle de ervas daninhas e manejo adequado das coberturas verdes, aplicação de adubos em quantidades e frequências apropriadas, uso de cobertura morta nas mudas, controle de doenças e pragas, sangria precoce por puntura e indução e formação de copa.

## 2.2. Aspectos Gerais de Formação de Copa

É sábio que alguns cultivares como RRIM 600 e GT 1 tendem a apresentar uma grande percentagem de árvores que formam copa tardiamente. Outros cultivares que formam copa mais cedo ainda apresentam certa proporção de plantas que não ramificam precocemente. Estas produzem caules longos e finos que crescem lentamente em termos de perímetro de tronco (RRIM, 1974c). O crescimento preferencial para a seringueira é o do perímetro do tronco uma vez que a medida deste parâmetro determina a entrada em produção de uma árvore (ABRAHAM, 1978; EMPRESA BRASILEIRA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL - EMBRATER, 1981).

Em censo realizado em árvores do cultivar RRIM 600, após vinte e três meses da enxertia no campo, YOON (1973) mostrou que a média de perímetro de tronco era maior nas árvores com copas mais baixas. Assim enquanto as plantas com primeira ramificação entre 300 e 360 centímetros (cm) apresentavam média de perímetro de tronco de 13,2 cm, aquelas com ramificação acima de 460 cm apresentavam média de perímetro de tronco de 11,6 cm. De acordo com o mesmo autor estas observações sugerem que a formação de copa mais baixa leva a uma maior área foliar resultando em melhor crescimento do perímetro do tronco.

SAMPAIO (1976), em levantamento realizado em seringal no município de Promissão, no Estado de São Paulo, em seringueiras com 18 anos de idade, concluiu que um maior

número de ramificações condicionou maiores valores de perímetro do tronco das árvores. Também concluiu que, na população observada, árvores ricas em ramificações não ocorreram com grande frequência, salientando a importância da poda e condução das plantas que não ramificam naturalmente.

Um maior incremento no perímetro do tronco em seringueiras ramificadas acontece porque o suprimento potencial de fotoassimilados para o crescimento depende da quantidade de radiação luminosa incidente que é interceptada pelas folhas. Permitindo-se uma ramificação mais baixa e precoce, seja natural ou artificialmente, a área foliar da árvore jovem é aumentada, incrementando a eficiência de interceptação da luz e a eficiência fotossintética para produção de fotoassimilados, que podem ser canalizados para o crescimento do tronco. A ramificação é particularmente importante nos primeiros anos após o plantio e antes do fechamento das copas. O princípio para se recomendar uma indução a formação de copa é, deste modo, que uma maior quantidade de fotoassimilados pode ser produzida para estimular um crescimento mais intenso da árvore e do tronco, levando a uma maturidade precoce (RRIM, 1974a).

A copa das plantas tem um papel importante no crescimento e na produtividade. A eficiência fotossintética de uma copa é afetada pela taxa fotossintética por unidade de área foliar e da forma como a radiação solar é interceptada. A interceptação de radiação depende das características da copa como arquitetura e dimensão (LEONG, 1980). A

eficiência fotossintética das culturas é baixa, não atingindo 1% para a maioria das espécies. Em condições ótimas registram-se eficiências de 3% a 4% para plantas do tipo  $C_3$  e de 5% a 6% para plantas do tipo  $C_4$ , estimando-se, no entanto, que a eficiência potencial pode atingir 12% (MACHADO, 1985). MORAES (1980) comenta que a seringueira, apesar de ser uma planta do tipo  $C_3$ , se caracteriza por apresentar uma eficiência fotossintética da ordem de 2,8%.

Apesar da fotossíntese ser o processo responsável por toda matéria orgânica acumulada pelas plantas, a produção de fitomassa depende também de outros processos fisiológicos como respiração, fotorespiração, translocação e distribuição de fotossintetizados, armazenamento de energia e da interrelação entre tais processos e o ambiente (MACHADO, 1985). Assim a produtividade final de uma cultura depende da quantidade de energia incidente na forma de radiação fotossinteticamente ativa (PAR) e de radiação fisiologicamente ativa (PAI), da quantidade de energia interceptada e absorvida, da quantidade de energia convertida em fotoassimilados através da fixação de  $CO_2$ , da quantidade de energia transportada para as partes úteis da plantas pela partição de assimilados e do metabolismo nas partes úteis da planta com eficiência na utilização (NASYROV, 1978). A manipulação da copa pode interferir, dentro de certos limites, em todos os passos intermediários entre a incidência de radiação na copa e o metabolismo dos assimilados nas partes úteis da planta, entretanto está

principalmente relacionada com a quantidade de energia interceptada e absorvida pela planta (BERNARDES, 1987).

### 2.2.1. Fatores que afetam as características da copa

As diferenças entre cultivares em termos de características de copa, são observadas em várias culturas. Ensaio conduzidos pelo RRIM mostram que a densidade de copa estende-se de copas ralas como nos cultivares RRIM 526 e RRIM 625 até copas densas nos cultivares RRIM 612 e PR 107 (PAARDEKOOOPER, 1964). A retenção de ramos é uma característica clonal e foi observada por Tan e Helle<sup>1</sup>, citados por LEONG (1980) nos cultivares AVROS. Os autores observaram que o cultivar AVROS 49 retinha seus galhos baixos enquanto o AVROS 427 rapidamente desprendia-os. COMPAGNON (1986) comenta as diferenças clonais entre copas resistentes a ventos ou não.

A poda de copas tem sido utilizada com frequência em fruticultura e silvicultura. Em seringueira a poda tem seu uso limitado à correção de defeitos da ramificação. No início do cultivo da seringueira a poda foi utilizada para obter-se troncos compridos e livres de ramos para facilitar a sangria. Poucos estudos tem sido feitos para investigar o efeito da poda em seringueira sobre a penetra-

---

<sup>1</sup> TAN, H.T. & HELLE, C.F. Een Leidraad voor het waarnemen van secundaire eigenschappen van heveaclonen by het A.P.A. Bericht van het Algemeen Proef. der AVROS 1952, n. 3.1.

ção de luz na copa. Schweizer<sup>2</sup>, citado por LEONG (1980), em seus estudos com cafeeiros cultivados sob seringueiras observou que a poda de galhos baixos de seringueira possibilitou aos cafeeiros receberem mais luz com aumento de produção e de precocidade destes. Conclui-se portanto que se os cafeeiros passaram a receber mais luz após a poda das seringueiras estas deixaram de receber uma parte de radiação anteriormente interceptada. Mais recentemente YOON *et alii* (1976) relatou o efeito, de diferentes sistemas de poda sobre a penetração de luz na copa, mostrando que sistemas de podas controladas podem aumentar a densidade da copa e adiantar o fechamento do dossel.

Existe pouca informação a respeito de disposição e densidade de plantio e seus efeitos sobre as características das copas. Comparando sistemas de plantio em linhas e sistemas de espaçamentos quadrados Schweizer<sup>3</sup>, citado por LEONG (1980) relatou que as árvores adquiriam um formato bilateral em plantios em linhas porque a maior parte dos ramos desenvolvia-se no sentido da entrelinha. NG *et alii* (1980) em experimento realizado comparando-se densidades de plantio de 211 a 1067 seringueiras plantadas por hectare, observou que em maiores densidades o fechamento das copas é antecipado, a altura das árvores e a altura da base da copa

---

<sup>2</sup> SCHWEIZER, J. Over het opsnoeien van Hevea in gemengde aanplantigem. *De Bergcultures*. 6: 857-60, 1932.

<sup>3</sup> SCHWEIZER, J. Over het pagger-plantverbandstelsysteem by rubber in koffie. *De Bergcultures*. 13: 74-87, 1939.

são maiores, o índice de área foliar (IAF) aumenta, o perímetro de tronco e a espessura da casca virgem e renovada diminuem e a produtividade por área aumenta até um máximo, atingido com aproximadamente 850 plantas por hectare para o cultivar RRIM 600, e diminui com maiores densidades.

Outros fatores como o estado nutricional e a juvenilidade do material também afetam as características da copa (KOZLOWSKI, 1971; MORAES, 1980; SHORROCKS, 1979). Na cultura da seringueira este último fator é particularmente importante uma vez que a generalização do uso de plantas enxertadas leva a utilização de material de propagação a partir de jardins clonais cujo estado de juvenilidade pode ser indesejável.

### 2.2.2. Características de copa e seu efeito sobre o crescimento

As relações entre as características de copa e o crescimento das plantas tem sido estudadas principalmente em culturas anuais. A organização espacial das folhas, como aspecto envolvido na interceptação da luz pelos vegetais, pode ser analisada pela densidade de cobertura foliar, distribuição horizontal e vertical entre folhas e pelo ângulo foliar (BERNARDES, 1987). O IAF e a duração da área foliar são os fatores mais importantes na determinação da produção de matéria seca e conseqüentemente no crescimento conforme diversos autores citados por LEONG (1980 p.11).

Entretanto a produção fotossintética e a acumulação de matéria seca não aumentam indefinidamente como o IAF sendo limitada pelo auto-sombreamento de folhas. Nas fases iniciais das culturas o auto-sombreamento não é suficientemente importante para mascarar o efeito do IAF sobre a produção fotossintética total. Uma vez que ocorre o fechamento das copas, acréscimos no IAF tem pequeno efeito na taxa fotossintética (LEONG, 1980; MACHADO, 1985). De uma forma geral as características de penetração da luz nas copas também estão relacionados com assimilação de matéria seca e crescimento. Menores quantidades de luz transmitida através do dossel normalmente significam maiores quantidades de luz absorvida pelas copas estando ambas relacionadas com maiores taxas de fotossíntese (BERNARDES, 1987).

Em culturas perenes as copas não são geralmente caracterizados com grandes detalhes e são normalmente descritas em termos de comprimento, diâmetro e área. Vários autores (BLUM, 1973; DUCREY, 1973; KRAMER & KOZLOWSKI, 1960; KOZLOWSKI, 1971; MILLER & LIGHTNER, 1987) tem estudado as relações entre as dimensões da copa e a produção de biomassa em árvores. A taxa de crescimento do perímetro do tronco tem sido associada com o tamanho das copas, frequentemente em relação positiva.

Em seringueira as características da copa também foram associadas com o incremento do perímetro do tronco. As características de copa que normalmente apresentam correlação positiva com o incremento do perímetro do tronco

são o seu diâmetro médio e o seu comprimento. Já a altura da base da copa normalmente apresenta correlação negativa com o incremento do perímetro do tronco (LEONG, 1980; LEONG & YOON, 1982a; LEONG & YOON, 1982b; YOON *et alii*, 1976).

LEONG (1980) concluiu que nos primeiros estágios de crescimento de uma cultura é importante um desenvolvimento rápido da área foliar para maximizar a absorção de luz. Quando as copas fecham, a estrutura e as dimensões da copa que influenciam a distribuição de radiação dentro da folhagem, assumem maior importância.

### 2.2.3. Métodos de caracterização de copas

Um dos processos para medir o diâmetro da copa é colocar uma mira topográfica, com nível de bolha central, verticalmente sob a periferia da copa, alinhados a cada  $60^\circ$  ou  $90^\circ$ . A distância entre a mira e o tronco é um dos raios da copa, que somado ao raio do lado oposto fornece um diâmetro da copa. Com vários diâmetros medidos pode-se obter o diâmetro médio da copa (PRESSLAND, 1975). SHEPPERD (1973) cita diversos instrumentos para a mensuração do diâmetro da copa. Este autor desenvolveu um instrumento pequeno, de construção simples, leve, de fácil manejo e preciso. O seu desenho básico envolve um espelho fixado com um ângulo de  $45^\circ$  com o plano horizontal, plano este em que se encontra o visor. Uma abertura superior fechada com acrílico transparente permite visualizar a copa. O instrumento dispõe

também de níveis de bolha para nivelá-lo no momento da medida. O operador, posicionando-se sob a margem da copa, olha pelo visor, nivelando o instrumento, e caminha até a periferia da copa aparecer no campo de visada, na secção mediana do espelho. A distância entre o instrumento e o tronco fornece a medida do raio. O diâmetro é obtido da mesma forma que no processo de medição com mira topográfica, descrito acima.

A altura da árvore e da base da copa são medidas com trena ou mira topográfica, desde que as plantas não sejam muito altas. Caso contrário, deve-se utilizar altímetros. LEONG & YOON (1982a, 1982b) utilizaram o altímetro de Haga, que mede altura por hipsometria, para mensurar seringueiras de até onze anos de idade, com resultados bastante satisfatórios. O comprimento da copa é obtido pela diferença entre as medidas de altura da árvore e altura da base da copa.

ASSMANN (1970) propôs certas relações entre a altura da árvore, altura da base da copa, comprimento da copa e diâmetro médio da copa para caracterizar as dimensões das copas. As relações utilizadas em seringueira por LEONG (1980) e LEONG & YOON (1982a, 1982b) são:

- . porcentagem de copa, que é a porcentagem do comprimento copa sobre a altura da árvore;
- . grau de abertura da copa, que é a porcentagem do diâmetro médio da copa sobre a altura da árvore;

- razão de preenchimento da copa, que é o quociente entre o diâmetro médio e o comprimento da copa, e indica o grau de arredondamento da copa;
- razão de projeção da copa, que é a porcentagem do diâmetro médio da copa sobre o diâmetro do tronco;
- área da secção transversal da copa, que é a área calculada de um corte vertical no centro da copa, considerando que a copa tem um formato cônico com a base circular;
- área da superfície da copa, que é a área externa da copa calculada considerando-se um formato cônico;
- volume da copa; calculado também considerando-se um formato cônico.

Entre todas estas relações os autores não encontraram correlação do incremento do perímetro do tronco somente com a razão de preenchimento da copa.

MILLER & LIGHTNER (1987) desenvolveram um sistema de determinação do volume e da área de secção transversal de copas de macieiras no qual um programa gráfico de computador é utilizado para analisar fotografias das árvores. Este método apresentou melhor correlação com medições manuais detalhadas de cada árvore do que o método de cálculo a partir de fórmulas, da área transversal e volume, de formatos geométricos regulares. Observaram também que os métodos de fotografias computarizadas e de medições manuais mostraram melhor correlação com incremento do perímetro do tronco. Os autores comentam que estes resultados são

consequência, provavelmente, das árvores não apresentarem formato de copa de geometria regular.

O índice de área foliar é o parâmetro básico para a caracterização da folhagem das árvores. O IAF descreve a dimensão do sistema assimilador da comunidade vegetal. É definido pelo quociente da área foliar sobre uma superfície de terreno (MAGALHÃES, 1985).

Vários métodos são usados para a medida do IAF. A maior parte são métodos destrutivos que prevêm a retirada das folhas e a determinação direta da área foliar por planimetria, medindo-se a área de todas as folhas ou determinações indiretas pela relação área foliar/peso foliar, pesando-se as folhas, ou por correlação entre a área foliar e medidas lineares das folhas, como comprimento e largura das folhas, medindo-se todas as folhas linearmente (LEONG, 1980; OMETTO, 1981).

Inicialmente o IAF em seringueira era determinado por métodos destrutivos (SHORROCKS, 1965; TEMPLETON, 1968). Recentemente alguns autores (LEONG, 1980; LEONG *et alii*, 1982) utilizaram fotografias hemisféricas para caracterizar o IAF em seringueira. Diversos autores têm enfatizado as vantagens da determinação do IAF através de fotografias hemisféricas como um método não destrutivo, que apresenta boa precisão, rápida e fácil execução, e que pode ser utilizado para uma gama de valores de IAF muito grande (BONHOMME, 1970; BONHOMME, 1974; DUCREY, 1973; OMETTO, 1981).

A determinação do IAF a partir de fotografias hemisféricas foi baseado na medida da frequência de aberturas na copa. LEONG *et alii* (1982) definiram a equação do IAF, a partir do coeficiente de extinção ( $k$ ), da elevação solar ( $B$ ) e da frequência de abertura para uma determinada elevação solar ( $gB$ ) como sendo:

$$IAF = \frac{-1}{k} \ln (gB) \quad [1]$$

Warren Wilson<sup>4</sup>, citado por DUCREY (1973), mostrou que na elevação solar de  $32,5^\circ$ , o coeficiente de extinção ( $k$ ) foi independente da inclinação das folhas e com valores constantes próximos de 0,91. Portanto, o IAF pode ser definido por:

$$IAF_{32,5^\circ} = \frac{-1}{k} \ln (g_{32,5^\circ}) \quad [2]$$

Trabalhos conduzidos com seringueira mostraram que a inclinação foliar era de aproximadamente  $45^\circ$ , o que permite obter  $k$  para a elevação solar de  $32,5^\circ$  como sendo igual a 0,91, conforme demonstrou LEONG (1980) O mesmo autor, trabalhando com diversos cultivares, entre eles o RRIM 600, obteve boa correlação entre o IAF calculado a partir de frequência de aberturas somente para a elevação solar de  $32,5^\circ$  e o IAF calculado com base em oito elevações sola-

<sup>4</sup> WARREN WILSON, J. Estimation of foliage denseness and foliage angle by inclined point quadrats. *Aust. J. Bot.*, 11:95-105, 1963.

res ( $5^{\circ}$ ,  $15^{\circ}$ ,  $25^{\circ}$ ,  $35^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ ,  $55^{\circ}$ ,  $65^{\circ}$  e  $75^{\circ}$ ) sem diferenças significativas entre os resultados de IAF. Ausência de diferenças estatisticamente significativas também foram observadas entre os IAF calculados a partir de fotografias hemisféricas e os IAF obtidos diretamente pela coleta de folhas e medida de área das folhas.

A fotografia hemisférica deve ser feita com lente "olho-de-peixe" com ângulo de visada de  $180^{\circ}$  que apresente uma relação linear entre a altura angular e o raio do negativo. A lente que apresenta esta característica é a "NIKKOR"  $180^{\circ}$ -OP. O filme utilizado deve ser de boa sensibilidade, alto contraste e granulação fina. O aparelho é colocado sob as copas com visada para cima e deve estar completamente nivelado. A altura da medida deve ser estabelecida a fim de delimitar um corte horizontal na cultura onde se farão as fotografias. A fotografia deve ser obtida em momentos com radiação difusa, como por exemplo com o céu nublado, ou no crepúsculo. Deve ser utilizado o filtro L1A ("skylight") na objetiva. Na revelação deve-se usar um revelador contrastante. Para obtenção da frequência de aberturas em uma determinada elevação solar (gB) deve-se calcular o raio no filme negativo ou na fotografia ampliada, traçar a circunferência a ele correspondente e medir os segmentos de arco desta circunferência que interceptam as aberturas na copa. A proporção entre o somatório dos comprimentos dos segmentos de arco que interceptam as aberturas de copa e o comprimento total da circunferência é definida como a frequência de

aberturas na copa para aquela elevação solar (BONHOMME, 1974; OMETTO, 1981).

LEONG *et alii* (1982) utilizaram filme do tipo KODAK plus X em seus experimentos. OMETTO (1981) recomenda o filme do tipo RECORDAK MICROFILM-AHU578. GARDNER & SYDNOR (1987) observaram que filmes do tipo Pan X e Pan técnico em fotografias hemisféricas, feitas com a abertura indicada pelo fotômetro, deram boas correlações para prognosticar a porcentagem média de sombreamento das copas de macieiras enfolhadas (no período de enfolhamento completo durante o verão). Todos estes autores estão de acordo com BONHOMME (1974) que estabeleça a necessidade da utilização de filmes de alto contraste.

DINOQUARD *et alii* (1988) descrevem programa de modelagem de arquitetura de plantas adaptado para seringueira. Neste programa o comportamento das árvores é definido pelas suas funções de crescimento, formadas principalmente por fatores como: a) efeito básico que estabelece que o tamanho dos ramos axilares é proporcional à distância de sua inserção no eixo que o suporta; b) razão de ritmo que determina a relação entre a velocidade de crescimento dos diferentes eixos da planta; c) deflexão que induz a um encurtamento dos ramos, reduzindo o número de unidades de crescimento e o comprimento dos entrenós. O programa também considera o arqueamento de galhos, que tem grande influência no aspecto da árvore e de suas funções mecânicas, que incluem a resistência de materiais, o ponto de aplicação da

força no ramo e o ângulo de inserção do ramo no eixo que o suporta. O programa permite, conhecendo-se as funções de crescimento dos cultivares, determinar a arquitetura específica destes cultivares, predizendo a arquitetura futura ou recuperando o formato anterior de copas existentes, como um instrumento precioso na seleção de plantas perenes, podendo simular o crescimento das árvores, o efeito de densidade de plantio, o efeito do vento, e analisar a interceptação da radiação e o resultado em termos de taxa fotossintética.

#### 2.2.4. Métodos de medida de radiação e sua absorção pelo dossel vegetativo

Radiação é o processo pelo qual a energia pode ser transferida de um corpo, no caso o Sol, a outro (as plantas) por meio de ondas eletromagnéticas através de um meio integralmente ou parcialmente transparente. A radiação fisiologicamente ativa (PAI) é aquela radiação nos comprimentos de onda que induzem respostas fisiológicas nas plantas e a radiação fotossinteticamente ativa (PAR) é aquela radiação nos comprimentos de onda que induzem respostas fotossintéticas nas plantas (BICKFORD & DUNN, 1972). A radiação solar global incidente (RI) é a energia que incide em uma superfície horizontal em um ponto qualquer (OMETTO, 1981).

PEREIRA *et alii* (1982) observaram que em dias claros, com a atmosfera sem nuvens, com elevações solares

(B) superiores a  $20^\circ$  a radiação fotossinteticamente ativa (PAR) mantinha uma proporção constante de 0,54 da radiação solar incidente (RI).

A caracterização da luz pode ser feita segundo dois enfoques diferentes. Pelo enfoque físico a luz é caracterizada em termos físicos absolutos usados para descrever qualquer energia radiante. Pelo enfoque psicofísico a luz é caracterizada em termos das suas reações nos órgãos visuais. Com base nestes dois enfoques existem os sistemas radiométricos e o sistema fotométrico. Em agroclimatologia o uso do sistema radiométrico é mais conveniente, pois o sistema fotométrico dá importância relativa maior para algumas faixas de comprimento de onda que não são tão importantes para os processos fotoquímicos das plantas. O sistema radiométrico caracteriza a luz como um processo de transferência de energia, fenômeno que ocorre realmente na fotossíntese (BICKFORD & DUNN, 1972). Por esta razão, apesar das células fotoelétricas terem sido utilizadas frequentemente para medida de radiação em florestas, o interesse por estes equipamentos diminuiu em função da sua curva de resposta espectral ponderar as faixas de comprimento de onda com proporções inadequadas para as plantas, sendo os radiômetros termoelétricos os melhores adaptados às medidas de radiação para estudos em plantas (DUCREY, 1973).

A seleção do equipamento termoelétrico deve considerar o objetivo da medida a ser feita. No caso de medidas absolutas, a exigência em precisão e sensibilidade são

muito maiores do que para medidas relativas. Para medidas de radiação com interferência de um dossel vegetativo, deve-se levar em conta a geometria do sensor do aparelho. Nestes casos, a variabilidade espacial da distribuição da radiação é muito grande e, portanto, os sensores de superfície receptora pequena apresentam grandes erros de amostragem, razão porque os sensores de superfície receptora maior são mais utilizados. Para melhorar a amostragem das medidas tomadas sob dossel vegetativo, adicionalmente deve-se considerar as variações que ocorrem com a hora do dia, com a diferença de nebulosidade e com a posição do equipamento em termos de altura e inclinação (BICKFORD & DUNN, 1973; FRITSCHEN & GAY, 1979; OMETTO, 1981).

Para medir a radiação transmitida (RT) através de dossel de plantas cultivadas, PEREIRA *et alii* (1982), em mandioca, e MACHADO *et alii* (1985), em cana-de-açúcar, utilizaram tubos solarímetros de 60 cm<sup>2</sup> de área sensível cada um, ligados em série em conjuntos de três tubos. O arranjo dos equipamentos mediu uma condição espacial média dentro da vegetação, numa tentativa de minimizar os efeitos da variação espacial da radiação dentro do dossel. Um conjunto foi utilizado para medir a radiação global incidente (RI) e outro conjunto mediu a radiação transmitida. Os mesmos autores demonstram que a radiação absorvida (RA) pelas culturas é dada através da diminuição da radiação disponível (RN) pela radiação transmitida (RT), ou seja:

$$RA = RN - RT$$

[3]

e como a radiação disponível é a diminuição da radiação incidente (RI) pela radiação refletida (RR), conclui-se que a radiação absorvida (RA) é a radiação incidente diminuída pela radiação refletida (RR) e transmitida (RT), conforme abaixo:

$$RA = RI - RR - RT \quad [4]$$

Os coeficientes  $t=RT/RI$ ,  $r=RR/RI$  e  $a=RA/RI$  definem, respectivamente, os coeficientes de transmissão (t), de reflexão (r) ou albedo, e o coeficiente de absorção (a).

MONTENY (1981 e 1987), estudando o balanço de radiação em comunidades vegetais de seringueira, verificou que o albedo (fração da energia que é refletida) varia entre 0,14 e 0,16 durante a fase enfolhada da cobertura vegetal e é pouco sensível à elevação do Sol. No período entre as 11 horas e 14 horas, o albedo estabilizou-se em valores bem próximos de 0,15. A cobertura do Sol por nuvens leva a um incremento do albedo passando para valores entre 0,16 e 0,20.

### 2.3. Métodos de Indução à Formação de Copa

Desde o início do século vinte, e até o princípio da década de setenta, várias tentativas foram efetuadas para induzir ramificação precoce e uniforme em seringueira, por diferentes métodos, mas nenhuma foi satisfatória para aplicação em escala comercial (RRIM, 1974c).

Mais recentemente, alguns estudos detalhados sobre vários métodos, horticulturais e químicos de indução à formação de copa foram realizados pela EMBRAPA (1979), LEONG (1976), LEONG & YOON (1982a, 1983), LEONG *et alii* (1976), RRIM (1974a, 1976a, 1978), YOON (1973), YOON *et alii* (1973).

Cada método apresentou características, limitações e resultados que recomendam ou não a sua adoção e aplicação em escala comercial. Verifica-se, porém, que os métodos químicos de indução, apesar de bastante promissoras e de fácil aplicação, são os menos estudados.

#### 2.3.1. Entalhe sobre gemas laterais dormentes

A resposta em brotação de ramos foi pequena e inconsistente, além do método ter se mostrado demasiadamente trabalhoso, sendo portanto não recomendado (YOON, 1973).

#### 2.3.2. Desfolhamento

Com exceção do desfolhamento completo das plantas, que resultou em 91,4% de plantas ramificadas, todas as demais tentativas com desfolhamento parcial não ultrapassaram 23,3% de indução. Entretanto, mesmo o desfolhamento total não pode ser recomendado para uso em seringais de produtores, pois ocorre um choque severo na planta, provocando uma paralização temporária do seu crescimento (YOON, 1973).

### 2.3.3. Arqueamento da planta

Este método demandou muito trabalho, exigiu sucessivos arqueamentos para lados opostos, provocando rachaduras na casca, pois do contrário a ramificação emergia somente de um lado da árvore e prejudicava a planta. Os resultados também não foram promissores, uma vez que foram inconsistentes comparando-se os diferentes testes realizados, e não chegaram a atingir 60% de plantas ramificadas (YOON, 1973).

### 2.3.4. Poda do ápice da planta

A retirada do ápice da planta e a conseqüente eliminação do meristema apical induziu, na grande maioria das vezes, ramificação das árvores. Entretanto, este tipo de tratamento produziu somente ramos laterais que resultam em inúmeros ramos com união fraca ao tronco. Uma forma mais adequada de copa resultou quando a poda foi realizada logo abaixo do aglomerado de gemas existente na porção superior do lançamento apical, pois os ramos brotados eram melhor distribuídos espacialmente e em menor número. De qualquer forma, turnos subseqüentes de poda e tutoramento foram requeridos para reconduzir um ramo que formasse uma continuação do tronco principal (YOON, 1973).

LEONG *et alii* (1976) estudaram sistemas de poda do ápice e escarificação do meristema apical em plantas

do cultivar RRIM 600 com 6 meses de idade. A poda do ápice foi efetuada em árvores com o último lançamento foliar nos estágios de folíolos pequenos, folíolos pendentes e folíolos maduros, ou seja, respectivamente, nos estágios foliares B, C e D, descritos por Halle e Martin<sup>5</sup>, citados por COMPAGNON (1985, p.25). O corte da poda foi realizado logo abaixo da porção superior do lançamento apical, mantendo-se algumas poucas gemas axilares da base deste lançamento. A escarificação do meristema apical foi efetuada em árvores com o último lançamento foliar nos estágios de folíolos maduros (estágio D) ou no início da brotação do meristema apical (estágio A). A totalidade das plantas podadas ou escarificadas ramificaram em contraste com aquelas não induzidas que apresentaram somente 30% de árvores ramificadas. O número médio de ramos por árvore podada ou escarificada foi superior aos demais sistemas de indução à formação de copa. Embora os dois métodos tenham sido bastante efetivos na indução de ramificação, resultaram em árvores sem ramo guia e com número excessivo de ramos laterais e que, portanto, requerem podas subsequentes para correção destes defeitos, o que torna estes dois métodos não atrativos para aplicação em escala comercial.

De acordo com SANTOS (1983), injúrias por vento foram provocadas em seringueiras no Estado de São Paulo,

---

<sup>5</sup> HALLE, F. e MARTIN, R. Étude de la croissance rythmique chez l'hévéa. *Adansonia*, sér. 2(8), 475-503. 1968.

devido à prática da indução de copa, através do corte do ápice a 2,20 m de altura, aliada à falta de técnica adequada de poda das plantas.

Em diversas publicações (COMPAGNON, 1986, p. 270; CONVÊNIO CEPLAC/EMBRAPA, 1983; EMBRATER, 1981; PEREIRA & CARMO, 1985; SAMPAIO, 1984) tem sido preconizado a poda do ápice como um dos métodos de indução à formação de copa. Entretanto, nenhuma destas recomendações foram embasadas em experimentação, havendo inclusive trabalhos (LEONG *et alii*, 1976; RRIM, 1959, 1974a, 1974d, 1976a; YOON *et alii*, 1976) que desaconselham a injúria da gema apical, porque resulta em plantas com grande susceptibilidade à quebra por vento.

### 2.3.5. Anelamentos

Os tipos de anelamentos testados por YOON (1973) foram os de anelamento com arame e anelamento em corte simples ou duplo, com ou sem a retirada da casca. Os resultados para os diferentes tipos de anelamento foram discutidos conjuntamente pelo autor, uma vez que as reações das plantas aos tratamentos foram similares, embora em graus variados. O efeito da idade do tecido de casca no local da indução foi importante. Os anelamentos realizados em tecidos mais velhos (casca marrom) mostraram melhores resultados, com 83% de plantas ramificadas contra 21% em tecidos mais novos (casca verde). Foi notado também que quando o anelamento foi feito em tecido verde, as gemas apicais foram mais

afetadas e permaneciam dormentes por muito mais tempo, de modo que, os ramos induzidos tendiam a dominar o lançamento da gema terminal. Para qualquer método de anelamento, a indução pode ser feita dentro do aglomerado de gemas de um lançamento (sobre o nó), como entre os aglomerados de gemas de dois lançamentos (sobre o entrenó). Observou-se que os resultados foram um pouco melhores quando a indução foi executada sobre o nó. A indução por métodos de anelamento resultou em reações da planta pela injúria provocada. As folhas gradualmente se espessaram com o inchaço das nervuras, e em seguida tornaram-se amareladas ou pardacentas. Esta mudança foi clara no primeiro lançamento foliar que emergiu após a indução, mas ocorreu também no lançamento terminal original. As folhas abaixo deste mostraram menor descoloração. Posteriormente, as folhas recuperaram sua forma e cor normal. No caso de métodos muito drásticos chegou a ocorrer a morte da gema apical, resultando em ramificação abundante perto do ápice, o que demandou podas subsequentes para redirecionar-se um ramo guia. Também foram observados os seguintes comportamentos:

- se o lançamento terminal de folhas estava maduro e não havia emergência do próximo lançamento, a gema apical permanecia dormente por algum tempo;
- se o novo lançamento terminal estava iniciando emergência, aquele lançamento de folhas que aparecia logo após a indução era de tamanho reduzido;

- . se os folíolos já estavam formados antes da indução, a expansão posterior das folhas ocorria e parece não ter havido um retardamento no crescimento daquele lançamento e não foi notada redução no ritmo de crescimento.

Dentre os tipos de anelamento testados por YOON (1973), aqueles que se mostraram mais promissores como método de indução à formação de copa foram:

- . anelamento com arame: onde foi usado arame de aço de 1,5 mm de espessura enrolado no tronco e apertado com alicate até cortar a casca e tocar na madeira;
- . anelamento com retirada da casca feito com lâmina simples: feito por lâmina de aço com corte em "V", afiado em lados opostos da lâmina em cada segmento do "V". O anelamento e retirada da casca requerem duas voltas do instrumento no tronco, a primeira para cortar e a segunda para retirar a casca. No caso das lâminas simples de 0,8 mm não há elevação da casca, como ocorre com as lâminas de 1,6 mm, 2,1 mm e 2,5 mm. Como as bordas de corte estão em lados opostos, é difícil manter a lâmina no mesmo plano perpendicular ao caule. Deste modo, houve uma tendência a formar-se cortes espiralados e anéis incompletos, frequentemente com dilaceração do tecido. Assim, a quantidade de casca retirada foi frequentemente maior do que a espessura indicada pela lâmina;

- **anelamento com retirada da casca, feito com lâmina dupla:** feito por duas lâminas de aço com corte em "V",afiadas do mesmo lado em cada lâmina. Com este tipo de instrumento é necessário meia volta para cortar os anéis e mais uma volta completa para retirar a casca, sendo, portanto, mais fácil para manter o alinhamento do corte em relação a um plano perpendicular ao tronco;
- **anelamento em cortes separados:** feito também por instrumento com duas lâminas, resultando em dois cortes separados à distância escolhida. Esta operação requer somente meia volta no tronco com o instrumento, sendo este método o mais rápido e fácil entre todos os sistemas de anelamento testados.

Os resultados obtidos por YOON (1973) indicam que a intensidade de injúria provocada pelo anelamento determina a porcentagem de plantas ramificadas, sendo que os métodos que tiveram maiores taxas de indução apresentaram maior choque para as plantas, e necessitaram de mais tempo de recuperação. O anelamento com arame apresentou como inconveniente uma recuperação muito lenta do amarelecimento das folhas. O sucesso na indução de ramificação pelos anelamentos com retirada de casca foi diretamente proporcional à espessura da lâmina, tendo o amarelecimento das folhas aumentado no mesmo padrão. Os resultados experimentais mostraram o potencial dos métodos de anelamento em cortes separados. O tratamento com cortes espaçados 5,1 cm, apesar de ter

provocado menor choque e apresentado recuperação mais rápida, induziu ramificação em 45% das plantas, sucesso comparável ao anelamento com retirada de casca com lâmina de 2,1 mm de espessura. Anelamentos espaçados de 10,2 cm e 20,3 cm apresentaram resultados muito melhores, respectivamente, 70% e 83% de indução, com boa recuperação do tecido do corte e da cor das folhas. As investigações anatômicas mostraram que, nos tratamentos de anelamento em cortes separados, ocorreu a recuperação mais rápida dos tecidos no local do corte do que nos outros tipos de anelamento. Para cortes espaçados em 1,3 cm e 2,5 cm houve recuperação completa do xilema, câmbio, floema e córtex no intervalo de dois meses. Para cortes separados de 10,2 cm e 20,3 cm, a recuperação foi melhor no corte inferior, com regeneração completa do xilema, câmbio e floema, e parcial do córtex após 2 meses do anelamento. O corte superior, apesar da recuperação mais lenta, apresentou aos 2 meses restabelecimento da continuidade anatômica de xilema, câmbio e floema. Nos anelamentos com retirada de casca, a regeneração chegou a demandar 8 meses nos cortes mais espessos (3 a 4 mm), sem apresentar ainda fechamento da casca ao nível do córtex. Os testes com induções múltiplas, feitas a 180 cm e 270 cm de altura, nos casos de dupla indução, e a 180 cm, 270 cm e 360 cm de altura, nos casos de tripla indução, indicaram seu potencial para árvores que já atingiram alturas superiores a 490 cm sem ramificação, ou com ramificação pobre. Tais métodos induziram maior número de ramos, distribuídos espacialmente de

forma desejável e contribuíram para maximizar a área foliar.

Com base em pesquisas desenvolvidas naquele Instituto, o RRIM (1974a) concluiu que o duplo anelamento em cortes separados de 20cm foi o melhor método de indução de copa, e que pelo uso do anelador com duas lâminas em "V" este método torna-se fácil e rápido. Assim, preconiza sua utilização, ressaltando que, apesar da diminuição do crescimento do perímetro do tronco nos primeiros meses após a indução, nos meses subsequentes o perímetro do tronco das árvores com indução de copa cresce mais rapidamente. Os dados apresentados mostram que 12 meses após a indução, as plantas aneladas cresceram 1,3 a 1,5 cm a mais de perímetro de tronco que aquelas não aneladas, o que representa um incremento de aproximadamente 10%. Também como resultado da indução, ocorre uma redução na altura das plantas. Um ano após a indução as plantas aneladas apresentavam 6,6 metros (m) de altura média e as não aneladas 7,4 m, enquanto que, no momento da indução, ambos os lotes de plantas apresentavam altura média de 4,5 m.

O RRIM (1974a, 1974c) recomenda que a indução deve ser feita entre 2,0 m e 2,5 m acima do calo de enxertia, sempre sobre tecido maduro (casca marrom). A indução feita sobre o aglomerado de gemas é preferível, pois produz ramificações tanto abaixo como entre os dois cortes do anelamento. As plantas não podem ser curvadas para realizar a indução, e os cuidados tomados após o anelamento são:

- . se as brotações das induções ocorrerem em época propícia para a ocorrência de doenças, deve-se realizar o seu controle preventivo;
- . se ocorrer a produção de um número excessivo de ramos laterais e todos permanecerem com igual vigor, alguns devem ser podados, deixando-se de 3 a 4 ramos que devem ser bem distribuídos no tronco, em diferentes direções;
- . se um ramo lateral cresce ultrapassando o ramo principal (ou guia), este ramo lateral deve ser podado abaixo do nível do ápice do ramo principal, de maneira a manter sempre a dominância deste último. Uma segunda poda é feita mais tarde para deixar somente uma brotação para cada ramo lateral original, anteriormente podado.

Em testes feitos pela EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA (1979), o duplo anelamento em cortes separados de 20 cm, recomendado pelo RRIM (1974a), não funcionou a contento. Por esta razão, foi introduzida alteração no instrumento, ficando um lado das lâminas em "V" com o corte voltado para cima, e outro lado com o corte voltado para baixo, de modo que uma maior área de casca da planta fosse atingida por ocasião do anelamento. As induções foram feitas a 2,5 m do solo, sempre sobre tecido maduro (casca marrom) em plantas dos cultivares IAN 717 e IAN 873 com dois anos de idade. Todas as plantas, independentemente do cultivar, e induzidas nos diferentes estágios de amadurecimento do último lançamento, responderam satisfatoriamente

ao anelamento. O aparecimento de brotações laterais deu-se 30 dias após o tratamento. Com 45 a 60 dias, foi observada a cicatrização dos tecidos seccionados e a persistência da parte apical. Pelos resultados obtidos, sugere-se que o anelamento seja feito no estágio de folíolos pequenos e pendentes, respectivamente, estágios B e C, porque nestes casos o número de brotações emitidas é menor, reduzindo a necessidade de desbrota posterior.

### 2.3.6. Confinamento do ápice

LEONG *et alii* (1976) conduziram tentativas de indução de copa em plantas com idade e porte inferiores àqueles recomendados para a indução pelo sistema de duplo anelamento. Os tratamentos de confinamento envolveram a cobertura da gema apical ou do lançamento dela emergente, dobrando sobre estes tecidos as folhas do último lançamento maduro ou, na impossibilidade de fazê-lo, usando folhas destacadas de outros lançamentos. As folhas foram amarradas com rafia ou tiras de elástico, mantendo-se o confinamento por uma, duas, três e quatro semanas. Estes sistemas de confinamento foram comparados com um controle sem indução, com o sombreamento do ápice com saco de papel pardo, conforme método descrito por Mulder<sup>6</sup>, citado por LEONG (1976), e com o

---

<sup>6</sup> MULDER, H. H. De Nieuwe "domper-kroon-ontekkelingsmethode" bij jonge rubber. *De Bergcultures*. 15: 472-74, 1941.

duplo anelamento, conforme recomendações do RRIM (1974a). No momento da indução por confinamento, a idade das plantas era de 6 a 8 meses. As condições do lançamento apical foram registradas, classificadas em 4 fases:

- . estágio de emergência da gema apical, ou estágio A;
- . estágio de folíolos pequenos, ou estágio B;
- . estágio de folíolos pendentes, ou estágio C;
- . estágio de folíolos maduros, ou estágio D.

