



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**

**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - CAMPUS II**

**DEPARTAMENTO DE  
CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS**

**PÓS - GRADUAÇÃO  
EM METEOROLOGIA**

MONITORAMENTO DE ESTRESSE HÍDRICO NO MILHO IRRIGADO NA REGIÃO SEMI-ÁRIDA

RENILSON TARGINO DANTAS

PUBLICAÇÃO DCA/CMM - TD Nº 01 - 1987

**CAMPINA GRANDE**

OUTUBRO/1987

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
CURSO DE MESTRADO EM METEOROLOGIA

MONITORAMENTO DE ESTRESSE HÍDRICO NO MILHO (ZEA MAYS L.) IRRIGADO NA REGIÃO SEMI-ÁRIDA.

POR

RENILSON TARGINO DANTAS

**DIGITALIZAÇÃO:**  
**SISTEMOTECA - UFCG**

CAMPINA GRANDE  
SETEMBRO/1987.

MONITORAMENTO DE ESTRESSE HÍDRICO NO MILHO IRRIGADO NA REGIÃO  
SEMI-ÁRIDA.

RENILSON TARGINO DANTAS

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 09/10/87

*T. Ramana Rao*

TANTRAVAHU VENKATA RAMANA RAO

Orientador

*M. Moacir*  
JOSE MOACIR PINHEIRO LIMA FILHO

Co-Orientador

*Hans Raj Gheyi*  
HANS RAJ GHEYI

Membro

*J. Elias Mettri*  
JOSE ELIAS METTRI

Membro

CAMPINA GRANDE  
OUTUBRO - 1987

MONITORAMENTO DE ESTRESSE HÍDRICO NO MILHO (ZEA MAYS  
L.) IRRIGADO NA REGIÃO SEMI-ÁRIDA.

RENILSON TARGINO DANTAS

\*  
MONITORAMENTO DE ESTRESSE HÍDRICO NO MILHO (ZEA MAYS L.) IRRIGADO NA REGIÃO SEMI-ÁRIDA.

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO CURSO DE MESTRADO EM METEOROLOGIA, DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA, EM CUMPRIMENTO AS EXIGÊNCIAS PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE (M.Sc.)

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: AGROMETEOROLOGIA

TANTRAVAHÍ VENKATA RAMANA RAO  
(Orientador)

JOSÉ MOACIR PINHEIRO LIMA FILHO  
(Co-orientador)

CAMPINA GRANDE  
SETEMBRO/1987.

FI

000

CE

043.551.5163A

D.112 ml

1988 5

1988

Aos meus queridos  
pais e irmãos.

Dedico-lhes.

## AGRADECIMENTOS

Ao Senhor por tudo que permitiu.

Ao Dr. Tantravahi Venkata Ramana Rao, professor e pesquisador do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, pela competência e dedicação na orientação deste trabalho.

À José Moacir Pinheiro Lima Filho M.Sc., Pesquisador do Centro de Pesquisa Agropecuária do Tropicó SemiÁrido (CPATSA) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) pela valiosa co-orientação no decorrer da fase experimental, e pelas sugestões apresentadas.

Ao CPATSA/EMBRAPA, em nome do seu Diretor Dr. Renival Alves de Sousa, por ter facilitado a execução deste trabalho.

Ao colega Malaquias da Silva Amorim, pelo apoio oferecido.

Ao técnico agrícola Antonio Ariovaldo Freire de Sá, pelo eficiente empenho frente ao experimento.

À José Fernando Santos e Maria Lauridete Japiassú pelo eficaz trabalho datilográfico.

À Cleide dos Santos pela boa contribuição na confecção das figuras.

Aos meus pais, pelo esforço e dedicação no empenho da minha formação moral e profissional.

Aos colegas do Departamento de Ciências Atmosféricas e a todos aqueles que direta, ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, minha gratidão.

## RESUMO

O experimento foi conduzido em 1986 para estudar o comportamento do milho (*Zea mays* L.), da variedade Jatinam C3 anão, quando sujeito a quatro níveis de irrigação (100%, 75%, 50% e 25% da capacidade de campo). O trabalho foi realizado na área experimental do CPATSA/EMBRAPA-Petrolina-PE com o objetivo de verificar a possibilidade de monitoramento de estresse hídrico no milho utilizando uma técnica simples e confiável que emprega os princípios da termometria infravermelha. O delineamento experimental consistiu de blocos casualizados com quatro tratamentos e três repetições, onde cada parcela ocupou uma área de 76,8 m<sup>2</sup> (12 m x 6,4 m). A irrigação foi feita por sulcos, fechados nas extremidades, através de mangueiras e com auxílio do hidrômetro, e até trinta dias aproximadamente, após o plantio, todas as parcelas foram mantidas na mesma condição de suprimento d'água.

Os dados de umidade do solo, fenologia e morfologia da cultura, biomassa fresca e seca, área foliar, resistência estomatal, temperaturas da cobertura foliar, das folhas e do ar foram coletados durante o ciclo da cultura. Os índices de estresses diário, de estresse térmico, e a variação de temperatura da cobertura foliar foram utilizados para monitoramento de estresse hídrico. A análise de crescimento foi feita através da taxa de assimilação líquida.



## ABSTRACT

The field experiment was conducted in 1986 to study the general response of maize (*Zea mays* L.), "jatinam C3 anão" variety, subjected to four different levels of irrigation (100%, 75%, 50% and 25% of field capacity). This research was conducted at the field research laboratory which belongs to CPATSA/EMBRAPA, Petrolina-PE. The objective was to verify the possibility at monitoring the water stress in maize using a simple and more reliable technique that employs the principles of infrared thermometry. The experimental design consisted of a randomized block design with four irrigation treatments and three replications. Each experimental unit occupied an area of 76,8 m<sup>2</sup> (12 m x 6,4 m). The irrigation system consisted of furrows closed at their extremities and the amount of irrigation was volumetrically controlled by means of a simple water meter. The irrigation treatments were applied after about thirty days of planting. Prior to the application of the irrigation treatments all the plots were maintained at the field capacity.

Soil moisture, crop phenology and morphology, fresh and dry biomass, leaf area, stomatal resistance, air, leaf and canopy temperature data were collected during the crop cycle. The daily stress index, the thermal stress index and the canopy temperature variation were utilized in monitoring the water stress. The growth analysis was performed using the net assimilation rate.

## LISTA DAS FIGURAS

	Página
Figura 1 - Distribuição das parcelas de acordo com os níveis de irrigação da capacidade de campo .....	20
Figura 2 - Geometria de amostragem de cada parcela .....	21
Figura 3 - Altura média ( $\bar{H}$ ) das plantas .....	29
Figura 4 - Distância média ( $\bar{L}$ ) entre as plantas ..	30
Figura 5 - Número médio de folhas .....	32
Figura 6 - Área foliar .....	34
Figura 7 - Biomassa fresca .....	36
Figura 8 - Biomassa seca .....	37
Figura 9 - Valores médios de temperatura da cobertura foliar (19.11.1986) .....	39
Figura 10 - Valores médios de temperatura da cobertura foliar (24.11.1986) .....	40
Figura 11 - Valores médios de temperatura da cobertura foliar (28.11.1986) .....	41
Figura 12 - Valores médios de temperatura da cobertura foliar (03.12.1986) .....	42
Figura 13 - Valores médios de temperatura da cobertura foliar (08.12.1986) .....	43
Figura 14 - Valores médios de temperatura da cobertura foliar (15.12.1986) .....	44
Figura 15 - Temperatura média das folhas (12.12.1986) .....	45

Figura 16 - Temperatura média das folhas (17.12. 1986) .....	46
Figura 17 - Resistência estomatal média (12.12. 1986) .....	48
Figura 18 - Resistência estomatal média (17.12. 1986) .....	49

## LISTA DOS QUADROS

	Página
Quadro 1 - Índice de estresse diário e variação de temperatura da cobertura foliar .....	50
Quadro 2 - Índice de estresse térmico .....	50
Quadro 3 - Taxa de assimilação líquida (TAL) ...	50
Quadro 4 - Valores da produção .....	53

## ANEXO

Tabelas 1 a 5 - Altura média ( $\bar{H}$ ), distância média ( $\bar{L}$ ) e número médio de folhas das plantas .....	63-67
Tabelas 6 a 12 - Valores médios de biomassa fresca e seca e área foliar .....	68-74
Tabelas 13 a 18 - Valores médios de temperatura da cobertura foliar .....	75-80
Tabelas 19 e 20 - Temperatura média das folhas, temperatura média do ar e resistência estomatal média .....	81-82
Tabela 21 - Características físico-hídricas do solo .....	83

## ÍNDICE

	Página
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO .....	1-3
CAPÍTULO II - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	4-12
1 - Termometria de radiação infraver melha .....	4
2 - Quantificação de estresse hídri- co .....	6
2.1 - Considerações do balanço de energia .....	7
3 - Um Índice de estresse hídrico da cultura .....	9
3.1 - Estimativa de " $\Delta$ " .....	10
3.2 - Efeitos do vento .....	11
CAPÍTULO III - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	13-18
CAPÍTULO IV - MATERIAIS E MÉTODOS .....	19-27
1 - Local do experimento .....	19
2 - Cultura .....	19
3 - Área de estudo .....	19
4 - Especificações .....	22
5 - Coleta de dados .....	23
6 - Quantificação dos índices de es- tresse .....	25
7 - Análise de crescimento .....	26

	Página
CAPÍTULO V - RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	28-54
1 - Altura média das plantas .....	28
2 - Distância média entre plantas ..	28
3 - Número médio de folhas .....	31
4 - Área foliar .....	33
5 - Biomassa fresca .....	35
6 - Biomassa seca .....	35
7 - Temperatura da cobertura foliar .	38
8 - Temperatura das folhas .....	38
9 - Resistência estomatal .....	47
10 - Índice de estresse diário .....	47
11 - Variação da temperatura da <u>cober</u> tura foliar .....	51
12 - Índice de estresse térmico .....	51
13 - Taxa de assimilação líquida ....	52
14 - Produção .....	52
CAPÍTULO VI - CONCLUSÕES E SUGESTÕES .....	55-57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	58-61
ANEXO .....	62-82.

## I - INTRODUÇÃO.

A produção agrícola nas regiões áridas e semi-áridas do mundo é quase que totalmente dependente da irrigação. Nas regiões semi-áridas, a irrigação está sendo intensificada como meio de suplemento à precipitação. Normalmente nas regiões úmidas, os sistemas de irrigação estão sendo usados apenas para reduzir condições de estresse hídrico, como consequência de poucas semanas sem chuva. Apesar do número de sistemas de irrigação estarem crescendo, o suprimento de água das fontes para os mesmos está decrescendo. Isto, como também o alto custo de energia necessária para mover a água para o local desejado, está causando um aumento nas dificuldades para obtermos o máximo benefício de cada quantidade unitária da água utilizada para irrigação.

Um dos aspectos da irrigação, que tem recebido o interesse de todos, é aquele que se refere a data da irrigação. Cada dia, muitos agricultores usam um calendário para irrigação, outros preferem o uso de tabelas, e entretanto usam a água, desconhecendo assim a necessidade da planta. O ideal porém, é controlar de forma mais racional possível, o instante e a quantidade de água suficiente para atender as necessidades da planta.

Em geral, técnicas para determinação do calendário de irrigação se baseiam em parâmetros do solo, da planta e da atmosfera. Um exemplo de uma técnica baseada na informação do solo, é o monitoramento da água contida no solo. Conhecendo-se a capacidade de campo e o ponto de murcha, a

informação sobre a variação de umidade do solo servirá como estimativa da perda d'água por evapotranspiração e drenagem na zona das raízes. Quando o conteúdo de água no solo diminui para certo valor, a quantidade de água requerida para tornar o solo em capacidade de campo é conseguida através de irrigação.

Métodos baseados em parâmetros meteorológicos tem sido desenvolvidos por um grande número de pesquisadores. Basicamente, estes métodos utilizam a temperatura do ar, radiação líquida, pressão de vapor e velocidade do vento, elementos esses que são utilizados nos modelos para cálculos da quantidade de água evapotranspirada no período. Quando a evapotranspiração atinge determinado valor, a irrigação deverá ser iniciada. Esses métodos não são bastante confiáveis devido os mesmos estarem relacionados às médias obtidas a partir de uma série de observações anuais, muitas vezes bastante reduzidas, na maioria dos casos apresentando um alto coeficiente de variação, e desvio padrão elevado.

Medidas diretas de alguns parâmetros da planta aparecerão como método superior para determinação do instante da irrigação, pois as plantas respondem pelos fatores climáticos e do solo que estão sujeitos. Tais métodos são geralmente limitados por constituírem medidas individuais de partes das plantas, tais como, folha e pecíolos.

Se a temperatura da folha é em princípio um bom indicador da planta em estresse, medidas de folhas individuais mostram desvantagens quando consideradas como pontos de medidas, a saber que, devemos para isto tomar adequamen



te pontos característicos do campo. Recentes estudos com termometria infravermelha esclarecem que podemos fazer a determinação rapidamente da temperatura no t<sup>o</sup>po da vegetação para um campo completamente cultivado, ou tomar apenas partes características deste campo.

Os objetivos deste trabalho são de estudar o comportamento do milho quando sujeito à diferentes níveis de irrigação e verificar a possibilidade de monitoramento de estresse hídrico no milho utilizando para isto, uma técnica simples e confiável que emprega os princípios da termometria infravermelha.

## II - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.

### 1. TERMOMETRIA DE RADIAÇÃO INFRAVERMELHA.

Termometria infravermelha é um método utilizado para estimativa da temperatura de um corpo, sendo desnecessário o contato do instrumento com o mesmo. Em princípio, a medida não interfere com a superfície, e a temperatura é um valor integrado acima do campo de visão do sensor. O instrumento mede a radiação emitida pelo corpo, e faz o relacionamento da mesma com a temperatura da superfície ( $T_s$ ), pela lei de Stefan-Boltzmann:

$$R = \epsilon \sigma T_s^4 \quad (1)$$

onde:  $\epsilon$  = emissividade da superfície

$\sigma$  = constante de Stefan-Boltzmann, cujo valor é:  
 $= 5,674 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-4}$

A maioria dos termômetros infravermelhos fazem captação da energia emitida pelos corpos através de filtros no intervalo de comprimento de onda de 8-14 $\mu$ . Este intervalo de comprimento de onda, inclui o pico de emissão do corpo negro à temperatura normal, e tem relativamente baixa absorção pelo vapor d'água. A emissividade de superfícies naturais dentro deste intervalo de comprimento de onda é geralmente alta. Portanto, a absorção pelo vapor d'água não pode ser desprezada, e medidas precisas da emissividade devem ser conhecidas. Ademais, outros fatores que podem complicar as medições, são tanto a radiação emitida por corpos ou objetos vizinhos

nhos e/ou ainda a radiação refletida pelo próprio corpo nestes comprimentos de onda.

LORENZ (1968), determinou que a influência do vapor d'água neste intervalo de comprimento de onda, sobre medidas de superfície era desprezível, desde que a distância ao objeto, fosse inferior a 154 m. O mesmo ainda mostrou que a correção poderá ser feita, se a distribuição de vapor na atmosfera é conhecida.