O sucesso na indução à formação de copa aumentou com o retardamento da retirada do confinamento. Entretanto, quando a retirada foi muito retardada, além de 4 semanas, os ramos laterais apresentaram tendência a serem mais vigorosos que a brotação da gema apical, ou mesmo provocando a morte ou atrofia da brotação desta gema. A condição do último lançamento, no momento da indução, teve efeito no sucesso da ramificação, sendo o estágio de folíolos maduros o melhor, com 66% de plantas ramificadas contra 50%, 50% e 46%, respectivamente, para os estágios de emergência da gema apical, folíolos pequenos e folíolos pendentes observados 10 semanas após a indução. O sombreamento com saco de papel pardo foi mais eficiente quando realizado no estágio de folíolos pequenos, resultando em 67% de árvores ramificadas. O número médio de ramos por planta variou de 3,4 a 4,0, para os sistemas de confinamento e de sombreamento. Os amarrios feitos com rafia mostraram-se

muito resistentes, criando a necessidade de sua retirada obrigatória após 4 semanas da indução. Os resultados com volta dupla da tira elástica para prender as folhas foram superiores a uma volta, pois neste último caso as tiras rompiam antecipadamente, propiciando uma duração insuficiente do confinamento. As tiras elásticas com volta dupla, apesar de perdurarem mais, após 4 semanas de indução já estavam em grande parte rompidas, e permitiam o crescimento da gema apical. Removendo-se o confinamento 4 semanas depois da indução, permitiu-se a recuperação dos lançamentos terminais retardados. Somente 1% das plantas apresentaram o lançamento terminal quebrado ou retorcido, devido à obstrução de crescimento causada pelas folhas presas por tiras elásticas. Em todas as situações, o confinamento mostrou-se o melhor sistema para indução de formação de copa, sem a necessidade de podas subsequentes para correção da ramificação.

Identificadas as deficiências do método de confinamento, foram testadas algumas modificações que viabilizaram sua aplicação em escala comercial, observada a situação do último lançamento. Para lançamentos terminais nos estágios de folíolos maduros, folíolos pendentes e emergência da gema apical (com alongação menor que 2 cm), o confinamento deve ser feito com somente algumas folhas maduras do último lançamento presas por tiras elásticas com volta dupla, juntando-se os pecíolos para cima e dobrando-se os folíolos para baixo. Para lançamentos terminais no estágio de

emergência da gema apical (com alongação maior que 2 cm) e folíolos pequenos, o confinamento deve ser feito com três folhas maduras retiradas de outro lançamento, presas por tiras elásticas com volta dupla, formando uma cobertura da gema apical. LEONG (1976) e o RRIM (1976a) passam a preconizar o método de confinamento do ápice, conforme descrição acima, ressaltando as vantagens sobre os métodos anteriores, de possibilitar a indução de copa em plantas mais jovens, reduzir a mão-de-obra demandada, e simplificar a sua execução.

#### 2.3.7. Métodos químicos

A pulverização de soluções aquosas de hidrazida maléica, na concentração de 500 e 1.000 partes por milhão (ppm), de ethephon (ácido 2-cloroetil-fosfônico) a 1.000 ppm e 2.000 ppm, morfactina CF 125 a 6 e 12 ppm e daminozide (ácido succínico-2, 2-dimetilhidrazida) como método de indução à formação de copa foi experimentada por LEONG *et alii* (1976). A aplicação foi realizada sobre as folhas do último lançamento maduro. As induções por produtos químicos mostraram vários graus de sucesso de ramificação de plantas. Hidrazida maléica a 1.000 ppm, ethephon a 2.000 ppm e daminozide a 4.000 ppm produziram os melhores resultados, respectivamente, com 80%, 73% e 67% de plantas ramificadas dez semanas após a aplicação, contra 36% no controle sem indução. Entretanto, os produtos causaram desfolha do lançamento terminal em 50 a 60% das árvores tratadas, sendo que o acrésci-

mo na ramificação, em relação ao controle, pode, em parte, ter sido causado pela queda de folhas e não pela ação primária do produto nas gemas apicais e laterais. Observou-se também que a resposta, em ramificação lateral, aos tratamentos químicos foi lenta, sendo pouco evidente quatro semanas após a aplicação dos produtos nas plantas.

Foram testados pelo RRIM (1978) diversos reguladores vegetais de crescimento, em formulações simples ou combinadas, para verificar sua capacidade de induzir ramificação lateral em seringueira. A formulação composta de 4.000 ppm de ácido indolbutírico (IBA) e 2.000 ppm de Wye 1<sup>7</sup> com 1% de nitrato de potássio ( $KNO_3$ ), incorporados em lanolina, aplicada em gemas apicais de plantas enxertadas com dois anos de idade, resultou em 86% de plantas ramificadas 45 dias após o tratamento, enquanto que somente 20% das plantas não tratadas ramificaram no mesmo período.

PEREIRA (1984, p. 33) relata que ensaios conduzidos pelo RRIM mostraram que o produto Atrinal (ACR 1139A, dikegulac de sódio) na concentração de 100 ppm, pulverizado sobre o lançamento terminal de seringueiras jovens com folhas totalmente maduras, promoveu a brotação lateral das gemas axilares.

---

<sup>7</sup> Produto do laboratório Professor Wain.

### 2.3.8. Desbrota controlada

Observações preliminares de LEONG (1978) e YOON *et alii* (1976) mostraram que algumas árvores formam copa naturalmente, e que a maioria das árvores com copa alta são consequência da prática, corrente nos seringais, de desbrota regular de todos os ramos emergentes do caule até a altura de 2,4 m a 3,1 m do solo. Os autores comentam que a prática correta deveria ser aquela que utilizasse os ramos laterais precoces para melhorar a forma e crescimento da árvore antes de removê-los.

YOON *et alii* (1976) compararam os seguintes métodos de desbrota e indução de copa:

- . desbrota tradicional (DT): onde todos os ramos abaixo de 2,4 m foram removidos regularmente a intervalos de dois a três meses;
- . desbrota tradicional baixa (DTB): similar ao método anterior, sendo que a remoção de ramos foi efetuada somente até 1,7 m;
- . desbrota controlada (DC): onde a remoção dos ramos laterais foi controlada pelo tamanho destes. Os ramos laterais foram eliminados quando seu diâmetro atingia a metade do diâmetro do tronco, e quando tivesse pelo menos 4 lançamentos de folhas maduras;
- . desbrota controlada associada com indução de copa (DCIC): similar ao método anterior, exceto que nas ár-

vores onde não houve emissão de ramos baixos foi realizada indução de copa por duplo anelamento, em cortes separados de 20 cm a altura de 2,0 até 2,4 m do solo, seguindo recomendação do RRIM (1974a).

De uma forma geral o tratamento DT resultou em árvores com ramificação mais alta, enquanto que os demais tratamentos produziram árvores com ramificação mais baixa e melhor distribuída. O crescimento em perímetro do tronco foi melhor nos tratamentos DTB, DC e DCIC, com exceção dos casos onde as árvores do tratamento DT formaram copas densas. As diferenças de crescimento de perímetro entre os tratamentos DC e DCIC dependeram da boa ramificação natural, ou não, das árvores do tratamento DC, sendo que nos casos positivos não houve diferença entre estes dois tratamentos. As árvores dos tratamentos DC e DCIC apresentaram maior peso seco de folhas, ramos, raízes e planta total, sendo que o peso seco do tronco não aumentou, uma vez que o acréscimo em perímetro foi compensado pela diminuição da altura do tronco. O fechamento de copas foi mais rápido nos tratamentos DC e DCIC, o que significa melhor eficiência na interceptação de luz e, conseqüentemente, maior crescimento, bem como sombreamento mais rápido das plantas daninhas, resultando em menor custo de manutenção do seringal. A produção por árvore por sangria foi similar para todos os tratamentos. Entretanto, com um maior número de árvores sangráveis por hectare, nos primeiros anos de sangria, a produção por unidade de área foi superior para os tratamentos DC e DCIC. A taxa de

recuperação das lesões das podas retardadas, expressa em porcentagem de área de casca regenerada em relação à área total da lesão, foi de 100% para as lesões pequenas e de 97% para as lesões maiores, de 6 a 7 cm de diâmetro, dez meses após a remoção do ramo lateral. Estudos anatômicos mostraram que três anos após a poda retardada, a casca regenerada no local do corte, em relação à casca virgem, era mais espessa, tinha menor número de vasos laticíferos e maior número de células pétreas. Cinco anos e meio após a poda, as diferenças entre casca regenerada e casca virgem diminuíram, mas aquela permanecia mais espessa e com maior número de células pétreas. Os autores (YOON *et alii*, 1976) concluíram que, apesar dos aspectos favoráveis da desbrota controlada, esta técnica não elimina a necessidade da indução de copa, pois muitas plantas não ramificam naturalmente, e que maiores estudos deveriam ser feitos visando definir a idade e tamanho ideal para a retirada dos ramos laterais por poda. Recomendam que a remoção dos ramos laterais na altura onde realizam-se as primeiras sangrias, entre 1,20 e 1,70 m, deve ser feita anteriormente, para evitar lesões não recuperáveis na casca a ser sangrada.

Posteriormente, LEONG & YOON (1982a), utilizando-se dos mesmos métodos de poda e indução de copa como tratamentos (DT, DTB, DC e DCIC), analisaram a sua influência sobre diversos parâmetros de mensuração de copa. De uma forma geral, os tratamentos DC, DCIC e DTB resultaram em copas maiores do que o tratamento DT. O efeito principal foi

sobre o comprimento da copa, que é o resultado da menor altura de desbrota naqueles tratamentos. As plantas submetidas ao tratamento DTB tiveram maior altura de ramificação do tronco que aquelas dos tratamentos DC e DCIC, em razão de um favorecimento à ramificação mais baixa pelo retardamento na retirada dos ramos laterais nestes últimos tratamentos. A diferença de comprimento de copa, entre os tratamentos, foi mais perceptível em árvores jovens. Entretanto, à medida em que iniciou-se a competição entre copas, as diferenças de comprimento de copa ficaram menos evidentes.

Entre as diversas formas de determinação e descrição de copa, somente a porcentagem de copa (relação entre o comprimento da copa e a altura da árvore) foi afetada pelos tratamentos, como consequência de um efeito significativo dos tratamentos no comprimento da copa. As árvores dos tratamentos DTB, DC e DCIC apresentaram maior porcentagem de copa que aqueles do tratamento DT.

Os tratamentos de desbrota controlada (DC e DCIC) e baixa (DTB) mostraram ter efeito no desenvolvimento da copa, aumentando o seu tamanho, o que contribuiu para um melhor crescimento das árvores observadas nestes sistemas de condução de copa (LEONG & YOON, 1982a; YOON *et alii*, 1976).

Em estudos mais recentes, LEONG & YOON (1983) confirmaram as tendências de maior crescimento das árvores com desbrota controlada. Também testaram novos métodos de poda, desbrota e condução de copa, como tentativa de simplificação dos métodos anteriores, que são descritos abaixo:

- desbrota tradicional (DT);
- indução baixa, poda com quatro lançamentos maduros (IBP4): indução por confinamento a 0,9-1,2 m de altura e poda de ramos abaixo de 1,7 m, quando estes apresentavam 4 lançamentos maduros;
- indução baixa, poda com dois nós ramificados (IBP2N): indução por confinamento a 0,9-1,2 m de altura e poda de todos os ramos das rosetas ramificadas, abaixo de 1,7 m, com o nó superior ramificado. Na falta de um nó ramificado acima, poda de todos os ramos de nós que tivessem algum ramo com quatro lançamentos maduros;
- indução baixa, poda com três nós ramificados (IBP3N): similar ao anterior, sendo que a poda é feita abaixo de 1,7 m desde que haja dois nós ramificados acima daqueles a serem podados;
- indução baixa, desbrota controlada de acordo com YOON *et alii* (1976) (IBDC): indução por confinamento a 0,9-1,2 m e desbrota controlada, onde o ramo lateral deve ser removido quando atingir a metade do diâmetro do tronco e quando tiver pelo menos 4 lançamentos foliares maduros;
- indução alta, poda com dois nós ramificados (IAP2N): similar ao IBP2N, sendo a indução feita a 1,8-2,1 m de altura;
- indução alta, poda com três nós ramificados (IAP3N): similar ao IBP3N, sendo a indução feita a 1,8-2,1 m de altura;

- indução alta, desbrota controlada de acordo com YOON *et alii* (1976) (IADC): similar ao IBDC, sendo a indução feita a 1,8-2,1 m de altura.

Os resultados obtidos para os parâmetros analisados foram:

- frequência de ramificação: A frequência foi registrada para as alturas de 2,8 m, 3,8 m e 4,8 m acima do solo. Para a altura de 2,8 m, a frequência de ramificação foi maior para todos os tratamentos em relação ao tratamento DT. Para 3,8 m a diferença de frequência de ramificação entre tratamentos diminuiu e para 4,8 m a frequência de ramificação foi equiparável entre os tratamentos;
- perímetro do tronco: Todos os tratamentos resultaram em maior perímetro do tronco quando comparados com o tratamento DT. As induções de copa altas (1,8-2,1 m) apresentaram melhores resultados que as induções baixas;
- porcentagem de árvores aptas a sangria: Todos os tratamentos resultaram em maior porcentagem de árvores aptas a sangria que o tratamento DT, significando uma redução de aproximadamente 7 meses no período de imaturidade;
- produtividade: As diferenças em termos de produção por árvore por sangria foram pequenas entre os diversos tratamentos. Entretanto, para produção por hectare, por ano, todos os tratamentos foram superiores ao tratamen-

to DT, apresentando de 26% a 51% de incremento na produtividade do primeiro ano de sangria.

Os autores ressaltaram a necessidade de supervisão e a complexidade dos procedimentos de desbrota inerentes aos métodos propostos e consideraram o sistema IAP3N como o mais simplificado e promissor.

#### 2.4. Resistência a Vento Relacionada com Formação e Tipo de Copa

Em uma cultura vegetal, os danos causados por vento vão desde um estímulo excessivo à evapotranspiração até o efeito mecânico de quebra de galhos e arrancamento da planta do solo (OMETTO, 1981).

A pressão exercida pelo vento é proporcional ao tamanho do obstáculo e ao quadrado da velocidade do vento. Esta força tem dois componentes: o impacto do vento no obstáculo e a sucção no lado protegido. Em consequência, uma árvore sofre ação do vento mesmo estando do lado protegido do maciço de árvores. Estas considerações teóricas têm aplicação prática, no caso de seringueira. O tamanho e a densidade da copa influenciam a magnitude da força exercida na árvore pelo vento. Se o dossel de um plantio não é contínuo, o vento não só provoca um maior impacto em cada árvore, mas desenvolverá uma sucção mais forte nos lados protegidos do vento, pela retirada de ar nas falhas do dossel. A força, determinada pela velocidade do vento e natureza da copa da

árvore, é transmitida através dos ramos e tronco da árvore. O efeito alavanca aumenta no sentido da base da árvore, e no ponto mais fraco em proporção ao esforço aplicado ocorrerá a ruptura ou quebra. Árvores altas exercem um maior efeito alavanca no tronco do que árvores mais baixas (RRIM, 1959).

Sabe-se que na China, a partir de uma velocidade de 3 metros por segundo (m/s), os ventos já causam danos às folhas, às sementes e aos frutos da seringueira. Ventos de velocidade entre 8 e 13,8 m/s danificam árvores jovens. Ventos com velocidade acima de 17,2 m/s provocam quebra de galhos e troncos, principalmente em cultivares mais susceptíveis. Velocidades superiores a 24,5 m/s provocam quebra de galhos e tronco e tombamento de plantas, exceto nos cultivares menos susceptíveis (BARROS & CASTRO, 1983; ZONGDAO & XUEQIN, 1983).

Outra forma de classificar os ventos é pelo seu tipo, ou seja, ventos regulares com fluxo mais laminar causam danos diferentes que ventos turbilhonados, sendo estes últimos maiores responsáveis por quebras em seringueira (IRCA, 1982).

Os principais tipos de danos causados pelos ventos em seringueira são: quebra do tronco, quebra de galhos e tombamento de árvores (RRIM, 1959; RRIM, 1974d).

#### 2.4.1. Características de copa e resistência a danos causados por vento

Constata-se que há uma grande influência clonal na resistência da seringueira aos danos por vento, o que significa a existência de fatores controlados geneticamente que estão envolvidos no processo. Estes fatores são principalmente a qualidade da madeira, a arquitetura da copa e as interações entre estes dois fatores.

A qualidade da madeira pode ser medida por algumas propriedades mecânicas, tais como:

- **densidade da madeira:** de uma forma geral, os cultivares de madeira mais densa são mais resistentes, havendo, entretanto, exceções;
- **constrições de crescimento:** a presença de constrições de crescimento localizadas, como em uma concentração de inserções de galhos, pode favorecer a quebra pela existência de um ponto preferencial de resistência;
- **quantidade de lenho de tensão:** os cultivares susceptíveis a vento apresentam normalmente maior quantidade de lenho de tensão, ocorrendo casos em que esta propriedade não caracteriza a resistência da cultura.
- **resistência à flexão** (IRCA, 1984).

De acordo com COMPAGNON (1986, p.28-29) e IRCA (1984), a arquitetura da copa pode ser classificada em dois tipos:

- . **tipo susceptível:** copa de aspecto bifurcado e mal equilibrada em razão das ramificações terem tamanho aproximado ao da haste principal ou do tronco. As ramificações são longas, heterogêneas e persistentes;
- . **tipo resistente:** copa de aspecto cônico, caracterizada por ramificações pequenas, e equilibradas entre si. As ramificações são curtas, homogêneas e pouco resistentes com ângulo de inserção aberto.

O RRIM (1974c) classifica a arquitetura de copa de acordo com o hábito de crescimento, descrito abaixo:

- . **bons hábitos de crescimento:** árvores que possuem caule ereto e persistente, com galhos leves e inserção ao tronco em ângulos abertos, formando uma curva suave próxima à junção. As copas têm formato de cone invertido, com folhas pequenas. Tais árvores têm o centro de gravidade baixo e são bem balanceadas e estáveis;
- . **maus hábitos de crescimento:** árvores que possuem galhos pesados, por vezes tão grandes quanto o tronco, com inserção desbalanceada e concentrada. Apresentam ramificação desbalanceada e concentrada; bifurcações em forma de forquilha, onde ambos os ramos têm o mesmo diâmetro; ou ramificações numerosas saídas todas de uma mesma altura, e inexistência de ramo principal.

SAMPAIO e CORTEZ (1979) enfatizam a importância da estrutura de copa da seringueira, que deve apresen-

tar grande número de ramos laterais oriundos de um único tronco central persistente, para resistência a danos por vento, e desaconselham copas em formato de taça, com inserção de vários ramos em um mesmo ponto do tronco.

Além dos aspectos genéticos inerentes a cada cultivar, devem estar envolvidos fatores ambientais na resistência ao vento, uma vez que cultivares considerados susceptíveis em alguns locais apresentam boa resistência em outras regiões. É o caso do cultivar RRIM 600, muito susceptível ao vento na costa oeste da África (COMPAGNON, 1986; IRCA, 1982; IRCA, 1984) e considerado resistente na Malásia (RRIM, 1974b, 1983).

A idade do seringal é outro fator importante para a resistência das plantas. De uma forma geral, os danos mais sérios ocorrem a partir do sexto ano de idade das árvores (COMPAGNON, 1986; IRCA, 1984).

#### 2.4.2. Práticas culturais envolvidas na prevenção e correção de danos causados por ventos

As principais possibilidades de manejo visando contornar problemas ocasionados por vento em seringueira são:

- . **Quebra-vento:** São geralmente anteparos feitos com árvores resistentes a vento em faixas na direção perpendicular aos ventos predominantes. Existe uma grande proporcionalidade entre a altura do quebra-vento e o tama-

nho da zona protegida. As faixas de quebra-vento não devem ser excessivamente densas, uma vez que a turbulência provocada no lado oposto à incidência do vento diminui o efeito protetor (OMETTO, 1981).

Na China recomenda-se, para regiões de relevo ondulado e com grande incidência de ventos, quebra-ventos na forma de cordões de proteção, contornando blocos quadrados de seringueira de 1 hectare (ha), em função dos tufões que ocorrem nestas áreas (ZONGDAO & XUEQIN, 1983).

- **Adubação:** Em áreas e cultivares com possibilidades de danos causados por vento, a fórmula e a quantidade dos adubos devem ser ajustadas para este aspecto. Quando o risco de dano é moderado, deve-se reduzir a quantidade de fertilizantes, especialmente nitrogenados, efetuando a sua aplicação no período de troca de folhas, quando a absorção de nutrientes geralmente é mais eficiente. Caso a susceptibilidade a danos por vento seja alta, não se deve aplicar qualquer adubo no período de troca de folhas. Como a absorção é reduzida três a quatro meses após o reenfolhamento, a quantidade de nutrientes aplicada, neste último caso, deve ser reduzida (RRIM, 1976b). No caso específico do nitrogênio, um acréscimo no suprimento deste nutriente resulta num grande aumento no crescimento das folhas. Outro resultado é a conversão mais rápida dos carboidratos assimilados em proteínas e protoplasma, deixando uma menor proporção

de carboidratos para elaboração do material da parede celular, ocorrendo um aumento do tamanho da célula e uma diminuição proporcional na espessura da parede celular, reduzindo a resistência de troncos e ramos. Todos estes aspectos são negativos em relação à resistência a danos causados por ventos (SHORROCKS, 1979).

• **Sangria:** Para cultivares com produção inicial alta, o incremento em perímetro do tronco das árvores em sangria é muito reduzido em comparação com árvores não sangradas, da mesma idade. Nesta fase inicial de sangria, a copa continua aumentando em tamanho, provocando uma disparidade entre copa e tronco, tornando a árvore mais susceptível à quebra por vento. Uma forma de diminuir os danos é o adiamento do início da sangria até que as árvores atinjam maior perímetro do tronco, recomendação particularmente importante para o cultivar RRIM 501 (RRIM, 1959).

• **Enxertia de copa:** Foram realizados experimentos no sentido de enxertar-se uma copa de cultivar resistente ao vento sobre troncos de cultivares susceptíveis, porém de alta produção. As árvores com este tipo de enxertia possuíam copas com arquitetura igual àquela do cultivar resistente. Entretanto, não existem informações precisas com relação à resistência da combinação tronco/copa, e os danos de quebra de tronco não são reduzidos por este tipo de prática (RRIM, 1976). Outro aspecto negativo da enxertia de copa é o seu possível efeito

depressivo na produção e no crescimento do tronco, citado por diversos autores (DUNHAN *et alii*, 1982; FERRAZ & BERGAMIN FILHO, 1982; MAIA, 1982; PINHEIRO *et alii*, 1982; SENA GOMES *et alii*, 1982).

**.Poda e condução da copa:** A copa deve ser conduzida de acordo com seu hábito de crescimento. As podas podem ser divididas em podas de formação, podas preventivas e podas corretivas.

As podas de formação são feitas em plantas jovens, com o objetivo de modificar o crescimento da planta, resultando numa copa balanceada no momento do início da sangria. Deve ser iniciada quando as plantas começarem a formar ramificações permanentes, sempre cortando rente ao tronco. Deve-se evitar poda ou injúria da gema apical para induzir ramificação, pois resultará na perda do ramo guia, permitindo assim a formação de um amontoado de ramos próximos uns dos outros, o que contribui para o risco de quebra.

Ao se aproximar o fechamento das copas, deve-se desbastar as plantas com formação de copa ruim, que seriam difíceis de ser corrigidas. Deve-se evitar o desbaste de plantas próximas para prevenir a formação de falhas grandes quando as árvores entrarem em sangria.

As podas preventivas são feitas onde os danos de vento ainda não são sérios, de maneira a impedi-los. Consiste basicamente do encurtamento dos galhos pendentes, seja em plantas no interior dos blocos de plantio, seja em plantas de bordadura.

As podas corretivas são feitas em áreas onde já ocorreram danos de vento. As árvores quebradas, mas com painel de sangria intacto, são cortadas em bisel próximo da quebradura. Naquelas onde o painel de sangria foi quebrado, o corte é feito próximo ao solo, mantendo-se parte do tecido do enxerto.

Plantas jovens tombadas devem ter suas copas desbastadas, repostas na posição original, cobrindo-se as raízes expostas e, caso necessário, tutoradas. Os cortes devem ser pincelados com substâncias protetoras, e caso grande parte das copas tenha sido removida, deve-se pintar de branco as partes expostas, para evitar queimaduras pela radiação solar. Dependendo da quantidade e situação das plantas remanescentes, estas também devem ser podadas, para evitar a presença de árvores isoladas com copa entre diversas árvores podadas (RRIM, 1959; RRIM, 1974d).

Com base nos estudos citados, pode-se dizer que ramos laterais pesados e com ângulo de inserção fechado são propensos à quebra por vento. Também que a perda da haste principal pela morte da gema apical e grande concentração de ramos inseridos ao tronco levam a uma redução da resistência das árvores à quebra por vento.

## 2.5. Reguladores Vegetais e Modificação da Arquitetura da Copa e do Desenvolvimento da Seringueira

Durante os últimos anos, o mercado de reguladores vegetais tem aumentado a uma taxa de 11% ao ano, e espera-se para o restante da década de 80 que a utilização de reguladores cresça entre 10 e 15%, visto que se expandem em uma grande área de culturas agrônômicas (COOKE, 1987). No Brasil, algumas culturas já atingiram estágios que exigem elevado nível técnico para alcançar melhor produtividade. Principalmente quando essas culturas não se apresentam condicionadas por limitações de ordem nutricional e hídrica, além de serem protegidas adequadamente por defensivos, o emprego de fitoreguladores pode mostrar-se compensador (CASTRO & MELOTTO, 1988).

De acordo com CASTRO & MELOTTO (1988), "reguladores vegetais são compostos orgânicos, não nutrientes, que, em pequenas quantidades, promovem, inibem ou modificam processos morfológicos e fisiológicos das plantas. Os reguladores conhecidos pertencem aos grupos das auxinas, gibberelinas, citocininas, inibidores e retardadores, além do etileno". Cada classe de regulador apresenta características específicas de mecanismo e modo de atuação nas plantas, modificando determinadas fases no desenvolvimento. Seus efeitos podem variar de acordo com a espécie ou cultivar, com o estágio de desenvolvimento, com as condições ambientais, e estado nutricional, entre outros aspectos, havendo também

interações e sobreposições de efeitos de diferentes classes de reguladores e entre reguladores aplicados, e hormônios endógenos (WEAVER, 1972).

A seringueira apresenta, nos primeiros anos de crescimento, periódicas alongações, produzindo fluxos de lançamentos foliares alternados com períodos de repouso. Em plantas jovens, que não têm suas copas formadas, os fluxos de crescimento ocorrem sucessivamente durante o ano. Os períodos de atividade cambial coincidem com os fluxos de lançamentos (MORAES, 1977). Esta coincidência deve ocorrer porque a atividade cambial é estimulada pela auxina e giberelina endógena produzidas nas gemas em brotação. A auxina estimula as divisões do câmbio, produzindo principalmente elementos de xilema, enquanto a giberelina promove a diferenciação dos tecidos do floema (GALSTON & DAVIES, 1972).

KRAMER & KOZLOWSKI (1960) também comentam a estimulação da atividade meristemática do câmbio por hormônios provenientes da copa e, principalmente, de ramos em crescimento, e desta forma, em muitas espécies a retirada de gemas e o desfolhamento impedem a atividade cambial. Aparentemente, o crescimento da copa e o crescimento em diâmetro do tronco são dois processos não competitivos entre si, pelo menos em árvores com área fotossintetizante normal.

A dominância apical, nos seus diversos graus de supressão da emergência e crescimento de gemas laterais, é um fator de grande importância na determinação da arquitetura de copa das plantas (HORN, 1976; TOM LINSON, 1983). A

supressão da dominância apical leva à brotação de gemas laterais, que produzem ramos que aumentam a área de copa e a área foliar, o que nem sempre está associado com incremento na taxa assimilatória e no crescimento (BLEASDALE, 1977; WEAVER, 1972).

A dominância apical é exercida e mantida pelo movimento de auxina produzida na gema apical e que conserva as gemas laterais em dormência. Assim, a auxina regula a competição entre as diversas gemas de um caule, de forma que este hormônio, proveniente da gema apical, inibe o desenvolvimento de outras gemas. Uma vez superada a inibição inicial das gemas laterais, aplicações posteriores de auxina não terão mais efeito inibidor, mas poderão agora incrementar o crescimento dos ramos laterais (GALSTON & DAVIES, 1972).

A retirada da gema apical provoca a retomada dos processos de divisão celular e desenvolvimento dos meristemas laterais, e a aplicação de inibidores de transporte de auxina próximo à gema apical exerce o mesmo papel do corte dessa gema, portanto, as gemas laterais são controladas pela auxina transportada do ápice para as gemas laterais (BLEASDALE, 1977; AWAD & CASTRO, 1983).

A inibição ou desenvolvimento de gemas laterais parece envolver uma ação competitiva entre dois hormônios, auxina produzida no ápice e citocinina, que se origina provavelmente no sistema radicular. Assim, a aplicação localizada de citocininas em gemas laterais, mesmo num sistema inibido pela auxina produzida no ápice, pode ocasionar o

crescimento seletivo das gemas laterais tratadas. Em algumas espécies, a aplicação de giberelinas pode também contribuir para a dominância apical. As giberelinas, como as auxinas, promovem a alongação celular e parece que atuam de forma complementar e interagem sinergisticamente com auxinas. Alguns autores sugerem que as giberelinas agem promovendo a síntese de auxina, aumentando o seu transporte para o sítio de ação ou inibindo as oxidases de auxinas. De qualquer forma, verifica-se que aplicações de giberelinas usualmente aumentam os níveis de auxina nas plantas (GALSTON & DAVIES, 1972; WEAVER, 1972).

Estudos mais recentes, apresentados por BRENNER *et alii* (1987) e MARTIN (1987) enfatizam a importância da auxina como regulador da dominância apical, e levantam hipóteses de que os efeitos de giberelinas e citocininas na brotação de gemas laterais são reflexos de interações de hormônios, principalmente com a síntese e o transporte de auxinas endógenas. BRENNER *et alii* (1987), em experimentos efetuados em tomateiros, concluíram que o sistema radicular, considerado como fonte de citocininas, "não teve qualquer efeito sobre a liberação da dominância apical, o sistema radicular aparece para controlar o crescimento relativo dos ramos axilares, uma vez que o seu crescimento já tenha iniciado". MARTIN (1987) conclui que "não existem dados para suportar a função do ácido giberélico na liberação de gemas laterais do controle apical; entretanto, promovendo um forte crescimento apical, o ácido giberélico pode inibir o desen-

volvimento de gemas laterais".

Diversos autores (CASTRO & MELOTTO, 1987; CATHEY, 1964; LEOPOLD & KLEIN, 1952; WEAVER, 1972) têm demonstrado o uso de retardadores e inibidores para o controle do desenvolvimento e da arquitetura da copa de árvores de várias espécies.

Retardadores de crescimento são produtos que diminuem a divisão celular nos meristemas sub-apicais, e regulam a altura de plantas sem paralisar o seu crescimento. Em contraste, os inibidores impedem o crescimento de plantas, induzem a senescência e abscisão e suprimem a dominância apical pela inibição completa da divisão celular no meristema apical (CASTRO & MELOTTO, 1987; CATHEY, 1964; WEAVER, 1972).

Entre os retardadores de crescimento mais utilizados estão o chlormequat (CCC) e o daminozide (SADH). O CCC pode bloquear a síntese da giberelina sem destruir a giberelina endógena já formada. Já o SADH inibe a síntese de auxina. De qualquer forma, a aplicação destes reguladores, em plantas, reduz normalmente o efeito de dominância apical (CASTRO & MELOTTO, 1987; WEAVER, 1972). O uso de retardadores aumenta o ângulo de inserção dos ramos laterais e produz árvores com maior abertura de copa. A redução do tamanho de macieiras induzida pela aplicação de SADH está, em alguns casos, associada com o aumento da área foliar, com o escurecimento e intensificação da cor verde das folhas e com o incremento do perímetro do tronco (WEAVER, 1972).

A hidrazida maléica (HMD) é um inibidor de ampla utilização na agricultura (CASTRO & MELOTTO, 1987). A HM apresenta efeitos antagônicos aos da auxina no crescimento das plantas, anulando a dominância apical, parализando a alongação de caules e ramos e ativando o funcionamento de vários meristemas ao mesmo tempo (CATHEY, 1964; LEOPOLD & KLEIN, 1952). A HM suprime a dominância apical usualmente matando a gema apical, provocando o crescimento vigoroso de ramos laterais e produzindo árvores bastante ramificadas. A maior dificuldade no uso de HM é a escolha de uma dosagem alta o suficiente para reduzir o crescimento da gema apical sem matá-la. A HM apresenta a característica de estimular o crescimento de ramos laterais com ângulo aberto de inserção ao tronco quando a gema apical não é morta, caso contrário os ramos laterais emergem e crescem com ângulos fechados, o que provoca maior quebra de ramos (WEAVER, 1972).

O desenvolvimento dos ramos emergentes após a aplicação de HM e SADH não foi afetado pelos produtos, pois aparentemente ocorre pequena translocação de HM e SADH para os ramos novos que brotam de gemas previamente dormentes, ou porque SADH e HM são inativados num período de 2 meses após a aplicação (WEAVER, 1972).

Retardadores de crescimento são altamente específicos. Não há correlação óbvia entre a classificação taxonômica e a resposta de plantas a um composto específico. Mesmo entre diferentes cultivares de uma mesma espécie, a resposta a um determinado produto pode variar bastante. Ge-

ralmente plantas com crescimento lento e constante respondem melhor à aplicação de reguladores do que plantas que crescem em fluxos que normalmente respondem somente a altas dosagens. O modo de aplicação, época e condição climática frequentemente limitam o efeito dos retardadores, sendo que os melhores resultados foram obtidos quando a aplicação foi realizada na primavera, através de pulverização da folhagem (CATHEY, 1964). Obtém-se normalmente máxima inibição do crescimento de árvores pela HM quando as copas foram pulverizadas na primavera porque as folhas em desenvolvimento absorvem HM mais eficientemente do que folhas em completa expansão (WEAVER, 1972). Geralmente os efeitos de inibidores e retardadores são aumentados pela adição de espalhantes-adesivos em concentrações de 0,1% a 0,5% na calda a ser pulverizada nas folhas (WEAVER, 1972).

PAKIANATHAN & WAIN (1975) realizaram diversos experimentos com reguladores de crescimento em seringueira e seus efeitos sobre o crescimento em altura e em perímetro do tronco, sobre a espessura de casca e sobre a indução de brotação de gemas laterais. Plantas tratadas com ácido giberélico (AG) mostraram ganho significativo de crescimento em altura, aumentando o tamanho dos entrenós. Por outro lado, AG apresentou tendência para reduzir o crescimento em perímetro do tronco, enquanto que o ácido indolilacético (AIA), ácido  $\beta$ -naftalenacético ( $\beta$ ANA) e o ácido triiodoben-zóico (TIBA) resultaram em incremento do perímetro do tronco. Não houve incremento no número de anéis de vasos

laticíferos pela aplicação destes produtos, porém, AIA e TIBA ativaram a divisão cambial que resultou na produção de células de parênquima e de esclerênquima. Entre os produtos testados para indução de brotação de gemas laterais, como Wye 1<sup>B</sup>, ácido abscísico (ABA) e benziladenina (BA), este último mostrou-se o mais efetivo. BA aplicado em lanolina sobre a gema terminal induziu significativamente a brotação de gemas, sendo que a gema terminal não foi afetada e permaneceu viável porém dormente, enquanto as gemas laterais brotaram. Wye 1, apesar de induzir grande número de brotações laterais quando pulverizado sobre as folhas do último lançamento ou aplicado em lanolina sobre a gema apical, provocou, em aproximadamente 50% destas brotações, clorose e morte descendente. A combinação de BA com Wye 1 reduziu significativamente o aparecimento de clorose e morte descendente. ABA em lanolina, aplicada sobre a gema apical, também induziu a brotação de gemas sub-apicais.

HAFSAH BTE JA'AFAR (1982) demonstrou que BA e dikegulac de sódio (Atrinal) induziram a emergência de gemas de tocos enxertados e de tocos altos do cultivar RRIM 600. O mesmo autor (HAFSAH BTE JA'AFAR, 1984) demonstrou a eficiência do produto Atrinal na indução de emergência de brotações de tocos enxertados e tocos altos, e também no aumento de brotações laterais em plantas matrizes decepadas. O produto foi pulverizado sobre gemas dormentes nas concentrações de

---

<sup>B</sup> Produto do laboratório Professor Wain.

1.000 ppm e 2.000 ppm. Nas plantas matrizes previamente decepadas, foi aplicado em pasta sobre o corte da decepa em concentrações que variaram de 2.000 ppm a 6.000 ppm. Houve um aumento médio de 20% na brotação de gemas dormentes de tocos enxertados e de tocos altos, e de 50% a 200% na produção de ramos laterais nas plantas matrizes.

PEREIRA *et alii* (1979) observaram que cinetina (Funfurilamino purina) em pasta de lanolina a 100 ppm e 500 ppm, aplicada sobre a parte decapitada das hastes do cultivar IAN 717, promoveu um aceleração e uniformização na brotação das gemas laterais, sem haver praticamente diferença no número e tamanho final das brotações.

CARVALHO (1980) demonstrou que ethephon e cumarina, em solução a 1.000 ppm, pulverizados em seringueiras jovens, associados com práticas culturais de anelamento, gravimorfismo e poda das raízes, são capazes de causar a perda da dominância apical e o florescimento precoce.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Localização e Caracterização da Área Experimental

O experimento foi instalado e conduzido na Fazenda Cachoeirinha localizada no município de Casa Branca, distrito de Venda Branca, situado na Região Central do Estado de São Paulo. A área está localizada a  $21^{\circ}54'34''$  de latitude Sul e  $47^{\circ}03'30''$  de longitude Oeste de Greenwich com altitude de aproximadamnte 660 m acima do nível do mar, obtida através de medidas planimétricas no campo e interpolação em carta de cartografia com curvas de nível (FUNDAÇÃO IBGE, 1971).

##### 3.1.1. Clima

Segundo o Atlas Climático e Ecológico do Estado de São Paulo (SEZTER, 1966) o clima da área é caracterizado como do tipo "Cwa" (Mesotérmico, seco de inverno, sub-tropical) da classificação de Köeppen. A temperatura média anual situa-se em torno de  $21^{\circ}\text{C}$  sendo a média das máximas do mês mais quente de  $28^{\circ}\text{C}$  e a média das mínimas do mês mais frio de  $11^{\circ}\text{C}$ . A precipitação pluvial média anual

fica em torno de 1.250 mm, e de uma maneira geral as chuvas ocorrem principalmente nos meses de outubro a março, semestre que concentra, em média, 950 mm de precipitação pluvial.

A área do experimento está situada, pelo Zoneamento Agrícola do Estado de São Paulo (SECRETARIA DA AGRICULTURA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1977) em região apta para o cultivo da seringueira cujas características são a evapotranspiração real (ER) superior a 900 mm e deficiência hídrica anual (Da) maior que zero. No zoneamento agroclimático para a heveicultura no Brasil (CORTOLANI *et alii*, 1983) a área experimental está inserida na faixa preferencial para o cultivo, com evapotranspiração real superior a 900 mm e deficiência hídrica anual entre 0 e 200 mm, e condições térmicas e hídricas satisfatórias.

O posto meteorológico oficial mais próximo, com dados disponíveis, situa-se na Estação Experimental de Mococa do Instituto Agronômico de Campinas (IAC). O posto metereológico localiza-se na latitude  $21^{\circ}28'$  Sul e longitude  $41^{\circ}01'$  a Oeste de Greenwich a 665 m de altitude, aproximadamente a 35 quilômetros da área do experimento. A Tabela 1 apresenta a média de 35 anos (1948 a 1982) dos dados climáticos do posto metereológico em questão, que são compatíveis com as informações do Atlas Climático e Ecológico do Estado de São Paulo (SEZTER, 1966), exceto para precipitação anual; que pelos dados mais atualizados do Posto Meteorológico da Estação Experimental de Mococa é de 1442 mm.

Tabela 1 - Dados climáticos médios de 35 anos (1948 a 1982)  
do Posto Meteorológico da Estação Experimental de  
Mococa do Instituto Agronômico de Campinas - IAC.

MÊS	INSOLAÇÃO (horas)	PRECIP. (mm)	U. R. (%)	V. MÉD. VENTO (m/s)	T E M P E R A T U R A °C				
					MED. MAX.	MAX. ABS.	MED. MIN.	MIN. ABS.	MÉDIA
Jan.	200.0	258.1	78.7	2.2	29.7	36.4	18.3	10.2	23.2
Fev.	186.2	204.5	78.9	2.2	29.9	39.8	18.3	9.0	23.2
Mar.	226.4	173.1	77.9	2.2	29.7	35.2	17.7	9.5	22.9
Abr.	232.7	66.6	75.0	2.1	28.6	33.6	15.3	0.3	21.1
Mai.	234.9	47.0	72.9	2.4	26.7	32.8	12.9	0.0	19.0
Jun.	225.9	36.8	69.9	2.8	25.8	31.3	12.0	-1.4	18.2
Jul.	244.3	22.1	64.3	2.9	26.2	32.8	11.6	-0.2	18.4
Ago.	251.3	20.0	58.9	3.1	28.6	35.6	13.3	0.0	20.5
Set.	225.3	50.9	60.0	3.2	29.9	37.8	15.2	0.9	22.2
Out.	218.6	133.3	68.7	3.0	29.7	38.2	16.5	2.4	22.6
Nov.	217.3	178.3	73.3	2.6	29.6	37.8	17.2	6.5	22.8
Dez.	193.7	251.3	77.5	2.4	29.3	36.8	17.9	6.5	23.0
<b>ANUAL</b>	<b>2.656.6</b>	<b>1.442.0</b>	<b>71.3</b>	<b>2.6</b>	<b>28.6</b>	<b>39.8</b>	<b>15.5</b>	<b>-1.4</b>	<b>21.4</b>

Para o período experimental, de 1985 a 1989, foram considerados os dados climáticos mensais e anuais da Estação Experimental de Mococa do IAC, de insolação (Tabela 2), precipitação pluvial (Tabela 3), umidade relativa (Tabela 4), velocidade média do vento (Tabela 5), temperatura máxima absoluta (Tabela 6), temperatura mínima absoluta (Tabela 7) e temperatura média (Tabela 8).

Tabela 2 - Dados de insolação em horas, mensal e anual, do Posto Meteorológico da Estação Experimental de Mococa do IAC, do período de 1985 a 1989.

MÊS	1985	1986	1987	1988	1989
Jan.	159.9	240.9	192.3	246.7	172.2
Fev.	192.6	142.4	161.2	151.7	144.3
Mar.	204.8	203.3	269.6	263.4	222.0
Abr.	235.6	243.6	197.1	197.4	253.1
Mai.	244.1	197.2	179.0	208.9	247.6
Jun.	242.7	257.3	202.7	220.2	183.8
Jul.	271.6	224.2	253.2	266.3	222.7
Ago.	254.0	184.3	255.5	291.9	
Set.	225.7	233.1	199.0	244.5	
Out.	262.7	264.7	228.4	197.2	
Nov.	229.0	199.1	251.9	223.7	
Dez.	255.2	124.8	219.0	180.6	
<b>ANUAL</b>	<b>2.777.9</b>	<b>2.514.9</b>	<b>2.608.9</b>	<b>2.692.5</b>	

Tabela 3 - Dados de precipitação pluvial em mm, mensal e anual, do Posto Meteorológico da Estação Experimental de Mococa do IAC, do período de 1985 a 1989.

MÊS	1985	1986	1987	1988	1989
Jan.	330.7	246.8	249.2	134.2	180.0
Fev.	107.9	218.2	201.8	296.0	261.4
Mar.	183.4	143.8	73.9	202.0	130.3
Abr.	47.5	46.4	111.2	153.5	90.3
Mai.	15.3	121.2	175.4	83.9	42.5
Jun.	0.3	0.0	19.3	33.8	12.4
Jul.	0.9	55.5	14.9	0.0	63.1
Ago.	3.0	110.3	6.0	0.0	
Set.	28.6	41.5	65.1	4.9	
Out.	45.0	79.4	130.5	239.5	
Nov.	190.0	113.7	229.3	76.5	
Dez.	172.8	358.1	136.9	208.6	
<b>ANUAL</b>	<b>1.125.4</b>	<b>1.534.9</b>	<b>1.413.5</b>	<b>1.432.9</b>	

Tabela 4 - Dados de umidade relativa em %, mensal e anual, do Posto Meteorológico da Estação Experimental de Mococa do IAC, do período de 1985 a 1989.

MÊS	1985	1986	1987	1988	1989
Jan.	82.1	77.0	79.4	75.8	80.3
Fev.	78.9	80.1	77.7	83.5	81.8
Mar.	80.2	78.7	73.3	75.5	78.6
Abr.	73.3	71.9	77.9	80.4	74.9
Mai.	68.5	75.6	79.2	78.0	72.3
Jun.	62.0	65.5	74.4	72.2	72.8
Jul.	56.1	66.5	63.2	61.4	61.0
Ago.	52.7	68.9	55.6	48.2	
Set.	56.6	57.4	67.8	51.1	
Out.	51.7	59.1	68.0	69.3	
Nov.	65.2	65.6	68.9	70.9	
Dez.	69.8	82.1	76.9	73.5	
<b>ANUAL</b>	<b>66.4</b>	<b>70.7</b>	<b>71.9</b>	<b>70.0</b>	

Tabela 5 - Dados de velocidade média do vento em m/s, mensal e anual, do Posto Meteorológico da Estação Experimental de Mococa do IAC, do período de 1985 a 1989.

MÊS	1985	1986	1987	1988	1989
Jan.	3.5	2.3	1.6	1.6	1.8
Fev.	2.3	1.4	1.9	1.3	1.4
Mar.	2.2	1.4	1.5	1.3	0.7
Abr.	2.1	1.4	1.4	1.6	0.9
Mai.	2.0	1.8	2.3	1.4	1.3
Jun.	2.8	2.5	2.2	2.6	2.5
Jul.	3.8	3.1	2.9	2.9	3.0
Ago.	4.2	3.9	2.5	3.0	
Set.	3.6	3.6	2.8	3.1	
Out.	3.9	2.8	2.6	3.1	
Nov.	3.3	2.7	2.1	2.1	
Dez.	2.7	2.4	1.8	1.7	
<b>ANUAL</b>	<b>3.0</b>	<b>2.4</b>	<b>2.1</b>	<b>2.1</b>	

Tabela 6 - Dados de temperatura máxima absoluta em °C, mensal e anual, do Posto Meteorológico da Estação Experimental de Mococa do IAC, do período de 1985 a 1989.

MÊS	1985	1986	1987	1988	1989
Jan.	31.0	32.4	34.0	34.6	33.0
Fev.	32.6	32.6	32.0	32.0	33.4
Mar.	33.2	33.0	32.8	33.0	31.8
Abr.	31.8	32.2	32.0	32.2	32.2
Mai.	29.8	30.4	30.8	30.6	30.6
Jun.	29.4	29.0	29.8	39.4	28.8
Jul.	30.0	29.4	30.4	28.4	30.2
Ago.	34.2	30.2	34.0	33.6	
Set.	36.0	34.8	35.4	37.0	
Out.	36.0	25.0	39.0	34.0	
Nov.	37.4	34.8	35.0	32.8	
Dez.	34.0	32.2	32.2	33.0	
<b>ANUAL</b>	<b>37,4</b>	<b>34,8</b>	<b>39,0</b>	<b>37,0</b>	

Tabela 7 - Dados de temperatura mínima absoluta em °C, mensal e anual, do Posto Meteorológico da Estação Experimental de Mococa do IAC, do período de 1985 a 1989.

MÊS	1985	1986	1987	1988	1989
Jan.	16.2	17.6	18.0	16.6	17.2
Fev.	18.2	18.2	15.2	18.0	18.0
Mar.	16.6	16.8	12.0	15.0	16.8
Abr.	14.2	11.0	13.0	15.2	12.0
Mai.	8.4	11.6	9.2	12.0	5.8
Jun.	1.8	6.0	5.8	3.0	9.0
Jul.	3.2	7.4	9.6	1.8	6.0
Ago.	6.8	11.8	2.8	5.2	
Set.	10.0	11.4	10.8	12.0	
Out.	10.8	9.6	11.2	13.0	
Nov.	15.6	10.0	14.4	13.0	
Dez.	15.2	16.4	15.0	17.0	
<b>ANUAL</b>	<b>1,8</b>	<b>6,0</b>	<b>2,8</b>	<b>1,8</b>	

Tabela 8 - Dados de temperatura média °C, mensal e anual, do Posto Meteorológico da Estação Experimental de Mococa do IAC, do período de 1985 a 1989.

MÊS	1985	1986	1987	1988	1989
Jan.	22.9	23.9	24.1	25.6	23.0
Fev.	23.7	23.3	23.2	23.3	23.1
Mar.	23.5	23.4	23.1	23.6	23.4
Abr.	22.6	22.8	22.2	22.7	22.5
Mai.	19.8	20.9	20.0	20.5	18.8
Jun.	16.8	18.0	18.0	18.0	18.2
Jul.	17.8	17.5	20.1	17.0	17.7
Ago.	21.3	19.9	20.3	20.8	
Set.	22.4	21.5	21.4	24.2	
Out.	24.7	23.0	23.5	22.4	
Nov.	24.3	23.8	24.5	22.9	
Dez.	24.1	23.1	23.9	23.8	
ANUAL	22.0	21.8	22.0	22.0	

Outro aspecto relevante sobre o clima durante o período experimental foi a seca intensa que ocorreu, concentrada no período de abril a novembro de 1985, portanto na época do inverno. De acordo com CAMARGO *et alii* (1986) o balanço hídrico correspondente ao ano civil de 1985, para Mococa - SP, mostra uma deficiência hídrica anual de 287 mm, concentrada no período de maio a outubro. Os mesmos autores, analisando o efeito da seca de 1985 nos plantios de seringueira comentam que em seringais adultos foram observados pequenos decréscimos da produção e dificuldade no reenfolhamento, e em plantios novos, com um ano de campo, houve necessidade de irrigação.

## 3.1.2. Solo

O solo foi classificado como latossolo vermelho amarelo-distrófico, textura média. O solo é bem drenado, com profundidade superior a 1,50 m. O relevo varia de plano a suavemente ondulado.

As análises químicas do solo, realizados durante o período experimental, são apresentadas na Tabela 9.

Tabela 9 - Análise química de amostras de solo coletadas na área do experimento em agosto de 1985, maio de 1987 e maio de 1989. Casa Branca - SP.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E UNIDADES	VALORES		
	1985	1987	1989
pH em $\text{CaCl}_2$	4,1	3,9	4,2
P em resina (ppm)	8,0	7,2	8,5
$\text{K}^+$ (meq/100 $\text{cm}^3$ )	0,02	0,04	0,08
$\text{Ca}^{2+}$ (meq/100 $\text{cm}^3$ )	1,40	0,34	1,31
$\text{Mg}^{2+}$ (meq/100 $\text{cm}^3$ )	0,57	0,09	0,38
$\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ (meq/100 $\text{cm}^3$ )	3,10	3,10	3,06
S (meq/100 $\text{cm}^3$ )	1,99	0,47	1,77
T (meq/100 $\text{cm}^3$ )	5,09	3,57	4,83
V (%)	39,09	13,16	36,65
M. O. (%)	1,54	0,80	1,43

No preparo do terreno, em julho de 1984, para o plantio do seringal foi efetuada calagem em área total utilizando-se 2 toneladas (t) por hectare de calcário dolomítico. Em agosto de 1987 foi realizada calagem em área

total com 2 t/ha de calcáreo calcítico e em agosto de 1989 foi feita outra calagem aplicando-se 2 t/ha de calcáreo dolomítico.

Na adubação de cova foram utilizados 3 quilogramas (kg) de esterco de frango, 200 gramas (g) de superfosfato simples, 300 g de farinha de ossos e 20 g de sulfato de zinco. O programa de adubação efetuado no seringal, onde situava-se a área experimental, é apresentado na Tabela 10. As adubações foram realizadas durante o período chuvoso de cada ano agrícola.

Tabela 10 - Programa de adubação efetuado no seringal da área experimental. Casa Branca - SP, 1984 a 1989.

PERÍODO	ADUBO OU FÓRMULA	QUANTIDADE APLICADA (g/planta)
1984/1985	Nitrocálcio	30
	12.17.10.3 (Mg)	80
	12.06.12	100
1985/1986	12.17.10.3 (Mg)	200
	12.06.12	200
1986/1987	Nitrocálcio	200
	12.06.12	250
	Superfosfato simples	200
	Sulfato de magnésio	80
1987/1988	12.06.12	600
	Superfosfato simples	100
	Cloreto de potássio	50
	Sulfato de magnésio	150
1988/1989	12.06.12	600
	Superfosfato simples	200
	Cloreto de potássio	100

### 3.1.3. Material botânico

A área experimental foi plantada com mudas do tipo toco enxertado transplantado para saco de plástico. Os porta-enxertos eram oriundos de sementes obtidas através de polinização aberta e coletadas a partir de plantas adultas de pés-francos com ancestralidade da espécie *Hevea brasiliensis*. Os enxertos foram feitos com material vegetativo do cultivar RRIM 600, sendo este o material de plantio mais utilizado no Estado de São Paulo.

Na época do início do experimento, em novembro de 1985, as plantas apresentavam-se com idade de 20 meses a partir do plantio de mudas ensacoladas com 2 lançamentos foliares do enxerto já maduros.

### 3.2. Instalação do Plantio e Condução do Seringal

O preparo da área do seringal constituiu-se das operações de aração, gradagem, terraceamento, sulcamento das linhas de plantio em nível e preparo da cova. As covas foram abertas manualmente com dimensões de 40 cm de diâmetro e 50 cm de profundidade.

O plantio das mudas ocorreu em março de 1984. Após o plantio foram realizadas regas periódicas, a intervalos de 3 dias, sempre que houvesse ausência de chuvas.

As plantas foram constantemente desbrotadas para eliminação de brotações do porta-enxerto e de brotações laterais da haste do enxerto até 1,70 m de altura.

O programa de controle de plantas daninhas consistiu de capina manual de faixa de 2 m de largura acompanhando a linha de plantio nos primeiros dezoito meses após o plantio, quando o controle do mato nesta faixa passou a ser feito com aplicação do herbicida glyphosate a dosagens de 4 a 6 litros do produto comercial por hectare de área tratada.

Nas entrelinhas de plantio o controle de plantas daninhas foi realizado através de roçagem durante o período chuvoso e gradagem leve no início do período seco.

Durante todos os períodos de inverno foi feito amontoado de terra de aproximadamente 40 cm de altura, sobre a base das plantas para protegê-las de possíveis danos por frio.

### 3.3. Tratamentos e Delineamento Experimental

A indução de copa foi efetuada pelo uso de reguladores vegetais em diferentes dosagens conforme descrição apresentada na Tabela 11. Os reguladores vegetais utilizados no experimento foram: hidrazida maléica, sal de dietalonamina 6-hidroxi-3(2H)-piridazinona (HM), produto comercial Slo-gro; chormequat, cloreto (2-cloroetil) trimetilamônio (CCC), conhecido comercialmente como Cycocel-50; e daminozide, ácido succínico-2, 2-dimetilhidrazida (SADH), produto comercial Alar-85.

Tabela 11 - Tratamentos utilizados no experimento de indução de copa por métodos químicos. Casa Branca - SP, 1985.

NÚMERO DO TRATAMENTO	REGULADOR VEGETAL	DOSAGEM p. p. m.
0	Testemunha	-
1	Hidrazida Maléica (HM)	500
2	Hidrazida Maléica (HM)	750
3	Hidrazida Maléica (HM)	1.000
4	Chlormequat (CCC)	1.000
5	Chlormequat (CCC)	1.500
6	Chlormequat (CCC)	2.000
7	Daminozide (SADH)	2.000
8	Daminozide (SADH)	3.000
9	Daminozide (SADH)	4.000

O delineamento experimental adotado foi de Blocos ao Acaso com 4 repetições e 3 plantas por parcela. Cada bloco foi localizado em uma linha de plantio e entre as parcelas foram deixadas plantas como bordaduras. A sequência das parcelas nos blocos foi sorteada.

Além da análise dos tratamentos separadamente foram testados os efeitos de conjuntos de tratamentos agrupados por tipo de regulador vegetal conforme é mostrado na Tabela 12.

Tabela 12 - Grupos de tratamentos utilizados para análise do experimento de indução de copa por métodos químicos.

GRUPO	REGULADOR VEGETAL	NÚMERO DOS TRATAMENTOS AGRUPADOS
Testemunha	Testemunha	0
Grupo 1 (G1)	Hidrazida Maléica	1, 2, 3
Grupo 2 (G2)	Chlormequat	4, 5, 6
Grupo 3 (G3)	Daminozide	7, 8, 9

### 3.4. Instalação e Condução do Experimento

Primeiramente procedeu-se a seleção das plantas pela altura entre 1,70 m e 3,00 m, e pelo estágio do último lançamento foliar que deveria estar maduro sem início de brotação do meristema apical, ou seja, no estágio A descrito por Hallé e Martin<sup>9</sup> citados por COMPAGNON (1986, p. 25). Naquela ocasião, 11.11.1985, foi efetuada a mensuração da altura das plantas e do perímetro do tronco a 80 cm de altura do solo.

Após o sorteio das parcelas as plantas foram marcadas individualmente com plaquetas de alumínio presas por arame e com tabuletas de madeira afixadas ao solo.

Os tratamentos para indução de copa consistiram de pulverização do último lançamento foliar maduro e da

<sup>9</sup> HALLE, F. e MARTIN, R. Étude de la croissance rythmique chez l'hévéa. *Adansonia*, sér. 2(8): 475-503. 1968.

gema apical com solução aquosa de reguladores vegetais. Foram aplicados, com pulverizador manual JACTO-MIRIN com bico cônico, aproximadamente 200 mililitros (ml) de solução por planta. Os reguladores vegetais utilizados foram hidrazida maléica nas dosagens de 500, 750 e 1.000 ppm; chlormequat nas dosagens de 1.000, 1.500 e 2.000 ppm; e daminozide nas dosagens de 2.000, 3.000 e 4.000 ppm. Em todas as soluções foi adicionado o espalhante-adesivo Novapal a concentração de 0,01% do volume total das misturas. Estes tratamentos foram comparados ao controle experimental cujas plantas foram pulverizadas com aproximadamente 200 ml de água adicionada de 0,01% de espalhante-adesivo.

As pulverizações ocorreram em 12.11.1985 dia este sem nebulosidade ou chuva assim como os três dias posteriores.

### 3.5. Variáveis Estudadas

Algumas variáveis estudadas foram obtidas através de medidas de campo realizadas em diversas datas conforme demonstrado na Tabela 13. Outras foram obtidas através de cálculo a partir das variáveis mensuradas no campo, e as datas a que se referem são as mesmas das variáveis que as originaram.

Tabela 13 - Variáveis estudadas no experimento de indução de copa por métodos químicos e datas de sua mensuração. Casa Branca - SP, 1985 a 1989.

VARIÁVEIS ESTUDADAS	D A T A S D E M E N S U R A Ç Ã O								
	NOV.	DEZ.	ABR.	AGO.	JAN.	JUN.	FEV.	JUL.	FEV.
	85	85	86	86	87	87	88	88	89
Perímetro de tronco (PT)	X		X	X	X	X	X	X	X
Espessura de casca (EC)						X	X	X	
Altura da árvore (HA)	X		X			X	X		
Altura do tronco (HT)			X			X	X		
Diâmetro da copa (DM)			X				X		
Número de árvore ramificadas (AR)		X	X			X			
Número de ramos (NR)			X			X			
Ângulo de inserção de ramos (AI)			X						
Índice de área foliar (IAF)							X		
Radiação incidente (RI) e Radiação transmitida (RT)							X		

### 3.5.1. Perímetro do tronco

O perímetro do tronco (PT) foi mensurado, com trena com aproximação de 0,1 cm, a altura de 80 cm do solo.

Visando eliminar-se o efeito da desuniformidade inicial do perímetro de tronco das árvores adotou-se para análise o parâmetro de perímetro relativo de tronco (PRT) que expressa o incremento de perímetro de tronco em relação a medida inicial de perímetro conforme demonstra a fórmula [5].

$$PRT = \frac{PT_n - PT_{inicial}}{PT_{inicial}} \quad [5]$$

onde:

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

### 3.5.2. Espessura de casca

A espessura de casca (EC) foi medida com paquímetro medindo-se a casca a altura de 80 cm do solo.

Também para eliminar-se o efeito da desuniformidade inicial de espessura de casca adotou-se o parâmetro de espessura de casca relativa (ERC) que expressa o incremento em espessura de casca em relação à medida inicial de acordo com a fórmula [6].

$$ERC = \frac{EC_n - EC_{inicial}}{EC_{inicial}} \quad [6]$$

onde:

EC<sub>n</sub> é a espessura de casca observada para uma determinada época "n".

### 3.5.3. Altura da árvore e do tronco e comprimento da copa

A altura da árvore foi definida como a distância entre o ponto mais alto da copa e o solo, a altura do tronco como a distância entre o ponto de inserção do ramo mais baixo e o solo, e o comprimento da copa como a distância entre o ponto mais alto da copa e o ponto de inserção do ramo mais baixo.

A altura da árvore (HA) e do tronco (HT) foram inicialmente medidas com trena até as árvores atingirem a altura de aproximadamente 4 m. A partir de 17.06.87 a altura das árvores e tronco foram obtidas com altímetro de Haga.

Novamente, para eliminar-se o efeito da desuniformidade inicial, foi calculada a altura relativa da árvore (HRA) conforme demonstra a fórmula [7].

$$HRA = \frac{HA_n - HA_{inicial}}{HA_{inicial}} \quad [7]$$

onde:

HA<sub>n</sub> é a altura da árvore observada para uma determinada época "n".

O comprimento da copa (CC) foi calculado pela diferença entre as medidas da altura da árvore e a altura do tronco conforme expressa a fórmula [8].

$$CC = HA - HT \quad [8]$$

#### 3.5.4. $\hat{D}$ ímetro da copa

O diâmetro da copa foi medido com aparelho semelhante ao desenvolvido por SHEPPERD (1973).

Durante as medidas foram tomados os dois raios da copa no sentido da linha de plantio cuja soma resultava no diâmetro de copa na linha (DL). Perpendicularmente a este sentido foram tomados dois raios da copa cuja soma resultava no diâmetro de copa na entrelinha (DE). O diâmetro médio da copa (DM) foi obtido pela média de DL e DE.

#### 3.5.5. Número e porcentual de árvores ramificadas

Até que todas as árvores apresentassem ramificação lateral foi observado no campo o número de árvores ramificadas (AR) e calculado o porcentual de árvores ramificadas (%AR) em relação ao número total de árvores da parcela experimental.

### 3.5.6. Número de ramos

Foi efetuada a contagem do número de ramos (NR) por árvore quando paralizaram os sintomas de clorose, desfolha e morte de ramos recém emitidos, com o objetivo de considerar somente aqueles ramos que permanecessem ativos na copa.

### 3.5.7. Concentração de ramos

A concentração de ramos (CR), visando identificar critério de susceptibilidade a quebra por vento, foi calculada pela razão entre o número de ramos (NR) e o comprimento da copa (CC) conforme expressa a fórmula [9].

$$CR = \frac{NR}{CC} \quad [9]$$

### 3.5.8. Ângulo de inserção dos ramos

O ângulo de inserção dos ramos (AI) foi obtido através da sua localização em gabarito. O gabarito consistia de folha quadrada de 50 cm de lado, de papelão grosso. Nesta folha foram traçadas duas linhas, que formavam ângulo de 30° e de 60° com o lado vertical, definindo três zonas separadas pelas duas linhas. A zona entre o lado vertical e a linha de 30° foi considerada a zona de ângulos fechados ou agudos, a zona entre o lado horizontal e a linha de 60° foi considera-

da a zona de ângulos abertos ou graves e a zona intermediária às linhas de  $30^\circ$  e  $60^\circ$  foi considerada como a zona de ângulos médios.

O ângulo de cada ramo foi identificado encostando-se todo o lado vertical da folha do gabarito ao tronco central da árvore e localizando-se a posição de cada ramo em uma das três zonas do gabarito.

### 3.5.9. Índice de área foliar

O índice de área foliar foi determinado pelo método de fotografias hemisféricas.

As fotografias foram tiradas com camera Nikon F acoplada com lente olho-de-peixe Fisheye NIKKOR (1:5.6,  $f = 10$  mm, de  $180^\circ$ -OP). Foi utilizado o filme Pan F marca ILFORD de alto contraste relevado em revelador contrastante. As fotografias foram obtidas com céu nublado ou em crepúsculos, utilizando-se o filtro L1A (skylight), com abertura e velocidade indicadas pelo fotômetro que foram geralmente  $f/8$  e 250.

A câmara fotográfica foi colocada sobre plataforma de madeira de 50 cm por 30 cm, sempre a 1,20 m do solo, e presa ao tronco da árvore por garras com articulações que permitissem o seu nivelamento. A câmara era acionada pelo temporizador de forma a permitir que o operador saísse do campo de ação da lente hemisférica.

Para cada árvore amostrada foi tirada uma fotografia no lado Leste e outra fotografia no lado Oeste da copa.

Os filmes foram ampliados para papel de tamanho 18 cm por 24 cm. Nas fotografias ampliadas as circunferências equivalentes a elevação solar de  $32,5^\circ$  possuíam, raio de 52,7 mm que possibilitou o cálculo do comprimento da circunferência. Os segmentos de arco que interceptaram as aberturas nas copas, na elevação de  $32,5^\circ$ , foram copiados e agrupados em papel vegetal e medidos com curvímeter. A relação entre o comprimento dos segmentos de arco que interceptaram aberturas nas copas e o comprimento total da circunferência determinou a frequência de abertura na copa para a elevação de  $32,5^\circ$ . Conhecida a frequência de abertura calculou-se o IAF, através da equação [2], para cada fotografia. A média dos IAF do lado Leste e Oeste deu o IAF da árvore.

### 3.5.10. Coeficiente de absorção de radiação

O coeficiente de absorção de radiação ( $a$ ) foi calculado pela fórmula [10].

$$a = \frac{RA}{RI} \quad [10]$$

A radiação absorvida foi calculada pela fórmula [4].

A radiação refletida (RR) foi calculada pela fórmula [11] considerando uma coeficiente de reflexão ( $r$ ) de

0,15 como uma média dos valores obtidos por MONTENY (1987).

$$RR = r \cdot RI \quad [11]$$

Para medir a radiação incidente e a radiação transmitida utilizaram-se quatro tubos solarímetros Eltec-JE de 60 cm<sup>2</sup> de área sensível cada um, arranjados em dois conjuntos de dois tubos ligados em série. Um conjunto mediu a radiação incidente em posição sem interferência das copas das árvores. Outro conjunto mediu a radiação transmitida embaixo das copas.

Os impulsos gerados pelos sensores foram medidos em microvoltímetro com seletor de canal de entrada que permitiu realizar-se leituras quase simultâneas da radiação incidente e transmitida.

Os tubos foram calibrados por radiômetro Eppley Modelo PSP obtendo-se coeficientes de calibração para cada conjunto de tubos. A calibração foi realizada com o conjunto de dois tubos colocado em suporte de madeira pintado de branco e nivelado, com o eixo dos tubos na direção Norte/Sul e a saída da fiação voltada para o Sul. A fiação, o microvoltímetro a posição dos fios de cada conjunto no seletor, e a direção dos tubos e da saída da fiação foram sempre os mesmos para a calibração e as medidas de campo.

O suporte do conjunto de tubos para medida de radiação transmitida foi fixado na árvore, no nível da inserção do ramo mais baixo, através de garras com

articulações que permitiram o nivelamento dos tubos. Foram feitas duas leituras de radiação transmitida do lado Leste e duas leituras do lado Oeste das copas amostradas, cada uma com leitura simultânea de radiação incidente.

O suporte do conjunto de tubos para medida de radiação incidente foi colocado sobre banquetas e nivelado.

Após cada mudança de posição dos conjuntos dos tubos aguardou-se 5 minutos para estabilização dos sensores.

Todas as leituras foram feitas entre as 10 horas e as 14 horas com céu sem nebulosidade.

Em função da dificuldade de efetuar-se a mensuração do coeficiente de absorção de radiação, bem como do IAF, em todas as plantas do experimento, foi selecionado, por sorteio, um tratamento por regulador vegetal, para realizar-se as medidas, servindo este como representante do grupo de tratamentos com um mesmo regulador.

#### 3.5.11. Danos por vento

Durante todo o período de mensurações e leituras de campo foram feitas observações de número de árvores quebradas no tronco, árvores com galhos quebrados e árvores tombadas.

#### 3.5.12. Observações gerais

Durante as medidas de campo foram feitas observações adicionais de intensidade de brotação de ramos,

troca natural de folhas, florescimento, morte de gema apical, desfolhamento pelos produtos aplicados, amarelecimento ou intensificação do verde das folhas, sintomas foliares de deficiência de nutrientes e morte de ramos brotados.

### 3.6. Análise Estatística

#### 3.6.1. Análise multivariada

A fim de testar os efeitos de tratamentos, globalizando diversas variáveis, foi feita uma análise de variância multivariada somente para as épocas de mensuração com diversas variáveis observadas. O experimento foi analisado, por este sistema, em quatro épocas diferentes conforme mostra a Tabela 14.

Tabela 14 - Épocas analisadas pelo sistema de análise de variância multivariada e respectivas variáveis.

ÉPOCA	DATA DE AVALIAÇÃO	VARIÁVEIS ANALISADAS
1	Abril/86	PRT(y <sub>1</sub> ), HT(y <sub>2</sub> ), NR(y <sub>3</sub> ), DL(y <sub>4</sub> ) DE(y <sub>5</sub> ), HRA(y <sub>6</sub> ), CC(y <sub>7</sub> )
2	Junho/87	PRT(y <sub>1</sub> ), HRA(y <sub>2</sub> ), HT(y <sub>3</sub> ) CC(y <sub>4</sub> ), ERC(y <sub>5</sub> ), NR(y <sub>6</sub> )
3	Fevereiro/88	PRT(y <sub>1</sub> ), HRA(y <sub>2</sub> ), CC(y <sub>3</sub> ) ERC(y <sub>4</sub> ), HT(y <sub>5</sub> )
4	Julho/89	PRT(y <sub>1</sub> ), HRA(y <sub>2</sub> ), HT(y <sub>3</sub> ) CC(y <sub>4</sub> ), ERC(y <sub>5</sub> )

Para cada época adotou-se o modelo matemático com dois fatores fixos com interação:

$$y_{ijkh} = \mu_h + \alpha_{ih} + \beta_{jh} + \gamma_{ijh} + e_{ijkh}$$

$$i = 1, 2, \dots, 10, \quad j = 1, 2, 3, 4, \quad k = 1, 2, 3,$$

e

h: índice das variáveis que varia conforme a época,

onde:

$y_{ijkh}$  Valor da k-ésima observação do i-ésimo tratamento no j-ésimo bloco da h-ésima variável,

$\alpha_{ih}$  Efeito fixo do i-ésimo tratamento da h-ésima variável,

- $\beta_{jh}$  Efeito fixo do j-ésimo bloco da h-ésima variável,  
 $\gamma_{ijh}$  Efeito fixo da interação do i-ésimo tratamento e j-ésimo bloco da h-ésima variável,  
 $e_{ijkh}$  Erro aleatório.

A análise de variância multivariada seguiu o esquema apresentado na Tabela 15.

Tabela 15 - Esquema de análise de variância multivariada utilizado.

CAUSA DA VARIAÇÃO	G. L.	S. Q. e S. P.
Tratamentos (T)	9	H1
Blocos (B)	3	H2
Interação TxB	27	H3
Resíduo	80	R
<b>TOTAL</b>	<b>119</b>	

Além de teste de efeito dos tratamentos foram testadas as seguintes hipóteses:

- Hip. 1: Grupo 1 vs Grupo 2  
 Hip. 2: Grupo 1 vs Grupo 3  
 Hip. 3: Grupo 2 vs Grupo 3  
 Hip. 4: Grupo 1 vs Grupo 2, Grupo 3  
 Hip. 5: Testemunha vs Grupo 1  
 Hip. 6: Testemunha vs Grupo 2  
 Hip. 7: Testemunha vs Grupo 3  
 Hip. 8: Testemunha vs Grupo 2, Grupo 3

Hip. 9: Tratamento 2 vs Tratamento 6

Hip. 10: Tratamento 2 vs Tratamento 7

Hip. 11: Tratamento 6 vs Tratamento 7.

Para testar as hipóteses foram utilizados o critério do traço de Hotelling - Lawley e o critério do traço de Pillai.

### 3.6.2. Análises individuais das variáveis e suas correlações

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

A técnica utilizada foi a análise de variância por parcela, para cada variável estudada, fixando individualmente as épocas de obtenção das variáveis.

O modelo utilizado nas análises individuais foi o seguinte:

$$y_{ij} = m + T_i + B_j + e_{ij}$$

com  $i = 1, \dots, I$  e  $j = 1, \dots, J$ ; sendo

$y_{ij}$  Resposta do  $i$ -ésimo tratamento no  $j$ -ésimo bloco;

$m$  Média geral;

$T_i$  Efeito do  $i$ -ésimo tratamento;

$B_j$  Efeito do  $j$ -ésimo bloco;

$e_{ij}$  Erro aleatório.

O esquema de variância, que se refere ao delineamento de blocos ao acaso com 4 repetições, constante na Tabela 16.

Tabela 16 - Esquema de análise de variância univariada utilizado.

CAUSA DA VARIACÃO	G. L.
Blocos	3
Tratamentos	9
Resíduo	27
<b>TOTAL</b>	<b>39</b>

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

As comparações entre grupos de tratamentos foram feitas por contraste pelo teste de F.

Foram ainda efetuadas análises de correlação, das variáveis PRT e ERC entre si e com as variáveis HRA, HT, CC, DL, DE e DM, pelo emprego da equação [12] para coeficiente de correlação  $r$  e da equação [13] para obtenção de  $t$  para o teste de significância do coeficiente de correlação, conforme CAMPOS (1984) e PIMENTEL GOMES (1978).

$$r = \frac{\sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{N}}{\sqrt{\left[\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}\right] \cdot \left[\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{N}\right]}} \quad [12]$$

$$t = \frac{r}{\sqrt{1 - r^2}} \cdot \sqrt{h - 2} \quad [13]$$

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

##### 4.1. Efeito dos Tratamentos e Grupos de Tratamentos no Conjunto de Variáveis

A análise de variância multivariada permitiu verificar o efeito dos tratamentos e grupos de tratamentos sobre o conjunto das variáveis estudadas. O conjunto das variáveis representa, de uma forma geral, a conformação da árvore e de sua copa.

##### 4.1.1. Efeito dos tratamentos na época 1

Para a época 1, abril de 1986, foram analisadas as seguintes variáveis:

$y_1$ : perímetro relativo do tronco;

$y_2$ : altura do tronco;

$y_3$ : número de ramos;

$y_4$ : diâmetro L da copa;

$y_5$ : diâmetro E da copa;

$y_6$ : altura relativa da árvore;

$y_7$ : comprimento da copa.

As Figuras de 1 a 7 mostram os valores observados das variáveis descritas. As variáveis  $y_2$ ,  $y_3$ ,  $y_4$ ,  $y_5$ ,  $y_6$  e  $y_7$  sofreram transformações, visando a adequação às exigências dos testes de hipóteses.

Através dos dados observados, foi construído o gráfico da primeira função discriminante, que explica 74,2% do comportamento das variáveis, como é mostrado na Figura 8.

Através do teste para tratamentos, baseado nos critérios do traço de Hotelling-Lawley e do traço de Pillai, discriminados na Tabela 17, verifica-se o efeito significativo para os tratamentos.

Tabela 17 - Testes para verificar o efeito significativo para tratamentos, através da análise multivariada, relativa à época 1, abril de 1986.

TESTE	$N_1$	$N_2$	F (obs.)	n. m. s. (F)
Hotelling	63	506	2,43	0,000
Pillai	63	560	1,64	0,002

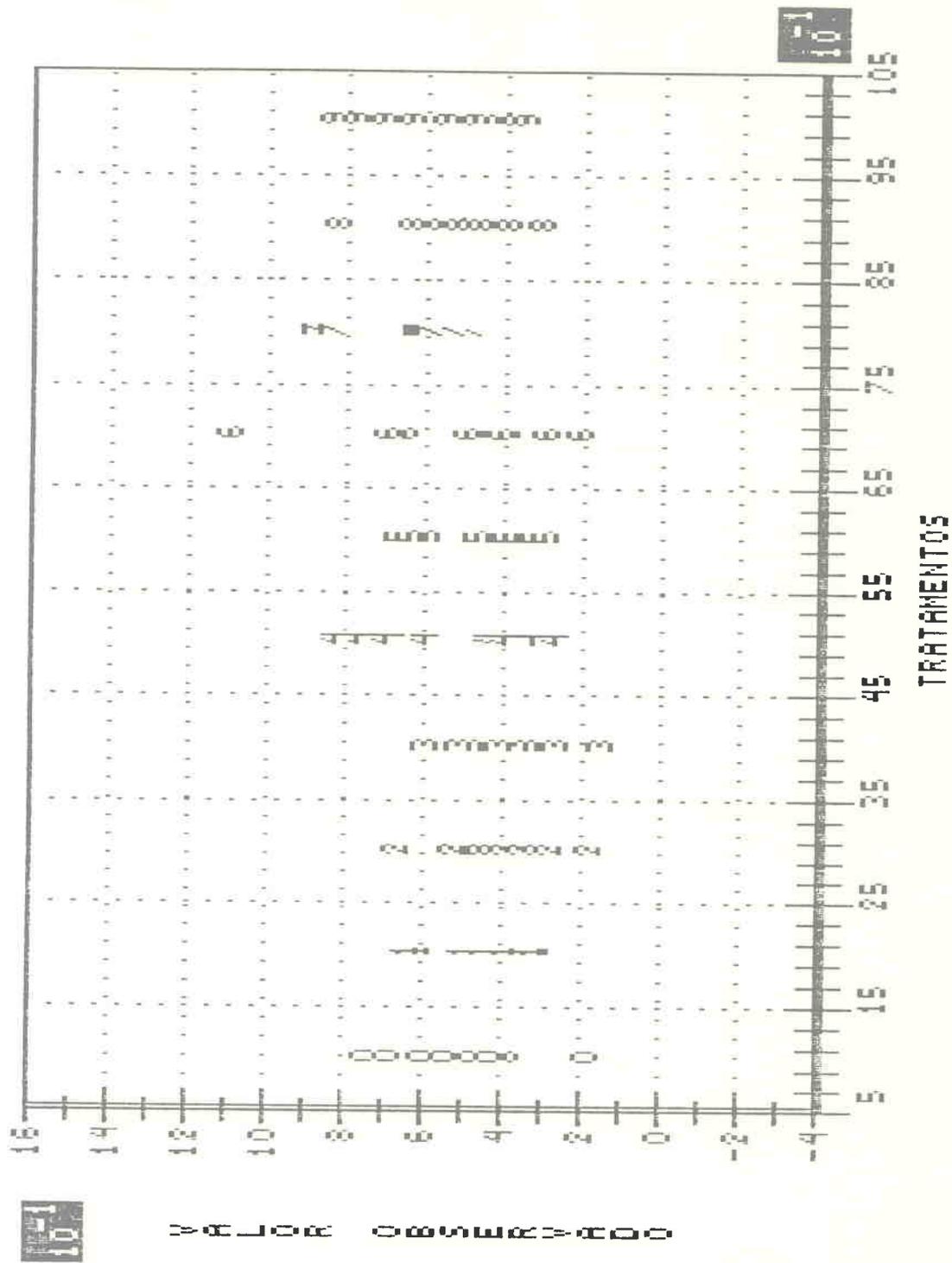


Figura 1 - Valores observados de perímetro relativo do tronco CPRD para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 1, abril de 1986.