FUCHS E TANNER (1966), mostraram que os efeitos de radiação emitida pela vizinhança, assim como, a radiação refletida pelo corpo para o sensor do instrumento, podem ser levados em consideração, desde que a emissividade seja constante para todos os comprimentos de onda dentro deste intervalo, e se a função do filtro do instrumento é conhecida. O fluxo de radiação recebido pelo sensor (R) é:

$$R = \epsilon \sigma T_s^4 + (1 - \epsilon)B \quad (2)$$

onde: B = radiação refletida pela vizinhança. Se  $\epsilon = 1$ , então "B" não tem efeito sobre "R". Se  $\epsilon < 1$  "B" é desprezado, então " $T_s$ " será superestimado. Se " $\epsilon$ " é erroneamente assumido com o valor "1", quando o mesmo é menor do que "1", então " $T_s$ " será subestimado.

PERRIER (1971), mostrou que o erro cometido, quando assumido  $\epsilon = 1$ , é dado por:

$$\frac{(T_s - T)}{T} = 1 - \left[ \epsilon + (1 - \epsilon) \frac{B}{\sigma T^4} \right]^{1/4} \quad (3)$$

onde:  $T$  = temperatura aparente calculada quando assumida  $\epsilon = 1$ , e usamos a relação,  $R = \sigma T^4$ . Quando  $B = R$ ,  $T_s$  torna-se igual a  $T$ , para qualquer valor de  $\epsilon$ .  $B$  é em geral é menor do que  $R$  e varia com a condição do céu. Assim que  $B$  diminui, o erro (diferença entre  $T_s$  e  $T$ ) aumenta. A diferença é máxima quando  $B = 0$ . A máxima diferença entre a temperatura da superfície " $T_s$ " e a temperatura aparente " $T$ " é:

$$T_s - T = T(1 - \epsilon)^{1/4} \quad (4)$$

## 2. QUANTIFICAÇÃO DE ESTRESSE HÍDRICO.

Uma revisão dos fatores meteorológicos, do solo e da planta que são usados como indicadores para irrigação, necessitam de algumas considerações, quando são empregados para quantificação do estresse hídrico. Fator da planta, tal como o potencial hídrico, é uma medida que requer numerosas medidas para caracterizar o campo. Medidas de temperatura da cobertura foliar podem minimizar este problema. Portanto, técnicas utilizadas na determinação da temperatura da cobertura foliar, não tem sido inteiramente satisfatórias para quantificar o estresse hídrico da planta.

Geralmente, são utilizados três índices para tal propósito:

- Índice de estresse diário (SDD), que é definido como a diferença entre a temperatura da cobertura foliar ( $T_c$ ), e a temperatura do ar ( $T_a$ ), medidos após o meio dia, próximos ao instante de maior aquecimento.
- Índice de estresse térmico (TSD), que é definido como a di

ferença de " $T_c$ ", para uma cultura em estresse e a mesma cultura em condição de não estresse (bem abastecida).

- Variação de temperatura da cobertura foliar (CTV), que é definida como o intervalo de temperatura encontrado, quando medimos em determinado período, a temperatura da cobertura foliar, para cada parcela.

Quando  $SDD > 0$ , significa dizer que a planta está com estresse; se  $SDD < 0$ , a planta não está com estresse. Evidências experimentais tem mostrado que, se  $SDD = 0$ , não podemos nada concluir, pois não dispomos de condições apropriadas do meio. O TSD requer um lote de referência, nas proximidades do campo em estudo, que esteja em condição de não estresse. O valor crítico do CTV, para ser usado como um sinal para irrigação, pode ser influenciado pelo grau de variabilidade das propriedades do solo, inerentes no campo.

O balanço de energia, combinado com a relação aerodinâmica, usado para prever a evaporação de superfícies naturais (PENMANN, 1948), pode ser escrito, utilizando a temperatura da superfície como uma função da radiação líquida e do déficit da pressão de vapor (MONTEITH E SZEICZ, 1962). Esse método que resulta num índice de estresse é baseado na temperatura para ser usada com bastante confiança para quantificar a deficiência hídrica da cultura. O seguinte desenvolvimento foi realizado por JACKSON (1981).

## 2.1 - CONSIDERAÇÕES SOBRE O BALANÇO DE ENERGIA.

O balanço de energia no tampo de uma vegetação, pode ser escrito como:

$$R_n = G + H + \lambda E \quad (5)$$

onde:  $R_n$  = radiação líquida ( $Wm^{-2}$ );

$G$  = fluxo de calor sob a cobertura foliar ( $Wm^{-2}$ );

$H$  = fluxo de calor sensível do t $\hat{o}$ po da vegetação para o ar ( $Wm^{-2}$ );

$\lambda E$  = fluxo de calor latente para o ar ( $Wm^{-2}$ );

$\lambda$  = calor latente de vaporização.

Sendo que:

$$H = \rho C_p \frac{(T_c - T_a)}{r_a} \quad (6)$$

$$\lambda E = \frac{\rho C_p (e_c^* - e_a)}{\gamma (r_a + r_c)} \quad (7)$$

onde:  $\rho$  = densidade do ar ( $Kg m^{-3}$ );

$C_p$  = capacidade calorífica do ar ( $JKg^{-1} ^\circ C^{-1}$ );

$T_c$  = temperatura no t $\hat{o}$ po da vegetação ( $^\circ C$ );

$T_a$  = temperatura do ar ( $^\circ C$ );

$e_c^*$  = pressão de vapor saturado a temperatura  $T_c$  ( $P_a$ );

$e_a$  = pressão de vapor do ar ( $P_a$ );

$\gamma$  = constante psicrométrica ( $P_a ^\circ C^{-1}$ );

$r_a$  = resistência aerodinâmica ( $sm^{-1}$ );

$r_c$  = resistência estomatal do dossel ( $sm^{-1}$ );

MONTEITH (1973), combinando as equações 5, 6 e 7, e assumindo que "G" é desprezível e ainda definindo " $\Delta$ " como a inclinação da curva da pressão de vapor saturado em função da temperatura  $(e_c^* - e_a^*) / (T_c - T_a)$ , obteremos:

$$T_c - T_a = \frac{r_a R_n \cdot \gamma (1 + r_a / r_a)}{\rho C_p \cdot \Delta + \gamma (1 + r_c / r_a)} - \frac{e_a^* - e_a}{\Delta + \gamma (1 + r_c / r_a)} \quad (8)$$

O limite de  $T_c - T_a$  pode ser encontrado da eq. (8), quando  $r_c \rightarrow \infty$ , então:

$$T_c - T_a = \frac{r_a R_n}{\rho C_p} \quad (9)$$

Quando  $r_c = 0$ , caso das plantas atuarem como uma superfície livre d'água, a eq. (8), torna-se:

$$T_c - T_a = \frac{r_a R_n}{\rho C_p} \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} - \frac{e_a^* - e_a}{\Delta + \gamma} \quad (10)$$

Esta equação representa o caso da evaporação de uma superfície livre d'água, que não é necessariamente o caso da evaporação potencial. Em áreas irrigadas, o solo pode estar adequadamente suprido d'água, mesmo que a superfície aparentemente esteja seca. Neste caso, a resistência estomatal provavelmente não é zero (VAN BAVEL E EHRLER, 1968), mas tem um valor que poderá ser chamado de "resistência estomatal à evapotranspiração potencial  $r_{cp}$ ". O valor de  $r_{cp}$ , evidentemente será diferente para distintas culturas, podendo mudar com as condições do meio, ao longo do dia. Fazendo  $r_c = r_{cp}$ , na equação (8), obtemos:

$$T_c - T_a = \frac{r_a R_n}{\rho C_p} \cdot \frac{\gamma^*}{\Delta + \gamma^*} - \frac{e_a^* - e_a}{\Delta + \gamma^*} \quad (11)$$

$$\text{onde: } \gamma^* = \gamma(1 + r_{cp}/r_a) \quad (12)$$

### 3. UM ÍNDICE DE ESTRESSE HÍDRICO DA CULTURA.

Uma cultura no nível d'água adequado, transpira

rã à uma taxa potencial. Quando a água torna-se limitada, a evapotranspiração cairá para um nível abaixo desta taxa. Uma medida da razão da taxa atual para a taxa potencial, dará condições de obtermos um índice de estado hídrico da cultura. Combinando as equações 5, 6 e 7, e resolvendo para " $\lambda E$ ", encontramos:

$$\lambda E = \frac{\Delta R_n + \rho C_p (e_a^* - e_a) / r_a}{\Delta + \gamma (1 + r_c / r_a)} \quad (13)$$

Esta equação representa o método de Penmann-Monteith para estimativa da evapotranspiração em termos das resistências aerodinâmica e estomatal. Tomando a razão da evapotranspiração atual, pela evapotranspiração potencial, obtemos:

$$\frac{E}{E_p} = \frac{\Delta + \gamma^*}{\Delta + \gamma (1 + r_c / r_a)} \quad (14)$$

Assim, definiremos o índice de estresse hídrico da cultura, como:

$$CWSI = 1 - \frac{E}{E_p} = \frac{\gamma (1 + r_c / r_a) - \gamma^*}{\Delta + \gamma (1 + r_c / r_a)} \quad (15)$$

### 3.1 - ESTIMATIVA DE " $\Delta$ ".

A inclinação da curva de pressão de vapor saturado em função da temperatura ( $\Delta$ ), aparece na maioria das equações já mencionadas. Como primeira aproximação, " $\Delta$ " pode ser estimada à temperatura do ar ( $T_a$ ). Quando a diferença de temperatura  $T_c - T_a$  é grande (no caso de culturas bem abas



tecidas e com alto deficit de vapor), a melhor estimativa de " $\Delta$ " é  $(T_c + T_a)/2$ . Obviamente, quando  $T_c$  é bem próximo de  $T_a$ , as duas estimativas apresentam resultado similar. Baseado na equação (14), podemos encontrar que " $\Delta$ " no numerador será estimado como a média das temperaturas do ar e da cobertura foliar, obtida quando a cultura estivesse evaporando na taxa potencial. No denominador, o mesmo seria estimado como a média das medidas de temperaturas do ar e da cobertura foliar, obtida na condição atual. Tomando  $\Delta$ , com os valores das temperaturas medidas, e  $\Delta^*$ , com os valores calculados à taxa potencial, o numerador da eq. (14) torna-se  $\Delta^* + \gamma^*$ , e o numerador da eq. (15) torna-se  $\gamma(1 + r_c/r_a - \gamma^* + \Delta - \Delta^*)$ .

A estimativa de  $\Delta^*$  é complicada, pelo fato de  $T_c$  à taxa potencial não ser conhecida. Isto pode ser estimado usando um procedimento iterativo com a eq. (11), estimando  $\Delta$  à temperatura  $T_a$ , calculando  $T_c$ , estimando um novo  $\Delta$  a  $(T_c + T_a)/2$ , e recalculando  $T_c$  até um valor aceitável ser obtido. Na prática, o uso das equações (14) e (15), com  $\Delta$  estimado à temperaturas médias da cobertura foliar e do ar, mostram resultados semelhantes quando utilizamos valores baixos e altos, sendo que o máximo erro, ocorre quando o valor de  $\Delta$  é de aproximadamente 0.5.

### 3.2 - EFEITOS DO VENTO.

O vento é uma das principais variáveis meteorológicas, que não aparece na eq. (15). Portanto a mesma aparece implicitamente nos efeitos da resistência aerodinâmica (VAN BAVEL E EHRLER, 1968). THOM E OLIVER (1977), determina

ram uma função do vento na equação da evaporação de Penmann, ou seja:

$$r_a = \frac{4.72[\ln(Z - d)/Z_0]^2}{1 + 0.54U} \quad (16)$$

onde:  $Z$  = altura acima da superfície em cm;

$d$  = deslocamento em cm;

$Z_0$  = parâmetro de rugosidade;

$U$  = velocidade do vento em  $\text{cm.s}^{-1}$ .

Esta relação mostra que  $r_a$  é inversamente relacionada com a função linear do vento. Com as equações 8, 9, 10 e 15, algumas observações qualitativas do efeito do vento sobre  $T_c - T_a$  podem ser feitas. Para o caso de uma superfície úmida evaporante como uma superfície livre d'água ( $r_c = 0$ ), a eq. (10), mostra que  $r_a$  aparece somente no primeiro termo da equação do lado direito da igualdade. No numerador da eq. (9), temos que  $T_c - T_a$  varia com  $r_a$ , e que também, mas não chega a zero, há variação, quando a velocidade do vento aumenta. Para uma região intermediária ( $r_c > 0$ ),  $T_c - T_a$  pode aumentar ou diminuir com a velocidade do vento, dependendo dos valores de  $r_a$  e  $r_c$ , mantendo-se constantes a radiação líquida e o déficit da pressão de vapor. Esta interação complexa mostra que para experimentos específicos, necessitamos elucidar os efeitos do vento, porque em condições naturais, um aumento na velocidade do vento, não altera somente o valor de  $r_a$ , mas também  $r_c$ ,  $T_a$  e possivelmente  $e_a^* - e_a$ , de maneira não tão fácil de ser calculada.

### III - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O uso da temperatura da cobertura foliar para detectar plantas em estresse hídrico está baseado na suposição de que, ao transpirarem, normalmente a temperatura das folhas estará abaixo da temperatura do ar. Quando a água torna-se limitada, a transpiração é reduzida, e a temperatura das folhas aumenta, tornando-se esta, acima da temperatura do ar, em consequência da absorção da radiação e fechamento dos estômatos.

WIEGAND E NAMKEN (1966), mediram temperatura do ar em vários horários à altura da planta com uso de termopares, e temperatura das folhas do algodão com o termômetro infravermelho. Os mesmos observaram que 30 a 45 segundos eram necessários para obter o equilíbrio quando havia mudanças na insolação causadas pela presença de nuvens. Eles mostraram que a temperatura da folha aumenta linearmente com o aumento da insolação, e decresce linearmente com o aumento da turgidez relativa das folhas. A diferença de temperatura da folha menos a do ar aumentava com o aumento da insolação (de  $-3,5^{\circ}\text{C}$  a  $6^{\circ}\text{C}$  para o tratamento úmido), sendo diferente para cada tratamento irrigado. Os mesmos concluíram que a interpretação da temperatura da folha requer simultaneamente medidas de radiação, e que o melhor horário para a medida da temperatura da folha é no início da tarde.

STEVENSON E SHAW (1971), mostraram que as folhas de soja que se encontravam na posição vertical, estavam mais frias do que aquelas encontradas na horizontal e que em ambas posições, a temperatura da folha se achava a  $4^{\circ}\text{C}$  abaixo da temperatura do ar. CARLSON et alii (1972), determinaram que a temperatura das folhas aumenta com os decréscimos do conteúdo relativo de água nas folhas e déficit da pressão de vapor. Os mesmos observaram que a temperatura das folhas de duas variedades de soja eram significativamente diferentes.

CLARK E HILER (1973), compararam o potencial de água nas folhas, a resistência estomatal das folhas e a diferença de temperatura da folha menos a do ar, sendo a temperatura das folhas medida através do termômetro infravermelho, para a ervilha em estresse e a mesma sujeita a um bom nível de umedecimento. A temperatura do ar era sempre tomada a 1 (Hum) metro acima da cobertura foliar. Os resultados mostraram que as plantas em estresse apresentavam temperatura superior na ordem de 2 ou 3°C. Os mesmos concluiram que o potencial de água nas folhas era o maior responsável pela mudança do estado hídrico das folhas, comparado com a resistência estomatal e a diferença de temperatura. Estes resultados foram usados por HILER et alii (1974), na classificação do Índice de Estresse Diário.

EHLER (1973), verificou diretamente a possibilidade de usar a diferença de temperatura da folha menos a do ar como guia de turno de rega. Trabalhando no campo experimental com algodão, o mesmo colocou termopares nas folhas e fez medições da temperatura do ar e pressão de vapor a 1 (Hum) metro acima do topo da vegetação. Seus resultados, mostraram uma diferença de temperatura da folha menos a do ar, no intervalo de -3° a 2°C, dependendo sobretudo da umidade do solo. Um resultado significativo deste estudo foi demonstrado pela relação existente entre a referida diferença de temperatura e o déficit da pressão de vapor. EHLER ainda constatou que o uso da temperatura das folhas como guia de turno de rega é possível. Neste seu estudo, o único inconveniente apresentado pelo referido autor, é a maneira utilizada para determinação da temperatura das folhas, o qual se torna enfadonho e vagaroso.

SANDHU E HORTON (1978), encontraram temperatura de folhas de aveia em estresse, na ordem de 2.5 a 4.0°C mais aquecidas do que os mesmos quando sujeitas à condições de solo bem abastecido d'água. Estes autores atribuíram essa diferença primariamente a diferença na transpiração. SUMAYAO et alii (1980), determinaram que folhas do milho e do sorgo, quando em boas condições de umidade do solo, se mostravam mais aquecidas do que o ar, quando a tempe

ratura do mesmo era inferior a  $33^{\circ}\text{C}$ , e menos aquecidas quando superior a  $33^{\circ}\text{C}$ . Estes resultados estão de acordo com pesquisas realizadas por LINACRE (1964 e 1967), que primeiro determinou ser a temperatura de  $33^{\circ}\text{C}$ , considerada como referência. Este valor depois foi discutido por BLAD e ROSENBERG (1976), que chegaram a conclusão de que para o caso da alfaífa, esta temperatura estaria entre  $23^{\circ}\text{C}$  e  $30^{\circ}\text{C}$ . IDSO et alii (1981), provaram que este valor não existe, e que antes de tudo, o mesmo é flexível e depende do déficit da pressão de vapor.

Com exceção do trabalho de IDSO et alii (1981), os outros trabalhos mencionados no parágrafo anterior, foram realizados com a utilização de folhas individuais. Assim, não é surpreendente que a maioria dos autores tenham encontrado temperaturas das folhas superiores à do ar. Em muitos casos, as folhas estavam bem próximos do topo da planta e na direção dos raios solares. A temperatura do ar era medida em vários locais, mas na parte sombreada pelas folhas da planta ou em pontos que na realidade fogem daqueles sugeridos pela padronização. Estes resultados porém, foram constatados apenas para plantas isoladas, sem a influência do efeito de cobertura gerado por plantas vizinhas.

Certos experimentos foram conduzidos com cobertura de vidro, onde a umidade era alta. A maioria das investigações que foram realizadas também em áreas úmidas, apresentaram temperatura das folhas iguais ou superiores a temperatura do ar. Portanto, campos experimentais das regiões semi-áridas tem mostrado temperatura das folhas, nas mesmas condições de umidade do solo,  $7^{\circ}\text{C}$  abaixo da temperatura do ar.

Os efeitos de radiação, convecção e transpiração foram considerados como os maiores responsáveis pelo resfriamento das folhas, quando os mesmos estavam expostos a radiação solar, sendo que a transpiração exercia maior influência neste mecanismo.

Parte das discussões acerca do uso da temperatura da folha como indicador da planta em estresse hídrico,

foi motivo de numerosos estudos, pois a partir daí, estudos começaram também pesquisar a respeito da temperatura da cobertura foliar, visando assim maior apoio à irrigação. GATES (1964) examinou diferenças entre a temperatura da folha e a temperatura da cobertura foliar. O mesmo utilizando a razão de Bowen, mediu-a para uma folha individual, em vários horários durante a manhã, tendo comprovado que esta razão aumenta ao longo deste período. Neste trabalho, ainda foi mostrado que a folha quando exposta a radiação solar, sua temperatura aumenta, e a mesma perde proporcionalmente, mais calor por convecção do que por transpiração, o que causa desta forma o seu resfriamento. Entretanto, folhas mais baixas teriam menores valores da razão de Bowen, porém no caso de determinações desta utilizando a cobertura foliar, em todos os casos, foram encontrados baixos valores. Estes resultados foram depois confirmados de forma detalhada, com emprego de cálculos, por IDSÖ E BAKER (1967).

Eles concluíram que para folhas individuais, a reradiação era o mecanismo principal para transferência de calor mas para a cobertura foliar como um todo, a transpiração era o mecanismo dominante. O que nos leva a concluir que a cobertura foliar versus uma folha individual, envolveria a transpiração e o balanço de energia, e no entanto determinaríamos a temperatura da planta.

O resultado encontrado na medição da temperatura das folhas, foi de que um tratamento em estresse à uma distância de dois metros de outro tratamento bem abastecido d'água, apresentou uma diferença na temperatura de  $5,9^{\circ}\text{C}$  (BLAD et alii, 1982).

Durante os últimos vinte anos, a tecnologia que envolve o infravermelho vem sendo desenvolvida, até o ponto de hoje podermos medir temperatura de partes das plantas com boa precisão, o que podemos através destas informações quantificar o nível de estresse hídrico das mesmas.

A extensão de medidas de temperatura de folhas individuais, para permitir depois medições de temperatura da cobertura foliar só foi possível com a construção de

instrumentos capazes de determinarem a emissão da radiação de corpos ou objetos. Tais instrumentos são calibrados para fazerem a leitura diretamente em termos de temperatura. MONTEITH e SZEICZ (1962) e TANNER (1963) foram os primeiros pesquisadores a usarem radiômetros infravermelhos na medição de temperatura das plantas. MONTEITH e SZEICZ (1962), apresentaram uma discussão teórica referente a relação existente entre a temperatura da superfície e a resistência estomatal. Das considerações do balanço de energia, eles derivaram uma expressão envolvendo a diferença de temperatura da cobertura foliar menos a do ar, radiação líquida, velocidade do vento, gradiente da pressão de vapor e as resistências aerodinâmica e do dossel. Seus resultados mostraram a influência da temperatura da superfície na resistência estomatal.

TANNER (1963), usou a termometria infravermelha para verificar a possibilidade do uso de medidas da temperatura das plantas para detectar a diferença de estresse hídrico das mesmas, quando sujeitas a regimes diferentes d'água. Tanner reconheceu que somente a temperatura da planta, não seria necessário para seu estudo, e sim, também deveria considerar outros fatores que contribuem ativamente na transpiração, assim como, a troca e assimilação de calor. O mesmo concluiu que a temperatura da planta pode ser usada para avaliar qualitativamente um índice para diferentes regimes d'água. Acompanhado do bom entendimento dos processos de transferência da planta, eles podem servir para quantificar o estado hídrico da mesma.

Os instrumentos usados por MONTEITH e SZEICZ (1962) e TANNER (1963), eram essencialmente adaptações de aparelhos de laboratórios. Nos últimos anos portanto, a tecnologia do infravermelho foi desenvolvida rapidamente, e a termometria infravermelha está agora sendo usada para muitos propósitos.

LIMA FILHO (1983), utilizando a termometria infravermelha observou diferenças de  $1,4^{\circ}\text{C}$  e  $4,1^{\circ}\text{C}$  respecti

vamente entre genótipos de feijão tolerantes e susceptíveis à seca, sugerindo a possibilidade de aplicação da técnica na seleção preliminar de materiais tolerantes.

Os experimentos conduzidos no Sandhills Agricultural Laboratory nos EUA, demonstraram grandes diferenças na temperatura da cobertura foliar entre a cultura de soja irrigada, e a mesma cultura com deficiência hídrica. A diferença de temperatura entre os dois tratamentos atingiu 8°C ao meio dia (RAMANA RAO, 1985). BLAD et alii (1985), também, encontraram diferença na temperatura da cobertura foliar da ordem de 6°C para o caso do milho.



## IV - MATERIAIS E MÉTODOS

### 1. LOCAL DO EXPERIMENTO

Para execução deste trabalho foi utilizado o campo experimental da estação do Bebedouro do CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO TRÓPICO SEMI-ÁRIDO (CPATSA), da EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA) localizado em Petrolina ( $09^{\circ}09'S$ ;  $40^{\circ}22'W$ ; 365,5 m), no Km 152 da BR 428 do estado de Pernambuco.

### 2. CULTURA

Acompanhou-se desde o plantio (01 de outubro de 1986), até a colheita (04 de fevereiro de 1987), o milho (*Zea mays* L.), da variedade jatinam C3 anão, estando o mesmo sujeito a vários níveis de irrigação, como será comentado posteriormente.

### 3. ÁREA DE ESTUDO

A área da pesquisa consistiu de três blocos de repetição para quatro tratamentos de irrigação, representando portanto, doze parcelas, onde cada parcela ocupou uma área de 12m x 6,4m. Na figura 1, é mostrado esquematicamente a distribuição das parcelas, apresentando dessa forma a correspondência destas com os tratamentos de irrigação que estavam sujeitas.

A figura 2, mostra a geometria de amostragem de cada parcela. Nessa figura, destacam-se as áreas de colheita, de obtenção dos dados fenológicos e morfológicos,

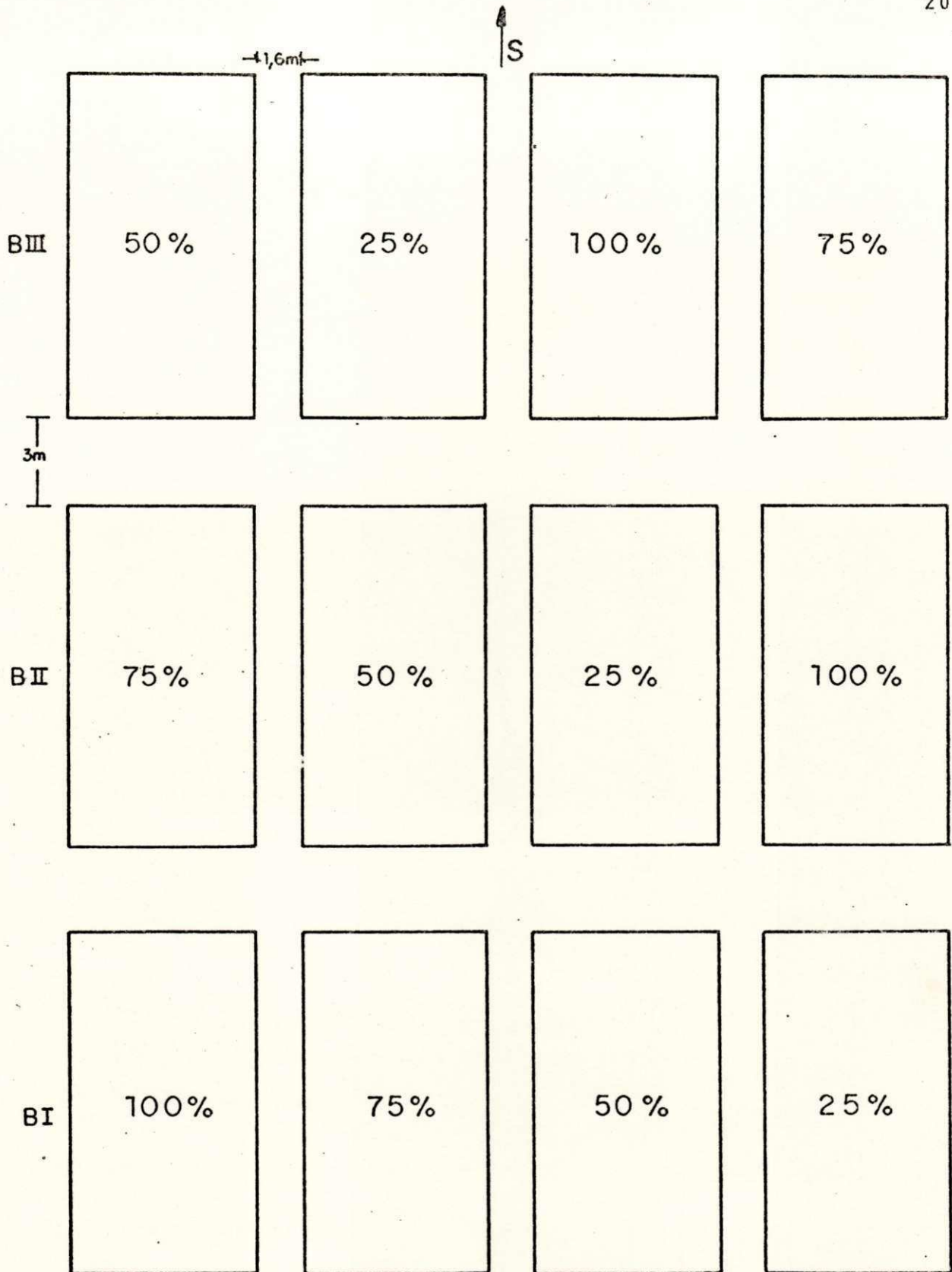


Fig. 1 - DISTRIBUIÇÃO DAS PARCELAS DE ACORDO COM OS NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO DA CAPACIDADE DE CAMPO.

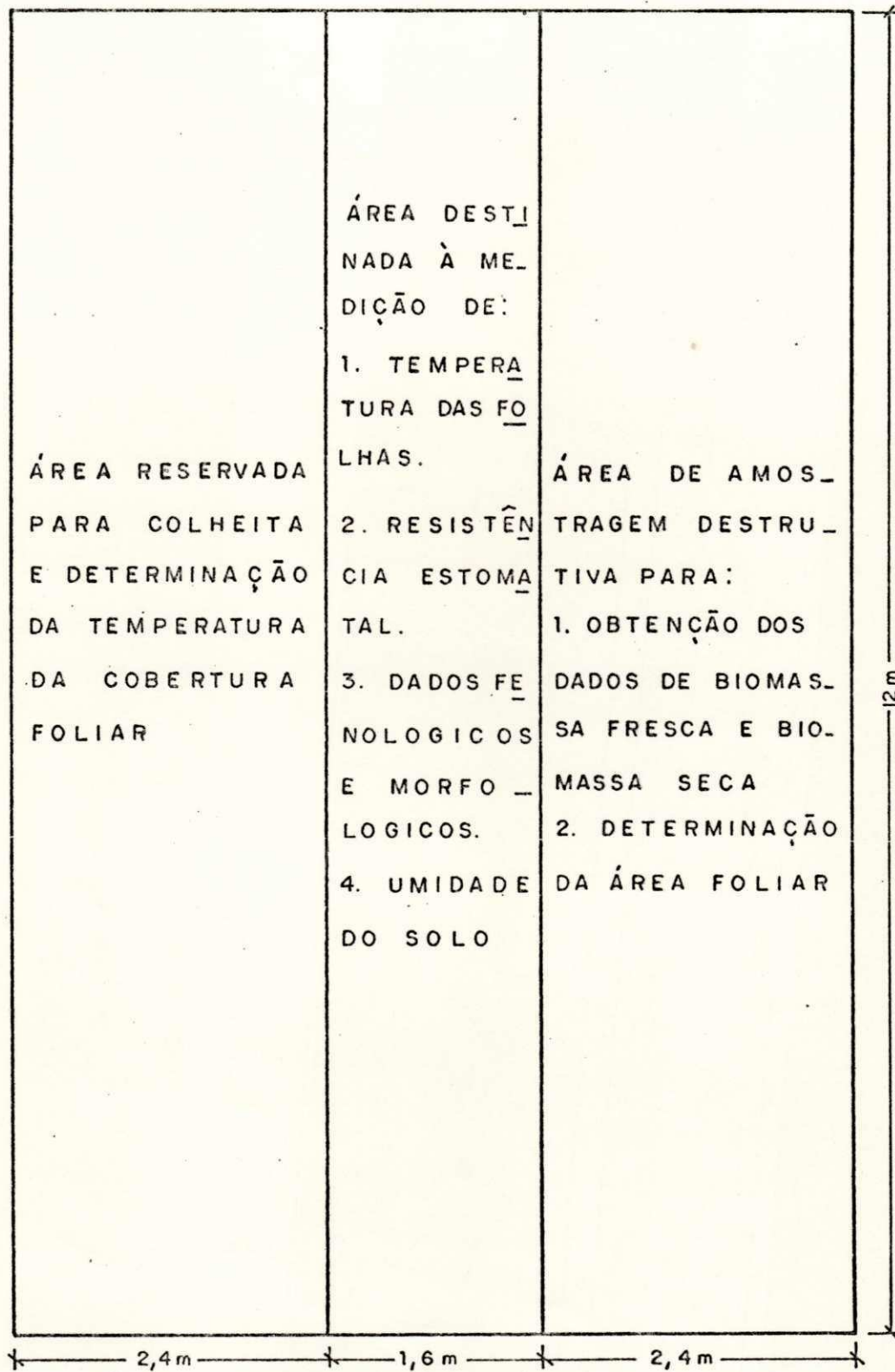


Fig. 2 - GEOMETRIA DE AMOSTRAGEM DE CADA PARCELA.

de determinação da umidade do solo, de utilização para medições de resistência estomatal, de obtenção da temperatura da cobertura foliar e temperatura das folhas, e finalmente a área para amostragem destrutiva.