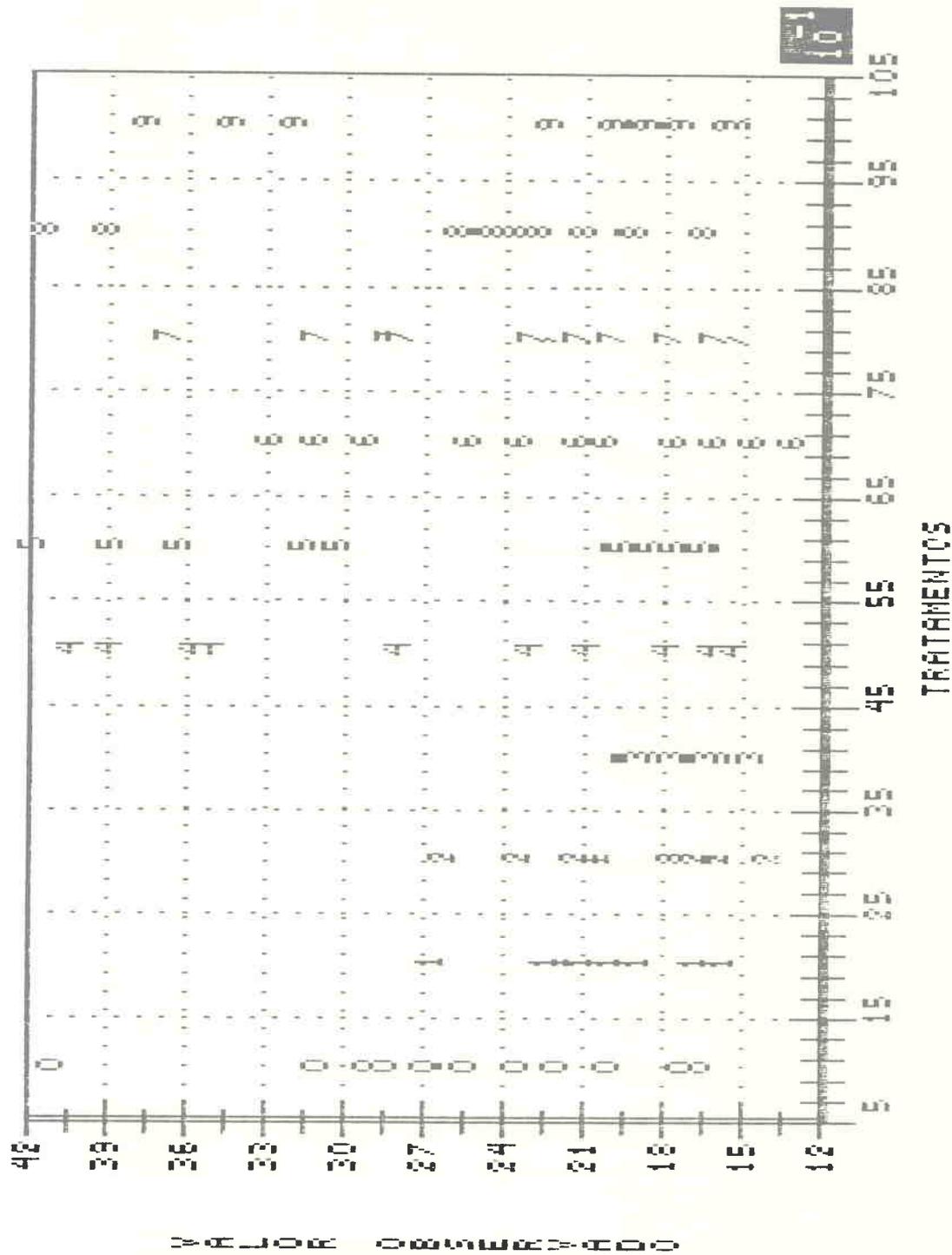


Figura 2 - Valores observados de altura do tronco (HTD) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 1, abril de 1986.

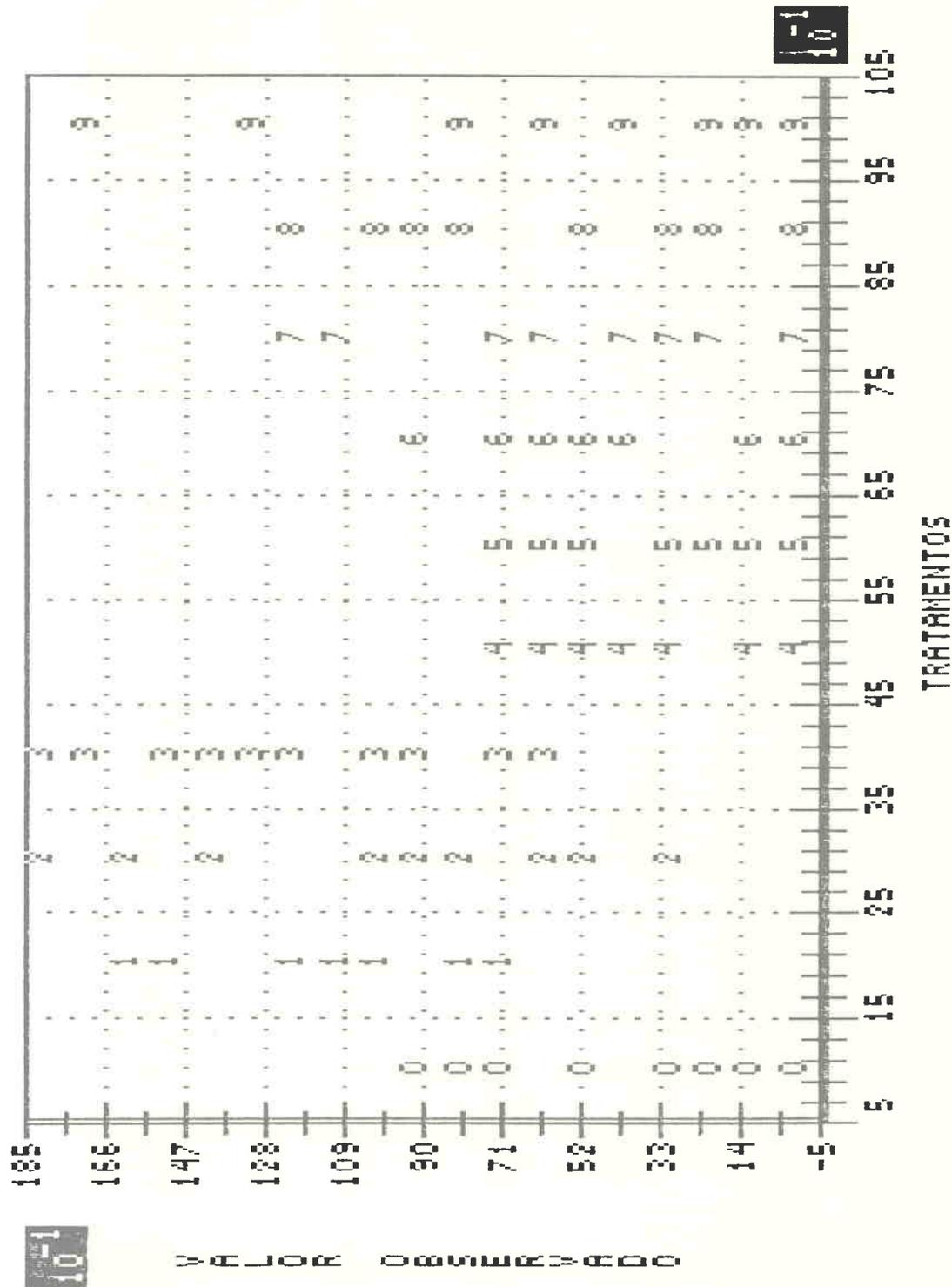


Figura 3 - Valores observados de número de ramos (NR) para os tratamentos através da análise multivariada, na época 1, abril de 1986.

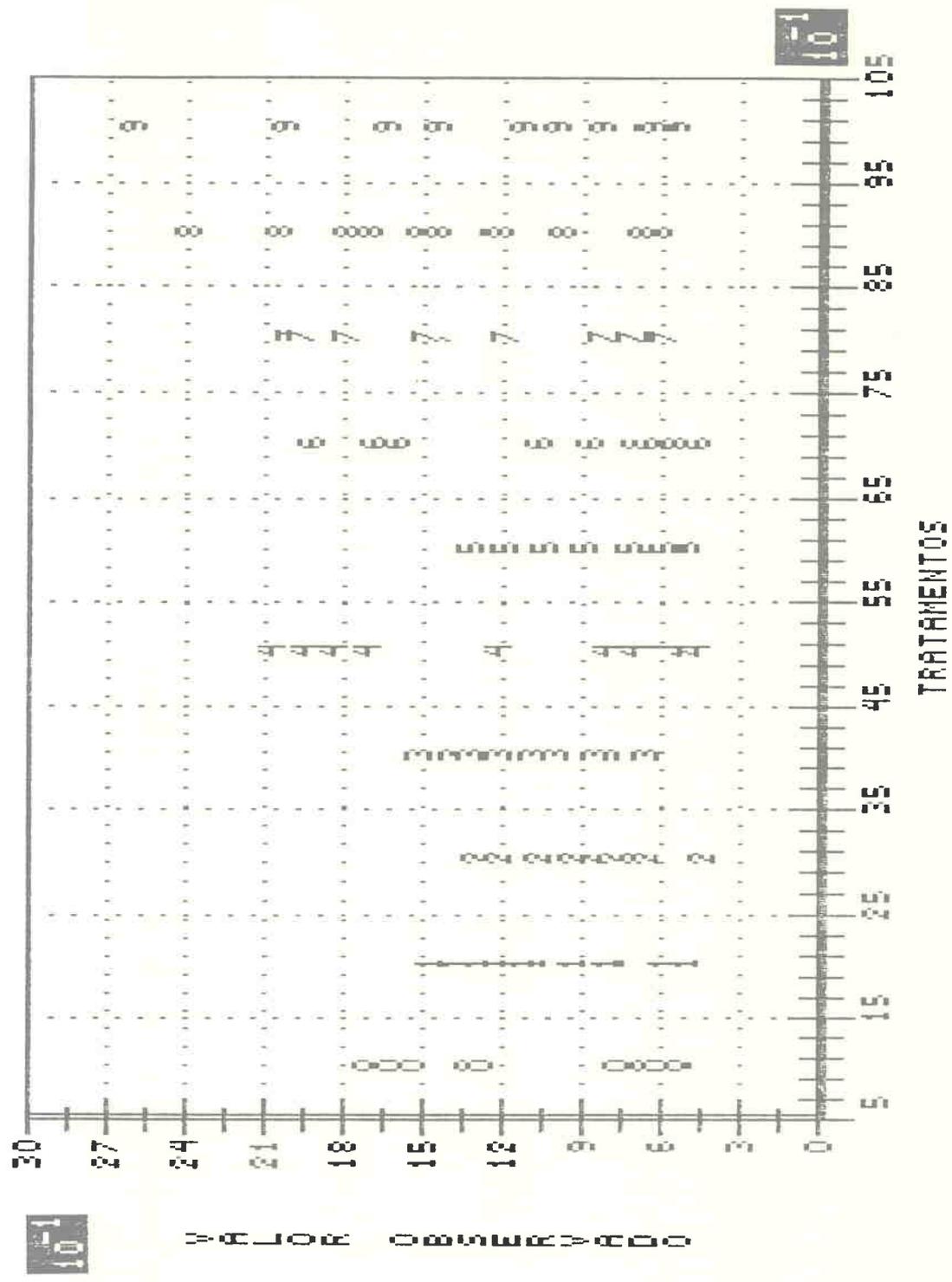


Figura 4 - Valores observados de diâmetro da copa na linha (DL) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 1, abril de 1986.

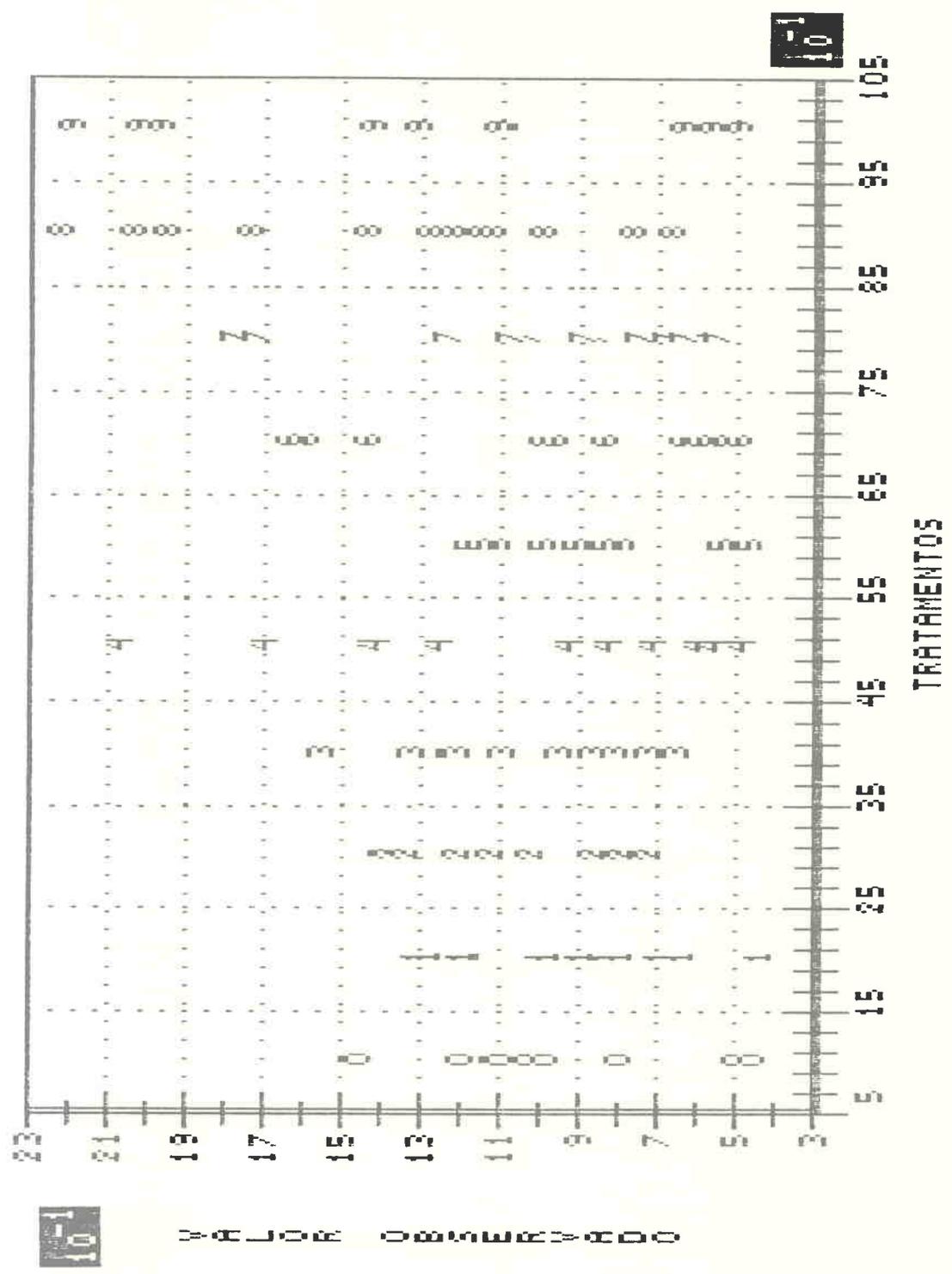
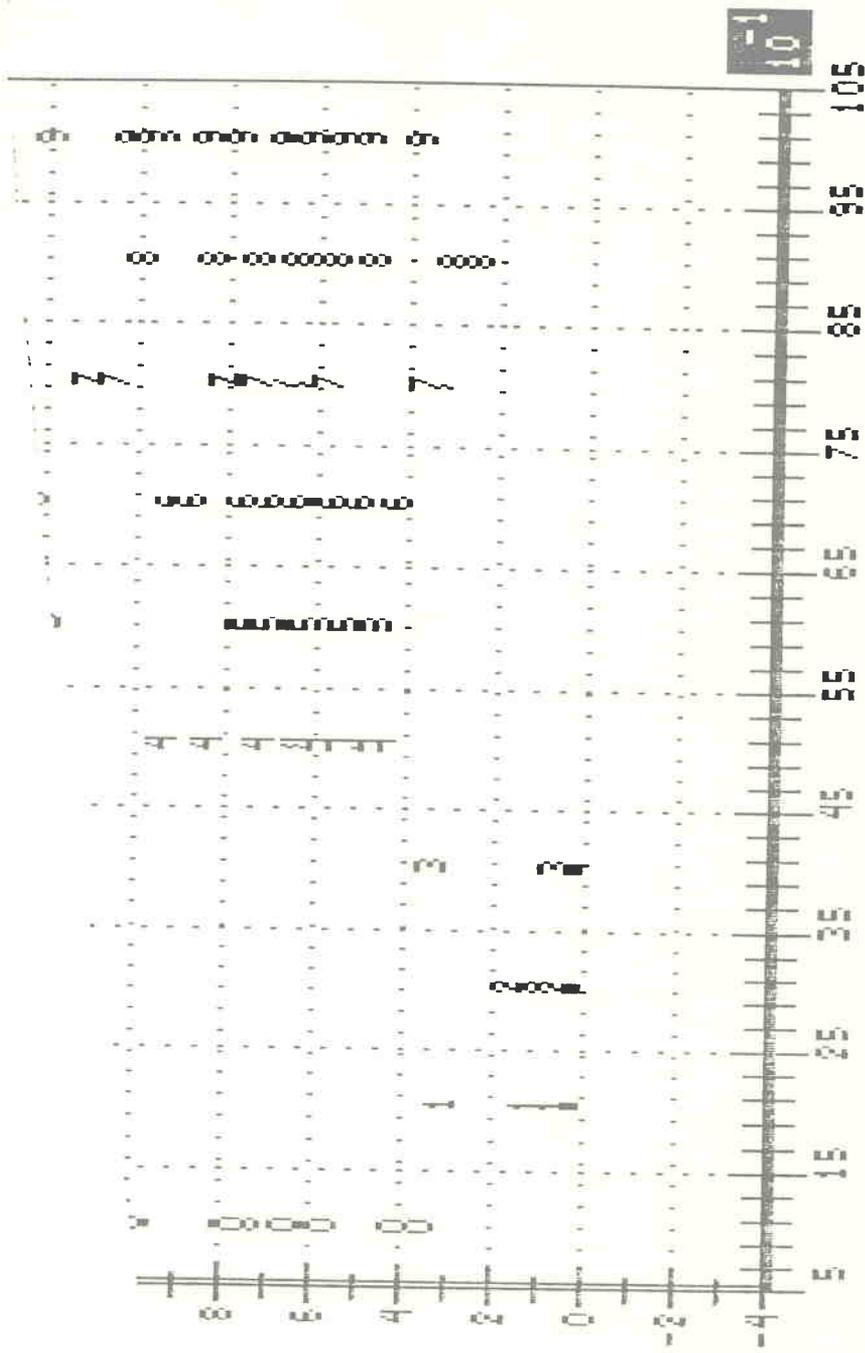


Figura 5 - Valores observados de diâmetro da copa na entrelinha (DED) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 1, abril de 1986.

$10^{-1}$

VALORES OBSERVADOS



TRATAMENTOS

Figura 6 - Valores observados de altura relativa da árvore (HRA) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 1, abril de 1986.

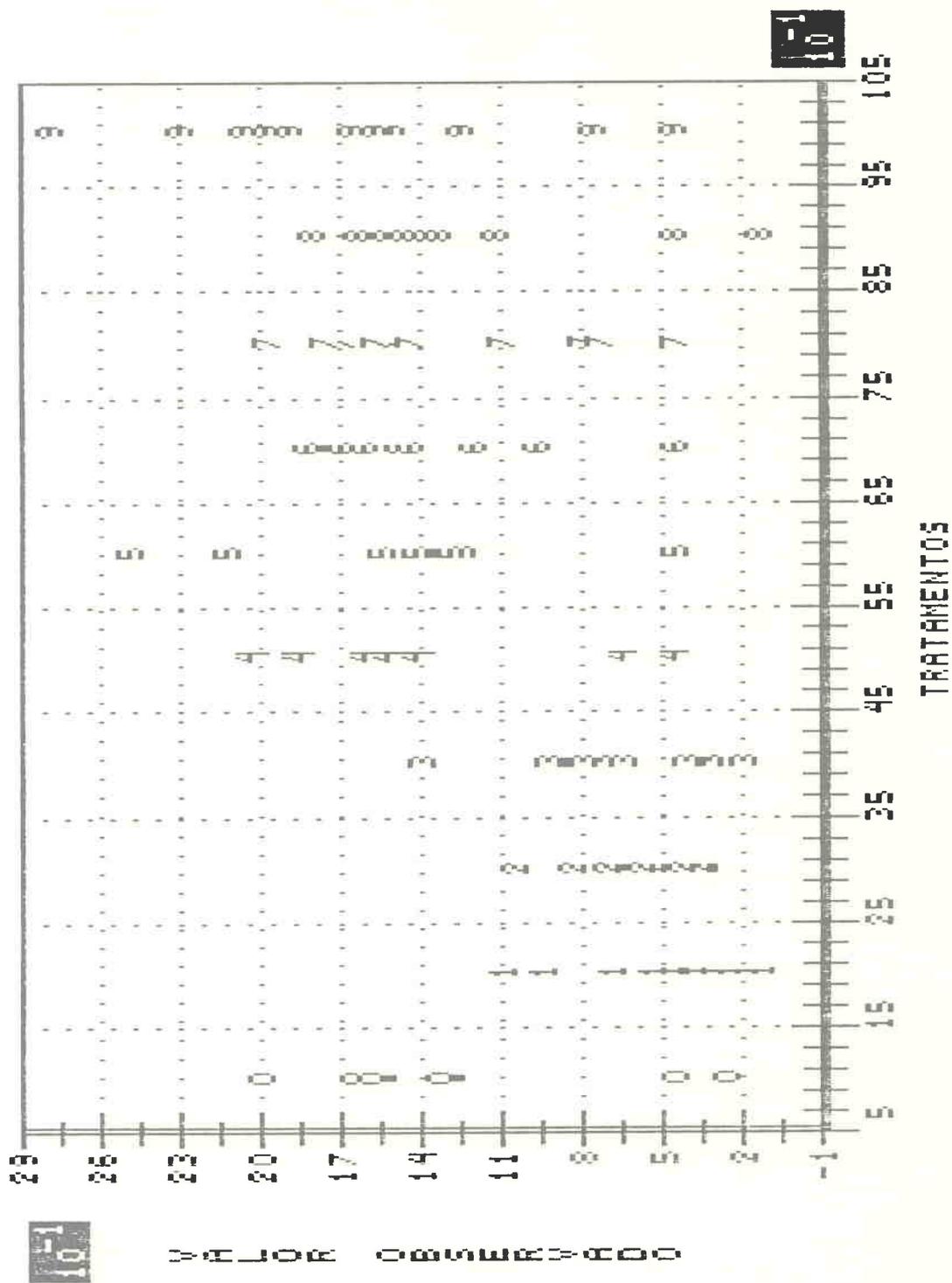


Figura 7 - Valores observados de comprimento de copa (CC) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 1, abril de 1986.

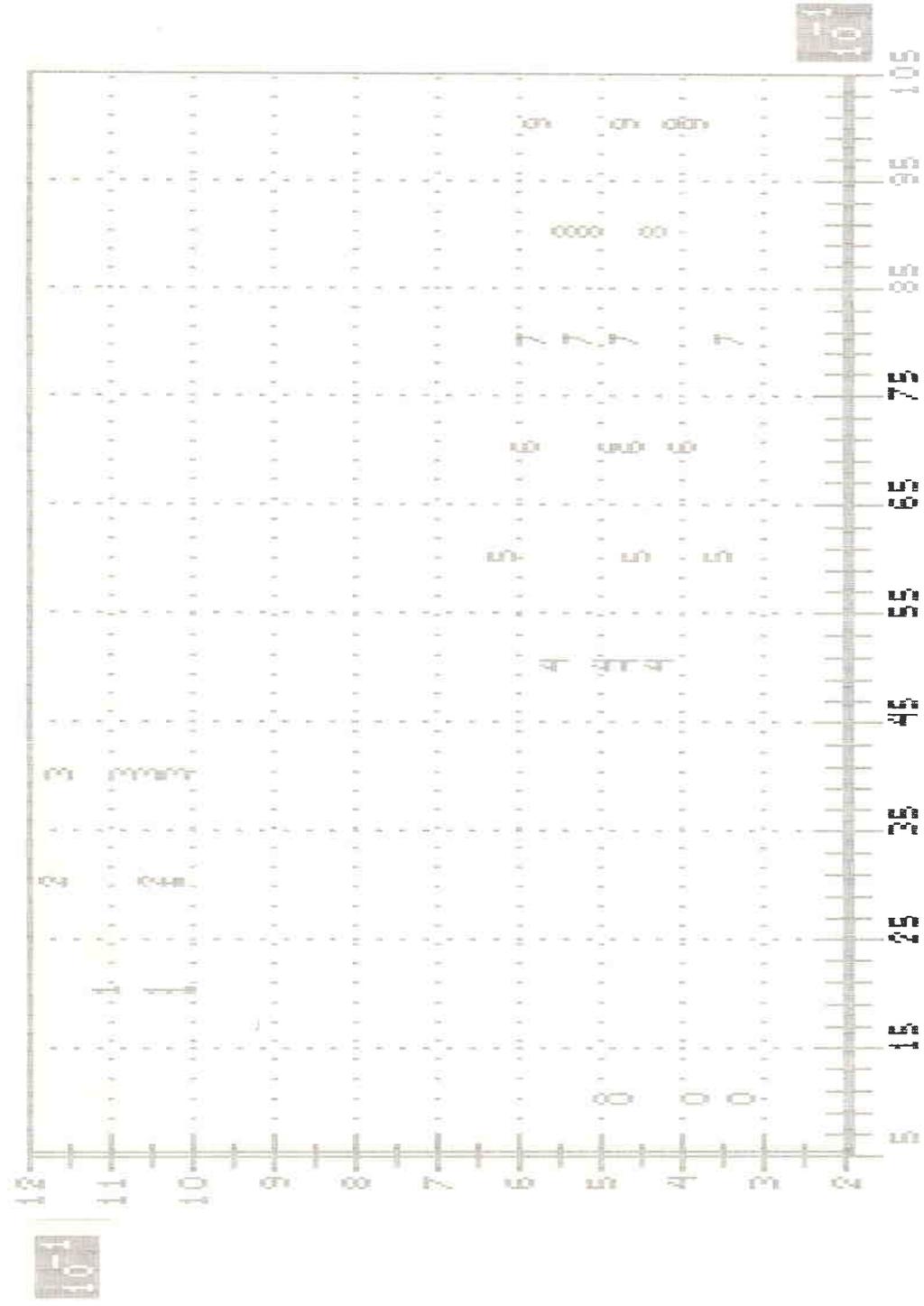


Figura 8 - Gráfico da primeira função discriminante da análise multi-riada, relativa à época 1, abril de 1986.

Verificado o efeito significativo para os tratamentos, foram testadas as hipóteses enunciadas anteriormente, conforme apresentado na Tabela 18.

Tabela 18 - Teste de hipóteses de variância entre grupos de tratamentos, através da análise multivariada relativa à época 1, abril de 1986.

HIPÓTESES	F (obs.)	n. m. s. (F) *
G1 vs G2	9,55	0,000
G1 vs G3	12,63	0,000
G2 vs G3	1,17	0,333
G1 vs G2+G3	14,39	0,000
Testemunha vs G1	7,60	0,000
Testemunha vs G2	0,96	0,464
Testemunha vs G3	0,74	0,640
Testemunha vs G2+G3	0,81	0,585
Trat. 2 vs Trat. 6	2,13	0,051
Trat. 2 vs Trat. 7	4,24	0,001
Trat. 6 vs Trat. 7	0,68	0,685

\*  $n_1 = 7$  e  $n_2 = 74$ .

Através destas hipóteses, pode-se concluir que a testemunha, o Grupo 2 e o Grupo 3 não diferem significativamente entre si, e estes diferem do Grupo 1. O Grupo 1 difere significativamente do Grupo 2+Grupo3.

O Tratamento 2 difere significativamente do Tratamento 6 e do Tratamento 7, mas os dois últimos não diferem entre si.

#### 4.1.2. Efeito dos tratamentos na época 2

Para a época 2, junho de 1987, foram analisadas as seguintes variáveis:

$y_1$ : perímetro relativo do tronco;

$y_2$ : altura relativa da árvore;

$y_3$ : altura do tronco;

$y_4$ : comprimento da copa;

$y_5$ : espessura relativa da casca;

$y_6$ : número de ramos.

As Figuras de 9 a 14 mostram os valores observados das variáveis descritas. As variáveis  $y_2$ ,  $y_3$  e  $y_6$  foram transformadas visando a adequação às exigências dos testes de hipóteses.

Através dos dados observados foi construído o gráfico da primeira função discriminante, que explica 46,9% do comportamento das variáveis, apresentado na Figura 15.

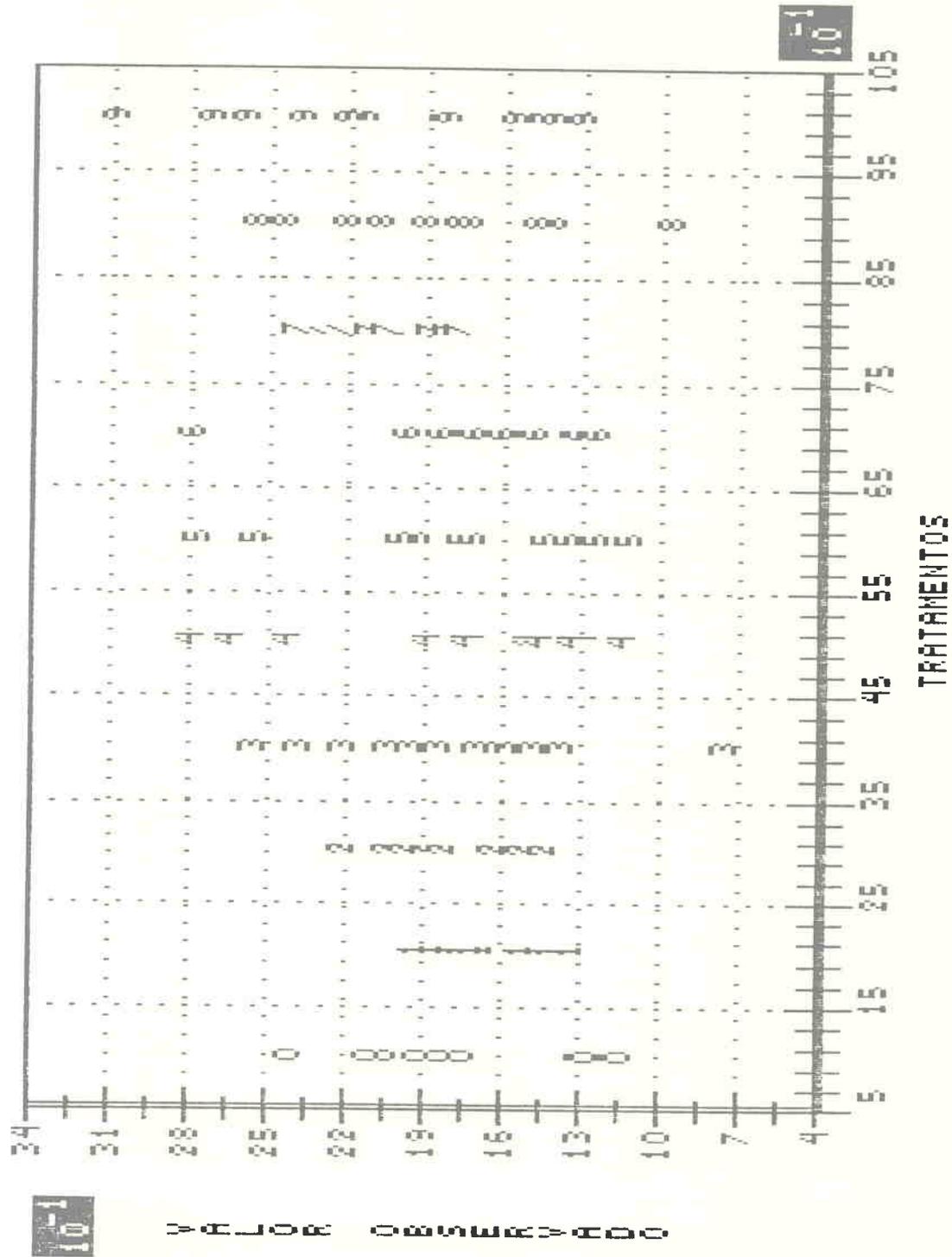


Figura 9 - Valores observados de perímetro relativo do tronco (PRTD) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 2, junho de 1987.

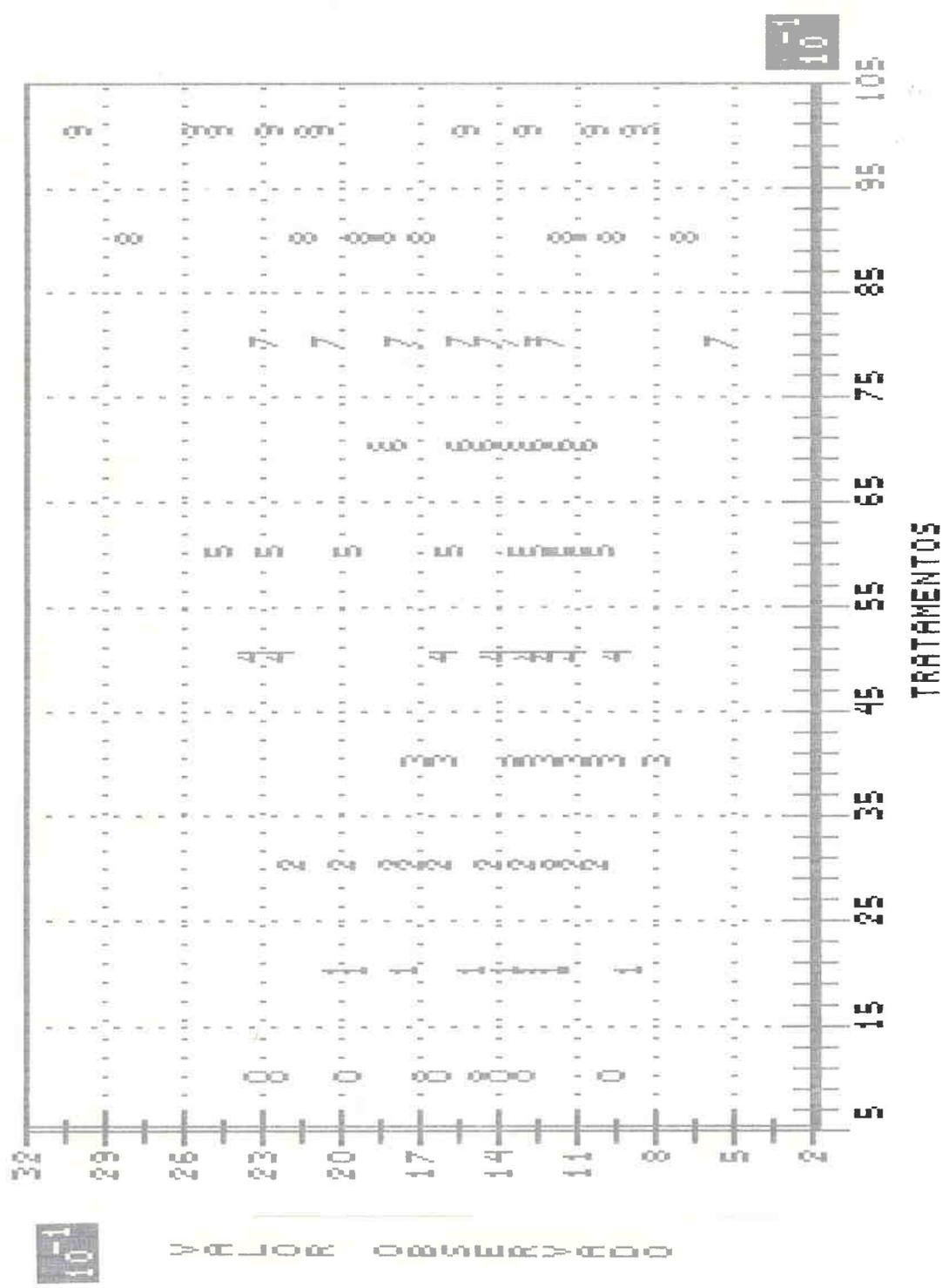


Figura 10 - Valores observados de altura relativa da árvore CHRAO para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 2, junho de 1987.

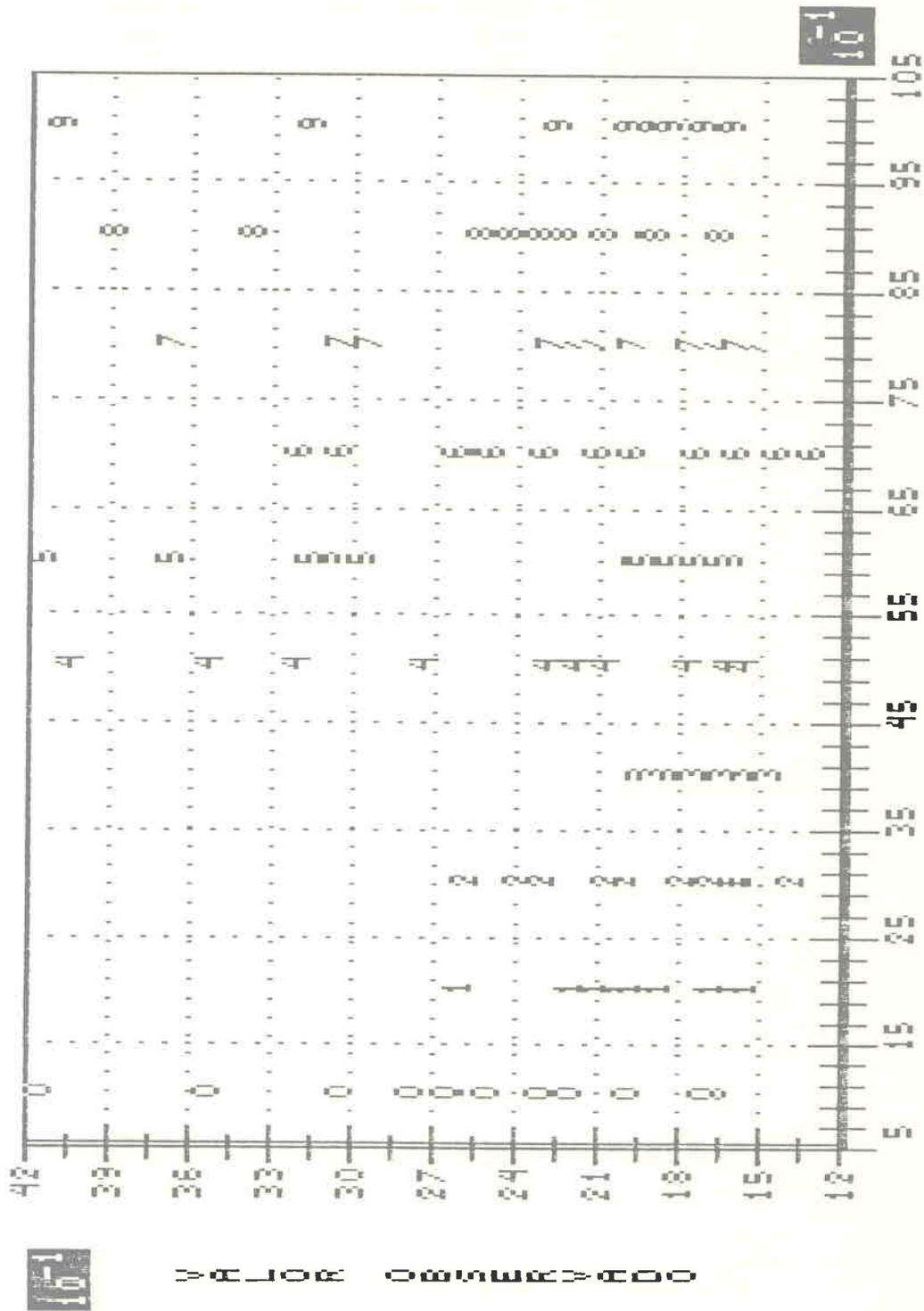


Figura 11 - Valores observados de altura do tronco (HTD) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 2, junho de 1987.