Com relação aos tratamentos de irrigação, os mesmos foram tomados em relação a capacidade de campo, sendo esta previamente determinada. Para tanto, foram fixados os níveis de 100%, 75%, 50% e 25%.

#### 4. ESPECIFICAÇÕES.

O solo da área experimental é classificado como latossolo, textura média com camada arenosa, bem drenado, campo limpo de baixada e de relevo plano, tendo o mesmo sido arado e gradeado, fazendo-se sulcos camalhões espaçados de 0,80 metros. A tabela 21 mostra as características do solo.

Antes do plantio, fez-se a amostragem do solo, coletando-se 12 amostras simples em cada repetição, tornando-as em uma amostra composta de 0 a 20 cm para fins de determinação da umidade do solo pelo método de secagem e posteriormente esses dados de umidade do solo foram usados na calibração da sonda de nêutrons. Ainda antes do plantio, aplicou-se uma dose uniforme de fósforo em todas as parcelas, correspondendo a 50Kg/ha de  $P_2O_5$  na forma de superfosfato simples, consistindo em 225 gramas de superfosfato simples por cada fileira de 12,0 metros.

O plantio foi realizado manualmente, utilizando-se quatro sementes por cova, e dez dias após a emergência, realizou-se o desbaste, permanecendo dessa forma duas plan

tas por cova. A distância entre covas foi de 0,50 m.

Imediatamente após o desbaste foi feita a adubação em cobertura, aplicando-se uma dose de nitrogênio correspondente a 40Kg de N/ha, na forma de uréia, sendo esta dose repetida três semanas após a primeira aplicação.

A irrigação foi feita por sulcos, fechados nas extremidades, onde a água era aplicada através de mangueiras com auxílio do hidrômetro para se obter o controle mais efetivo da vazão. A cultura foi mantida livre de ervas daninas, mediante realização de capinas sempre que necessário para que o experimento não fosse prejudicado. O controle de pragas e doenças foi realizado de modo que as plantas jamais fossem prejudicadas por tal efeito, sendo o mesmo efetuado de acordo com as necessidades.

##### 5. COLETA DE DADOS

Os dados obtidos para realização deste trabalho foram gerados por equipamentos concedidos pelo CPATSA, através de convênio existente entre esse Centro e a Universidade Federal da Paraíba, assim como, pelo esforço e dedicação da equipe que se empenhou nesse objetivo.

Antes do plantio da referida cultura, houve a preocupação e a realização da calibração da sonda de nêutrons, isto é, foram correlacionados os valores indicados pela mesma com os valores obtidos da umidade do solo através do método gravimétrico, fato este que iria permitir o conhecimento do teor de umidade instantâneamente. Aproximadamente trinta dias após o plantio, deu-se início aos trabalhos de controle da irrigação, mas mesmo assim, antes do

conhecimento da lâmina d'água de reposição já tinha-se iniciado a coleta dos dados fenológicos da cultura nesse estágio.

Para efeito de controle de irrigação é necessário ter conhecimento da quantidade de água que realmente existe no solo, e para isso, foi utilizada a sonda de nêutrons quase que diariamente para determinação de tal parâmetro de acordo com a equação.

$$U\% = 81,27CR - 2,36 \quad (17)$$

Sendo: U% = Umidade apresentada pelo método gravimétrico;

CR = Valor do "Count Ratio", apresentado pela sonda de nêutrons.

Após serem efetuadas essas leituras, utiliza-se para cômputo da água de reposição no solo, visando dessa forma o cálculo de lâmina de reposição d'água, a seguinte fórmula:

$$AR = \frac{CC - U_a}{100} \times d_{ap} \times h \times \frac{A}{K}$$

onde: AR = água de reposição em mm;

CC = capacidade de campo em %;

U<sub>a</sub> = umidade atual em %;

d<sub>ap</sub> = densidade aparente em g cm<sup>-3</sup>;

h = profundidade em cm;

A = área do sulco em cm<sup>2</sup>

K = coeficiente de reposição (=0,8).

A equação (17), refere-se a profundidade de zero a trinta centímetros, e a mesma apresenta um índice de correlação linear de 0,998.

Os dados fenológicos e morfológicos, referem-

se à altura média das plantas ( $\bar{H}$ ), que foi considerada como sendo a distância vertical desde o nível do solo até o topo da última folha aberta, a distância média entre plantas ( $\bar{L}$ ), onde para essas medições considerou-se a menor distância entre as folhas de plantas prefixadas entre dois sulcos, e o número médio de folhas, contando-se sempre até o aparecimento da última folha, conforme tabelas em anexo.

Após o controle da irrigação, foram obtidos os dados de biomassa fresca e biomassa seca pelo método de amostragem destrutivas, área foliar através do medidor de área foliar LI 3100, temperatura da cobertura foliar, duas ou três vezes por semana, através do termômetro infravermelho, temperatura das folhas e resistência estomatal, duas vezes por semana, através do porômetro LI-1600, e sempre que se fazia leituras destas temperaturas, fazia-se também leitura da temperatura do ar com uso do termômetro infravermelho ou do sensor do porômetro.

A figura 2, está mostrando as regiões dentro de cada parcela, onde se trabalhava no sentido da obtenção desses dados. Ainda nessa figura, destaca-se a área de amostragem destrutiva, ou seja, aquela em que semanalmente obtinha-se amostras de duas covas por parcela, o que em média representava três plantas, para realização dos trabalhos de biomassa fresca, biomassa seca e área foliar. Todos esses dados referenciados fazem parte das tabelas em anexo.

## 6. QUANTIFICAÇÃO DOS ÍNDICES DE ESTRESSE.

Para quantificar o índice de estresse diário

(SDD), a variação de temperatura da cobertura foliar (CTV), e o índice de estresse térmico (TSD), procedeu-se de acordo com os métodos já descritos na fundamentação teórica, capítulo II, item 2.

## 7. ANÁLISE DE CRESCIMENTO

Utilizando os dados de biomassa seca e área foliar foi feita a análise de crescimento a partir da taxa de assimilação líquida da cultura (TAL). Esta taxa é definida de acordo com a relação:

$$TAL = \frac{1}{IAF} \cdot \frac{d(ms)}{dt} \quad (18)$$

onde: TAL = taxa de assimilação líquida;

IAF = índice de área foliar ( $\text{cm}^2 \text{cm}^{-2}$ );

ms = matéria seca ( $\text{g cm}^{-2}$ )

t = tempo (dia).

Para obtenção da taxa de assimilação líquida em um intervalo de tempo conhecido, tomou-se o valor médio, ou seja:

$$\overline{TAL} = \frac{M_{sf} - M_{si}}{IAF(tf-ti)} \quad (\text{g cm}^{-2} \text{dia}^{-1})$$

onde:  $M_{sf} - M_{si}$  = acúmulo de massa seca em uma semana (gramas);

$tf - ti$  = intervalo de tempo utilizado para obtenção dos dados de biomassa seca (uma semana).



## V - RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 1. ALTURA MÉDIA DAS PLANTAS.

No início da obtenção dos dados, ou seja, aproximadamente naquele dia em que fora iniciado também o controle d'água para cada tratamento, o tratamento 01 apresentava altura média das plantas superior ao tratamento 04, o que também percebe-se para todo o período de coleta desse dados, sendo que naquele dia (30.10.1986), essa diferença foi mínima, cujo valor é da ordem de doze centímetros apenas.

Essa diferença, no decorrer do período acentuou-se progressivamente, atingindo o máximo no hexagésimo terceiro dia após o plantio, ou seja, logo após o trigésimo dia de controle da irrigação, alcançando dessa forma uma valor de noventa e três centímetros. No final dessas observações, ainda pode-se observar na figura 3 que as plantas do tratamento 01 alcançaram em média a altura máxima de duzentos e quarenta e cinco centímetros, enquanto que as plantas do tratamento 04 atingiram a altura máxima de cento e noventa e dois centímetros.

MONTEIRO (1984), trabalhando com o milho da variedade cultivar BR 126, observou que a altura média das plantas dos tratamentos, atingiu 218,8 cm aos 127 dias. Neste trabalho, verificou-se que aos oitenta dias, a altura média das plantas dos tratamentos alcançou 217,9 cm (tabela 5). MONTEIRO (1984), determinou ainda que a taxa de crescimento da cultura daquela variedade, atingiu o valor de 2,65 cm/dia entre

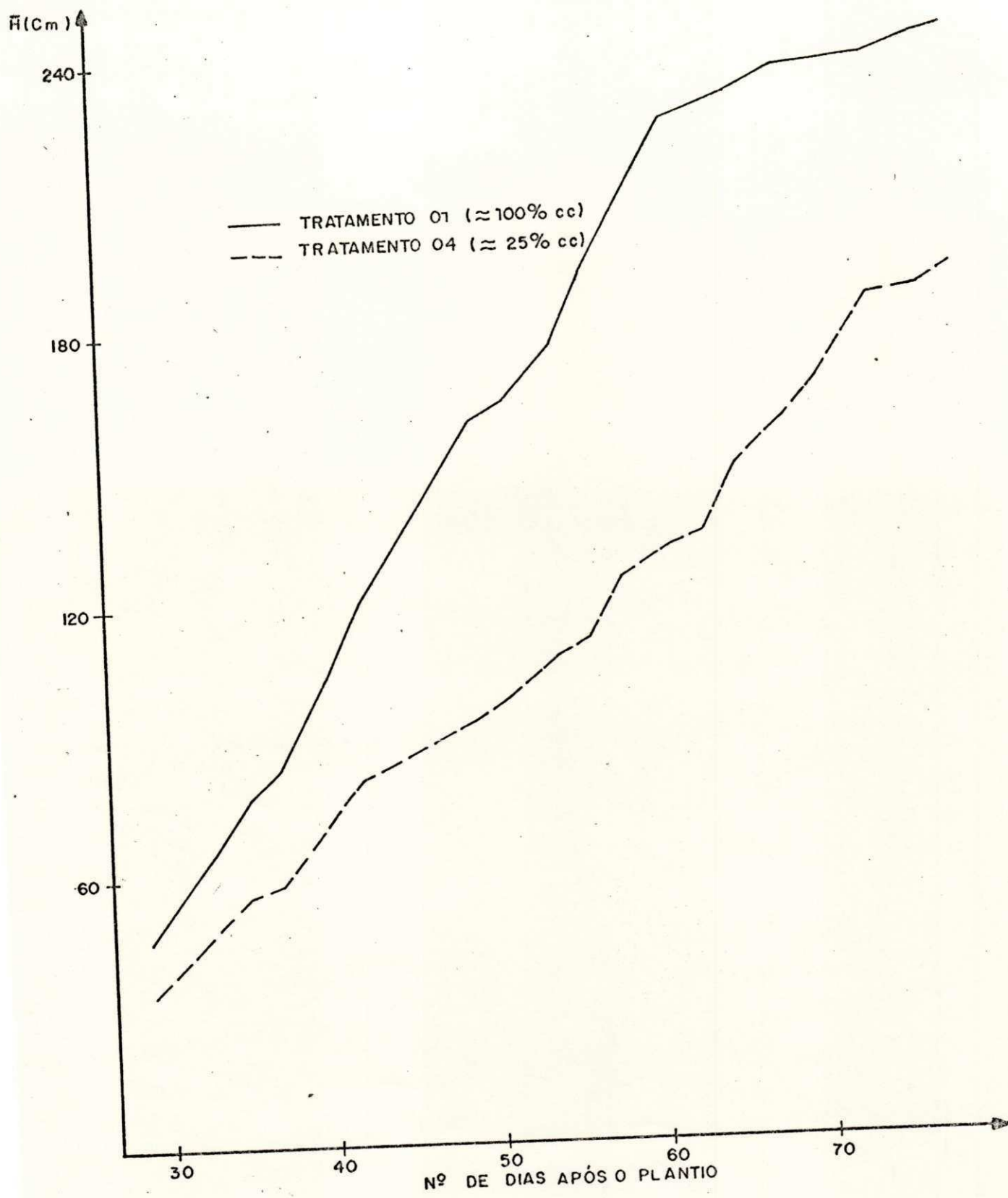


Fig. 3 - ALTURA MÉDIA ( $\bar{H}$ ) DAS PLANTAS

41 e 69 dias, enquanto que para a variedade jatinam C3 anão, nesse mesmo período, verificou-se uma taxa de crescimento de 4,05 cm/dia.

## 2. DISTÂNCIA MÉDIA EXPOSTA AO SOL ENTRE FILEIRAS.

Analisando a figura 4, percebe-se que a diferença existente entre a distância média entre as plantas do tratamento 01 para o tratamento 04 era insignificante até o início do controle de água para irrigação, como mostra os primeiros e segundos pontos plotados nessa figura, sendo que o tratamento 01 em ambos os casos revelou valores poucos inferiores. A partir daí, obviamente nota-se que esses valores tornaram-se significativamente considerável, chegando ao ponto de ser observado uma diferença de treze centímetros e meio entre esses tratamentos, no trigésimo sétimo dia após o plantio.

No quadragésimo nono dia após o plantio, observa-se que em média, o tratamento 01 já havia alcançado a cobertura total, o que não aconteceu para o tratamento 04 mesmo no final do período em que foram obtidos esses dados, pois no que se refere à esse tratamento, a distância mínima atingida pelo mesmo foi de três centímetros.