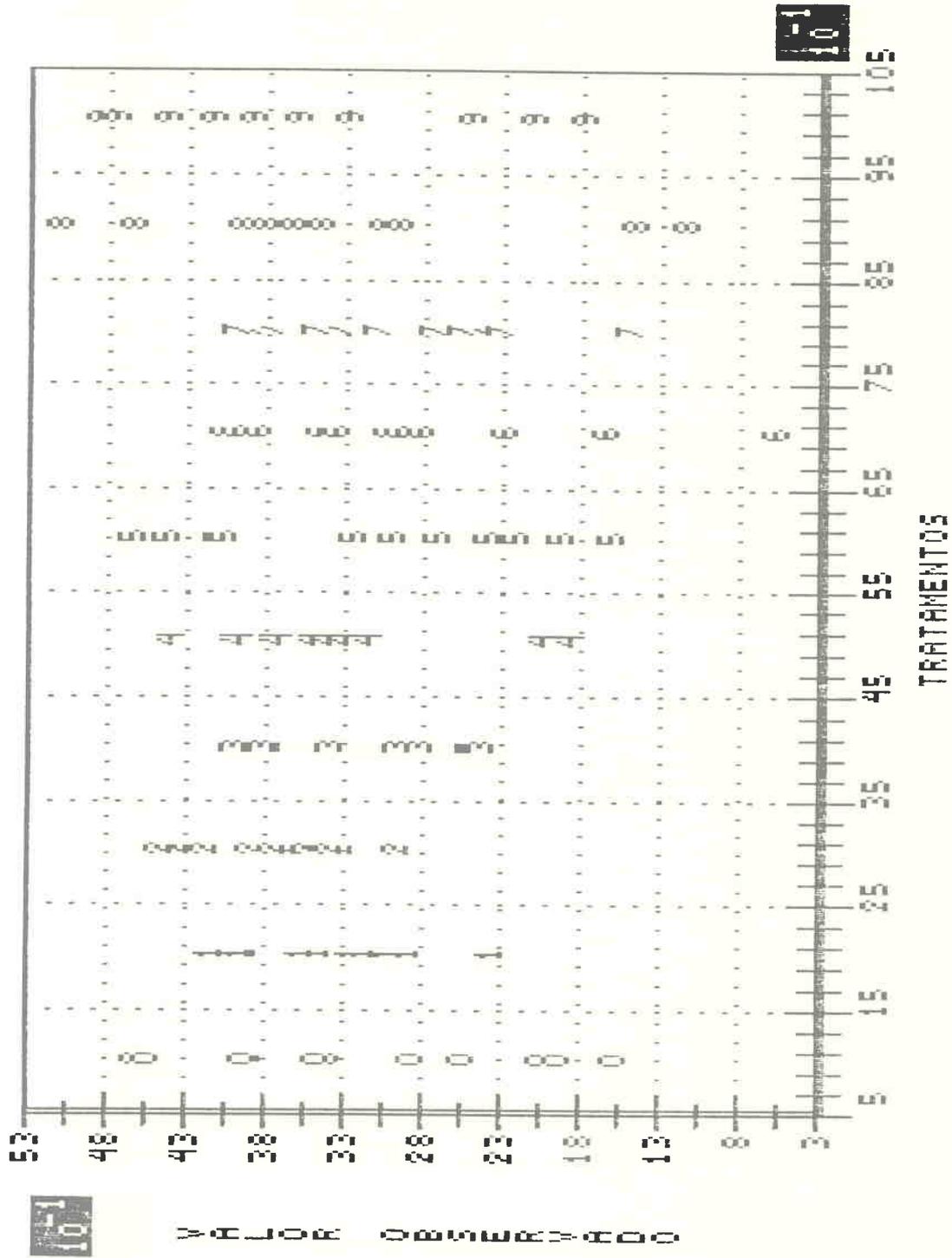


Figura 12 - Valores observados de comprimento da copa (CC) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 2, junho de 1987.

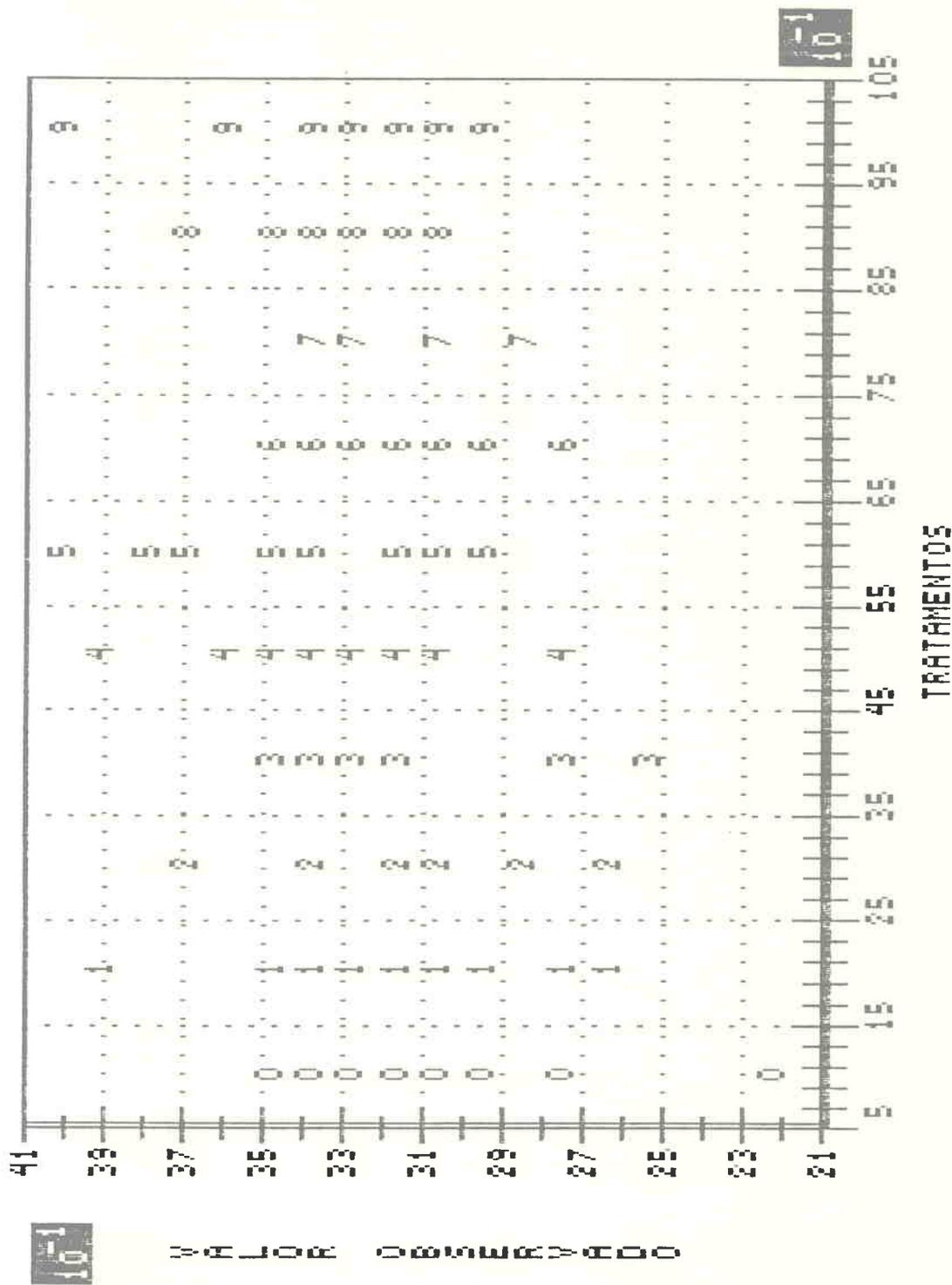


Figura 13 - Valores observados de espessura relativa da casca (CERC) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 2, junho de 1987.



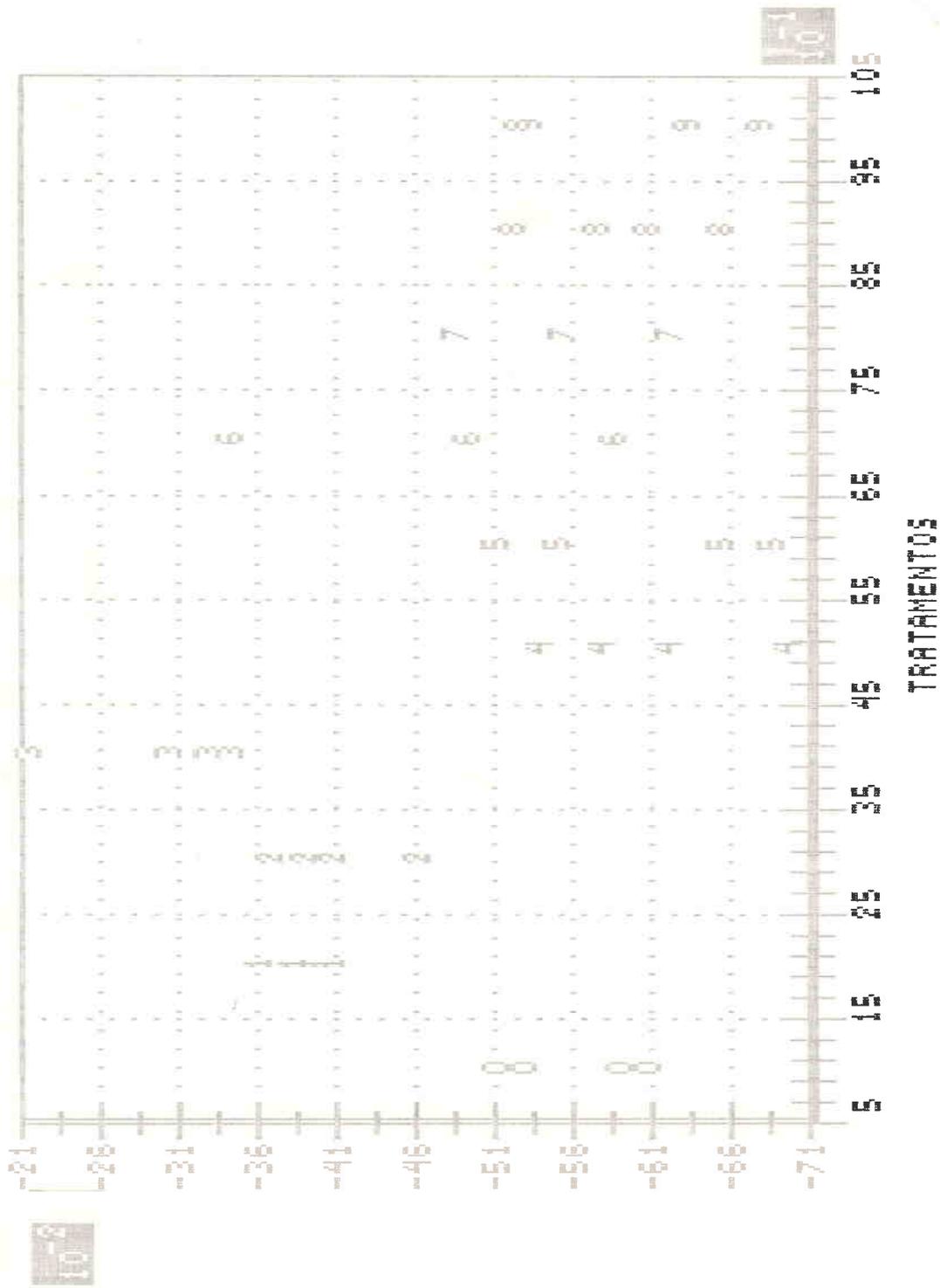


Figura 15 - Gráfico da primeira função discriminante da análise multivariada, relativa à época 2, junho de 1987.

O teste para tratamentos, baseado nos critérios de Hotelling-Lawley e do traço de Pillai, discriminados na Tabela 19, mostra que há um efeito significativo para tratamentos.

Tabela 19 - Testes para verificar o efeito significativo para tratamentos, através da análise multivariada, relativa à época 2, junho de 1987.

TESTE	$N_1$	$N_2$	$F_{(obs.)}$	n. m. s. (F)
Hotelling	54	440	1,94	0,000
Pillai	54	480	1,78	0,001

Verificado o efeito significativo para os tratamentos, foram testadas as hipóteses enunciadas anteriormente, conforme apresentado na Tabela 20.

Tabela 20 - Teste de hipóteses de variância entre grupos de tratamentos, através da análise multivariada relativa à época 2, junho de 1987.

HIPÓTESES	$F_{(obs.)}$	n. m. s. (F)*
G1 vs G2	5,57	0,000
G1 vs G3	6,10	0,000
G2 vs G3	0,96	0,457
G1 vs G2+G3	7,46	0,000
Testemunha vs G1	2,54	0,027
Testemunha vs G2	1,82	0,106
Testemunha vs G3	2,02	0,074
Testemunha vs G2+G3	2,06	0,068
Trat. 2 vs Trat. 6	3,02	0,011
Trat. 2 vs Trat. 7	1,93	0,088
Trat. 6 vs Trat. 7	1,81	0,109

\*  $n_1 = 6$  e  $n_2 = 75$ .

Baseado nos testes anteriores, verifica-se que o Grupo 2 não difere significativamente do Grupo 3 e da Testemunha. O Grupo 3, por sua vez, apresenta diferença significativa em comparação com a Testemunha. Já o Grupo 1 difere significativamente do Grupo 2, do Grupo 3, da Testemunha e do Grupo 2 + Grupo 3.

Nota-se também uma diferença significativa acentuada entre os Tratamentos 2 e 6, que diminui quando comparam-se os Tratamentos 2 e 7. Os Tratamentos 6 e 7 não apresentam diferença significativa entre si.

#### 4.1.3. Efeito dos tratamentos na época 3

Para a época 3, fevereiro de 1988, foram analisadas as seguintes variáveis:

$y_1$ : perímetro relativo do tronco;

$y_2$ : altura relativa da árvore;

$y_3$ : comprimento da copa;

$y_4$ : espessura relativa da casca;

$y_5$ : altura do tronco.

As Figuras 16 a 20 mostram os valores observados das variáveis acima. A variável  $y_5$  foi transformada visando a adequação às exigências dos testes de hipóteses.

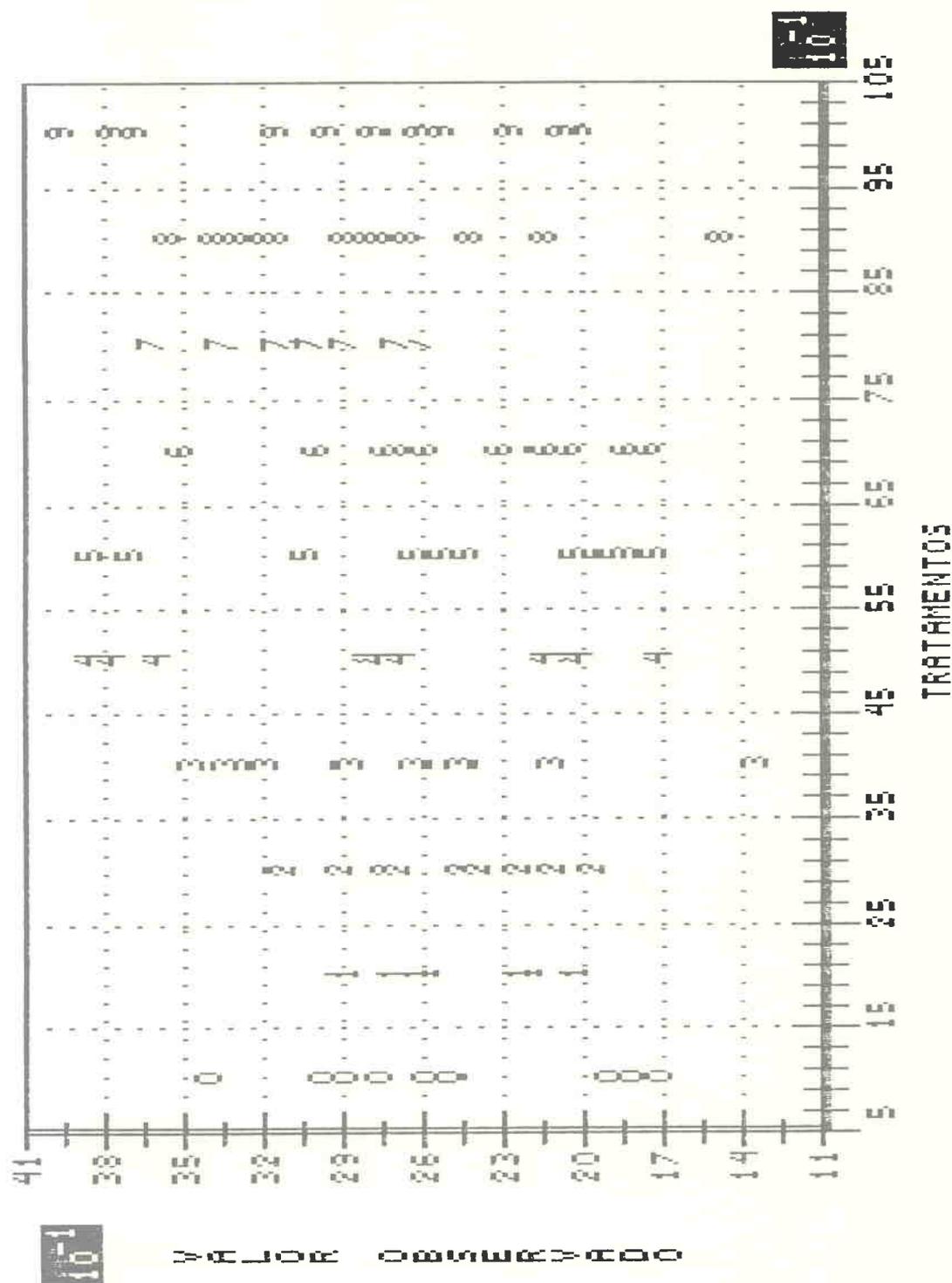


Figura 16 - Valores observados de perímetro relativo do tronco (PRTD) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 3, fevereiro de 1988.

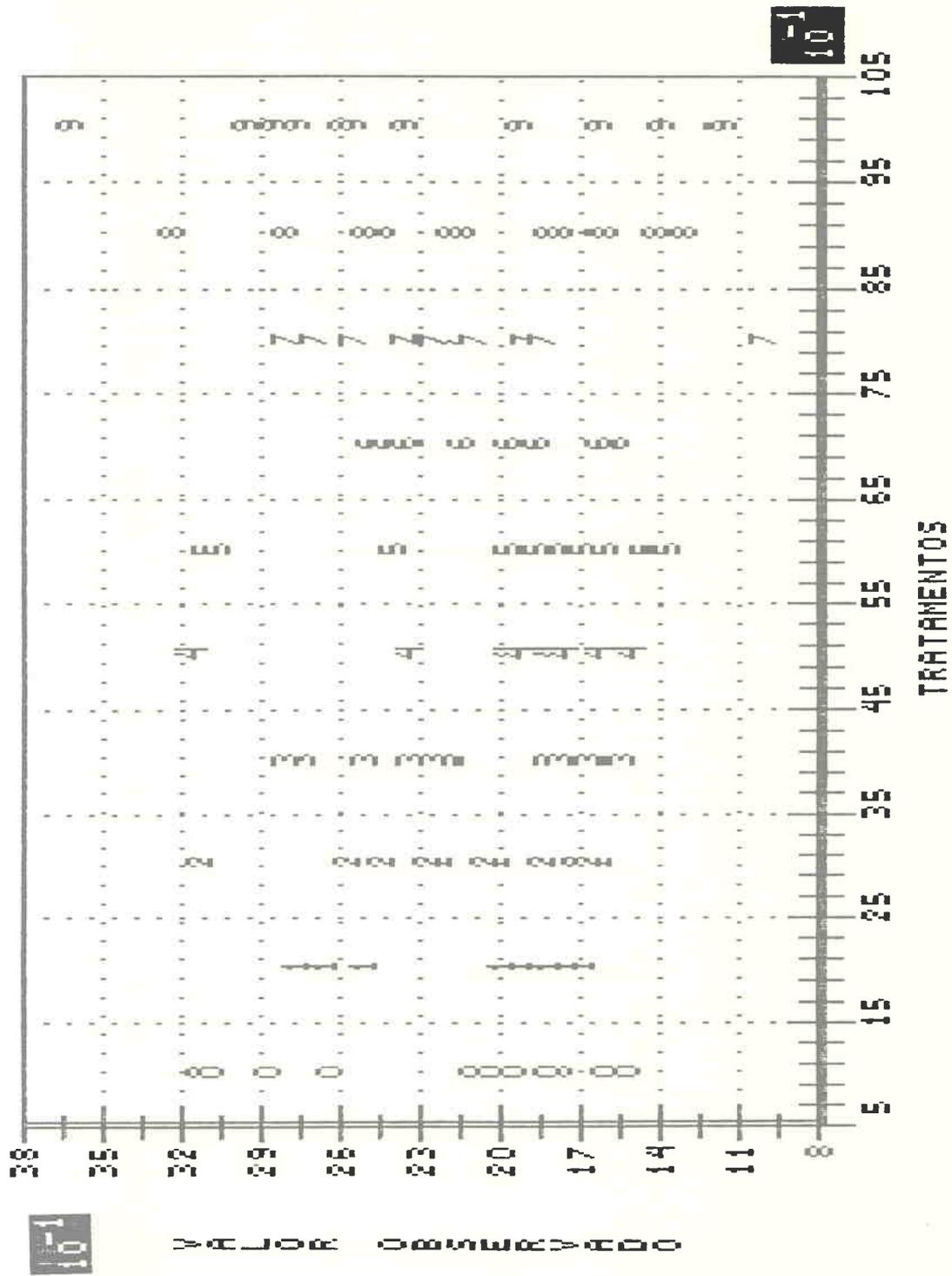


Figura 17 - Valores observados de altura relativa da árvore (CHRA) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 3, fevereiro de 1988.

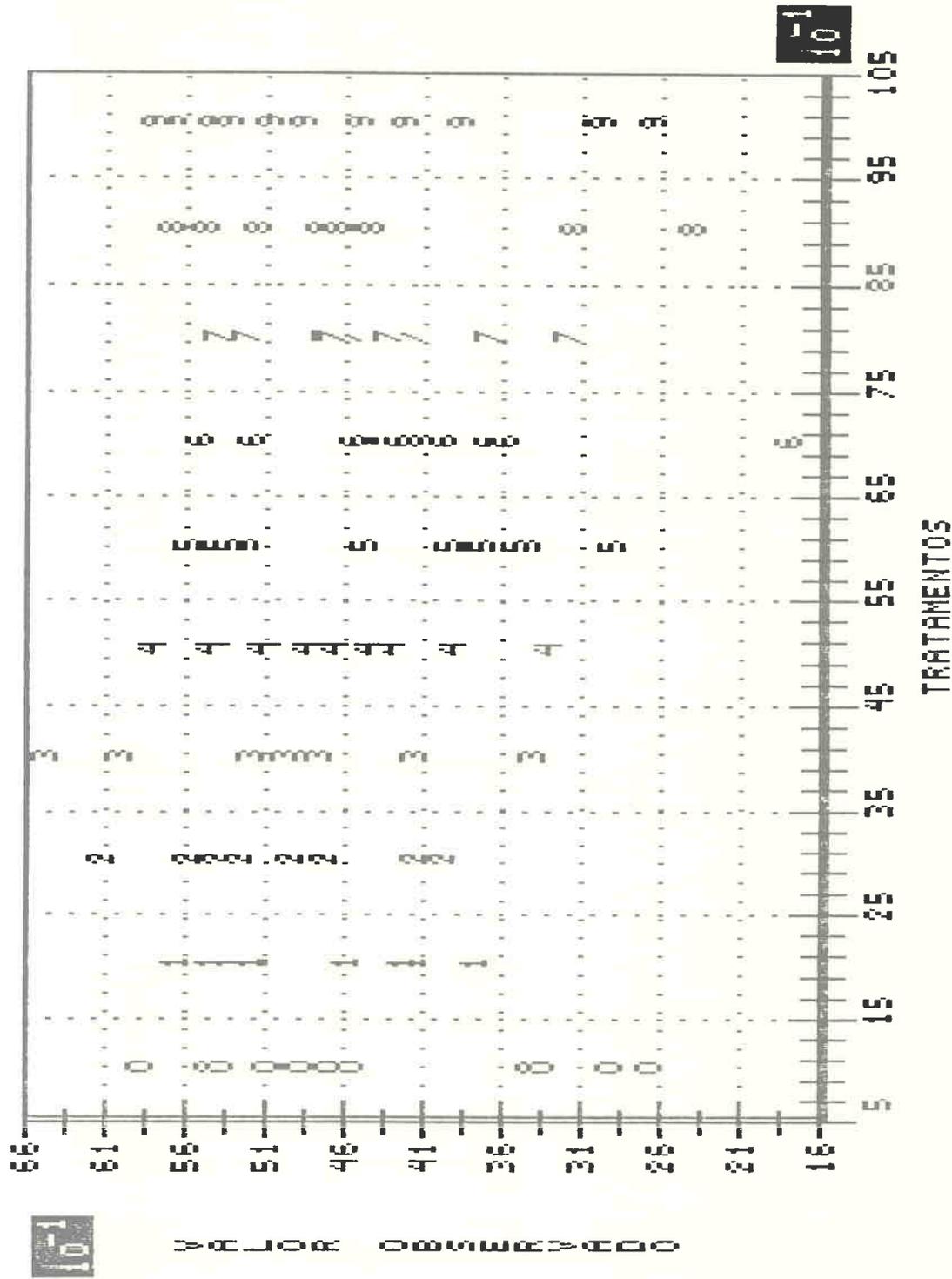


Figura 18 - Valores observados de comprimento de comprimento da copa (CC) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 3, fevereiro de 1988.

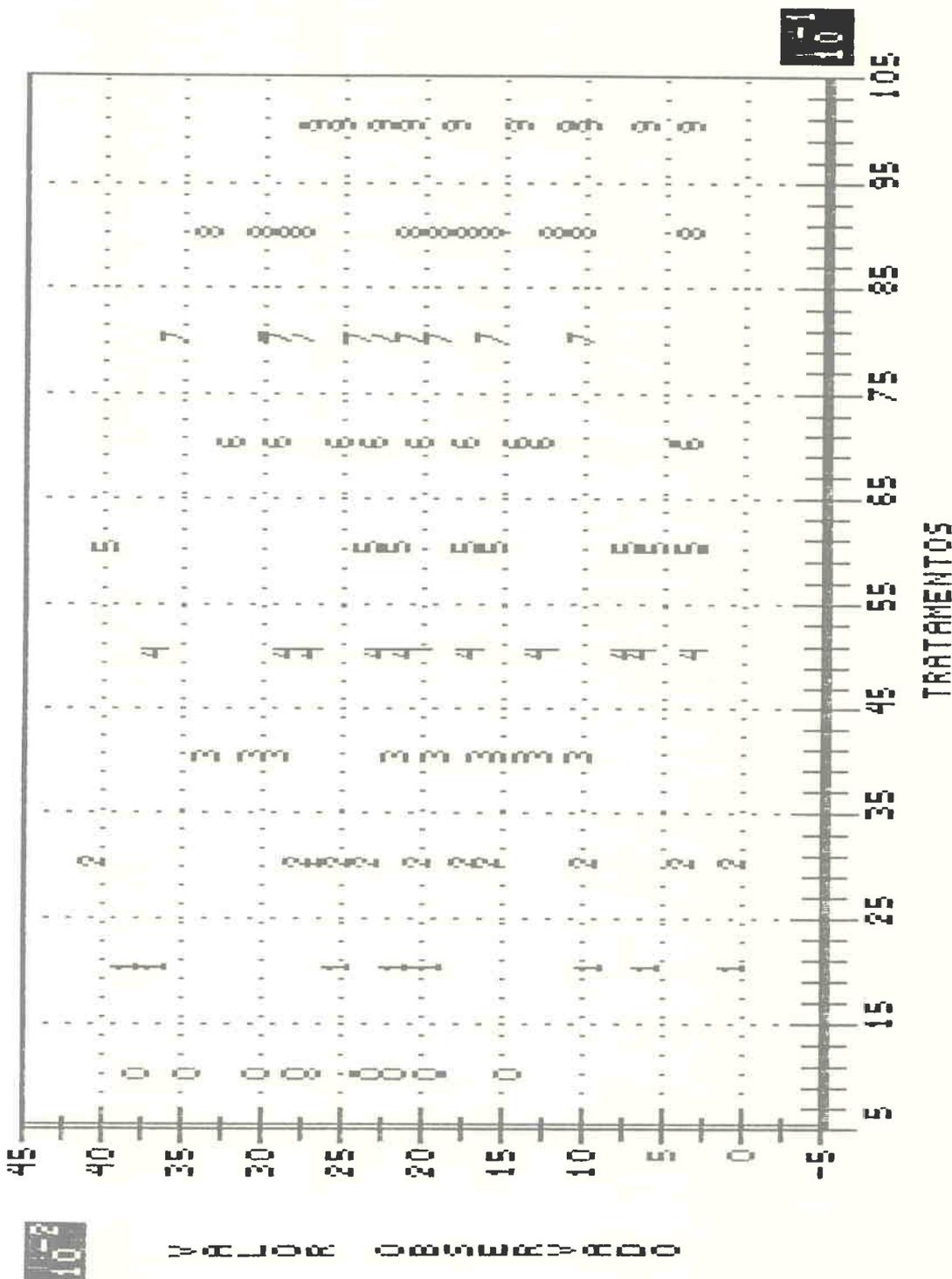


Figura 19 - Valores observados de espessura relativa da casca (ERC) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 3, fevereiro de 1988.

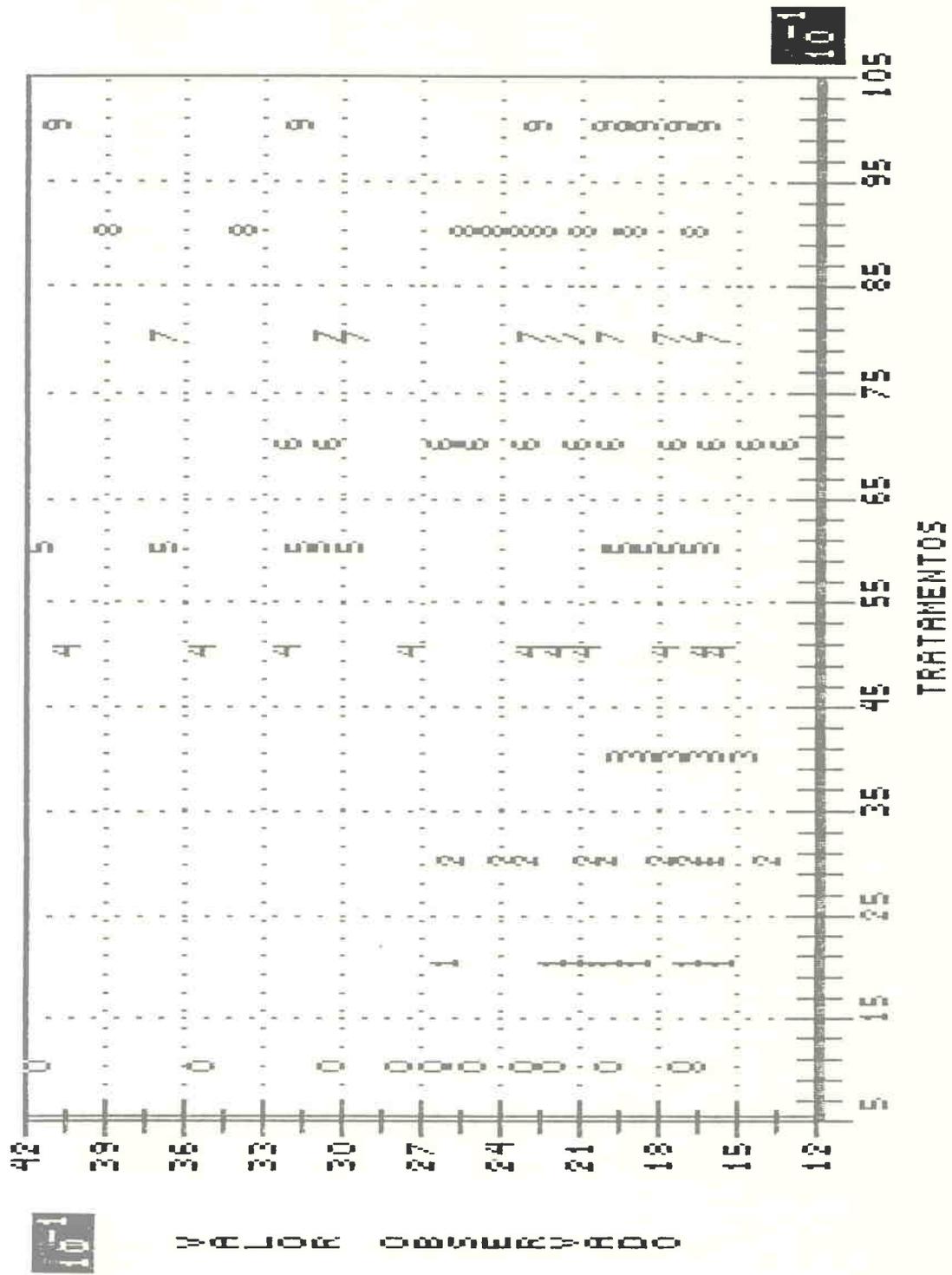


Figura 20 - Valores observados de altura do tronco CHTD para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 3, fevereiro de 1988.

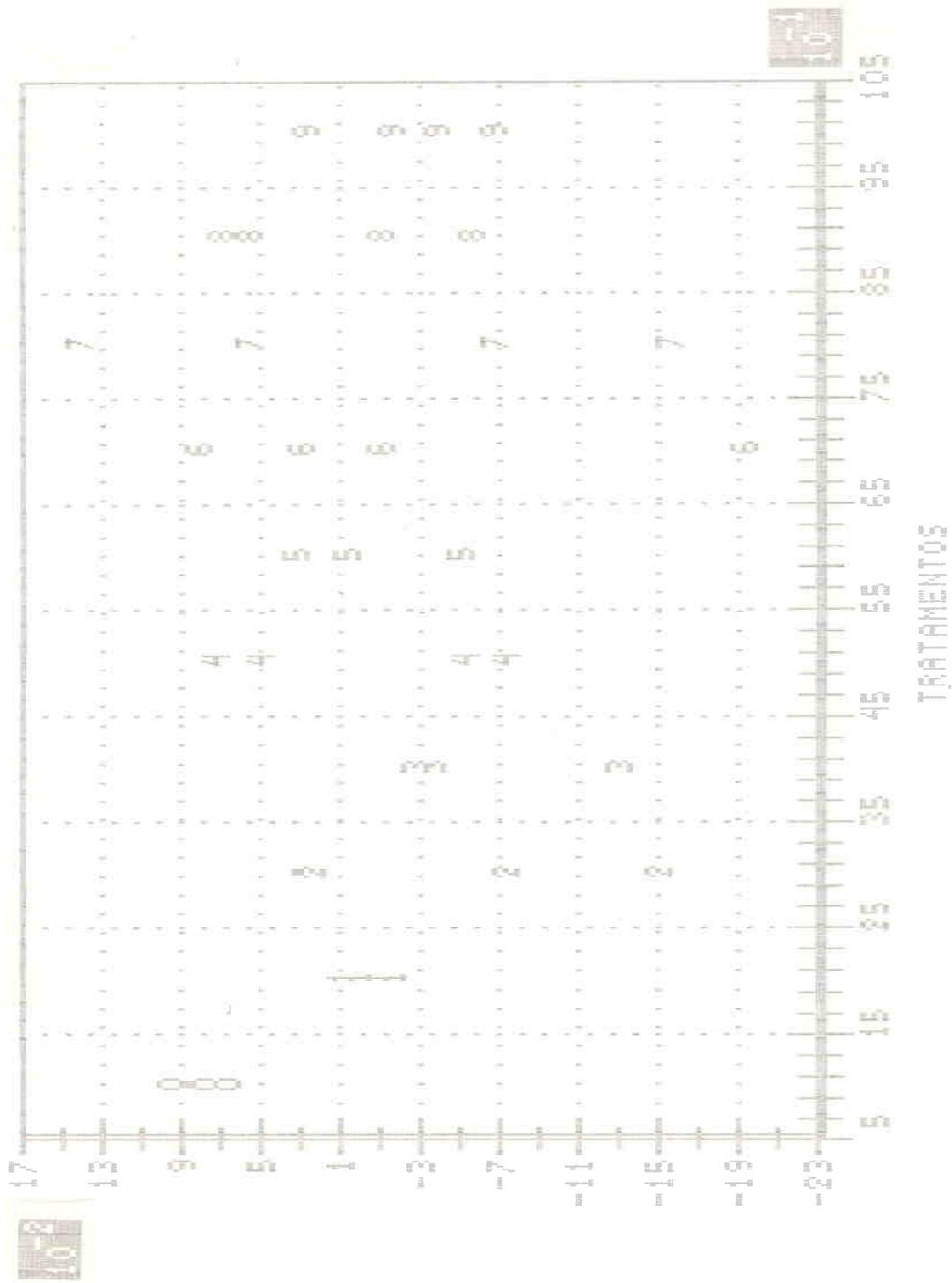


Figura 21 - Gráfico da primeira função discriminante da análise multivariada, relativa à época 3, fevereiro de 1988.

Através dos dados observados foi construído o gráfico da primeira função discriminante, que explica 34,0% do comportamento das variáveis, como apresentado na Figura 21.

O teste para tratamentos, baseado nos critérios do traço de Hotelling-Lawley e do traço de Pillai, discriminados na Tabela 21, mostra que há um efeito significativo para tratamentos.

Tabela 21 - Testes para verificar o efeito significativo para tratamentos, através da análise multivariada, relativa à época 3, fevereiro de 1988.

TESTE	$N_1$	$N_2$	F (obs.)	n. m. s. (F)
Hotelling	45	372	1,40	0,049
Pillai	45	400	1,45	0,036

Dado o efeito significativo para os tratamentos foram testadas as hipóteses enunciadas anteriormente, conforme é apresentado na Tabela 22.

Tabela 22 - Teste de hipóteses de variância entre grupos de tratamentos, através da análise multivariada relativa à época 3, fevereiro de 1988.

HIPÓTESES	F (obs.)	n. m. s. (F) *
G1 vs G2	3,00	0,016
G1 vs G3	2,26	0,037
G2 vs G3	2,14	0,070
G1 vs G2+G3	2,79	0,023
Testemunha vs G1	2,61	0,031
Testemunha vs G2	1,88	0,108
Testemunha vs G3	1,70	0,145
Testemunha vs G2+G3	1,74	0,136
Trat. 2 vs Trat. 6	2,03	0,084
Trat. 2 vs Trat. 7	1,07	0,385
Trat. 6 vs Trat. 7	1,61	0,169

\*  $n_1 = 5$  e  $n_2 = 76$ .

Através dos testes acima, verifica-se que a Testemunha não apresenta diferença significativa quando comparada com o Grupo 2, Grupo 3 e Grupo 2 + Grupo 3. O Grupo 1 difere significativamente da Testemunha e dos demais grupos. Ainda, o Grupo 2 apresenta diferença significativa com relação ao Grupo 3.

Quanto aos Tratamentos 2, 6 e 7, nota-se que o Tratamento 7 não difere significativamente dos Tratamentos 2 e 6, que apresentam diferença significativa entre si.

#### 4.1.4. Efeito dos tratamentos na época 4

Para a época 4, julho de 1989, foram analisadas as seguintes variáveis:

$y_1$ : perímetro relativo do tronco;

$y_2$ : altura relativa da árvore;

$y_3$ : altura do tronco;

$y_4$ : comprimento da copa;

$y_5$ : espessura relativa da casca.

As Figuras 22 a 26 mostram os valores observados das variáveis acima. A variável  $y_3$  foi transformada visando a adequação às exigências dos testes de hipóteses.

Através dos dados observados foi construído o gráfico da primeira função discriminante, que explica 44,8% do comportamento das variáveis, como apresentado na Figura 27.

Pelo teste para tratamentos, baseado nos critérios do traço de Hotelling-Lawley e do traço de Pillai, discriminados na Tabela 23, verifica-se o efeito significativo para os tratamentos.