## 3. NÚMERO MÉDIO DE FOLHAS.

Com relação a figura 5, o que pode ser observado é que o tratamento 01 sempre apresentou em média, maior número de folhas, estando essa diferença em torno de uma a duas folhas até o quadragésimo dia, o que se verifica que há uma

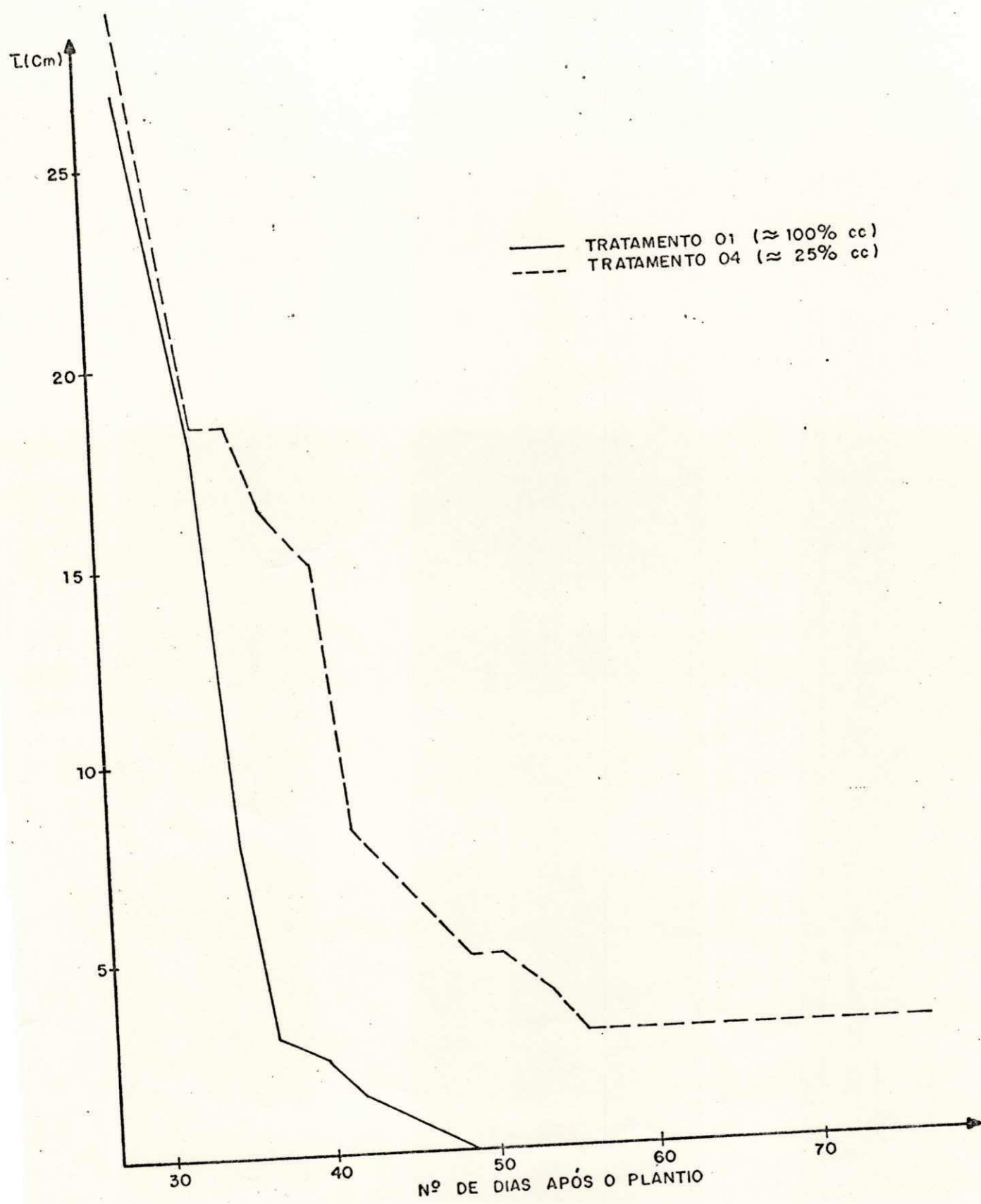


Fig. 4 - DISTÂNCIA MÈDIA ( $\bar{L}$ ) ENTRE AS PLANTAS

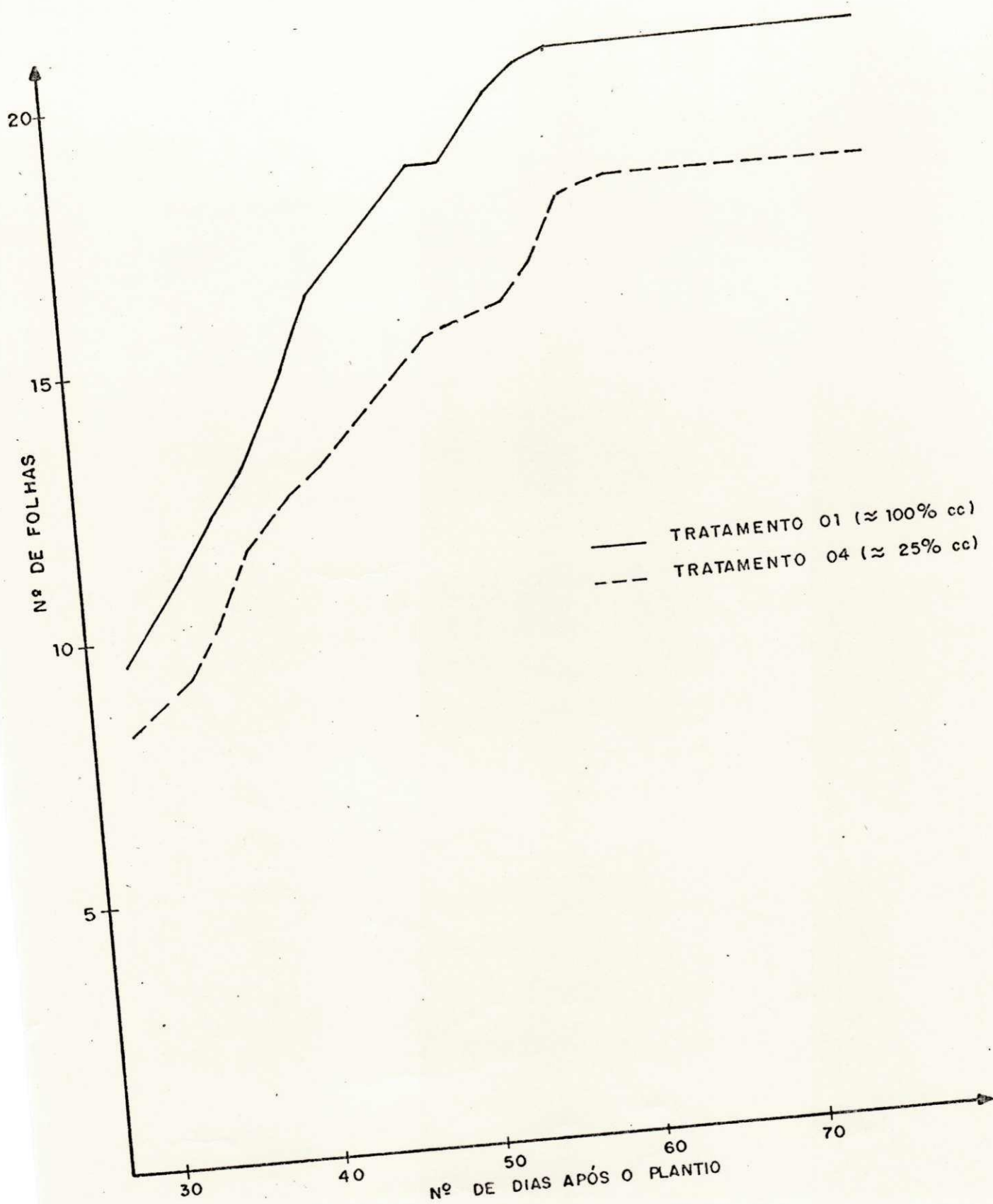


Fig. 5 - NÚMERO MÉDIO DE FOLHAS

elevação desse número, chegando até ao intervalo de três a quatro folhas no período subsequente, atingindo assim o hexagésimo dia. Do referido último dia até o final da obtenção desses dados nada ocorreu com relação às variações no perfil da linha do tratamento 01 e no perfil da linha do tratamento 04, o que denota que os valores máximos chegaram a vinte e meio e dezoito respectivamente.

#### 4. ÁREA FOLIAR.

Com exceção do primeiro dia de obtenção dos dados de área foliar, a figura 6 mostra que o tratamento 04 apresenta valores superiores ao tratamento 01, assim sendo até o quinquagésimo primeiro dia após o plantio. A partir desse dia, o tratamento 01 supera o tratamento 04 no restante do período, mostrando uma diferença bem mais acentuada. Na mesma figura ainda pode-se observar que o valor assumido da área foliar para o tratamento 04 na quarta semana de obtenção desses dados é inferior àquele valor da terceira semana, o que torna-se a elevar-se novamente na quinta semana, voltando a ser repetido o mesmo fato anteriormente mencionando na sexta semana, ou seja, há um decrescimo novamente no valor da área foliar, fazendo com que, dessa forma, a curva representativa do tratamento 04 caracterize-se em forma de eme (M).

No que se refere ao tratamento 01, com exceções da segunda semana, onde esta apresentou um valor da área foliar pouco abaixo com relação a primeira semana, e da última semana, que com relação a penúltima semana, como já era de se esperar, mostrou ter área foliar menor, nos demais casos sem

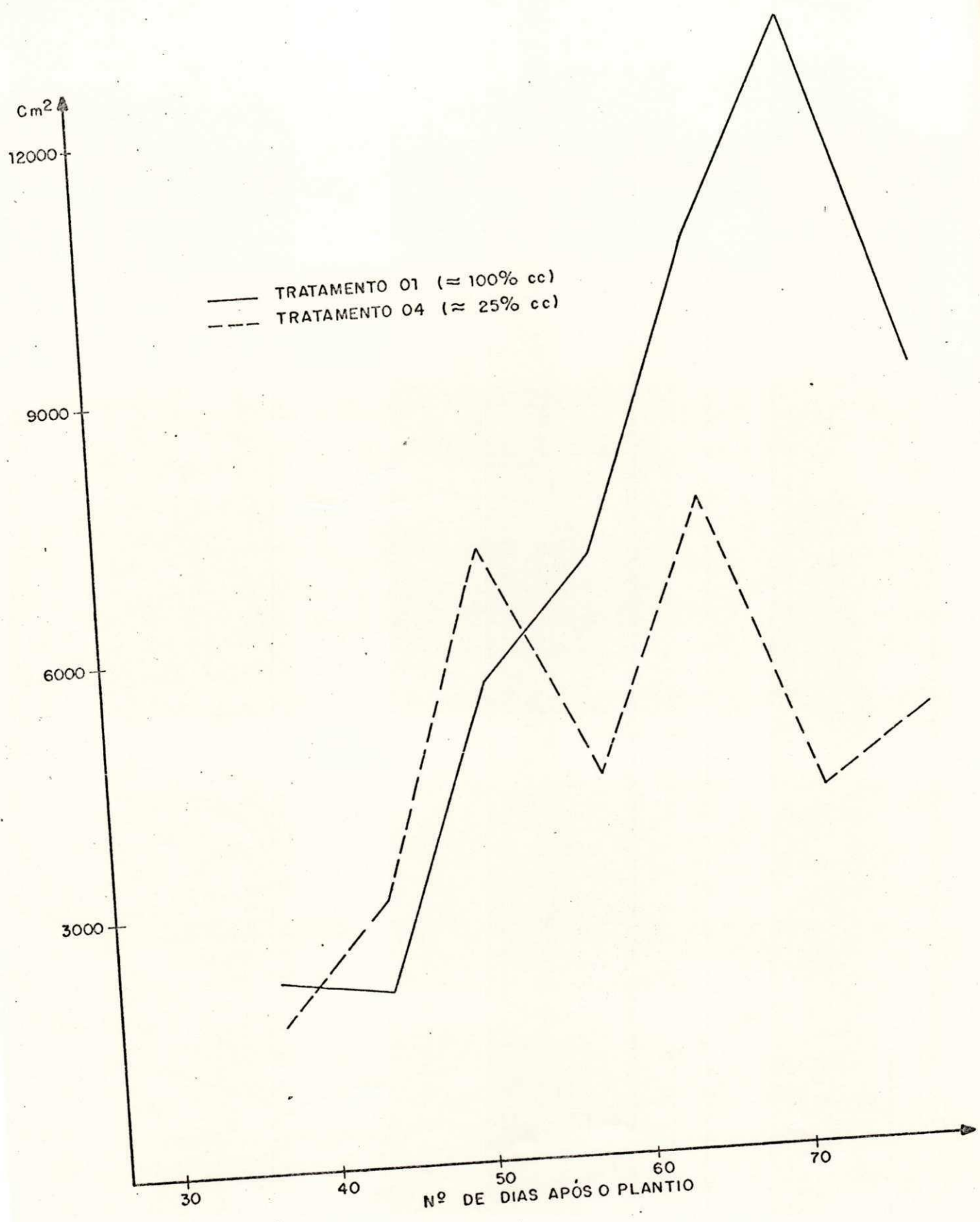


Fig. 6 - ÁREA FOLIAR

pre houve acréscimo dos valores deste parâmetro, o que caracteriza ser a curva representativa do tratamento 01 quase que totalmente crescente no decorrer do período transcorrido do início ao fim da coleta desses dados. Os máximos alcançados por esses tratamentos foram de treze mil e vinte centímetros quadrados, ocorrido no heptagésimo segundo dia após o plantio, e sete mil quinhentos e vinte centímetros quadrados, ocorrido no hexagésimo quinto dia após o plantio, para os tratamentos 01 e 04 respectivamente.

#### 5. BIOMASSA FRESCA.

Verifica-se através da figura 7, que inicialmente, ou seja, até o quinquagésimo dia após o plantio, existe muito pouca diferença entre os valores obtidos da biomassa fresca dos tratamentos 01 e 04, sendo que, como mostra o paralelismo das duas curvas, a curva do tratamento 04 até o citado dia apresentava-se acima da curva representativa do tratamento 01. A partir daí, percebe-se que o tratamento 01 começa a superar o tratamento 04, sendo tão maior a diferença quanto mais idosa se tornava a cultura, com exceção da última semana de observação.