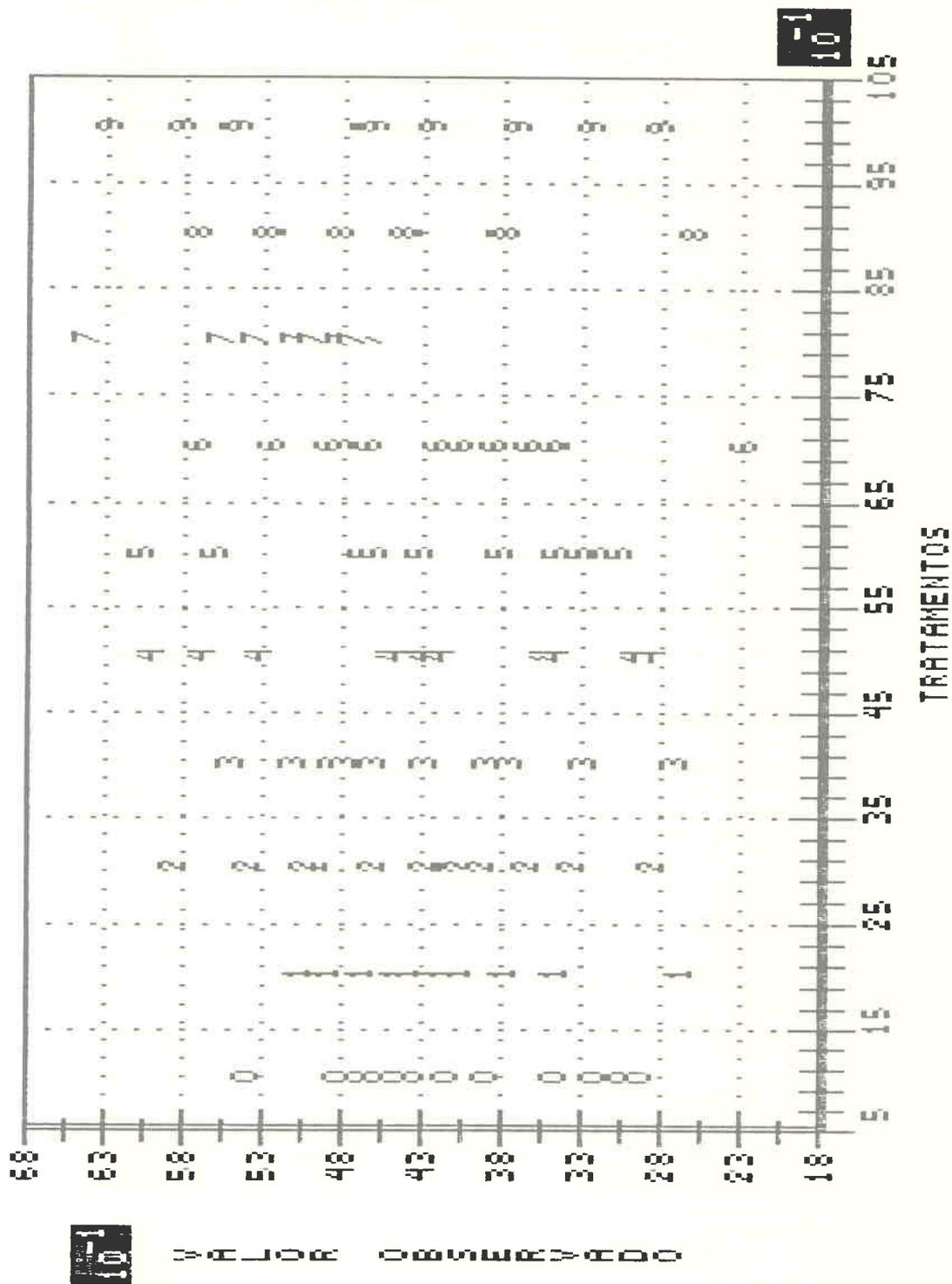


Figura 22 - Valores observados de perimetro relativo do tronco (CPRD) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 4, julho de 1989.

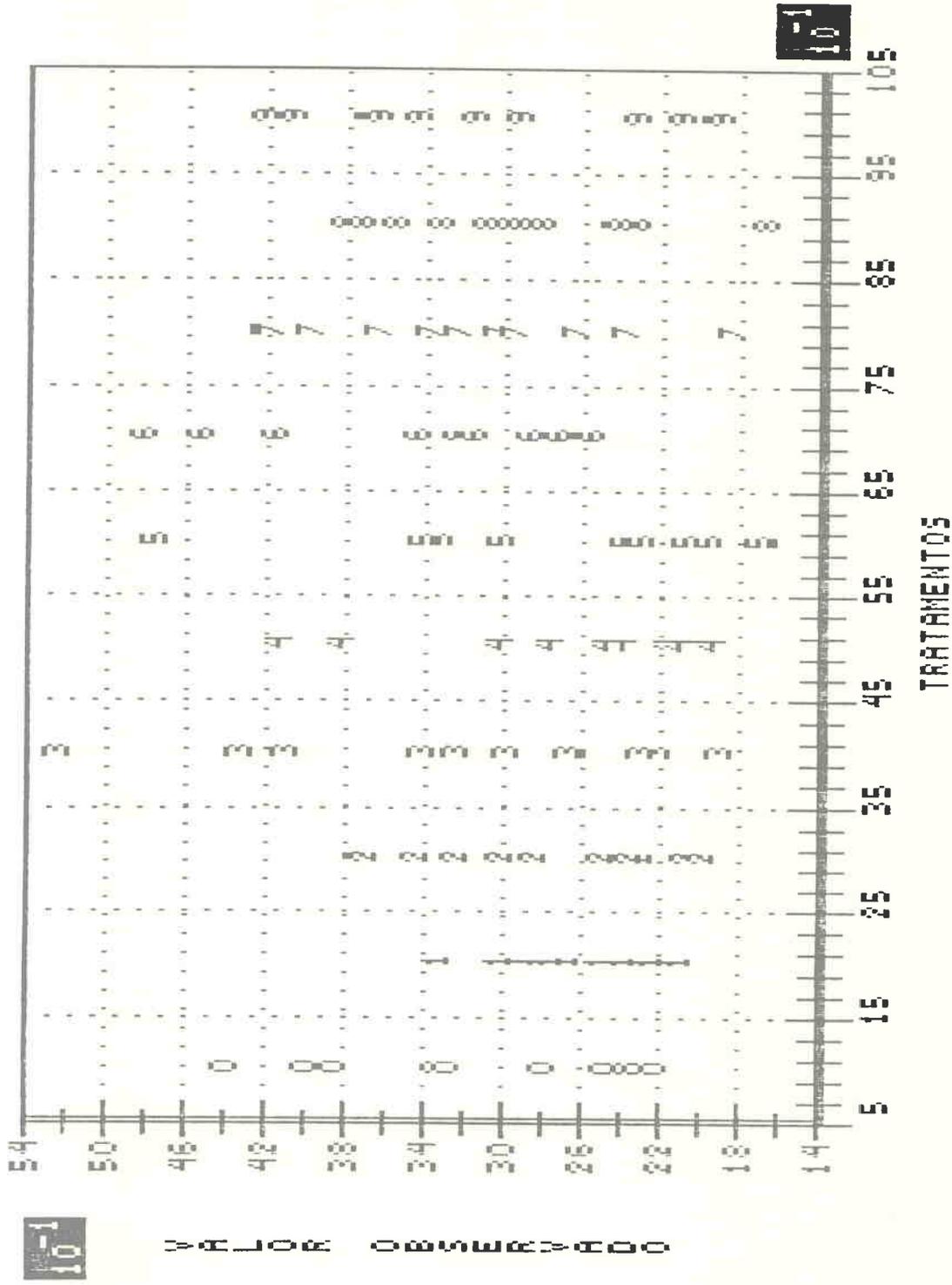


Figura 23 - Valores observados de altura relativa da árvore CHRAD para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 4, julho de 1989.

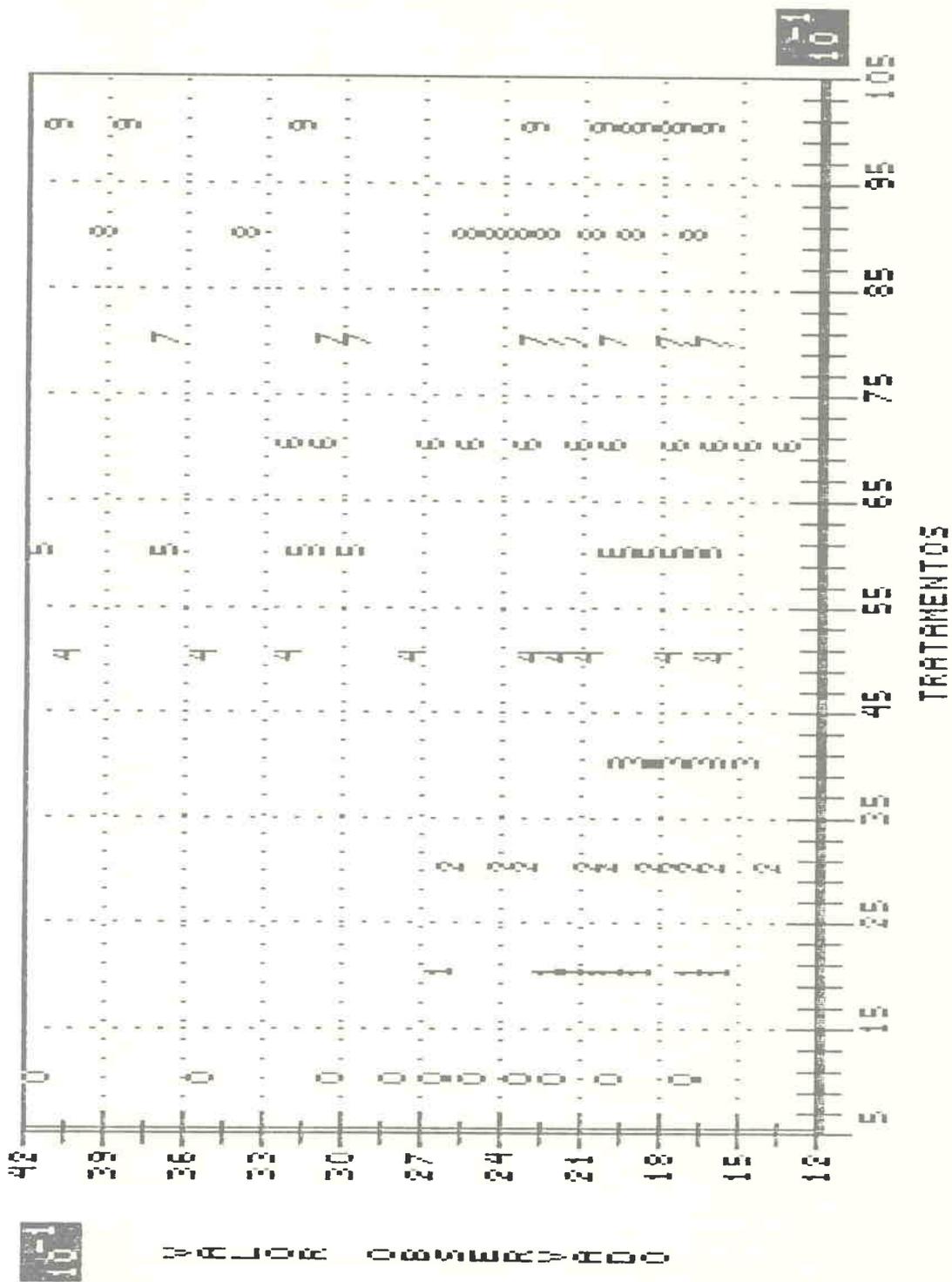


Figura 24 - Valores observados de altura do tronco (HTD) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 4, julho de 1989.

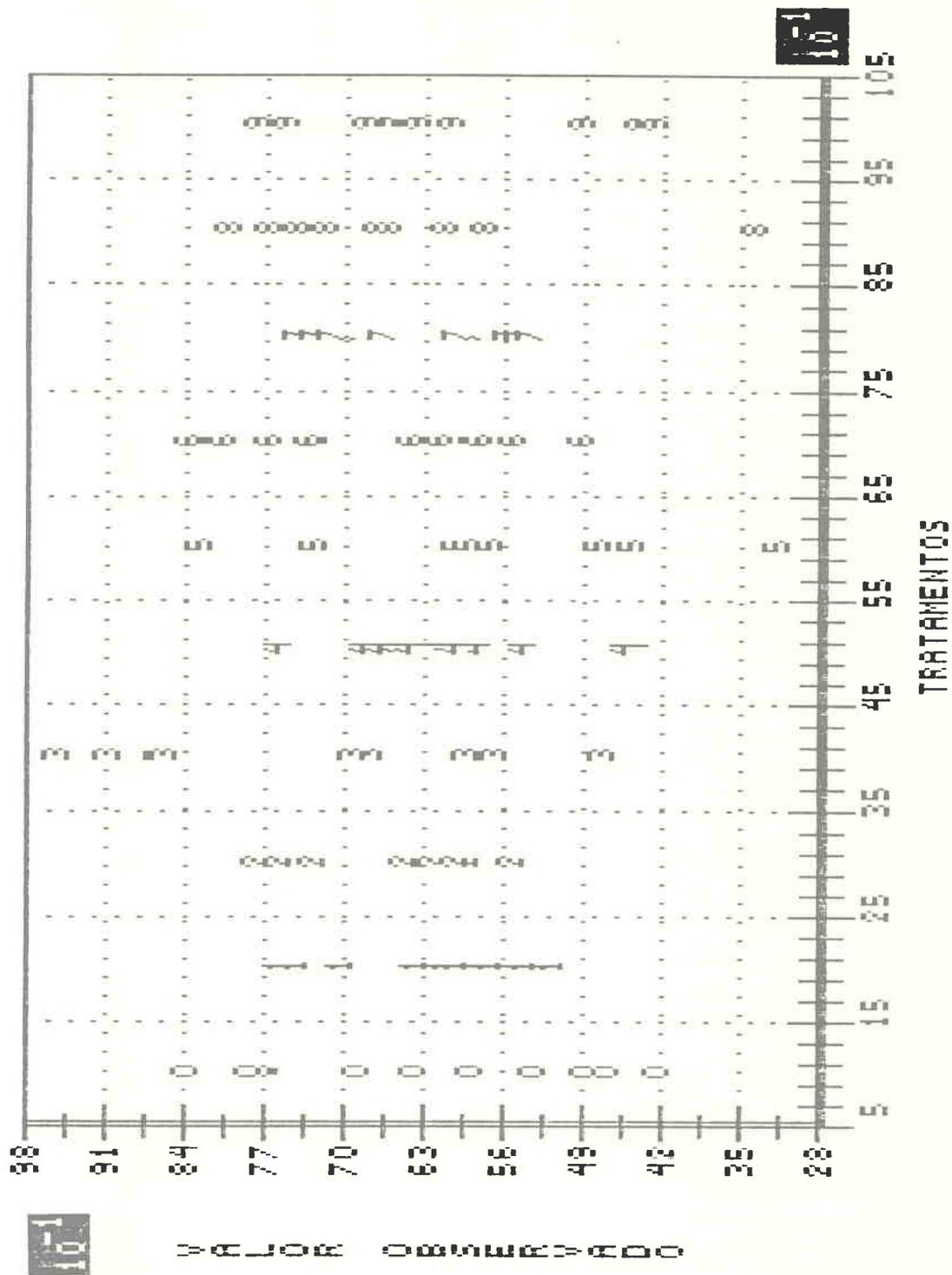


Figura 25 - Valores observados de comprimento da copa (CCO) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 4, julho de 1989.

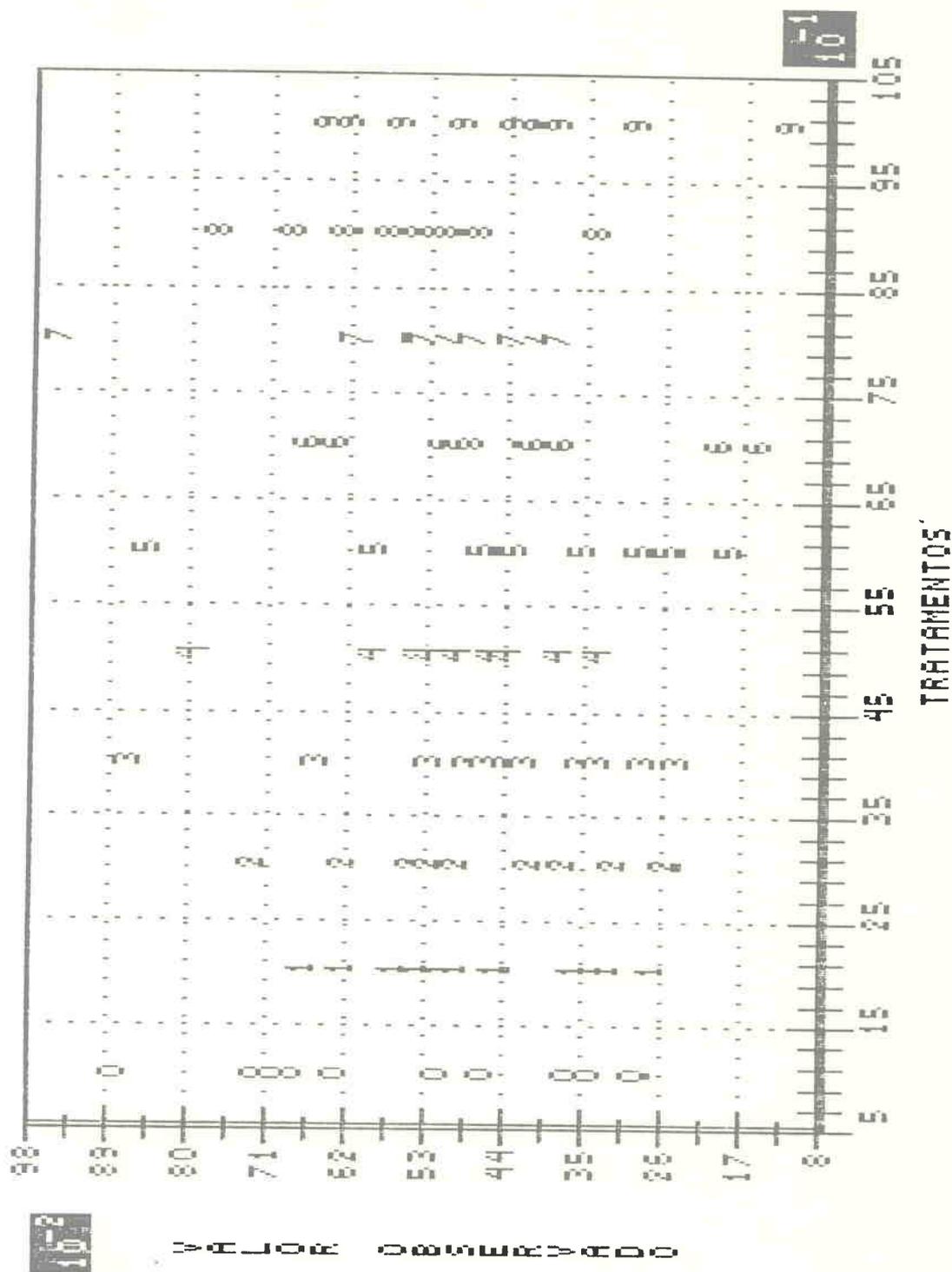


Figura 26 - Valores observados de espessura relativa da casca (ERC) para os tratamentos, através da análise multivariada, na época 4, julho de 1989.

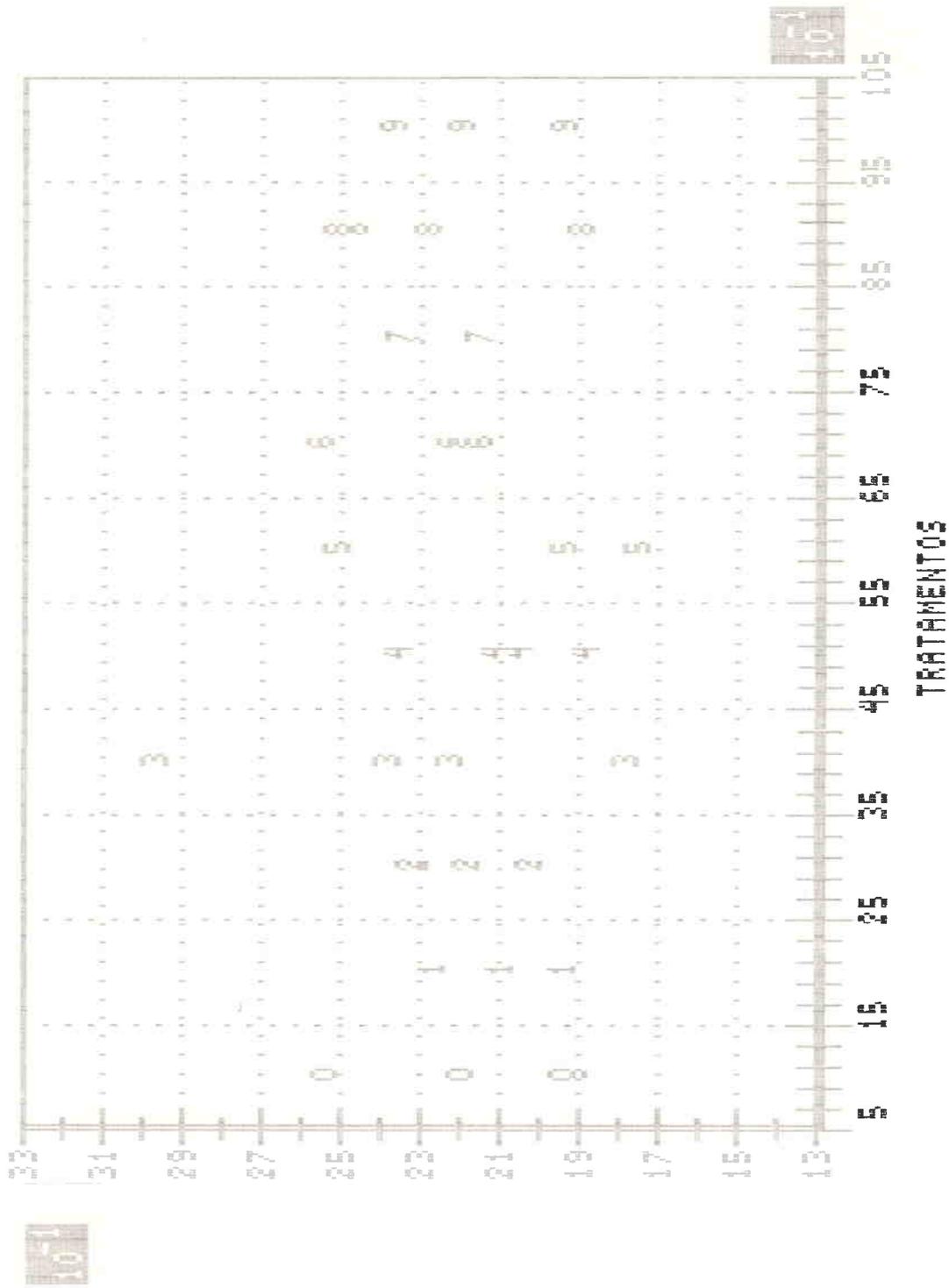


Figura 27 - Gráfico da primeira função discriminante da análise multivariada, relativa à época 4, julho de 1989.

Tabela 23 - Testes para verificar o efeito significativo para tratamentos, através da análise multivariada, relativa à época 4, julho de 1989.

TESTE	$N_1$	$N_2$	F (obs.)	n. m. s. (F)
Hotelling	45	372	1,85	0,001
Pillai	45	400	1,81	0,002

Dado o efeito significativo dos tratamentos, foram testadas as hipóteses enunciadas anteriormente, conforme é apresentado na Tabela 24.

Tabela 24 - Teste de hipóteses de variância entre grupos de tratamentos, através da análise multivariada relativa à época 4, julho de 1989.

HIPÓTESES	F (obs.)	n. m. s. (F)*
G1 vs G2	2,54	0,035
G1 vs G3	2,17	0,066
G2 vs G3	1,47	0,209
G1 vs G2+G3	2,65	0,029
Testemunha vs G1	2,22	0,061
Testemunha vs G2	1,33	0,262
Testemunha vs G3	0,75	0,585
Testemunha vs G2+G3	0,98	0,436
Trat. 2 vs Trat. 6	2,18	0,065
Trat. 2 vs Trat. 7	2,03	0,083
Trat. 6 vs Trat. 7	1,21	0,314

\*  $n_1 = 5$  e  $n_2 = 76$ .

Através dos testes anteriores verifica-se que o Grupo 1 difere significativamente da Testemunha, do Grupo 2, do Grupo 3 e do Grupo 2 + Grupo 3, e estes últimos não apresentam diferenças significativas entre si.

O Tratamento 2 difere significativamente dos Tratamentos 6 e 7, porém, os dois últimos não diferem entre si.

#### 4.1.5. Efeito dos tratamentos nas quatro épocas

Verifica-se uma redução gradativa do efeito dos tratamentos, com o tempo, quando compara-se a sequência dos gráficos das primeiras funções discriminantes, da época 1 até a época 4 (Figuras 8, 15, 21 e 27). Da mesma forma, aumenta a dispersão dos resultados observados com o tempo, fato demonstrado pelos gráficos das Figuras 8, 15, 21 e 27 e pela redução das porcentagens do comportamento das variáveis, explicada pela primeira função discriminante da época 1 até a época 4.

De uma maneira geral, o Grupo 1 apresentou diferenças significativas quando comparado com todos os demais grupos e com a Testemunha, em todas as épocas analisadas. Os Grupos 2 e 3 não foram diferentes entre si nas épocas 1 e 2, porém apresentaram diferenças significativas entre si nas épocas 3 e 4. Isto é explicado pelo fato da hidrazida maléica, produto utilizado nos tratamentos do Grupo 1, ser um inibidor de crescimento e provocar mudanças marcantes na

conformação das árvores. Por sua vez, o chlormequat (Grupo 2) e o daminozide (Grupo 3), sendo retardadores de crescimento, apresentam efeito mais brando sobre a conformação das árvores, fazendo inclusive com que a diferença entre estes dois retardadores tenha manifestado-se somente nas épocas 3 e 4.

Os Tratamentos 2 (Grupo 1), 6 (Grupo 2) e 7 (Grupo 3) apresentaram sempre, em termos de diferenças significativas entre si, comportamento compatível com o grupo a que pertencem, indicando que representam razoavelmente bem o seu grupo na comparação do conjunto das variáveis.

#### 4.2. Efeito dos Tratamentos e Grupos de Tratamentos Sobre Cada Variável Estudada

##### 4.2.1. Perímetro do tronco

Os valores médios observados de perímetro do tronco, para as diferentes datas de mensuração, fazem parte do Apêndice (Tabela 50).

A análise de variância do perímetro relativo do tronco (PRT), bem como as médias referentes aos efeitos dos diversos tratamentos, para as diferentes datas de mensuração, são apresentadas na Tabela 25.

Tabela 25 - Médias e análise de variância do perímetro relativo do tronco (PRT), para as diferentes datas de mensuração.

TRATAMENTOS	MÉDIAS DE PRT									
	Abr./86	Ago./86	Jan./87	Jun./87	Fev./88	Jul./88	Fev./89	Jul./89		
Testemunha	0,4394ab	0,6492ab	1,110ab	1,692a	2,410a	2,947a	3,464a	3,994a		
HM 500	0,3618a	0,5645a	1,078a	1,685a	2,464a	2,979a	3,492a	4,083a		
HM 750	0,3425a	0,5869a	1,149ab	1,768ab	2,581ab	3,136ab	3,715ab	4,288a		
HM 1.000	0,3351a	0,5379a	1,132ab	1,772ab	2,646ab	3,195ab	3,762ab	4,333ab		
CCC 1.000	0,4497ab	0,6595ab	1,118ab	1,748ab	2,550ab	3,136ab	3,612a	4,196a		
CCC 1.500	0,3914a	0,6242ab	1,072a	1,677a	2,382a	2,900a	3,447a	3,981a		
CCC 2.000	0,4424ab	0,6422ab	1,089ab	1,692a	2,389a	2,965a	3,544a	4,101a		
SADH 2.000	0,5594 b	0,7910 b	1,357 b	2,085 b	2,978 b	3,640 b	4,338 b	4,998 b		
SADH 3.000	0,4544ab	0,7048ab	1,251ab	1,848ab	2,735ab	3,289ab	3,864ab	4,411ab		
SADH 4.000	0,5368 b	0,7667 b	1,308ab	2,028ab	2,795ab	3,405ab	3,988ab	4,545ab		
FC(Trat.)	4,25***	3,92***	2,67***	2,14**	2,33**	2,60***	2,71***	2,72***		
C. V. (%)	31,41	27,75	24,98	22,95	19,99	18,85	18,74	18,63		

Obs. 1: ns = não significativo;

\*\* = significativo ao nível de 5% de probabilidade;

\*\*\* = significativo ao nível de 1% de probabilidade;

Obs. 2: médias de uma mesma coluna, seguidas de letras distintas, têm diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade.

Verifica-se que, inicialmente, até janeiro de 1987, houve, em relação à testemunha, uma redução de crescimento do perímetro do tronco nos tratamentos com hidrazida maléica e no tratamento com chlormequat a 2.000 ppm, e incremento deste crescimento nos demais tratamentos com chor-mequat e nos tratamentos com daminozide, sem, porém, apresentarem diferença significativa. Ocorreu diferença significativa entre os tratamentos com daminozide a 2.000 e 4.000 ppm, com maior crescimento do perímetro do tronco, e os tratamentos com hidrazida maléica e chlormequat 1.500 ppm, com menor crescimento.

A partir de junho de 1987, o único tratamento que apresentou diferença significativa com a testemunha foi aquele com daminozide a 2.000 ppm. Este tratamento teve taxa de crescimento relativo 25% superior à da testemunha. As demais tendências iniciais foram mantidas, com exceção dos tratamentos com hidrazida maléica, que passaram a crescer a taxas próximas à da testemunha e não mais inferiores a esta, como ocorreu até janeiro de 1987.

A análise do comportamento dos grupos de tratamentos, reunidos por produtos aplicados, apresentada na Tabela 26 e na Figura 28, mostra que os tratamentos com daminozide (G3) induziram um crescimento do perímetro do tronco significativamente superior àquele dos tratamentos com chlormequat (G2) e hidrazida maléica (G1), bem como da testemunha, durante todo o período experimental. Já os tratamentos com hidrazida maléica provocaram uma redução signifi-

cativa no crescimento do perímetro do tronco em relação à testemunha e aos demais grupos de tratamentos, no período inicial do experimento, e a partir de janeiro de 1987 tiveram este crescimento retomado aos níveis da testemunha e dos tratamentos com chlormequat (G2). Os tratamentos com chlormequat (G2) apresentaram crescimento sempre similar à testemunha, e foram superiores aos tratamentos com hidrazida maléica (G1) somente na fase inicial, quando estes últimos tiveram o crescimento deprimido.

Na Tabela 27 são apresentados os coeficientes de correlação e respectivos níveis de significância entre a variável perímetro relativo do tronco (PRT) e altura relativa da árvore (HRA), altura do tronco (HT), comprimento da copa (CC), diâmetro médio da copa (DM) e espessura relativa de casca (ERC). Fica demonstrado que os coeficientes de correlação são positivos e altamente significativos, ao nível de 0,1% de probabilidade, para HRA, CC, DM e ERC, e negativo e significativo, ao nível de 1% de probabilidade, para HT. Estes resultados são similares aos encontrados por LEONG (1980), LEONG & YOON (1982a, 1982b) e YONN *et alii* (1976).

Tabela 26 - Teste de hipóteses de variancia entre grupos de tratamentos, para perimetro relativo do tronco (PRT), para as diferentes datas de mensuracao.

HIPÓTESES	n. m. s. (CF)							
	Abr./86	Ago./86	Jan./87	Jun./87	Fev./88	Jul./88	Fev./89	Jul./89
G1 vs G2	0,0123**	0,0471**	0,6980 <sup>ns</sup>	0,7129 <sup>ns</sup>	0,3291 <sup>ns</sup>	0,4649 <sup>ns</sup>	0,4801 <sup>ns</sup>	0,4742 <sup>ns</sup>
G1 vs G3	0,0001***	0,0001***	0,0082***	0,0131**	0,0281**	0,0167**	0,0149**	0,0268**
G2 vs G3	0,0063***	0,0096***	0,0026***	0,0047***	0,0018***	0,0020***	0,0017***	0,0037***
G1 vs G2+G3	0,0001***	0,0002***	0,1864 <sup>ns</sup>	0,2166 <sup>ns</sup>	0,4735 <sup>ns</sup>	0,3290 <sup>ns</sup>	0,3192 <sup>ns</sup>	0,3797 <sup>ns</sup>
Test. vs G1	0,0420**	0,1261 <sup>ns</sup>	0,9169 <sup>ns</sup>	0,7189 <sup>ns</sup>	0,3766 <sup>ns</sup>	0,4312 <sup>ns</sup>	0,4106 <sup>ns</sup>	0,3824 <sup>ns</sup>
Test. vs G2	0,7975 <sup>ns</sup>	0,9038 <sup>ns</sup>	0,8649 <sup>ns</sup>	0,9205 <sup>ns</sup>	0,8459 <sup>ns</sup>	0,7865 <sup>ns</sup>	0,7634 <sup>ns</sup>	0,7126 <sup>ns</sup>
Test. vs G3	0,0895*	0,0842*	0,0471**	0,0343**	0,0154**	0,0136**	0,0114**	0,0153**
Test. vs G2+G3	0,4381 <sup>ns</sup>	0,3879 <sup>ns</sup>	0,3281 <sup>ns</sup>	0,2329 <sup>ns</sup>	0,1585 <sup>ns</sup>	0,1400 <sup>ns</sup>	0,1270 <sup>ns</sup>	0,1327 <sup>ns</sup>

Obs.: ns = não significativo;  
 \*\* = significativo ao nível de 5% de probabilidade;  
 \*\*\* = significativo ao nível de 1% de probabilidade;

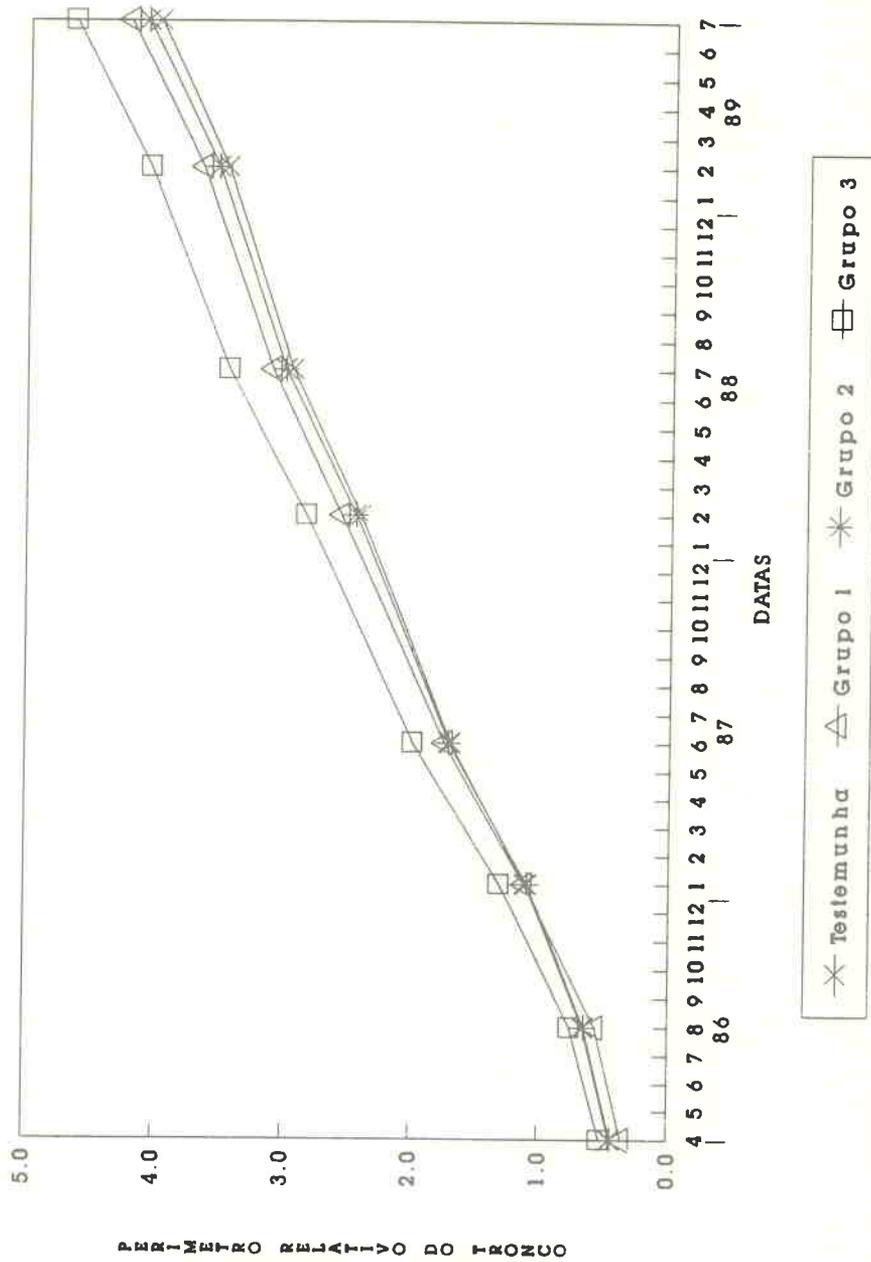


Figura 28 - Variação do perímetro relativo do tronco (PRTD) para os grupos de tratamentos: Testemunha, Grupo 1, Grupo 2 e Grupo 3.

Tabela 27 - Coeficientes de correlação e níveis de significância entre a variável perímetro relativo do tronco (PRT) e as variáveis HRA, HT, CC, DM e ERC.

VARIÁVEIS	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO (r)
HRA	0,889507 ****
HT	-0,135337 ***
CC	0,849878 ****
DM	0,929432 ****
ERC	0,631994 ****

Obs.: \*\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade;  
 \*\*\*\* significativo ao nível de 0,1% de probabilidade.

#### 4.2.2. Espessura de casca

Os valores médios observados de espessura de casca, para as diferentes datas de mensuração, fazem parte do Apêndice (Tabela 51).

A análise de variância da espessura relativa de casca (ERC), bem como as médias referentes aos efeitos dos diversos tratamentos, para as diferentes datas de mensuração, são apresentadas na Tabela 28.

Inicialmente (fevereiro de 1988) verifica-se que, em relação à testemunha, os tratamentos com daminozide a 3.000 ppm e chlormequat a 1.500 ppm tiveram um crescimento de espessura de casca significativamente menor. Na época seguinte (julho de 1988), esta diferença apresenta-se somente

para o tratamento com chlormequat a 1.500 ppm. No final os tratamentos equipararam-se.

Tabela 28 - Médias e análise de variância da espessura relativa da casca (ERC), para as diferentes datas de mensuração.

TRATAMENTOS	MÉDIAS DE ERC		
	Fev./88	Jul/88	Jul./89
Testemunha	0,2382a	0,3497a	0,5155a
HM 500	0,1980abc	0,2683ab	0,4555a
HM 750	0,1906abc	0,2908ab	0,4449a
HM 1.000	0,2114abc	0,3105ab	0,4504a
CCC 1.000	0,1706abc	0,3134ab	0,5197a
CCC 1.500	0,1317 c	0,2412 b	0,4211a
CCC 2.000	0,1573abc	0,2683ab	0,4464a
SADH 2.000	0,2231ab	0,3355ab	0,5324a
SADH 3.000	0,1529 bc	0,3096ab	0,5468a
SADH 4.000	0,1549abc	0,2676ab	0,4250a
F (Trat.)	2,55 ***	1,57 <sup>ns</sup>	1,55 <sup>ns</sup>
C. V. (%)	48,48	34,50	31,08

Obs. 1: n. s. = não significativo;  
\*\*\* = significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Obs. 2: médias de uma mesma coluna, seguidas de letras distintas, têm diferença significativa entre si, ao nível de 5% de probabilidade.

A análise do comportamento dos grupos de tratamentos, apresentada na Tabela 29, mostra que inicialmente os tratamentos com chlormequat (G2) e daminozide (G3) induziram a uma redução significativa do crescimento em espessura

de casca em relação à testemunha. Em julho de 1988 ocorreu redução significativa deste crescimento nos tratamentos com hidrazida maléica (G1) e chlormequat (G2), e um ano após (julho de 1989), não houve diferença significativa entre os grupos de tratamentos entre si e com a testemunha. Entretanto, a evolução da espessura relativa de casca (ERC) dos grupos de tratamentos e da testemunha, dada na Figura 29, mostra uma tendência nos tratamentos com daminozide (G3) de aumentarem o crescimento de espessura de casca, e nos tratamentos com hidrazida maléica (G1) de reduzirem este crescimento.

Tabela 29 - Teste de hipóteses de variância entre grupos de tratamentos, para espessura relativa da casca (ERC), para as diferentes datas de mensuração.

HIPÓTESES	n. m. s. (F)		
	Fev. / 88	Jul. / 88	Jul. / 89
G1 vs G2	0,0272**	0,6570 <sup>ns</sup>	0,7286 <sup>ns</sup>
G1 vs G3	0,2728 <sup>ns</sup>	0,5536 <sup>ns</sup>	0,1453 <sup>ns</sup>
G2 vs G3	0,2579 <sup>ns</sup>	0,3009 <sup>ns</sup>	0,2657 <sup>ns</sup>
G1 vs G2+G3	0,0563*	0,9316 <sup>ns</sup>	0,2971 <sup>ns</sup>
Testemunha vs G1	0,1991 <sup>ns</sup>	0,0826*	0,1887 <sup>ns</sup>
Testemunha vs G2	0,0049***	0,0412**	0,2840 <sup>ns</sup>
Testemunha vs G3	0,0407**	0,1858 <sup>ns</sup>	0,7758 <sup>ns</sup>
Testemunha vs G2+G3	0,0094***	0,0721*	0,4681 <sup>ns</sup>

Obs.: ns = não significativo;

\* = significativo ao nível de 10% de probabilidade;

\*\* = significativo ao nível de 5% de probabilidade;

\*\*\* = significativo ao nível de 1% de probabilidade.