#### 6. BIOMASSA SECA.

Observando agora o comportamento da biomassa seca em função do tempo de vida da cultura, figura 8, pode-se concluir inicialmente, o mesmo que fora concluído anteriormente com relação a figura 7, só que a diferença máxima apresen



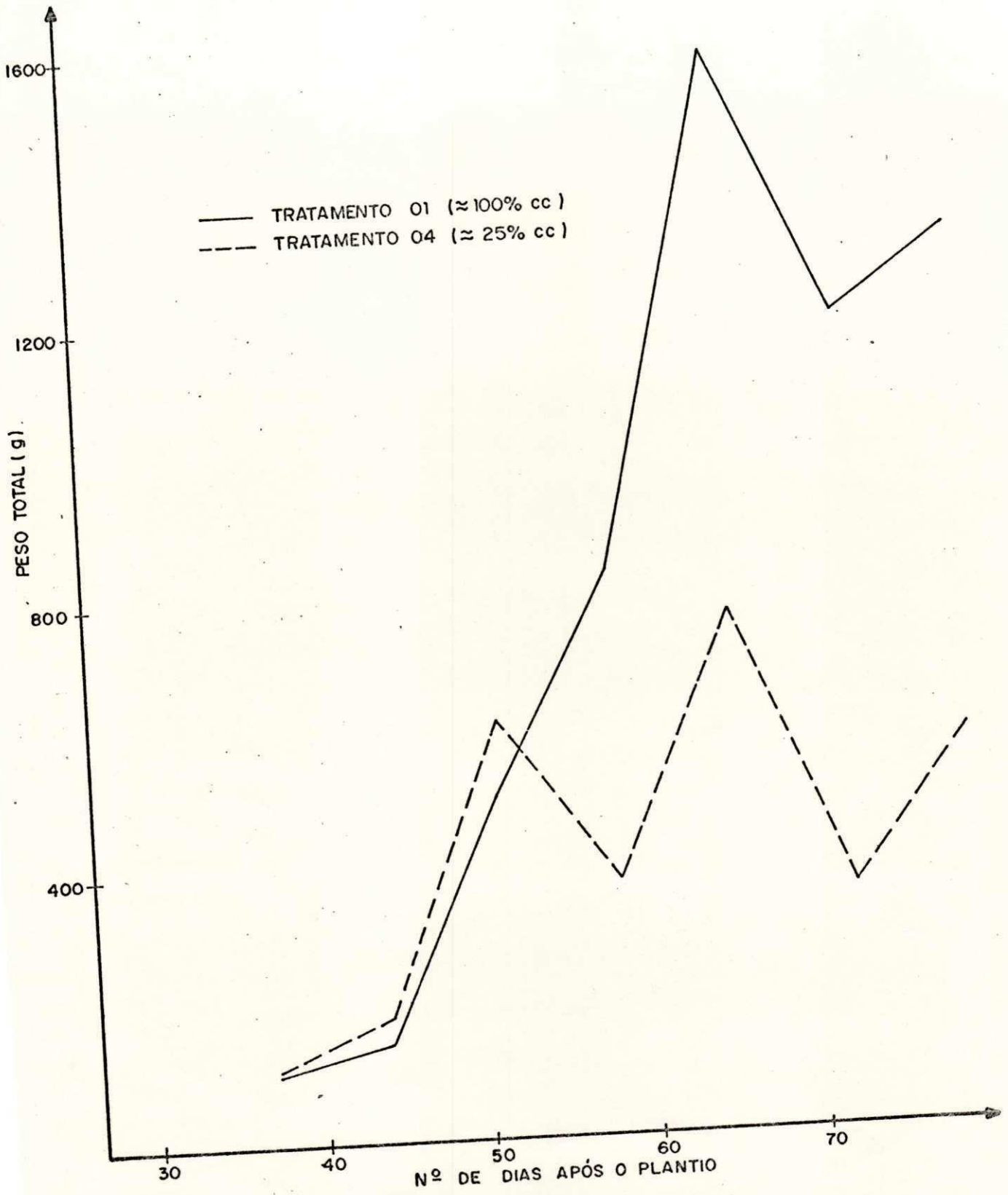


Fig. 7 - BIOMASSA FRESCA

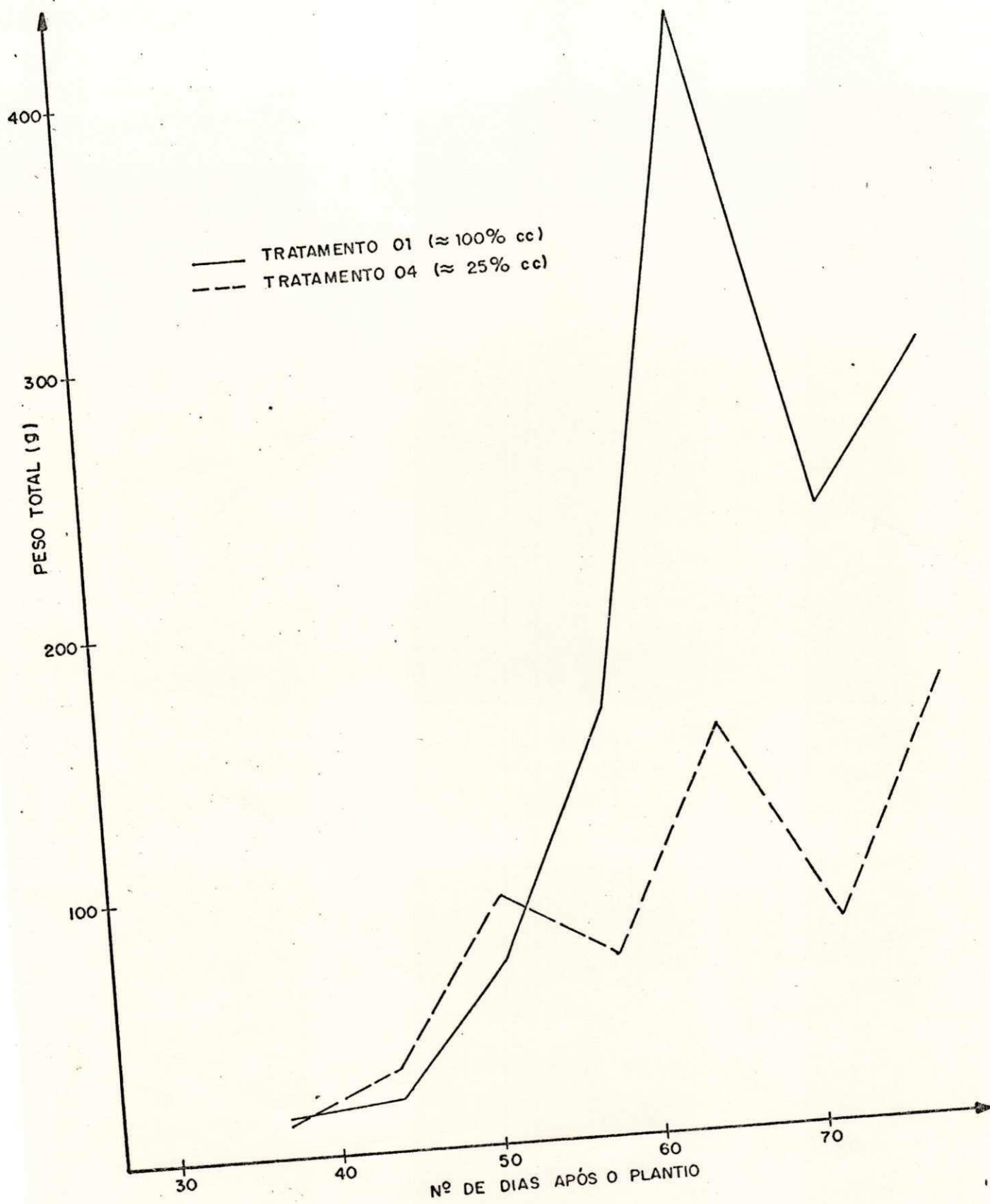


Fig. 8 - BIOMASSA SECA

tada entre os tratamentos 01 e 04 nessa figura ocorreu no hexagésimo quinto dia após o plantio, enquanto que, para a biomassa fresca isso verificou-se no heptagésimo segundo dia a pós o plantio.

HANWAY (1971), descreveu vários estágios de de desenvolvimento do milho, baseado na porcentagem de matéria seca acumulada pela planta, e concluiu que o desenvolvimento da planta aumenta gradativamente até o aparecimento de oito folhas, permanecendo com uma taxa de crescimento alta até o início do florescimento, ocorrendo uma queda sensível na velocidade de crescimento da planta após esse período. Constata-se através dos dados de biomassa seca obtidos nesse trabalho, que a taxa de crescimento da matéria seca acumulada pela planta é bastante alta até o florescimento, chegando a alcançar o percentual de 192% nos quinze dias que o antecederam, e baixando para 99% essa taxa nos quinze dias posteriores ao mesmo.

#### 7. TEMPERATURA DA COBERTURA FOLIAR.

Nas figuras de 9 a 14, percebe-se que em todos os casos, o tratamento 04 sempre apresentou temperatura no tôpo da cultura superior ao tratamento 01, valendo salientar que as figuras 11, 13 e 14 mostram resultados mais significativos, pois nos dias vinte e oito de novembro, oito de dezembro e quinze de dezembro respectivamente, os mesmos se apresentaram claros, não havendo assim interferência da nebulosidade, no que se refere ao bom funcionamento do equipamento, assim com, já se tinha mais cuidado e mais experiência no uso do mesmo.

Um fato interessante que pode ser constatado a través da figura 9, é que no instante de maior aquecimento do dia dezoito de novembro, a diferença de temperatura do dossel entre o tratamento 04 e o tratamento 01 atingiu  $4,7^{\circ}\text{C}$ , sendo esta a maior diferença encontrada nesse instante e em todo o período de observações.

Esses resultados podem ser comparados com os dos experimentos conduzidos no Sandhills Agricultural Laboratory nos EUA, que também demonstraram grande diferenças na temperatura da cobertura foliar ( $8^{\circ}\text{C}$  ao meio dia), para a cultura de soja irrigada, e a mesma cultura com deficiência hídrica (RAMANA RAO, 1985). BLAD et alii (1985), também encontraram diferença na temperatura da cobertura foliar da ordem de  $6^{\circ}\text{C}$  para a cultura do milho.

#### 8. TEMPERATURA DAS FOLHAS.

Com relação a temperatura das folhas, o comentário que aqui se faz é muito pouco, tendo em vista que os dados obtidos nesse experimento foram escassos, diante das dificuldades encontradas para obtenção e aproveitamento dos mesmos, mas mesmo assim, analisando as figuras 15 e 16, observa-se claramente que as folhas das plantas do tratamento 04 estiveram sempre mais aquecidas do que as folhas das plantas do tratamento 01, e que, ainda verifica-se a maior diferença em torno e após o meio dia.

Vale salientar que SANDHU e HORTON (1978), encontraram temperaturas de folhas de aveia em estresse, no inter

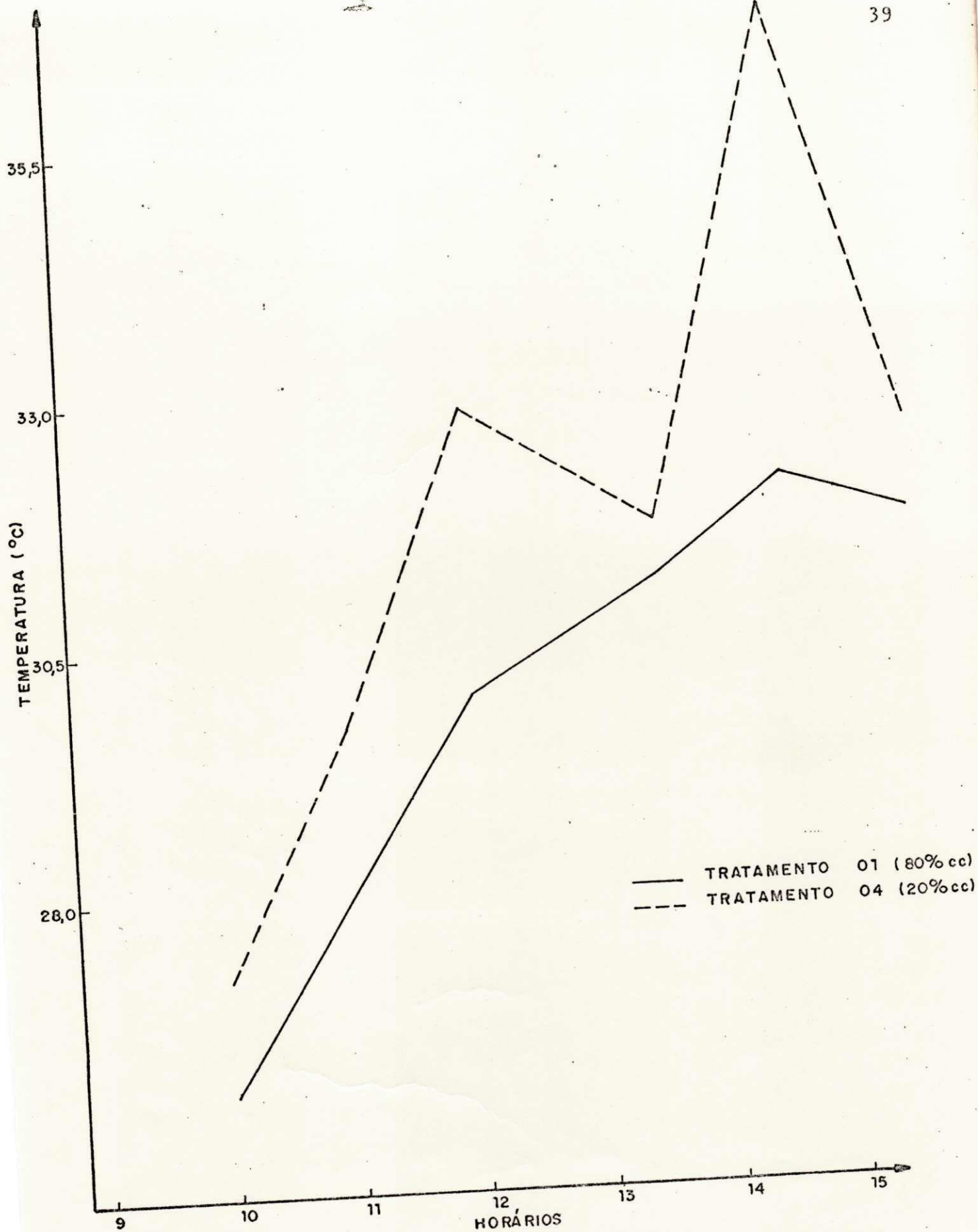


Fig. 9 - VALORES MÉDIOS DE TEMPERATURA DA COBERTURA FOLIAR ( 19. 11. 1986 )