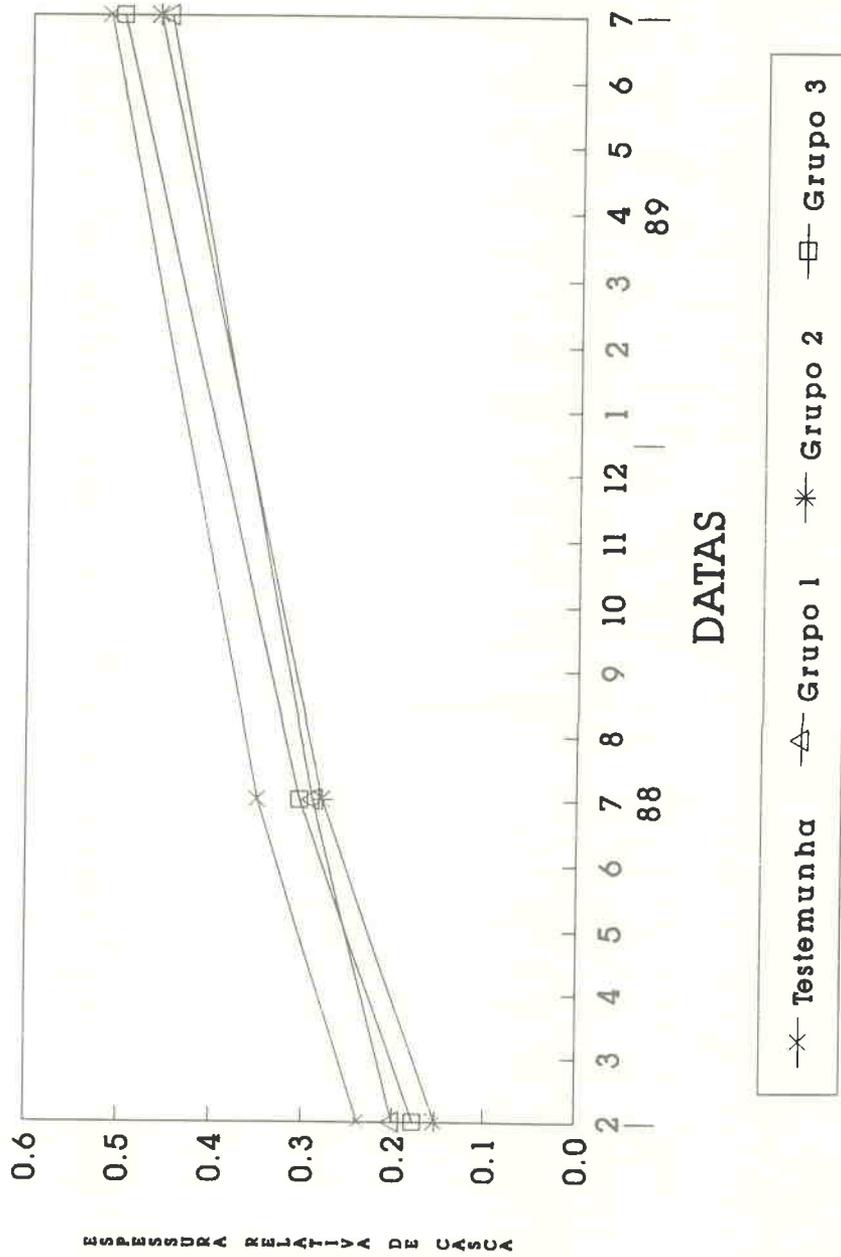


Figura 29 - Variação da espessura relativa da casca (ERC) para os grupos de tratamentos: Testemunha, Grupo 1, Grupo 2 e Grupo 3.

Na Tabela 30 são apresentados os coeficientes de correlação e respectivos níveis de significância entre a variável espessura relativa de casca (ERC) e altura relativa da árvore (HRA), altura do tronco (HT), comprimento da copa (CC) e diâmetro da copa (DM). Verifica-se que os coeficientes de correlação são positivos e altamente significativos, ao nível de 0,1% de probabilidade, para HRA e CC; positivos e significativos, ao nível de 1% de probabilidade, para DM e não significativos para HT.

Tabela 30 - Coeficientes de correlação e níveis de significância entre a espessura relativa de casca (ERC) e as variáveis HRA, HT, CC e DM.

VARIÁVEIS	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO (r)
HRA	0,397730 ****
HT	0,089168 ns
CC	0,431108 ****
DM	0,247685 ***

Obs.: ns = não significativo;

\*\*\* = significativo ao nível de 1% de probabilidade;

\*\*\*\* = significativo ao nível de 0,1% de probabilidade.

#### 4.2.3. Altura da árvore

Os valores médios observados de altura da árvore, para as diferentes datas de mensuração, fazem parte do Apêndice (Tabela 52).

A análise de variância da altura relativa da árvore (HRA), bem como as médias referentes aos efeitos dos diversos tratamentos, para as diferentes datas de mensuração, são apresentadas na Tabela 31.

As observações referentes a abril de 1986 e junho de 1987 sofreram transformações, visando sua adequação às exigências da análise estatística.

Tabela 31 - Médias e análise de variância da altura relativa da árvore (HRA), para as diferentes datas de mensuração.

TRATAMENTOS	MÉDIAS DE HRA			
	Abr./86	Jun./87	Jul/88	Jul./89
Testemunha	0,628a	1,527a	2,080a	2,867a
HM 500	0,053 b	1,370a	1,969a	2,573a
HM 750	0,031 b	1,443a	2,013a	2,697a
HM 1.000	0,036 b	1,164a	2,009a	2,932a
CCC 1.000	0,551a	1,358a	1,918a	2,449a
CCC 1.500	0,577a	1,406a	1,821a	2,474a
CCC 2.000	0,607a	1,369a	1,986a	3,182a
SADH 2.000	0,625a	1,476a	2,111a	3,087a
SADH 3.000	0,590a	1,447a	1,936a	2,783a
SADH 4.000	0,649a	1,689a	2,032a	2,851a
F (Trat.)	51,17 ***	1,86 **	1,60 ns	1,64 ns
C. V. (%)	21,62	45,49	23,59	24,35

Obs. 1: n. s. = não significativo;  
 \*\* = significativo ao nível de 5% de probabilidade;  
 \*\*\* = significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Obs. 2: médias de uma mesma coluna, seguidas de letras distintas, diferença significativa entre si, ao nível de 5% de probabilidade.

Observa-se que ocorreu, inicialmente, uma paralização no crescimento em altura das árvores dos tratamentos com hidrazida maléica, que apresentam médias de altura relativa da árvore significativamente inferiores aos demais tratamentos e à testemunha. A partir de junho de 1987, as diferenças entre tratamentos deixam de existir.

As diferenças de altura relativa de árvore (HRA), entre os grupos de tratamentos, são apresentadas na Tabela 32. A variação de HRA no tempo é ilustrada na Figura 30. Verifica-se que, exceto em abril de 1986, quando os tratamentos com hidrazida maléica (G1) induziram uma redução significativa no crescimento em altura das árvores em relação aos demais grupos de tratamentos e à testemunha, a altura relativa da árvore não apresenta diferenças significativas entre os grupos de tratamentos e a testemunha.

Tabela 32 - Teste de hipóteses de variância entre grupos de tratamentos, para altura relativa da árvore (HRA), para as diferentes datas de mensuração.

HIPÓTESES	n. m. s. (F)			
	Abr. /86	Jun. /87	Fev. /88	Jul. /89
G1 vs G2	0,0001 ***	0,5486 ns	0,5688 ns	0,9678 ns
G1 vs G3	0,0001 ***	0,5481 ns	0,5397 ns	0,2228 ns
G2 vs G3	0,7195 ns	0,9994 ns	0,2379 ns	0,2383 ns
G1 vs G2+G3	0,0001 ***	0,4884 ns	0,9799 ns	0,4661 ns
Testemunha vs G1	0,0001 ***	0,2007 ns	0,5085 ns	0,5348 ns
Testemunha vs G2	0,5138 ns	0,3906 ns	0,2881 ns	0,5537 ns
Testemunha vs G3	0,6896 ns	0,3909 ns	0,8198 ns	0,8074 ns
Testemunha vs G2+G3	0,5737 ns	0,3590 ns	0,4900 ns	0,8520 ns

Obs.: ns = não significativo;

\*\*\* = significativo ao nível de 1% e probabilidade;

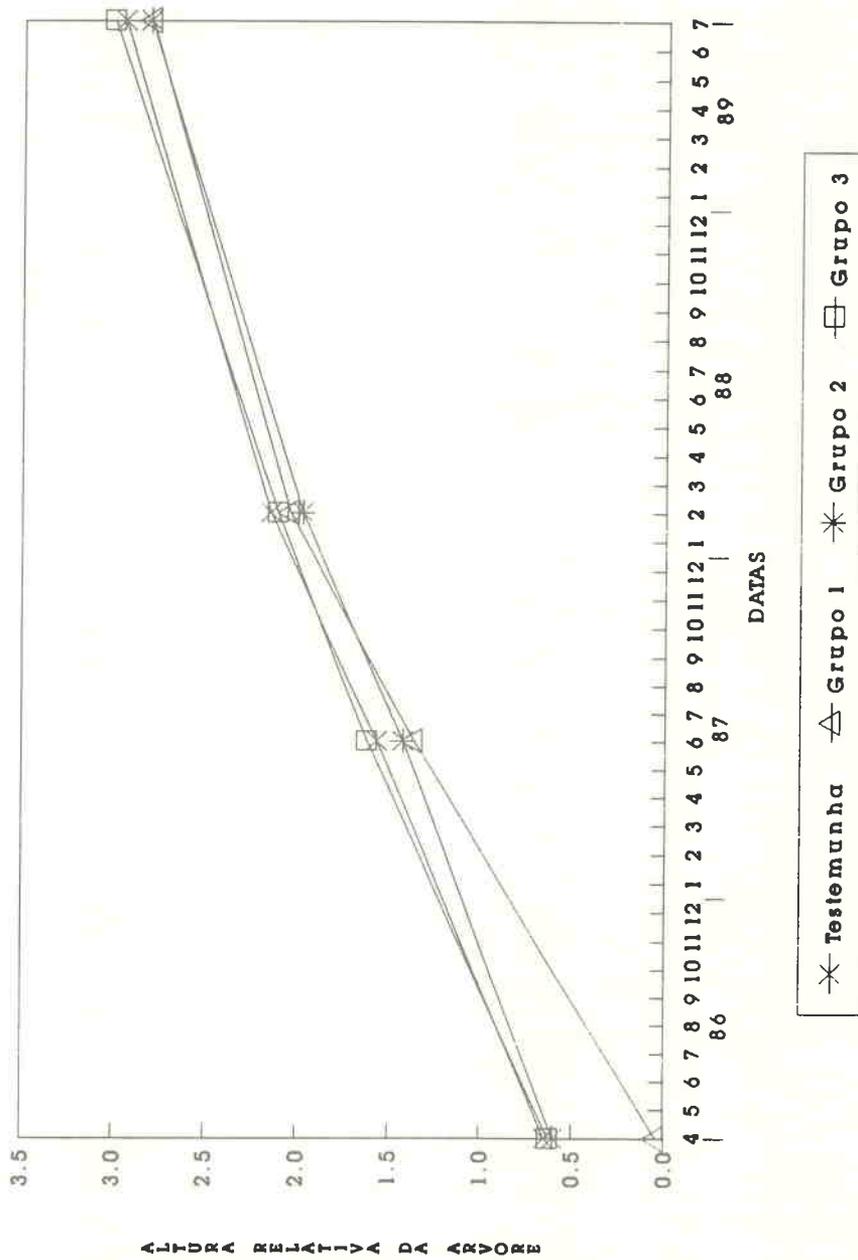


Figura 30 - Variação da altura relativa da árvore (CHRA) para os grupos de tratamentos: Testemunha, Grupo 1, Grupo 2 e Grupo 3.

## 4.2.4. Altura do tronco

A análise de variância da altura do tronco (HT) e as médias dos diversos tratamentos, para as diferentes datas de mensuração, são apresentadas na Tabela 33.

Os dados sofreram transformações visando sua adequação às exigências da análise estatística.

Tabela 33 - Médias em metros, e análise de variância da altura do tronco (HT), para as diferentes datas de mensuração.

TRATAMENTOS	MÉDIAS DE HT			
	Abr./86	Jun./87	Fev./88	Jul./89
Testemunha	2,498 c	2,570 c	2,573 c	2,576 c
HM 500	1,967abc	1,977abc	1,974abc	1,976abc
HM 750	1,843ab	1,877ab	1,880ab	1,882ab
HM 1.000	1,712a	1,724a	1,724a	1,730a
CCC 1.000	2,533 bc	2,384 bc	2,386 bc	2,391 bc
CCC 1.500	1,982abc	2,442 bc	2,440 bc	2,438 bc
CCC 2.000	2,246 bc	2,184abc	2,182abc	2,190abc
SADH 2.000	2,263 bc	2,201abc	2,202abc	2,303abc
SADH 3.000	2,462 c	2,416 c	2,514 c	2,421 c
SADH 4.000	2,192abc	2,312abc	2,310abc	2,298abc
F (Trat.)	2,68 ***	2,95 ***	2,90 ***	2,94 ***
C. V. (%)	61,45	61,06	61,58	60,31

Obs. 1: \*\*\* = significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Obs. 2: médias de uma mesma coluna, seguidas de letras distintas, têm diferença significativa entre si, ao nível de 5% de probabilidade.

Verifica-se que as diferenças entre tratamentos mantiveram-se constantes a partir de abril de 1986, uma vez que os valores médios de altura do tronco, para cada tratamento, não sofreram modificação substancial a partir desta época. Desta forma, os tratamentos com hidrazida maléica a 750 e 1.000 ppm apresentaram médias de altura do tronco significativamente inferiores à testemunha, que não apresentou diferença significativa com os demais tratamentos. É importante ressaltar que houve uma redução gradativa de altura do tronco para dosagens crescentes de hidrazida maléica, mostrando o efeito deste produto na indução de ramificações baixa nas plantas.

As Tabelas 34 e 35 e a Figura 31 apresentam o comportamento dos grupos de tratamentos e da testemunha durante o período experimental. Observa-se que os tratamentos com hidrazida maléica (G1) induziram uma redução significativa na altura do tronco em relação à testemunha e aos tratamentos com chlormequat (G2) e daminozide (G3). Entre estes últimos, não ocorreu diferença significativa para a variável em questão. Os resultados também mostram uma tendência de estabilização dos valores iniciais da altura do tronco por todo o período experimental, uma vez que não foram eliminados ramos da base da copa por poda ou desrama natural.

Tabela 34 - Médias, em metros, de altura do tronco (HT) dos grupos de tratamentos e testemunha, para as diferentes datas de mensuração.

GRUPOS DE TRATAMENTOS	MÉDIAS DE HT (m)			
	Abr./86	Jun./87	Fev./88	Jul./89
Testemunha	2,50	2,57	2,57	2,57
Grupo 1 (HM)	1,84	1,86	1,86	1,86
Grupo 2 (CCC)	2,42	2,33	2,33	2,34
Grupo 3 (SADH)	2,31	2,31	2,31	2,31

Tabela 35 - Teste de hipóteses de variância entre grupos de tratamentos, para altura do tronco (HT), para as diferentes datas de mensuração.

HIPÓTESES	n. m. s. (F)			
	Abr./86	Jun./87	Fev./88	Jul./89
G1 vs G2	0,0081 ***	0,0185 **	0,0198 **	0,0164 **
G1 vs G3	0,0031 ***	0,0040 ***	0,0043 ***	0,0033 ***
G2 vs G3	0,7416 ns	0,5855 ns	0,5800 ns	0,5722 ns
G1 vs G2+G3	0,0013 ***	0,0027 ***	0,0029 ***	0,0022 ***
Testemunha vs G1	0,0016 ***	0,0013 ***	0,0014 ***	0,0012 ***
Testemunha vs G2	0,1880 ns	0,1096 ns	0,1105 ns	0,1094 ns
Testemunha vs G3	0,2776 ns	0,2226 ns	0,2263 ns	0,2275 ns
Testemunha vs G2+G3	0,1993 ns	0,1319 ns	0,1338 ns	0,1336 ns

Obs.: ns = não significativo;

\*\* = significativo ao nível de 5% de probabilidade;

\*\*\* = significativo ao nível de 1% de probabilidade.

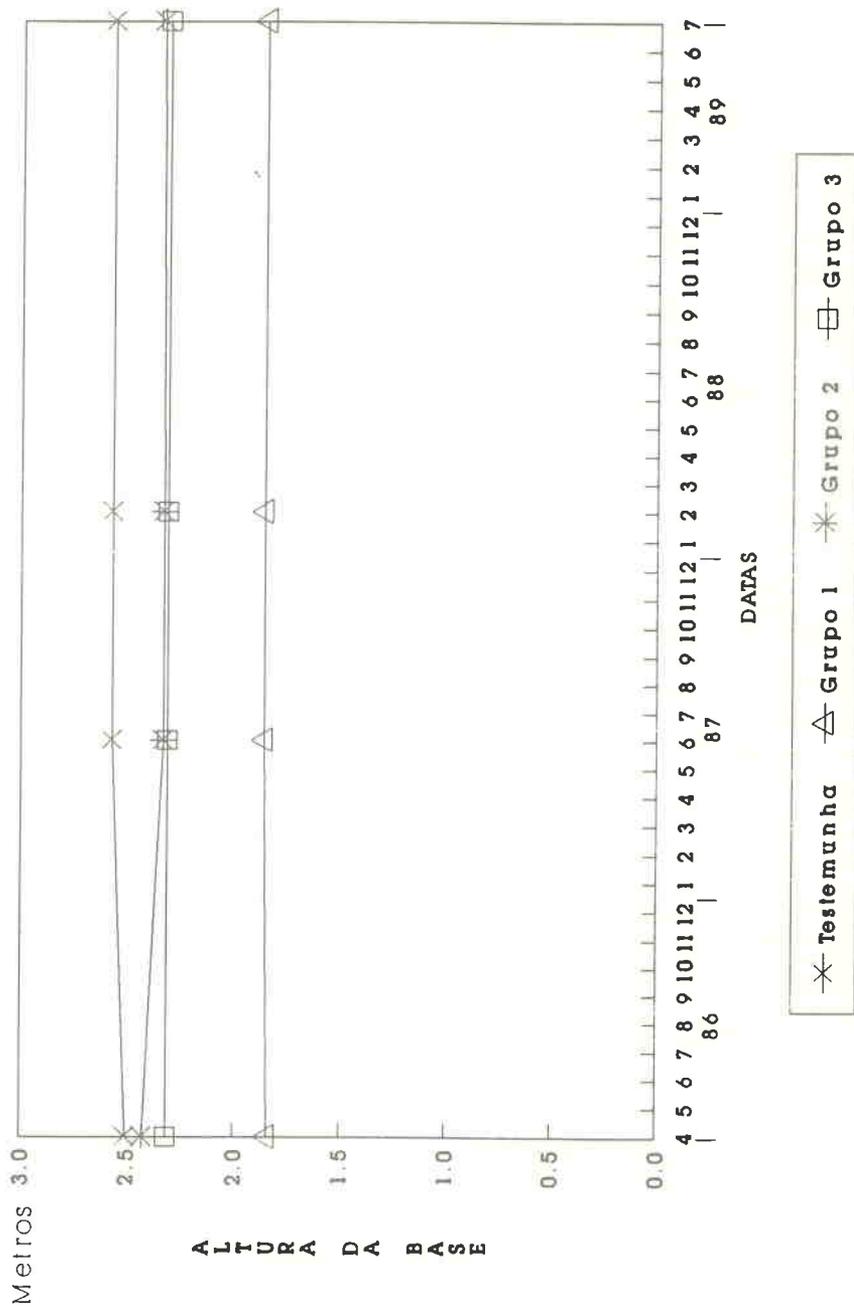


Figura 31 - Variação da altura do tronco (HTD) para os grupos de tratamentos: Testemunha, Grupo 1, Grupo 2 e Grupo 3.

#### 4.2.5. Comprimento da copa

A Tabela 36 apresenta a análise de variância do comprimento da copa (CC) bem como as médias referentes aos efeitos dos diversos tratamentos, para as diferentes datas de mensuração.

As variáveis referentes a abril de 1986 sofreram transformações visando sua adequação às exigências da análise estatística.

Verifica-se que ocorreu, inicialmente (abril de 1986), uma diferenciação significativa e acentuada entre os tratamentos com hidrazida maléica, cujo comprimento de copa foi bastante reduzido, e os demais tratamentos e a testemunha com comprimentos de copa maiores sem diferença significativa entre si. Em junho de 1987, já não havia diferença significativa entre os tratamentos. Nas épocas posteriores apareceu diferença significativa entre tratamentos com maior comprimento de copa, hidrazida maléica a 750 ppm em fevereiro de 1988 e hidrazida maléica a 1.000 ppm em julho de 1989, e tratamentos com comprimento de copa reduzido, chlormequat a 2.000 ppm em fevereiro de 1988, e chlormequat a 1.500 ppm em julho de 1989.

Tabela 36 - Médias, em metros, e análise de variância do comprimento da copa (CC), para as diferentes datas mensuração.

TRATAMENTOS	MÉDIAS DE CC			
	Abr./86	Jun./87	Jul/88	Jul./89
Testemunha	1,182a	3,140a	4,387ab	6,164ab
HM 500	0,423 b	3,403a	4,766ab	6,134ab
HM 750	0,507 b	3,693a	4,990a	6,548ab
HM 1.000	0,568 b	3,036a	4,896ab	6,920a
CCC 1.000	1,237a	3,336a	4,704ab	5,989ab
CCC 1.500	1,708a	3,188a	4,160ab	5,692 b
CCC 2.000	1,194a	2,886a	4,208 b	6,760a
SADH 2.000	1,117a	2,949a	4,268ab	6,297ab
SADH 3.000	1,108a	3,334a	4,486ab	6,469ab
SADH 4.000	1,468a	3,658a	4,420ab	6,252ab
FC(Trat.)	4,86***	1,55 <sup>ns</sup>	1,76*	1,84**
C. V. (%)	10,27	26,20	18,69	17,48

Obs. 1: n. s. = não significativo;

\* = significativo ao nível de 10% de probabilidade;

\*\* = significativo ao nível de 5% de probabilidade;

\*\*\* = significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Obs. 2: médias de uma mesma coluna, seguidas de letras distintas, têm diferença significativa entre si, ao nível de 5% de probabilidade.

A análise do comportamento dos grupos de tratamentos, apresentada nas Tabelas 37 e 38 e na Figura 32, mostra que os tratamentos com hidrazida maléica (G1) provocaram, numa fase inicial, uma redução significativa do comprimento da copa em relação aos demais grupos de tratamentos (G2 e G3) e à testemunha. Posteriormente, houve uma retomada do crescimento do comprimento da copa no grupo de tratamen-

tos com hidrazida maléica, que chegou a apresentar valores significativamente superiores aos outros grupos de tratamentos (G2 e G3) e à testemunha em fevereiro de 1988; porém, em julho de 1989, não mais existiam diferenças entre os grupos de tratamentos e a testemunha, mostrando uma tendência de estabilização em valores similares para todos os grupos de tratamentos e testemunha.

Tabela 37 - Médias, em metros, do comprimento da copa (CC) dos grupos de tratamentos e testemunha, para as diferentes datas de mensuração.

GRUPOS DE TRATAMENTOS	MÉDIAS DE CC (m)			
	Abr./86	Jun./87	Fev./88	Jul./89
Testemunha	1,18	3,14	4,39	6,16
Grupo 1 (HM)	0,50	3,38	4,88	6,57
Grupo 2 (CCC)	1,21	3,14	4,36	6,15
Grupo 3 (SADH)	1,23	3,31	4,39	6,34

Tabela 38 - Teste de hipóteses de variância entre grupos de tratamentos, para comprimento da copa (CC), para as diferentes datas de mensuração.

HIPÓTESES	n. m. s. (F)			
	Abr./86	Jun./87	Fev./88	Jul./89
G1 vs G2	0,0001 ***	0,2350 ns	0,0950 ***	0,1048 ns
G1 vs G3	0,0001 ***	0,7528 ns	0,0151 **	0,3700 ns
G2 vs G3	0,9951 ns	0,3817 ns	0,8654 ns	0,4637 ns
G1 vs G2+G3	0,0001 ***	0,3853 ns	0,0039 ***	0,1461 ns
Testemunha vs G1	0,0001 ***	0,4069 ns	0,0813 *	0,2692 ns
Testemunha vs G2	0,8602 ns	0,9907 ns	0,9147 ns	0,9635 ns
Testemunha vs G3	0,8568 ns	0,5435 ns	0,9898 ns	0,6364 ns
Testemunha vs G2+G3	0,8489 ns	0,7500 ns	0,9598 ns	0,8194 ns

Obs.: ns = não significativo;

\* = significativo ao nível de 10% de probabilidade;

\*\* = significativo ao nível de 5% de probabilidade;

\*\*\* = significativo ao nível de 1% de probabilidade.



## 4.2.6. Diâmetro da copa

A Tabela 39 apresenta as médias dos tratamentos e a análise de variância do diâmetro médio da copa (DM), para as diferentes datas de mensuração.

Tabela 39 - Médias, em metros, e análise de variância do diâmetro médio da copa (DM), para as diferentes datas de mensuração.

TRATAMENTOS	MÉDIAS DE DM	
	Abr. /86	Fev. /88
Testemunha	0,994abc	3,683ab
HM 500	0,935ab	3,869ab
HM 750	0,919ab	3,559a
HM 1.000	1,100abc	3,907ab
CCC 1.000	1,011abc	3,600ab
CCC 1.500	0,746a	3,508a
CCC 2.000	0,877ab	3,503a
SADH 2.000	1,019abc	4,037 b
SADH 3.000	1,334 c	3,843ab
SADH 4.000	1,153 bc	3,756ab
F (Trat. )	2,64 ***	1,65 **
C. V. (%)	38,14	12,94

Obs. 1: ns = não significativo;

\*\* = significativo ao nível de 5% de probabilidade.

\*\*\* = significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Obs. 2: médias de uma mesma coluna, seguidas de letras distintas, têm diferença significativa entre si, ao nível de 5% de probabilidade.

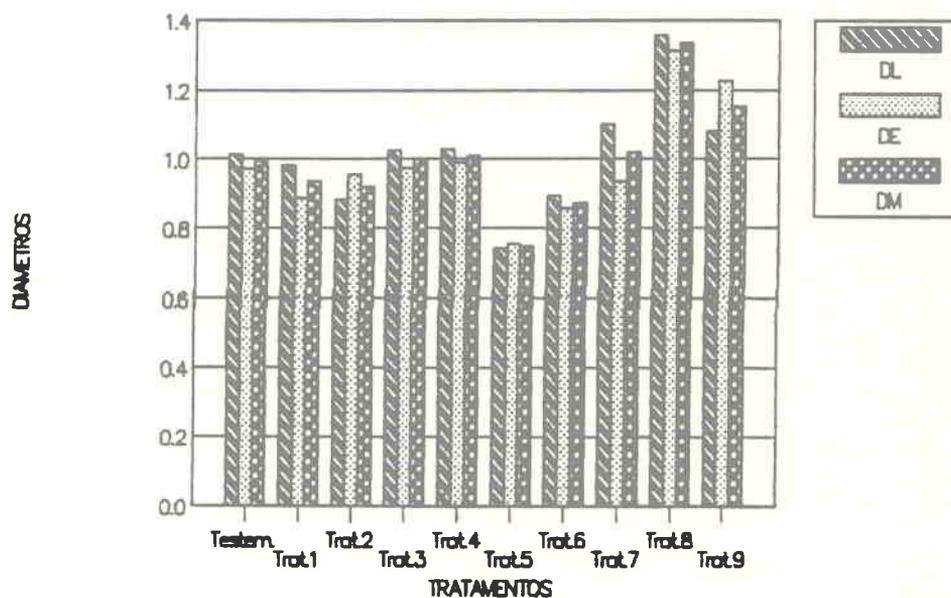


Figura 33 - Valores em metros, de diâmetro da copa na linha (DL), diâmetro da copa na entrelinha (DE) e diâmetro médio da copa (DM), dos diversos tratamentos, em abril de 1986.

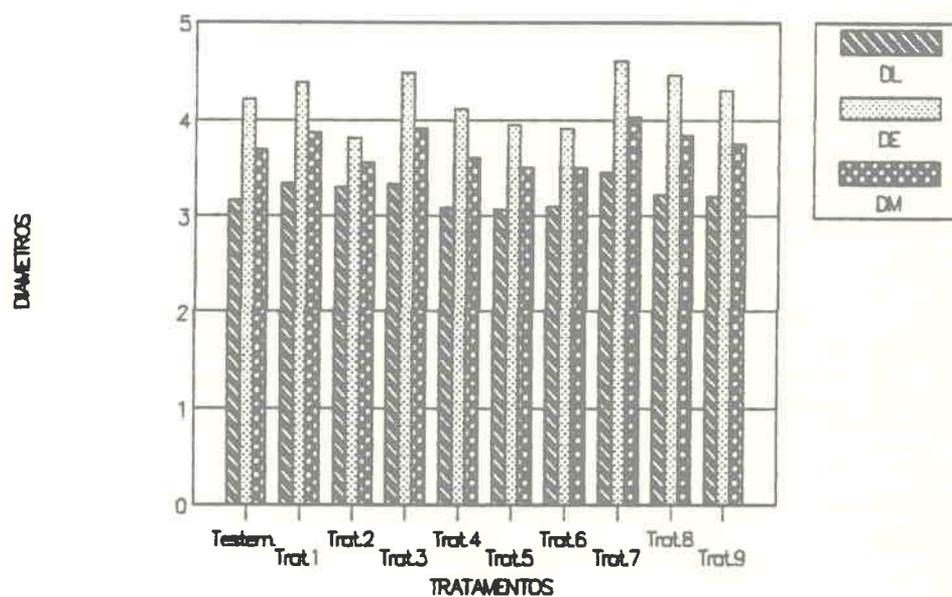


Figura 34 - Valores em metros, de diâmetro da copa na linha (DL), diâmetro da copa na entrelinha (DE) e diâmetro médio da copa (DM), dos diversos tratamentos, em fevereiro de 1988.

Em abril de 1986, o tratamento com daminozide a 3.000 ppm teve diâmetro médio de copa significativamente superior àqueles dos tratamentos com hidrazida maléica a 500 e 750 ppm e com chlormequat a 1.500 e 2.000 ppm. Por outro lado, o tratamento com chlormequat a 1.500 ppm teve diâmetro médio significativamente inferior àqueles dos tratamentos com daminozide a 3.000 e 4.000 ppm.

Em fevereiro de 1988 o tratamento com daminozide a 2.000 ppm teve diâmetro médio de copa significativamente superior àqueles dos tratamentos com hidrazida maléica a 750 ppm e com chlormequat a 1.500 e 2.000 ppm.

As Figuras 33 e 34 ilustram os resultados discutidos acima. Observa-se, adicionalmente, que em abril de 1986, quando as árvores contavam com 25 meses de plantio no campo, as diferenças entre os valores de diâmetro da copa na linha (DL) e de diâmetro da copa na entrelinha (DE) eram pequenas, estando os dois valores (DL e DE) sempre próximos entre si e do valor de DM, o que indica que as copas possuíam formato, de sua projeção, arredondado. Já em fevereiro de 1988, quando as árvores contavam com 47 meses de plantio no campo, ocorreu diferença marcante entre os valores de DL e de DE, estes últimos sempre superiores aos primeiros em todos os tratamentos, indicando que as copas possuíam nesta época formato, de sua projeção, retangular ou oval. Esta mudança de conformação demonstra que entre estas duas épocas iniciou a competição entre plantas na linha de plantio, e os ramos direcionados para a entrelinha tiveram seu crescimento

favorecido, em relação àqueles direcionados para a linha, em função de maior disponibilidade de radiação luminosa, nos ramos da entrelinha.

As Tabelas 40 e 41 apresentam o comportamento dos grupos de tratamentos durante o período experimental. Observa-se que, inicialmente, os tratamentos com hidrazida maléica (G1) e chlormequat (G2) apresentaram uma tendência de redução no diâmetro médio da copa (DM): e os tratamentos com daminozide (G3) de aumento desta variável, em relação à testemunha. Estas tendências divergentes fizeram com que o DM nos tratamentos com daminozide fosse significativamente superior àquele dos tratamentos com hidrazida maléica e chlormequat, embora não o fosse em relação à testemunha.

A retomada do crescimento de diâmetro médio da copa (DM), nos tratamentos com hidrazida maléica, fez com que estes atingissem, em fevereiro de 1988, valores de DM similares àqueles dos tratamentos com daminozide, sendo ambos superiores aos tratamentos com chlormequat, embora não apresentassem diferença significativa com a testemunha.

Tabela 40 - Médias em metros, do diâmetro médio da copa (DMD), dos grupos de tratamentos e testemunha, para as diferentes datas de mensuração.

GRUPOS DE TRATAMENTOS	MÉDIAS DE DM (m)	
	Abr. /86	Fev. /88
Testemunha	0,994	3,683
Grupo 1 (HM)	0,951	3,778
Grupo 2 (CCC)	0,878	3,537
Grupo 3 (SADH)	1,169	3,879

Tabela 41 - Teste de hipóteses de variância entre grupos de tratamentos, para diâmetro médio da copa (DMD), para as diferentes datas de mensuração.

HIPÓTESES	n. m. s. (F)	
	Abr. /86	Fev. /88
G1 vs G2	0,4141 <sup>ns</sup>	0,0360 <sup>**</sup>
G1 vs G3	0,0172 <sup>**</sup>	0,3784 <sup>ns</sup>
G2 vs G3	0,0016 <sup>***</sup>	0,0033 <sup>***</sup>
G1 vs G2+G3	0,3578 <sup>ns</sup>	0,4760 <sup>ns</sup>
Testemunha vs G1	0,7369 <sup>ns</sup>	0,5558 <sup>ns</sup>
Testemunha vs G2	0,3614 <sup>ns</sup>	0,3646 <sup>ns</sup>
Testemunha vs G3	0,1724 <sup>ns</sup>	0,2265 <sup>ns</sup>
Testemunha vs G2+G3	0,8074 <sup>ns</sup>	0,8705 <sup>ns</sup>

Obs.: ns = não significativo;

\*\* = significativo ao nível de 5% de probabilidade;

\*\*\* = significativo ao nível de 1% de probabilidade.

## 4.2.7. Percentual de árvores ramificadas

Os valores médios observados de percentual de árvores ramificadas (%AR), nas diferentes datas de mensuração, são apresentados na Tabela 42.

Tabela 42 - Percentual de árvores ramificadas (%AR), em diferentes datas de mensuração.

TRATAMENTOS	PERCENTUAL DE ÁRVORES RAMIFICADAS (%)		
	Dez./85 <sup>(1)</sup>	Abr./86	Jun./87
Testemunha	50,0	83,3	100,0
HM 500	100,0	100,0	100,0
HM 750	100,0	100,0	100,0
HM 1.000	100,0	100,0	100,0
CCC 1.000	66,6	75,0	100,0
CCC 1.500	58,3	75,0	100,0
CCC 2.000	41,6	75,0	100,0
SADH 2.000	75,0	83,3	100,0
SADH 3.000	66,6	83,3	100,0
SADH 4.000	58,3	83,3	100,0

(1). Árvores com gemas laterais entumescidas ou com início de brotação de ramos laterais.

Verifica-se que em dezembro de 1985, um mês após a aplicação dos reguladores, a totalidade das plantas (100%) dos tratamentos com hidrazida maléica apresentavam início de ramificação. Das plantas dos tratamentos com chlormequat a 1.000, 1.500 e 2.000 ppm, respectivamente.

66,6%, 58,3% e 41,6% apresentavam início de ramificação. Das plantas dos tratamentos com daminozide a 2.000, 3.000 e 4.000 ppm, respectivamente, 75,0%, 66,6% e 58,3% apresentavam início de ramificação. Com exceção do tratamento chlor-mequat a 2.000 ppm todos os demais apresentaram percentual de árvores ramificadas superior ao da testemunha.

Em abril de 1986, cinco meses após as aplicações, os tratamentos com chlormequat apresentavam valores de %AR iguais entre si (75,0%), e inferiores ao da testemunha (83,3%). Os tratamentos com daminozide apresentavam valores de %AR iguais entre si (83,3%) e similares ao da testemunha.

Em junho de 1987, dezenove meses após as aplicações dos tratamentos, todas as árvores do experimento apresentavam ramificação.

Um aspecto a ser ressaltado é o percentual expressivo de árvores ramificadas na testemunha, bem superiores aos valores observados por LEONG *et alii* (1976) e YOON (1973) em experimentos com indução de copa com o cultivar RRIM 600. A alta intensidade de ramificação das árvores da testemunha deve estar relacionada com as condições climáticas no período imediatamente anterior à aplicação dos reguladores. Naquela ocasião, ocorreu uma seca intensa até outubro de 1985, seguida de período chuvoso até março de 1986 (Tabela 3 e 4), e um período com temperaturas baixas até agosto de 1985, seguido de um período com temperaturas bastante altas até dezembro de 1985 (Tabelas 6, 7 e 8). Estes contrastes de condições climáticas podem ter provocado uma

paralização no crescimento das gemas apicais, com consequente redução da dominância apical e liberação de brotações laterais. Por outro lado, estas condições também podem ter intensificado o efeito dos tratamentos com reguladores vegetais na indução de ramificação.

#### 4.2.8. Número de ramos

A análise de variância do número de ramos (NR), bem como as médias observadas em abril de 1986, são apresentadas na Tabela 43 e ilustradas na Figura 35.

Tabela 43 - Médias e análise de variância do número de ramos (NR), em abril de 1986.

TRATAMENTOS	MÉDIAS DE DM
Testemunha	4,000 bc
HM 500	10,583a
HM 750	9,917a
HM 1.000	11,917a
CCC 1.000	3,083 bc
CCC 1.500	2,417 c
CCC 2.000	4,250 bc
SADH 2.000	4,583 bc
SADH 3.000	5,333 bc
SADH 4.000	6,083 b
F (Trat.)	9,95 ***
C. V. (%)	56,29

Obs. 1: \*\*\* = significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Obs. 2: médias de uma mesma coluna, seguidas de letras distintas, têm diferença significativa entre si, ao nível de 5% de probabilidade.

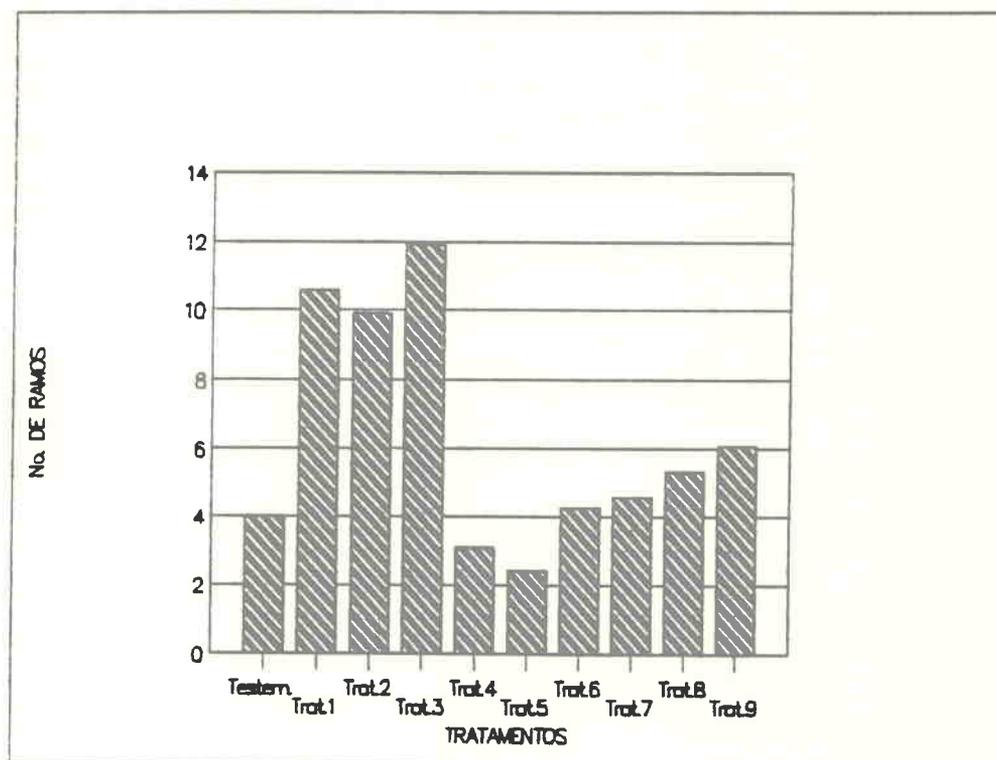


Figura 35 - Valores de número de ramos (NR), dos diversos tratamentos, em abril de 1986.

Verifica-se que os tratamentos com hidrazida maléica induziram a emissão de um número de ramos significativamente superior a todos os demais tratamentos. O tratamento com daminozide a 4.000 ppm induziu um número de ramos significativamente superior àquele do tratamento com chlor-mequat a 1.500 ppm.

A análise do comportamento dos grupos de tratamentos, apresentada na Tabela 44, mostra que os tratamentos com hidrazida maléica (G1) induziram a emissão de um número de ramos significativamente superior ao de todos os demais grupos de tratamentos e à testemunha. Os tratamentos com daminozide (G3) induziram a emissão de um número de ramos superior ao dos tratamentos com chlormequat (G2), sendo que ambos não foram diferentes da testemunha em relação à variável em questão.

Tabela 44 - Teste de hipóteses de variância entre grupos de tratamentos, para número médio de ramos (NR), em abril de 1986.

HIPÓTESES	n. m. s. (F)
G1 vs G2	0,0001 ***
G1 vs G3	0,0001 ***
G2 vs G3	0,0130 ***
G1 vs G2+G3	0,0001 ***
Testemunha vs G1	0,0001 ***
Testemunha vs G2	0,5216 <sup>ns</sup>
Testemunha vs G3	0,2556 <sup>ns</sup>
Testemunha vs G2+G3	0,7897 <sup>ns</sup>

Obs.: ns = não significativo;

\*\*\* = significativo ao nível de 1% de probabilidade;

O número de ramos presente nos tratamentos com hidrazida maléica foi muito superior ao número preconizado pelo RRIM (1974a, 1974c), de aproximadamente 4 ramos logo após a indução da copa.

#### 4.2.9. Concentração de ramos

A Tabela 45 apresenta a análise de variância de concentração de ramos (CR), bem como as médias referentes aos efeitos dos diversos tratamentos, em abril de 1986.

Os dados sofreram transformações visando sua adequação às exigências da análise estatística.

Tabela 45 - Médias, em número por metro, e análise de variância da concentração de ramos (CR), em abril de 1986.

TRATAMENTOS	MÉDIAS DE CR
Testemunha	3,384 b
HM 500	25,019a
HM 750	19,500a
HM 1.000	20,981a
CCC 1.000	2,492 b
CCC 1.500	1,415 b
CCC 2.000	3,559 b
SADH 2.000	4,103 b
SADH 3.000	4,813 b
SADH 4.000	4,144 b
F (Trat.)	8,55 ***
C. V. (%)	38,75

Obs. 1: \*\*\* = significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Obs. 2: médias de uma mesma coluna, seguidas de letras distintas, têm diferença significativa entre si, ao nível de 5% de probabilidade.

Os tratamentos com hidrazida maléica 500, 750 e 1.000 ppm apresentaram uma concentração de ramos significativamente superior a todos os demais tratamentos, inclusive à testemunha, sendo que estes não diferiram entre si.

O comportamento dos grupos de tratamentos é apresentado na Tabela 46. Observa-se que os tratamentos com hidrazida maléica (G1) apresentaram valores de concentração de ramos significativamente superiores àqueles dos tratamentos com chlormequat (G2), daminozide (G3) e da testemunha. Os tratamentos com daminozide (G3) apresentaram valores de concentração de ramos significativamente superiores aos apresentados pelos tratamentos com chlormequat (G2), porém sem diferença significativa com a testemunha.

Tabela 46 - Teste de hipóteses de variância entre grupos de tratamentos, para concentração de ramos (CR), em abril de 1986.

HIPÓTESES	n. m. s. (F)
G1 vs G2	0,0001 ***
G1 vs G3	0,0001 ***
G2 vs G3	0,0529 *
G1 vs G2+G3	0,0001 ***
Testemunha vs G1	0,0001 ***
Testemunha vs G2	0,2811 ns
Testemunha vs G3	0,7642 ns
Testemunha vs G2+G3	0,6766 ns

Obs.: ns = não significativo;

\* = significativo ao nível de 10% de probabilidade;

\*\*\* = significativo ao nível de 1% de probabilidade;

A grande concentração de ramos induzida pela hidrazida maléica coincide com as observações de WEAVER (1972) a respeito do uso deste regulador de crescimento em árvores. A concentração excessiva de ramos é uma característica indesejável em seringueira, por aumentar a susceptibilidade das árvores a danos por vento, de acordo com o IRCA (1982) e o RRIM (1959, 1974c).

#### 4.2.10. Ângulo de inserção dos ramos

O percentual médio de ramos com ângulo de inserção fechado, médio e aberto, em abril de 1986, é apresentado na Tabela 47.

Tabela 47 - Percentual médio de ramos com ângulo de inserção fechado, médio e aberto, em abril de 1986.

TRATAMENTOS	% RAMOS POR ÂNGULO DE INSERÇÃO		
	fechado	médio	aberto
Testemunha	2,1	52,1	45,8
HM 500	40,2	49,6	10,2
HM 750	42,9	47,1	10,1
HM 1.000	34,3	60,1	5,6
CCC 1.000	0,0	57,9	42,1
CCC 1.500	0,0	65,5	34,5
CCC 2.000	0,0	35,3	64,7
SADH 2.000	0,0	50,9	49,1
SADH 3.000	0,0	23,4	76,6
SADH 4.000	0,0	34,2	65,8

Observa-se que os tratamentos com hidrazida maléica apresentaram um percentual de aproximadamente 40% de ramos com ângulo fechado, enquanto que os demais tratamentos não apresentaram ramos com este tipo de inserção, e a testemunha teve somente 2,1%. Os tratamentos com hidrazida maléica também apresentaram um baixo percentual de ramos com ângulo aberto em relação aos demais tratamentos e à testemunha.

Ramos com ângulo de inserção fechado são mais susceptíveis à quebra por vento. Por outro lado, na fase inicial do seringal, quando a competição entre plantas por luz não é intensa, ramos com ângulo de inserção aberto propiciam à planta maior área de captação de radiação, com benefícios para o seu crescimento. Assim, a alta percentagem de ramos com ângulo fechado, observada nos tratamentos com hidrazida maléica, é uma característica indesejável em termos de susceptibilidade a ventos e de crescimento das árvores.

Considerando a média de percentagem de ramos abertos, dos três tratamentos com daminozide, este produto induziu o aumento do ângulo de inserção dos ramos laterais, conforme prevê WEAVER (1972).

## 4.2.11. Índice de área foliar

A análise de variância do índice de área foliar (IAF), bem como as médias dos tratamentos, são apresentadas na Tabela 48.

Tabela 48 - Médias em  $m^2 \cdot m^{-2}$ , e análise de variância do índice de área foliar (IAF), em fevereiro de 1988.

TRATAMENTOS	MÉDIAS DE IAF (m/m)
Testemunha	1,091a
HM 750	1,139a
CCC 2.000	0,981a
SADH 2.000	1,224a
F (Trat.)	0,439 <sup>ns</sup>
C. V. (%)	31,24

Obs. 1: ns = não significativo.

Obs. 2: médias de uma mesma coluna, seguidas de letras distintas, têm diferença significativa entre si, ao nível de 5% de probabilidade.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos mensurados. Entretanto, o tratamento com daminazide a 2.000 ppm mostrou ligeira superioridade ao tratamento com hidrazida maléica a 750 ppm, seguido da testemunha. O tratamento com chlormequat a 2.000 ppm apresentou o menor valor de IAF.

O número de fotografias tiradas, 2 por planta, pode ter sido insuficiente para caracterizar diferenças sutis entre os tratamentos, razão da não significância entre os resultados da análise.

#### 4.2.12. Coeficiente de absorção de radiação

A Tabela 49 apresenta as médias de coeficiente de absorção de radiação (a) e a análise de variância dos resultados.

Tabela 49 - Médias e análise de variância do coeficiente de absorção (a), em fevereiro de 1988.

TRATAMENTOS	MÉDIAS DE "a"
Testemunha	0.5880ab
HM 750	0.5367 bc
CCC 2.000	0.4975 c
SADH 2.000	0.6121a
F (Trat.)	0.04 **
C. V. (%)	14.64

Obs. 1: \*\* = significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Obs. 2: médias de uma mesma coluna, seguidas de letras distintas, têm diferença significativa entre si, ao nível de 5% de probabilidade.

O tratamento com daminozide a 2.000 ppm apresentou valores de "a" significativamente superiores àqueles dos tratamentos com hidrazida maléica a 750 ppm e com

chlormequat a 2.000 ppm, sendo que este último apresentou resultados significativamente inferiores àqueles da testemunha.

Um coeficiente de absorção de radiação superior aos demais tratamentos, observado no tratamento com daminozide, deve ter sido parcialmente responsável pelo bom desenvolvimento geral das plantas deste tratamento, em função de uma interceptação mais eficiente da radiação disponível.

Adicionalmente, verifica-se que houve uma tendência dos valores de "a" acompanharem os valores de IAF, na diferenciação de tratamentos, o que está de acordo com os resultados obtidos por LEONG (1980).

#### 4.2.13. Danos por vento

Em agosto e setembro de 1989, a ocorrência de ventos fortes na área experimental provocou a quebra no tronco em uma árvore, no tratamento com hidrazida maléica a 1.000 ppm, e em outra árvore no tratamento com hidrazida maléica a 750 ppm. A quebra no tronco destas árvores deu-se no ponto de concentração acentuada de ramos.

Duas outras árvores do tratamento com hidrazida maléica a 750 ppm tiveram, cada uma, um ramo quebrado no ponto de inserção ao tronco.

Verifica-se que os tratamentos com hidrazida maléica, que apresentaram grande concentração de ramos, alto percentual de ramos com ângulo de inserção fechado, e perda

da gema apical, demonstram uma tendência a uma maior susceptibilidade a danos por vento, confirmando as expectativas apresentadas pelo IRCA (1982) e pelo RRIM (1959, 1974a, 1974c).

#### 4.2.14. Observações gerais

Durante o período experimental, não foi observada queda natural de folhas que caracterizasse uma troca anual das folhas. Também não foram observadas emissões de inflorescências.

As plantas dos tratamentos com hidrazida maléica apresentaram, um mês após a aplicação do regulador, o amarelecimento das folhas do último lançamento ou o desfolhamento e o amarelecimento da brotação apical, associados com brotação lateral intensa. Em abril de 1986, todas as árvores destes tratamentos apresentavam morte da gema ou do broto apical, e o abortamento de ramos laterais recém emitidos.

Em 72,5% das plantas dos tratamentos com daminozide houve, um mês após a aplicação do regulador, a intensificação da cor verde das folhas, conforme descrito por WEAVER (1972).

Algumas plantas dos tratamentos com daminozide apresentaram, em abril de 1986, sintomas foliares de carência de zinco, conforme descrito por BERNIZ *et alii* (1980) e SHORROCKS (1979). A análise química de amostras de folhas destas plantas, analisando-se separadamente folhas com sin-

tomas e sem sintomas, folhas de plantas sem sintomas do mesmo tratamento, e folhas dos demais tratamentos, não mostrou diferenças entre análises com relação ao teor de zinco, apresentando todas valores em torno de 20 ppm, e próximos daqueles considerados como normais por SHORROCKS (1979). Como os sintomas de deficiência de zinco estão associados com a menor atividade de enzimas responsáveis pela síntese de AIA a partir do triptofano (MALAVOLTA, 1976), os sintomas identificados no experimento podem estar relacionados com a redução da síntese de AIA em função do regulador aplicado e não com a carência de zinco.

#### 4.3. Discussão Complementar

Os tratamentos com hidrazida maléica induziram uma modificação acentuada na conformação geral das árvores, sendo que para a maior parte das variáveis estudadas, as plantas destes tratamentos apresentaram diferenças com aquelas dos tratamentos com chlormequat e daminozide, caracterizando a diferença de efeito de um inibidor de crescimento (HM) com os retardadores de crescimento (CCC e SADH).

A morte da gema apical, ocorrida nos tratamentos com hidrazida maléica, provocou inicialmente uma emissão acentuada de ramos, que carregaram boa parte dos fotoassimilados para seu próprio crescimento, em detrimento do crescimento do perímetro do tronco. Como as copas destes tratamen-

tos tiveram seu comprimento significativamente reduzido e seu diâmetro não modificado, e como estes dois parâmetros, CC e DM, estão positivamente correlacionados com crescimento em perímetro do tronco, explica-se a baixa taxa de crescimento em perímetro do tronco apresentada inicialmente pelos tratamentos com hidrazida maléica. Este comportamento deve ser comparável com aquele apresentado pelos sistemas de indução de copa por poda do ápice da planta. MEDRADO (1987), estudando o desponte (poda apical) de porta-enxertos de seringueira, relatou que ocorre uma perda do incremento do diâmetro do tronco, em função do choque provocado pelo corte do ápice, que em algumas situações não é recuperada.

Os tratamentos com hidrazida maléica também induziram características de copa indesejáveis em termos de susceptibilidade a danos por vento como grande concentração de ramos, grande porcentual de ramos com ângulo de inserção fechado e perda do ramo guia.

Os tratamentos com chlormequat apresentaram valores de comprimento da copa, diâmetro médio da copa, porcentual de árvores ramificadas, número de ramos, índice de área foliar e coeficiente de absorção de radiação sempre menores ou iguais a testemunha, e como resultado tiveram taxas de crescimento do perímetro do tronco e da espessura da casca baixas. As características de susceptibilidade a danos por vento não diferem daquelas da testemunha.

Os tratamentos com daminozide apresentaram valores de comprimento de copa, diâmetro da copa, porcentual

de árvores ramificadas, número de ramos, índice de área foliar e coeficiente de absorção de radiação sempre iguais ou superiores à testemunha, resultando em um incremento significativo do perímetro do tronco e da espessura da casca. As características de susceptibilidade a danos por vento não diferem estes tratamentos da testemunha. Nestes tratamentos não houve um choque no crescimento, provocado pela indução de ramificação, estando de acordo com o que sugeriram LEONG *et alii* (1976) e MEDRADO (1987) para a utilização de produtos químicos na quebra de dominância apical.

A altura das árvores foi positiva e significativamente relacionada com perímetro do tronco, ao contrário do que sugere YOON *et alii* (1976). Verifica-se que não ocorre crescimento competitivo entre altura da árvore e perímetro do tronco, desde que haja um aparato de captação de radiação que pode ser expresso pelo comprimento e pelo diâmetro da copa, coincidindo com o estabelecido por KRAMER e KOZLOWSKI (1960). Tratamentos que induziram copas com maiores dimensões, em termos de comprimento e diâmetro, e maior eficiência de captação de radiação, em termos de coeficiente de absorção de radiação, como os com daminozide, tiveram maior incremento em perímetro do tronco e provavelmente em acumulação de matéria seca, coincidindo com os resultados encontrados por LEONG (1980), LEONG & YOON (1982a, 1982b).

A retomada do crescimento em altura da árvore e em comprimento da copa, apresentada pelas plantas dos tratamentos com hidrazida maléica esteve associada com um in-

cremento no crescimento do perímetro do tronco, principalmente calcado em um crescimento do xilema, pois não houve um incremento concomitante da espessura da casca.

Adicionalmente, pode-se considerar que o desenvolvimento da seringueira é regulado principalmente pela auxina, coincidindo com os conceitos propostos por MORAES (1980), uma vez que os reguladores vegetais que afetaram em maior intensidade o desenvolvimento das plantas no experimento são aqueles que interferem na síntese da auxina como o daminozide (CASTRO & MELOTTO, 1987; WEAVER, 1972), ou apresentam efeitos antagônicos aos da auxina como a hidrazida maléica (CATHEY, 1964; LEOPOLD & KLEIN, 1952). Já o chlormequat, que pode bloquear a síntese de giberelina (CASTRO & MELOTTO, 1987; WEAVER, 1972), não afetou significativamente o desenvolvimento das plantas.

## 5. CONCLUSÕES

Considerando os resultados apresentados e as condições em que o experimento foi conduzido, concluiu-se que:

- a. Pode-se incrementar o crescimento do perímetro do tronco, e conseqüentemente reduzir-se o período de imaturidade da seringueira, através da indução de copa por métodos químicos.
- b. Sistemas de indução de copa que prevêm a injúria ou morte da gema apical favorecem uma conformação de copa com maior susceptibilidade a danos por vento.
- c. O melhor tratamento foi com daminozide a 2.000 ppm, que apresentou ganho de 25% no perímetro relativo do tronco em relação à testemunha, aos 64 meses do plantio das mudas no campo, sem modificar negativamente a conformação das copas para resistência a danos por vento.
- d. Todos os tratamentos com daminozide apresentaram ganhos em perímetro do tronco, em relação à testemunha, sem da-

nificar a arquitetura das copas para resistência a danos por vento.

- e. Os tratamentos com chlormequat não apresentaram ganhos em perímetro do tronco, em relação à testemunha, e também não danificaram a arquitetura das copas para resistência a danos por vento.
- f. Os tratamentos com hidrazida maléica não apresentaram ganhos em perímetro do tronco, em relação à testemunha, e danificaram a arquitetura das copas para resistência a danos por vento.
- g. Os parâmetros de altura da árvore, comprimento da copa, diâmetro médio da copa e espessura de casca estão positiva e significativamente correlacionados com o perímetro do tronco e a altura do tronco está negativa e significativamente correlacionada com o perímetro do tronco.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHAM, P.D. Introduction to tapping of Hevea. In: RRIM SHORT COURSE OF TAPPING, TAPPING SYSTEMS AND YIELD STIMULATION OF HEVEA, Kuala Lumpur, 1978. Lectures notes. Kuala Lumpur, RRIM, 1978. p. 1-8.
- ASSMANN, E. The principles of forest yield study. Oxford, Pergamon Press, 1970. 506 p.
- AWAD, M. & CASTRO, P.R.C. Introdução à Fisiologia Vegetal. São Paulo, Livraria Nobel, 1983. 177 p.
- BARROS, J.C.M. & CASTRO, A.M.G. Relatório de visita aos centros de pesquisa e de produção de borracha natural na República Popular da China. Brasília, SUDHEVEA/MIC, 1983. 28 p.
- BERNARDES, M.S. Fotossíntese no dossel das plantas cultivadas. In: CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T., ed. Ecofisiologia da produção agrícola. Piracicaba, POTAFOS, 1987. p. 13-48.
- BERNARDES, M.S.; SANTOS, G.G.; SIQUEIRA, R.S. Beneficiamento, mercado e política da borracha natural. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SERINGUEIRA NO ESTADO DE SÃO PAULO, Piracicaba, 1986. Campinas, Fundação Cargill, 1986. p. 317-33.

- BERNIZ, J.M.J.; VIEGAS, I.J.M.; BUENO, N. *Deficiência de zinco, boro e cobre em seringueira*. Brasília, EMBRAPA-DID, 1980. 21 p. (EMBRAPA-CNPSD. Circular técnica, 1).
- BICKFORD, E.D. & DUNN, S. *Lighting for plant growth*. Kent, Kent State University Press, 1972. 452 p.
- BLEASDALE, J.K.A. *Fisiologia vegetal*. Trad. L. Weishäupl e A. Lamberti. São Paulo, EPU, Ed. da Univ. de São Paulo, 1977. 176 p.
- BLUM, B.M. Relation of sap and sugar yields to physical characteristics of sugar maple trees. *Forest Science*, 19: 175-9, 1973.
- BONHOMME, R. Application de la technique des photographies hémisphériques in situ a la mesure de l'indice foliaire. In: HALLAIRE, M.; BRICHAMBAUT, C.P.; GOILLOT, C., ed. *Techniques d'étude des facteurs physiques de la biosphère*. Paris, INRA, 1970. p. 501-5.
- BONHOMME, R. *Determination des profils d'indice foliaire et de rayonnement dans un couvert végétal a l'aide de photographies hémisphériques faites in situ*. Aix, 1974. 33 p. (Docteur - Ingénieur - Université d'Aix - Marseille).
- BRASIL. Superintendência da Borracha. *Relatório de atividades*. Brasília, MIC/SUDHEVEA, 1984. 74 p.
- BRASIL. Superintendência da Borracha. *Anuário estatístico, mercado da borracha*. Brasília, MIC/SUDHEVEA, 1987. 67 p.
- BRENNER, M.L.; WOLLEY, D.J.; SJUT, V.; SALERNO, D. Analysis of apical dominance in relation to IAA transport. *HORTSCIENCE*, Mount Vernon, 22(5): 833-5, out. 1987.

- CAMARGO, M.B.P.; ALFONSI, R.R.; ORTOLANI, A.A.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; BRUNINI, O.; CHIAVEGATO, O.M.D.P. A seca de 1985 no Estado de São Paulo. *O Agrônomo*, Campinas, 38(1): 31-44, 1986.
- CAMPOS, H. de. *Estatística aplicada a experimentação com cana-de-açúcar*. São Paulo, FEALQ, 1984. 292 p.
- CARVALHO, C.J.R. Indução de floração precoce em clones de *Hevea brasiliensis* e híbridos de *Hevea brasiliensis* x *Hevea benthamiana*. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, 15(4): 405-11, 1980.
- CASTRO, P.R.C. & MELOTTO, E. Aplicação de reguladores na agricultura: perspectivas futuras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 17., Piracicaba, 1987. *Anais*. "s.n.t." (no prelo).
- CATHEY, H.M. Physiology of growth retarding chemicals. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, Palo Alto, 15: 271-302. 1964.
- COMPAGNON, P., ed. *Le caoutchouc naturel*. Paris, G.P. Maisonneuve et Larose, 1986. 595 p. (Techniques agricoles et production tropicales, XXXV).
- CONVÊNIO CEPLAC/EMBRAPA. *Sistema de produção de seringueira para a região Sul da Bahia; pequenas e médias empresas*. Ilhéus, CEPLAC/EMBRAPA, 1983. 48 p.
- COOKE, A.R. The future of specialty plant growth regulators. In: ANN. PLANT GROWTH REGUL. SOC. AMER., 14., Honolulu, 1987. *Proceedings*. Durham, Plant Growth Regul. Society of America, 1987. p. 2-7.
- DINOUEARD, P.; DE REFFYE, P.; JAEGER, M. Modelisation and simulation of rubber-tree architecture. In: COLLOQUE HE-

- VEA 88 EXPLOITATION - PHYSIOLOGIE - AMELIORATION, Paris, 1988. Montpellier, IRCA-CIRAD, 1988. p. 513-7.
- DUCREY, M. Appreciation du rayonnement solaire dans et sous le couvert forestier. Nancy, INRA, 1973. 13 p.
- DUNHAM, R.J.; SILVA, E.R. da; SANTOS, A.G. Relatório preliminar sobre o desenvolvimento da enxertia da copa da *Hevea brasiliensis* na Fazenda Três Pancadas - Firestone Bahia. In: SEMINÁRIO SOBRE ENXERTIA DE COPA DA SERINGUEIRA, Brasília, 1982. Anais. Brasília, SUDHEVEA, 1982. p. 92-134.
- EMPRESA BRASILEIRA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. Manual Técnico: Cultura da Seringueira, Norte. Brasília, EMBRATER, 1981. 218 p. (Manuais, 9).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Uso do anelador na indução de formação de copa. In: EMBRAPA. Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira 1977/78. Manaus, 1979. p. 74-6.
- FERRAZ, E.C. & BERGAMIN FILHO, A. A utilização da enxertia de copa por heveicultores do Sul da Bahia. In: SEMINÁRIO SOBRE ENXERTIA DE COPA DA SERINGUEIRA, Brasília, 1982. Anais. Brasília, SUDHEVEA, 1982. p. 58-64.
- FRIISCHEN, L.J.; GAY, L.W. Environmental instrumentation. New York, Springer - Verlag, 1979. 216 p.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Folha topográfica de Casa Branca, folha SF-23-V-C-V-4. In: FUNDAÇÃO IBGE. Carta do Brasil escala 1:50.000. 1ª edição. Rio de Janeiro, Diretoria de Geodésia e Cartografia, 1971.

- GALSTON, A.W. & DAVIES, P.J. **Mecanismos de controle no desenvolvimento vegetal.** Coord. M.G. Ferri. Trad. M. Meguro. São Paulo, Edgard Blücher, Ed. da Universidade de São Paulo, 1972. 171 p.
- GARDNER, T.J. & SYDNOR, T.D. Preliminary studies in photographic determination of tree shade capacities. **HORTSCIENCE**, Mount Vernon, 22(1): 145-8., fev. 1987.
- GOERING, T.J.; PEE, T.Y.; GRAY, B. **Natural rubber. Sector policy paper.** Washington, The World Bank, 1982. 67 p.
- HARFSAH BTE JA'AFAR. Release of bud dormancy in budded stumps and maxi stumps using growth substances. **Journal of the Rubber Research Institute of Malaysia.** Kuala Lumpur, 30(2): 110-2, 1982.
- HAFSAH BTE JA'AFAR. Effect of sodium dikegulac ("Atrinal") on the establishment of budded stumps and stumped budding, and multiplication of source bushes in *Hevea brasiliensis*. **Journal of the Rubber Research Institute of Malaysia.** Kuala Lumpur, 32(2): 73-81, 1984.
- HORN, H.S. **The adaptative geometry of trees.** 2 ed. Princeton, Princeton University Press, 1976. 144 p. (Monographs in population biology, 3).
- INSTITUT DE RECHERCHE SUR LE CAOUTCHOUC. Amelioration generative e etude de clones. In: **Rapport du deuxieme semestre 1982, Serie Agronomie Physiologie.** Côte d'Ivoire, 1982. p. 1-25.
- INSTITUT DE RECHERCHE SUR LE CAOUTCHOUC. Essai de sainée précoce sur GT 1. In: **Rapport du premier semestre 1983, Serie Agronomie Physiologie.** Côte d'Ivoire, 1983. p. 62-68.

- INSTITUT DE RECHERCHE SUR LE CAOUTCHOUC. Casse au vent - Qualité du bois. Paris, IRCA, 1984. 12 p. (Reunion thematique du comité scientifique et technique du caoutchouc).
- KOZLOWSKI, T.T. Growth and development of trees. New York, Academic Press, 1971. 2 v. (Physiological Ecology).
- KRAMER, P.J. & KOZLOWSKI, T.T. Physiology of trees. New York, McGraw-Hill, 1960. 642 p. (McGraw-Hill publications in the botanical sciences).
- LEONG, W. Growth habits of rubber - Its modification by pruning and branch induction. In: RRIM SHORT COURSE ON RUBBER PLANTING AND NURSERY TECHNIQUES, Kuala Lumpur, 1978. Lectures notes. Kuala Lumpur, RRIM, 1978. p. 59-74.
- LEONG, W. Canopy modification and its effect on the growth and yield of *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. Ghent-Belgium, 1980. 283 p. (Doutorado - Faculty of Agricultural Sciences of Ghent, Belgium).
- LEONG, W.; LEMEUR, R.; YOON, P.K. Characterisation of leaf area index and canopy light penetration of *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. by hemispherical photography. *Journal of the Rubber Research Institute of Malaysia*, Kuala Lumpur, 30(2): 80-90, 1982.
- LEONG, W.; LEONG, H.T.; YOON, P.K. Some branch induction methods for young buddings. Kuala Lumpur, RRIM, 1976. 20 p.
- LEONG, W. & YOON, P.K. Modification of crown development of *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. by cultural practices. I. Pruning. *Journal of the Rubber Research Institute of Malaysia*. Kuala Lumpur, 30(1): 50-27, 1982a.

- LEONG, W. & YOON, P.K. Modification of crown development of *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. by cultural practices. II. Tree density. *Journal of the Rubber Research Institute of Malaysia*. Kuala Lumpur, 30(3): 123-130, 1982b.
- LEONG, W. & YOON, P.K. Effect of low and controlled pruning on growth and yield of *Hevea brasiliensis*. In: RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYSIA PLANTERS' CONFERENCE, Kuala Lumpur, 1983. *Proceedings*. Kuala Lumpur, RRIM, 1983. (Preprint 16, 29 p.).
- LEOPOLD, A.C. & KLEIN, W.H. Maleic hydrazide as an anti-auxin. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, 5: 91-9. 1952.
- MACHADO, E.C. Eficiência fotossintética. In: SEMINÁRIO DE BIOTECNOLOGIA AGRÍCOLA, Piracicaba, 1985. *Anais*. Piracicaba, FEALQ, 1985. p. 175-200.
- MACHADO, E.C.; PEREIRA, A.R.; CAMARGO, A.B.P.; FAHL, J.I. Relações radiométricas de uma cultura de cana-de-açúcar. *Bragantia*, Campinas, 44(2): 229-38, 1985.
- MAGALHÃES, A.C.N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M.G., ed. *Fisiologia vegetal*. São Paulo, Editora Pedagógica e Universitária, EDUSP, 1985. Cap. 7, p. 333-50.
- MAIA, F.Z. A experiência da Cultrosa com enxerta de copa. In: SEMINÁRIO SOBRE ENXERTIA DE COPA DA SERINGUEIRA, Brasília, 1982. *Anais*. Brasília, SUDHEVEA, 1982. p. 65-81.
- MALAVOLTA, E. *Manual de química agrícola; Adubos e adubações*. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 1967. 606 p.

- MARTIN, G.C. Apical dominance. *HORTSCIENCE*, Mount Vernon, 22(5): 824-33, out. 1987.
- MEDRADO, M.J.S. Influência da indução de brotações no desenvolvimento de porta-enxertos de seringueira (*Hevea* spp.). Piracicaba, 1987. 73 p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- MILLER, S.S. & LIGHTNER, G.W. Computer - assisted determination of apple tree canopy volume. *HORTSCIENCE*, Mount Vernon, 22(3): 393-5, jun. 1987.
- MONTENY, B.A. Contribution a l'étude des interactions végétation-atmosphère en milieu tropical humide. Paris, ORSTOM, 1988. 170p. (Travaux et documents microédités, TDM, 35).
- MONTENY, B.A.; BARBIER, J.M.; LHOMME, J.P. Echanges radiatifs et bilan d'énergie d'un couvert d'*Hevea*. Abidjan, ORSTOM, 1981. 29 p.
- MORAES, V.H.F. Rubber. In: ALVIM, P.T. & KOZLOWSKY, T.T. ed. *Ecophysiology of tropical crops*. London, Academic Press, 1977. Cap. 11, p. 315-31.
- MORAES, V.H.F. Fisiologia - Parte I. In: CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM HEVEICULTURA, 7., Belém, 1980. Apostila. Belém, FCAP/SUDHEVEA, 1980. 37 p.
- NASYROV, Y.S. Genetic control of photosynthesis and improving of crop productivity. *Annual Review of Plant Physiology*, Palo Alto, 29:215-37, 1978.
- NG, A.P.; LEONG, W.; YOON, P.K. Influência da densidade de plantio sobre a formação de copa, crescimento, produção e outras características da seringueira. In: SEMINÁRIO

- NACIONAL DA SERINGUEIRA, 3., Manaus, 1980. *Anais*. p. 731-60.
- OMETTO, J.C. *Bioclimatologia vegetal*. São Paulo, Ed. Agrônômica Ceres, 1981. 440 p.
- ORTOLANI, A.A.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; ALFONSI, R.R.; CAMARGO, M.P.B.; BRUNINI, O. Aptidão climática para regionalização da heveicultura no Brasil. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE RECOMENDAÇÕES DE CLONES DE SERINGUEIRA. 1., Brasília, 1982. *Anais*. Brasília, EMBRAPA-DDT, 1983. p. 19-28.
- PAARDEKOOOPER, E.C. Report on the RRIM "Exchange Clones" trials III. Kuala Lumpur, RRIM, 1964. 28 p. (Rubber Res. Inst. Malaya Res. Archs. Docum., 25).
- PAKIANATHAN, S.W. & WAIN, R.L. Effects of exogenous and endogenous growth regulators on some growth processes in *Hevea brasiliensis*. In: INTERNATIONAL RUBBER CONFERENCE, Kuala Lumpur, 1975. *Proceedings*. Kuala Lumpur, RRIM, 1975. p. 109-37.
- PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C.; CAMARGO, M.B.P. Solar radiation regime in three cassava (*Manihot esculenta* CRANTZ) conopies. *Agricultural Meteorology*, Amsterdam, 26: 1-10, 1982.
- PEREIRA, J. da P. Relatório de viagem a países do Sudoeste Asiático produtores de borracha natural. Manaus, EMBRAPA, 1984. 103 p.
- PEREIRA, J. da P. & CARMO, C.A.F. de S. do. Práticas culturais em seringueira. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 11(121): 26-9, jan. 1985.

- PEREIRA, J. da P.; MORAES, V.H. F.; CARVALHO, C.J.R.; SILVA, H.M. Enxertia merismática da seringueira I: Viabilidade potencial e resultados obtidos em ensaios exploratórios. *Pesq. Agrop. Bras.*, Brasília, 14(1): 63-8, 1979.
- PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. 8<sup>a</sup> ed. São Paulo, Livraria Nobel S.A., 1978. 430 p.
- PINHEIRO, E.; CUNHA, R.L.M. da; PINHEIRO, F.S.V. A enxertia de copa em seringueira no Estado do Pará. In: SEMINÁRIO SOBRE ENXERTIA DE COPA SERINGUEIRA, Brasília, 1982. *Anais*. Brasília, SUDHEVEA, 1982. p. 15-39.
- PRESSLAND, A.J. Productivity and management of mulga in South-Western Queensland in relation to tree structure and density. *Aust. J. Bot.*, 23: 965-76, 1975.
- RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYSIA. Wind damage. *Planters' Bulletin*. 43: 79-93. 1959.
- RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYSIA. Branch inductions. *Planters' Bulletin*. 130: 1-20. 1974a.
- RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYSIA. Clonal planting recommendation and its implementation in smallholdings. Kuala Lumpur, RRIM, 1974b. 90 p.
- RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYSIA. Reduction of immature period of rubber for smallholders. Kuala Lumpur, RRIM, 1974c. 91 p.
- RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYSIA. Wind damage and pruning. *Planters' Bulletin*. 132: 77-97. 1974d.

- RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYSIA. Branch induction of young trees. *Planters' Bulletin*. 147: 149-58, 1976a.
- RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYSIA. Rubber owners' manual. Kuala Lumpur, RRIM, 1976b.
- RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYSIA. Pratical uses of plant hormones in controlling látex flow and plant growth. *Planters' Bulletin*. 155: 61-9. 1978.
- RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYSIA. RRIM planting recommendations 1983-5. *Planters' Bulletin*. 175: 37-55. 1983.
- SAMPAIO, C.E.S. Poda e condução de *Hevea brasiliensis*. Campinas, CATI/SAESP, 1976. 15 p. (Mimeografado).
- SAMPAIO, C.E.S. & CORTEZ, J.V. Seringueira. Campinas, CATI/SAESP, "1979". 12 p. (comunicado técnico - mimeografado).
- SAMPAIO, C.E.S. Sistema de produção de seringueira no Planalto Paulista. Campinas, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1984. 11 p. (Boletim Técnico, 183).
- SANTOS, A.G. Relatório técnico de visitas aos seringais de cultivo em vários municípios do Estado de São Paulo. Itabuna, SUDHEVEA/MIC, 1983. 8 p.
- SECRETARIA DA AGRICULTURA DO ESTADO DE SÃO PAULO. Zoneamento agrícola do Estado de São Paulo. São Paulo, SAESP, 1977. 2 v. 131 p.
- SENA GOMES, A.R.; VIRGENS FILHO, A.C.; MARQUES, J.R.B.; MELA, J.R.V. de. Performance de algumas combinações clones copa x painel em seringueira (*Hevea* sp). In: SEMINÁRIO SOBRE ENXERTIA DE COPA DA SERINGUEIRA, Brasília,

1982. Anais. Brasília, SUDHEVEA, 1982. p. 40-57.
- SETZER, J. Atlas climático e ecológico do Estado de São Paulo. São Paulo, Comissão Internacional da Bacia do Paraná-Uruguai/CESP, 1966. 61 p.
- SHEPPERD, W.D. An instrument for measuring tree crown width. Fort Collins, USDA Forest Service, 1973. 3 p. (USDA Forest Service Research Note RM, 229).
- SHORROCKS, V.M. Mineral nutrition, growth and nutrient cycle of *Hevea brasiliensis*. Journal of the Rubber Research Institute of Malaysia. Kuala Lumpur, 19: 32-45, 1965.
- SHORROCKS, V.M. Deficiências minerais em *Hevea* e plantas de cobertura associadas. Trad. L.O.T. Mendes. Brasília, SUDHEVEA, 1979. 76 p.
- SIVANADYAN, K.; SAID, M.B.M.; WOO, Y.K.; SOONG, N.K.; PUSH-PARAJAH, E. Agronomic practices towards reducing period of immaturity. In: RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYSIA PLANTERS' CONFERENCE, Kuala Lumpur, 1973. Proceedings. Kuala Lumpur, RRIM, 1973. p. 226-42.
- TEMPLETON, J.K. Growth studies in *Hevea brasiliensis*. Journal of the Rubber Research Institute of Malaysia. Kuala Lumpur, 20(3): 136-52, 1968.
- TOMLINSON, P.B. Structural elements of the rain forest. In GOLLEY, F.B. ed. Tropical rain forest ecosystems. New York, Elsevier Scientific Publishing Company, 1983. Cap. 2, p. 9-28.
- YOON, P.K. Horticultural manipulation towards shorter immaturity period. In: RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYSIA

PLANTERS' CONFERENCE, Kuala Lumpur, 1973. Proceedings. Kuala Lumpur, RRIM, 1973. p. 203-25.

YOON, P.K.; LEONG, W.; BIN WANCHIK, G. An approach to modify branching habits. Its effects and potentials. In: RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYSIA PLANTERS' CONFERENCE, Kuala Lumpur, 1976. Proceedings. Kuala Lumpur, RRIM, 1976. p. 143-73.

WEAVER, R.J. Plant growth substances in agriculture. San Francisco, W.H. Freeman; 1972. 594 p.

ZONGDAO, H. & XUEQIN, Z. Rubber cultivation in China. In: RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYSIA PLANTERS' CONFERENCE, Kuala Lumpur, 1983. Proceedings. Kuala Lumpur, RRIM, 1983. (Preprint 3. 15p.).

A P Ê N D I C E

Tabela 50 - Valores médios de perímetro do tronco (PT), em cm, observados nas diferentes épocas de mensuração.

TRATA- MENTOS	ÉPOCAS DE MENSURAÇÃO								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Testem.	6,82	9,72	11,11	14,17	18,07	22,87	26,45	29,97	33,50
Trat. 1	6,73	9,17	10,55	14,03	18,08	23,24	26,63	30,05	33,95
Trat. 2	6,72	8,93	10,40	14,24	18,40	23,82	27,43	31,19	34,80
Trat. 3	6,69	8,87	10,18	14,07	18,25	23,99	27,56	31,25	35,02
Trat. 4	7,22	10,29	11,75	14,92	19,35	25,07	29,13	32,43	36,64
Trat. 5	7,11	9,78	11,35	14,31	18,47	23,31	26,91	30,72	34,39
Trat. 6	6,58	9,31	10,59	13,50	17,38	21,93	25,57	29,22	32,75
Trat. 7	5,97	9,27	10,63	13,97	18,32	23,63	27,55	31,68	35,61
Trat. 8	6,98	10,07	11,77	15,48	19,58	25,67	29,48	33,43	37,18
Trat. 9	6,41	9,72	11,16	14,52	18,95	23,87	27,62	31,20	34,67

Tabela 51 - Valores médios de espessura de casca (EC), em mm, observados nas diferentes datas de mensuração.

TRATAMENTOS	MÉDIAS DE EC			
	Jun./87	Fev./88	Jul./88	Jul./89
Testemunha	2,95	3,64	3,96	4,43
HM 500	3,10	3,69	3,91	4,49
HM 750	3,11	3,70	4,01	4,48
HM 1.000	3,13	3,78	4,08	4,50
CCC 1.000	3,23	3,78	4,23	4,89
CCC 1.500	3,28	3,70	4,06	4,64
CCC 2.000	3,08	3,56	3,94	4,44
SADH 2.000	3,12	3,81	4,16	4,77
SADH 3.000	3,21	3,69	4,20	4,97
SADH 4.000	3,28	3,78	4,15	4,66

Tabela 52 - Valores médios de altura da árvore (HA), em m, observados nas diferentes datas de mensuração.

TRATAMENTOS	MÉDIAS DE HA				
	Nov./85	Abr./86	Jun./87	Fev./88	Jul./89
Testemunha	2,26	3,68	5,71	6,96	8,74
HM 500	2,27	2,39	5,38	6,74	8,11
HM 750	2,28	2,35	5,57	6,87	8,43
HM 1.000	2,20	2,28	4,76	6,62	8,65
CCC 1.000	2,43	3,77	5,72	7,09	8,38
CCC 1.500	2,34	3,69	5,63	6,60	8,13
CCC 2.000	2,14	3,44	5,07	6,39	8,95
SADH 2.000	2,08	3,38	5,15	6,47	8,50
SADH 3.000	2,35	3,57	5,75	6,90	8,89
SADH 4.000	2,22	3,66	5,97	6,73	8,55

**Serviço de Apoio Didático**

**USP** Coordenadoria  
de Comunicação Social