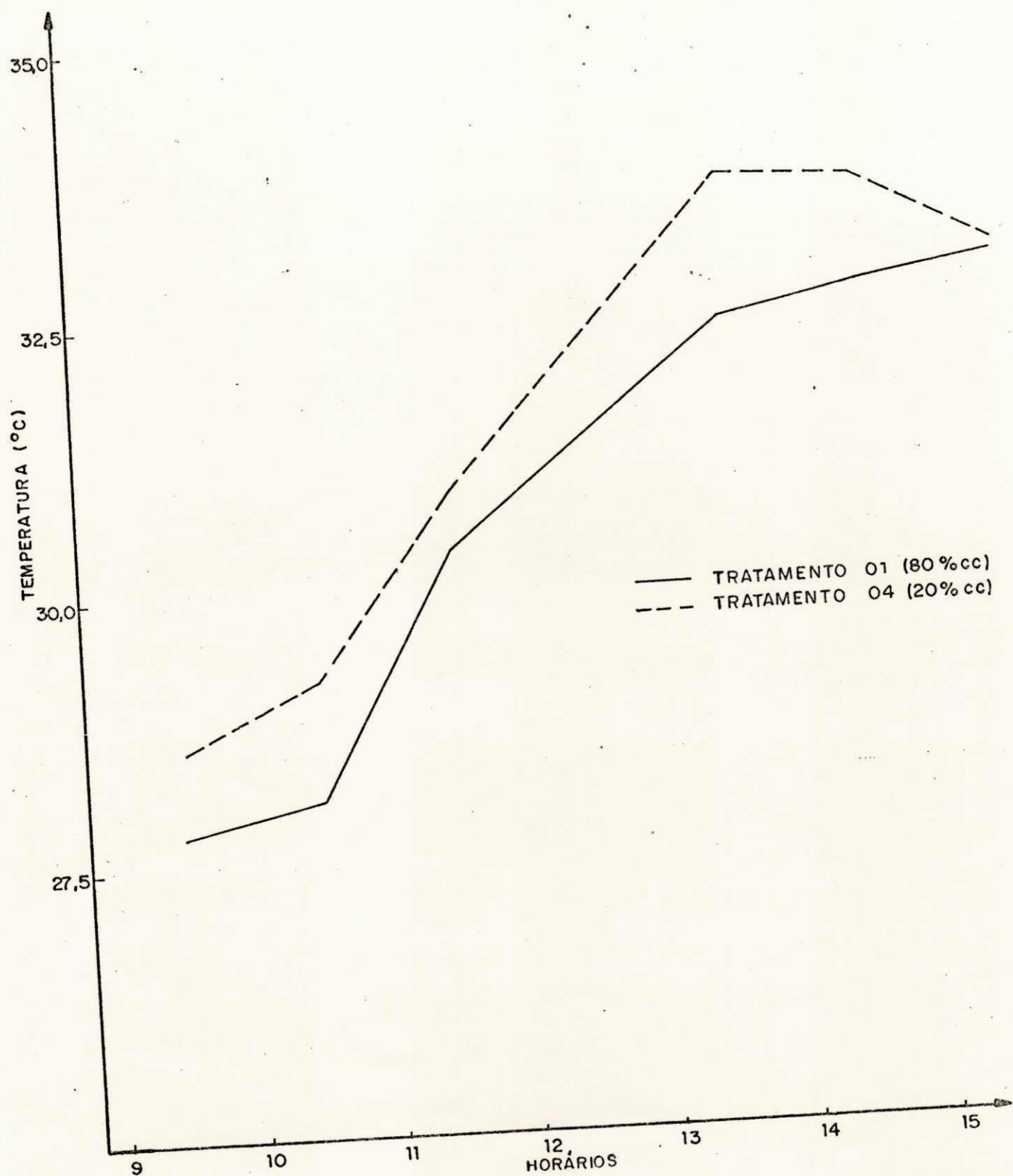


Fig. 10 - VALORES MÉDIOS DE TEMPERATURA DA COBERTURA FOLIAR ( 24. 11. 1986 )

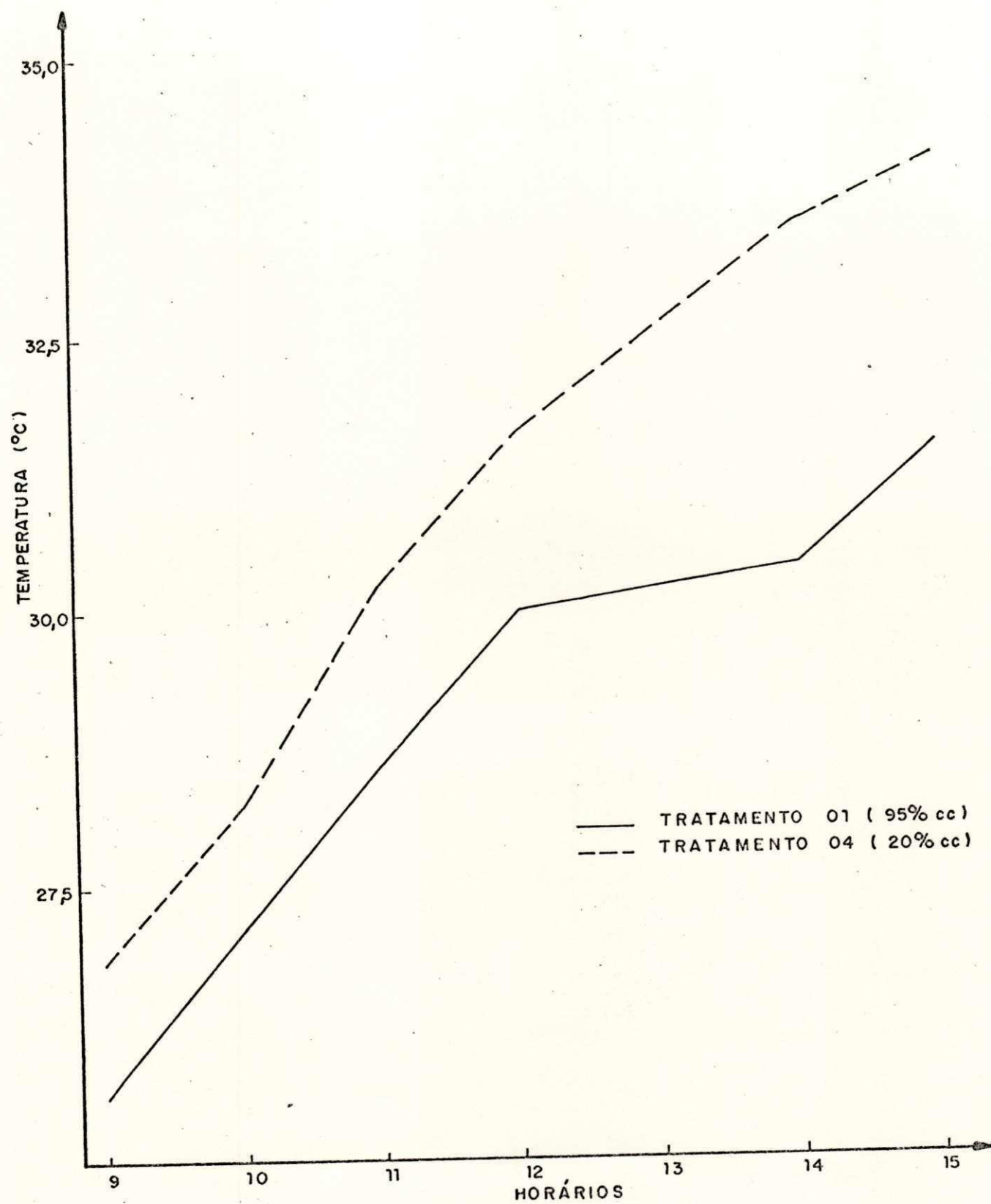


Fig. 11 - VALORES MÉDIOS DE TEMPERATURA DA COBERTURA FOLIAR (28.11.1986)

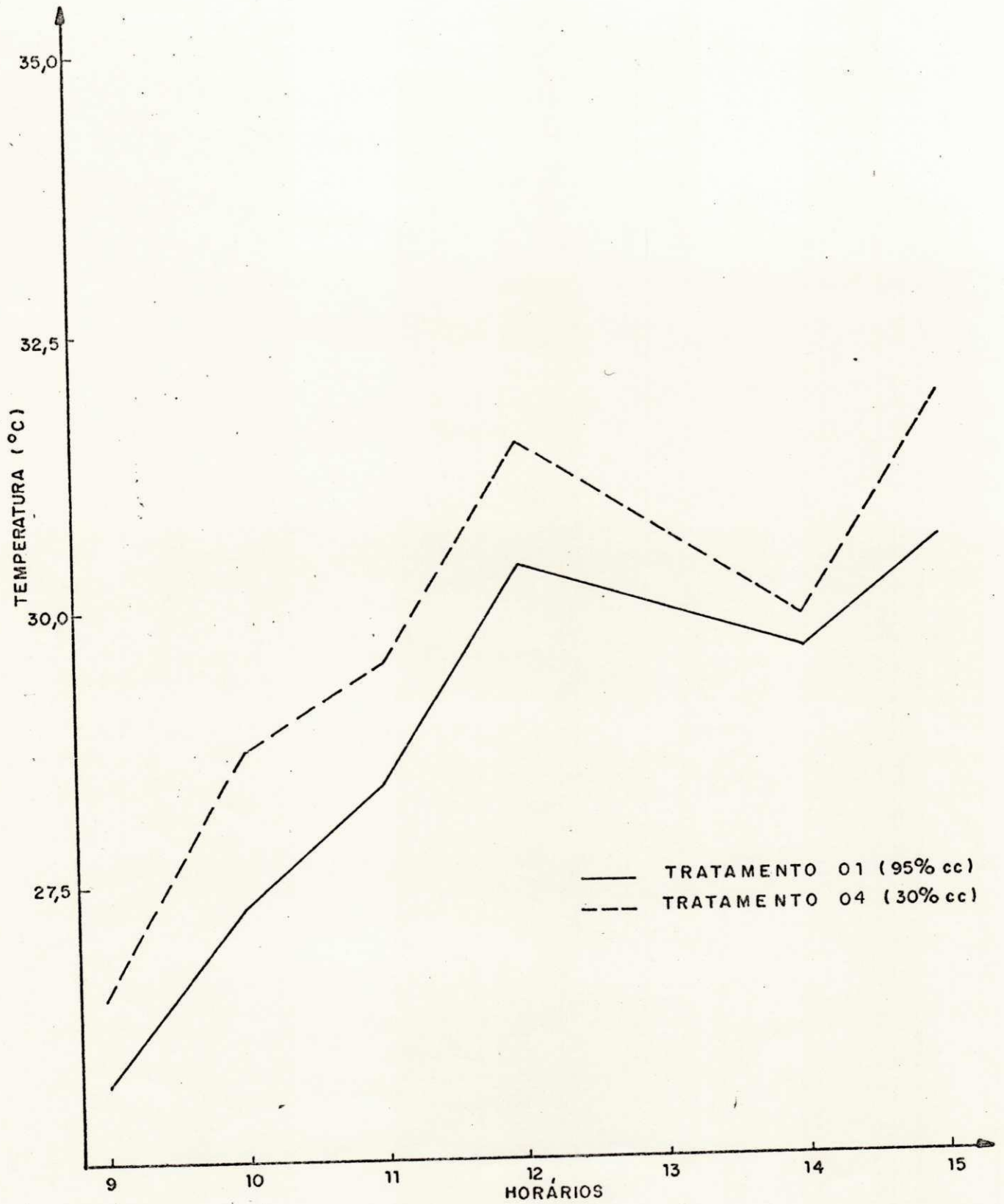


Fig. 12 - VALORES MÉDIOS DE TEMPERATURA DA COBERTURA FOLIAR (03. 12. 1986)



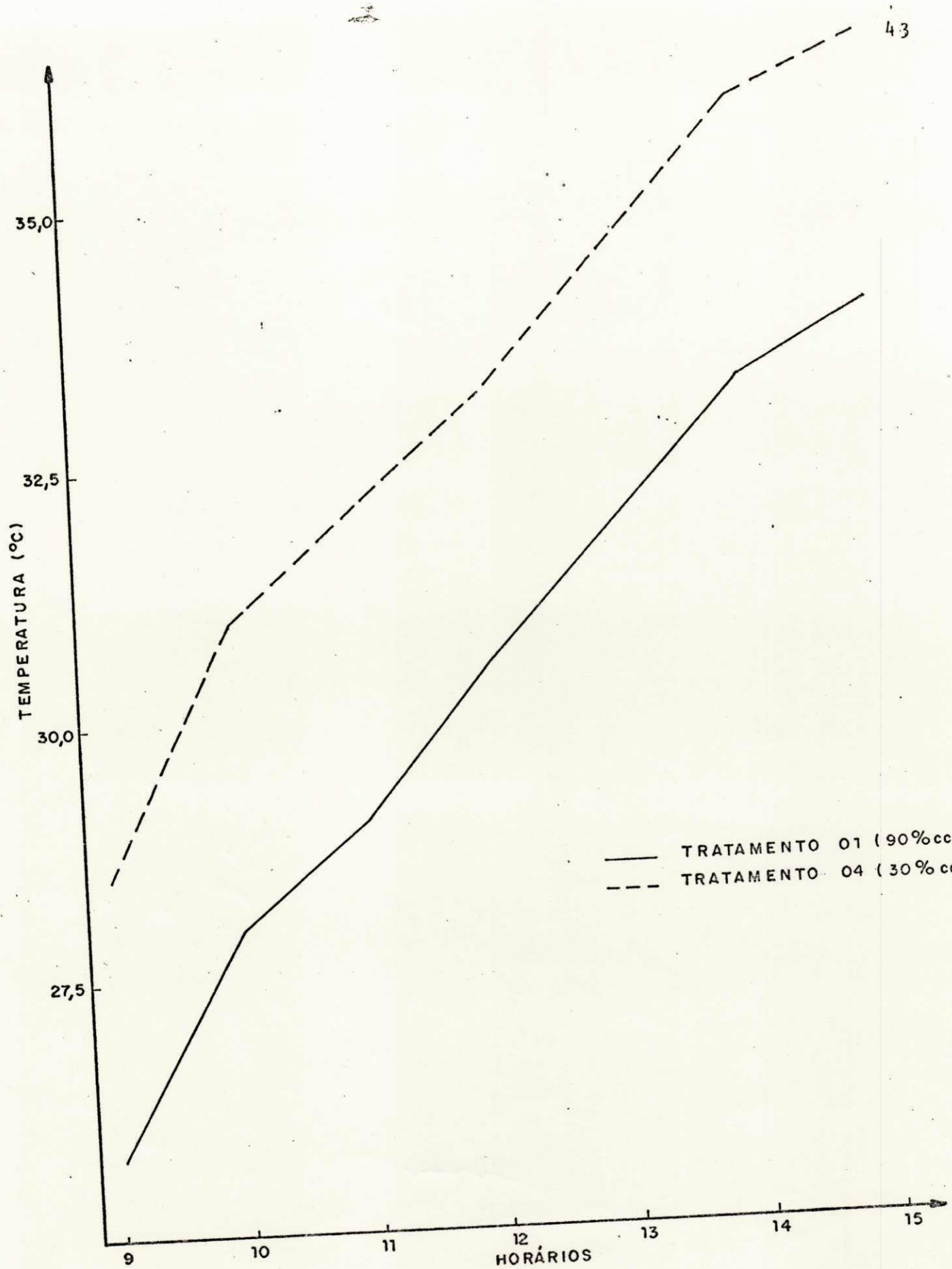


Fig. 13 - VALORES MÉDIOS DE TEMPERATURA DA COBERTURA FOLIAR (08.12.1986)

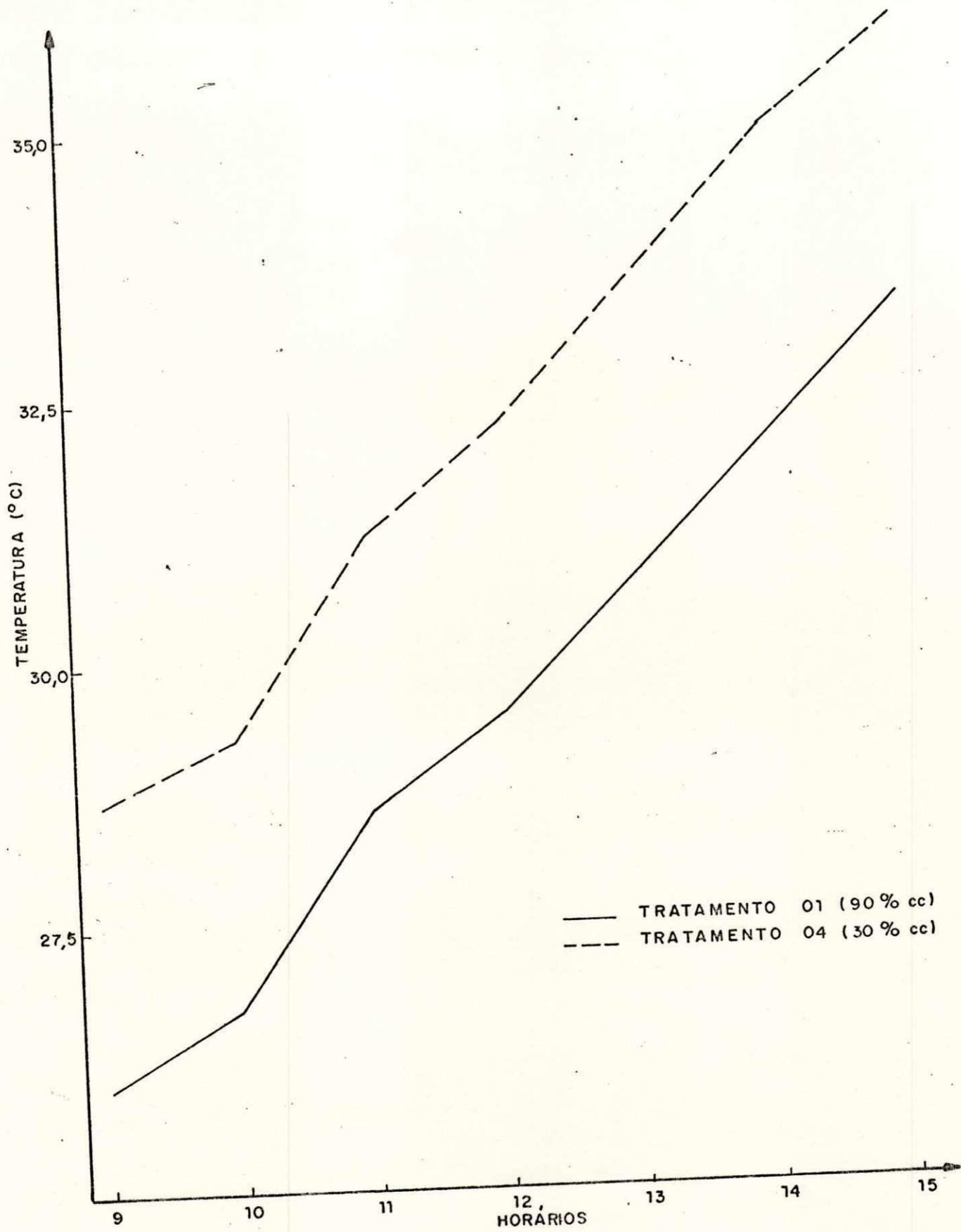


Fig. 14 - VALORES MÉDIOS DE TEMPERATURA DA COBERTURA FOLIAR (15.12.1986)

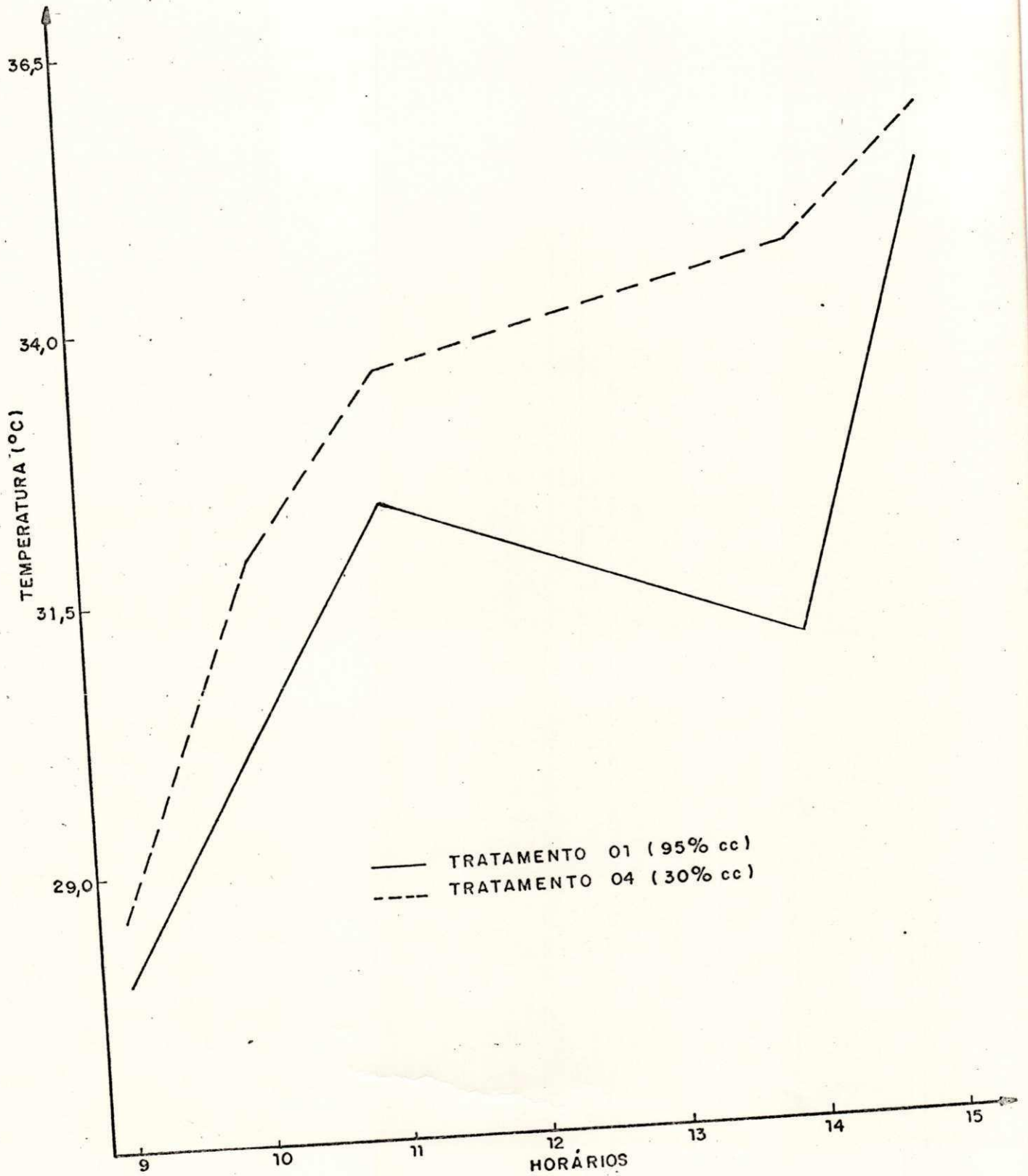


Fig. 15 - TEMPERATURA MÉDIA DAS FOLHAS ( 12.12.1986)

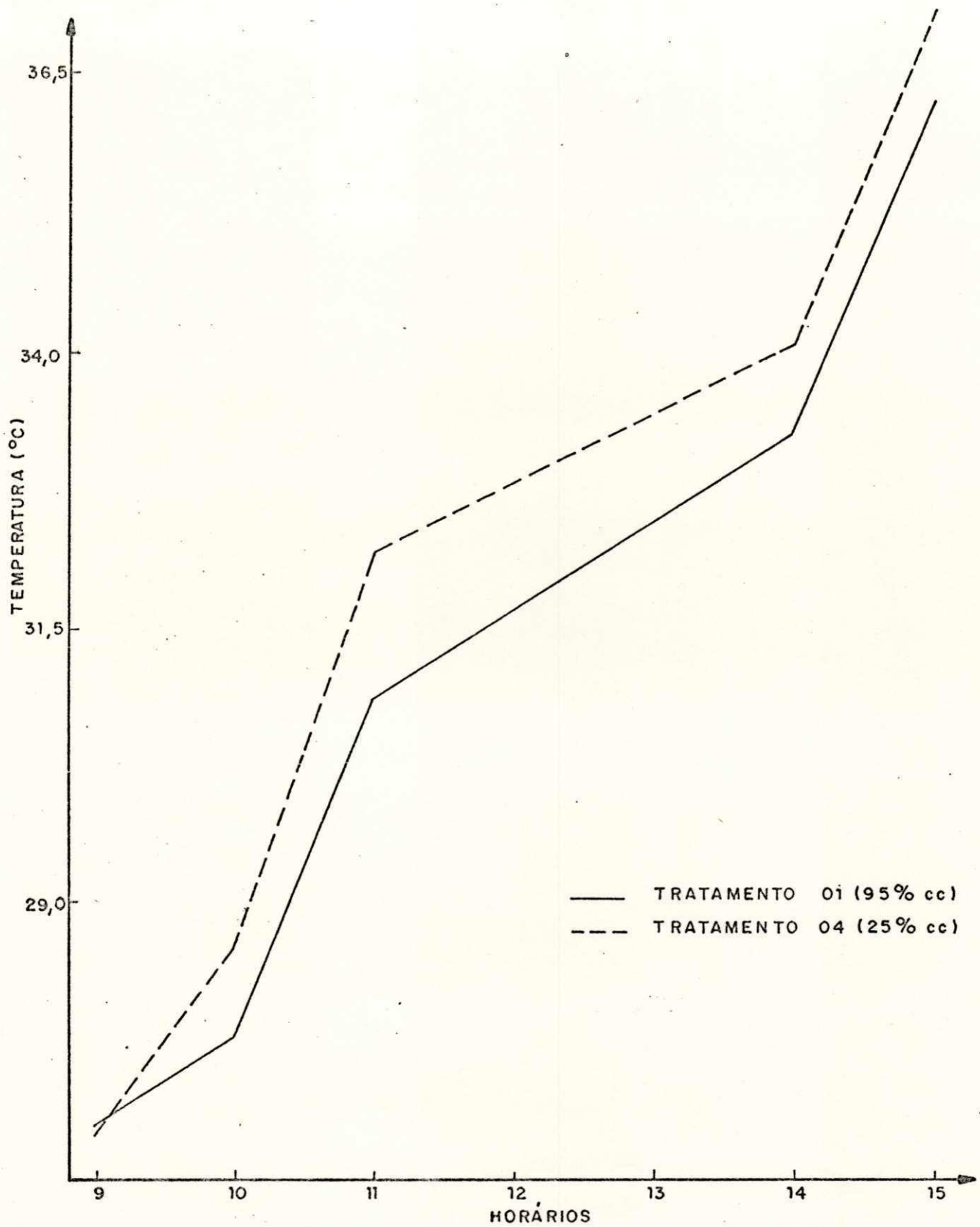


Fig. 16 - TEMPERATURA MÉDIA DAS FOLHAS (17. 12. 1986)

valores de  $2,5^{\circ}\text{C}$  a  $4,0^{\circ}\text{C}$  mais aquecidas do que as mesmas quando sujeitas às condições do solo bem abastecido d'água. Estes autores atribuíram essa diferença primariamente à diferença na transpiração. Observando as figuras 15 e 16, verifica-se que neste trabalho a diferença máxima encontrada está em torno de  $2,5^{\circ}\text{C}$ .

#### 9. RESISTÊNCIA ESTOMATAL.

A mesma consideração feita no parágrafo anterior é válida também para este parágrafo, pois como se sabe, o procedimento utilizado quando se refere a coleta desses dados é semelhante, portanto, com relação as figuras 17 e 18, as mesmas apresentam-se com características bastante irregulares, quando comparados os perfis das curvas representativas dos dois tratamentos, mas mesmo assim, em todos os casos, os valores apresentados da resistência estomatal média pelo tratamento 04, sempre ou quase sempre, superam aqueles encontrados para o tratamento 01.

#### 10. ÍNDICE DE ESTRESSE DIÁRIO (SDD).

Analisando o quadro 1, verifica-se que quando comparados os valores de temperatura da cobertura foliar com os valores da temperatura do ar no instante de maior aquecimento, sempre ocorreu em média uma diferença maior para o tratamento 01, seguindo-se os tratamentos 02 e 03, e finalmente o tratamento 04 que quase não apresentou nenhuma diferença. É relevante frisar que esse índice revela segundo seu comporta-

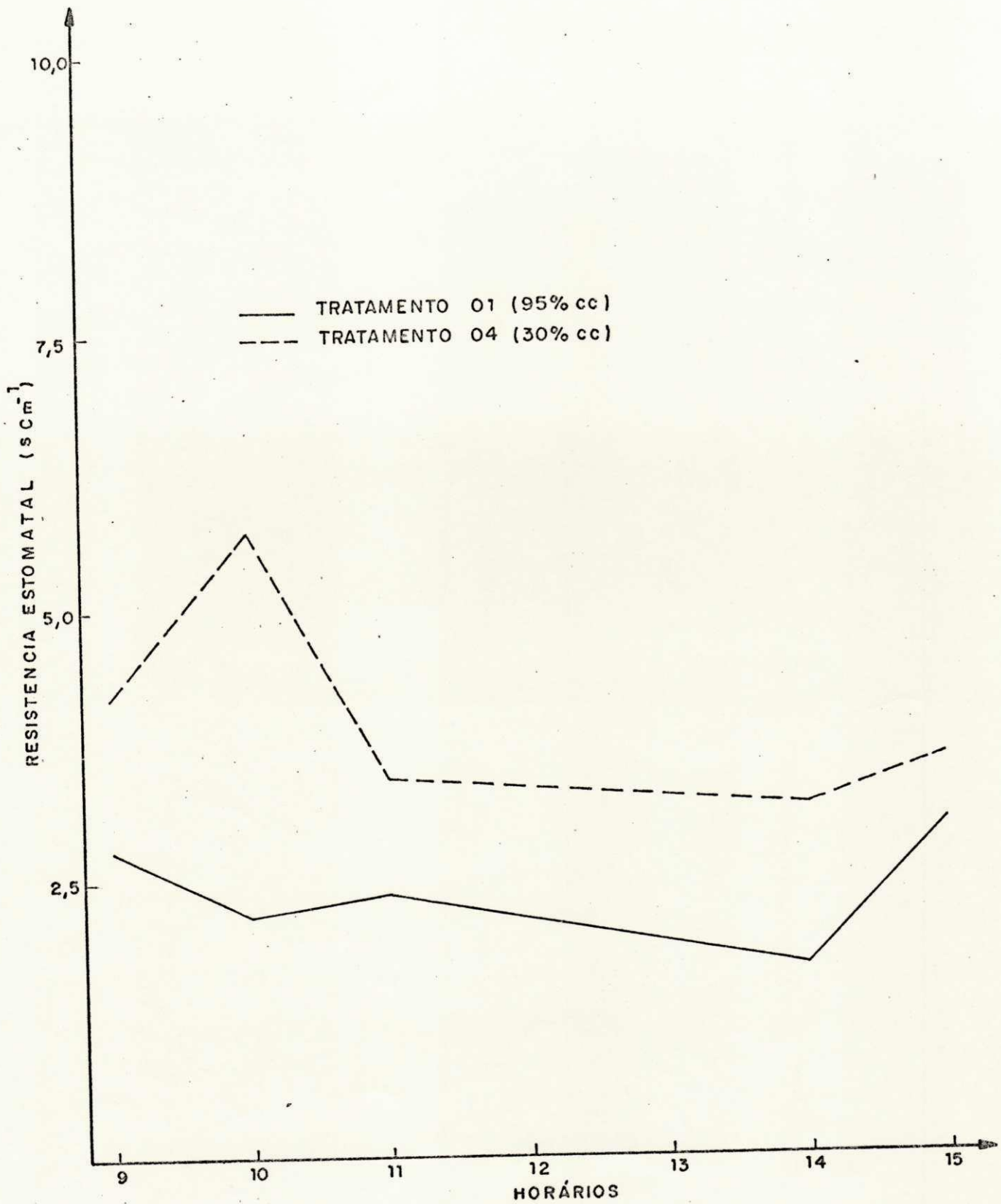


Fig. 17 - RESISTÊNCIA ESTOMATAL MÉDIA (12. 12. 1986)

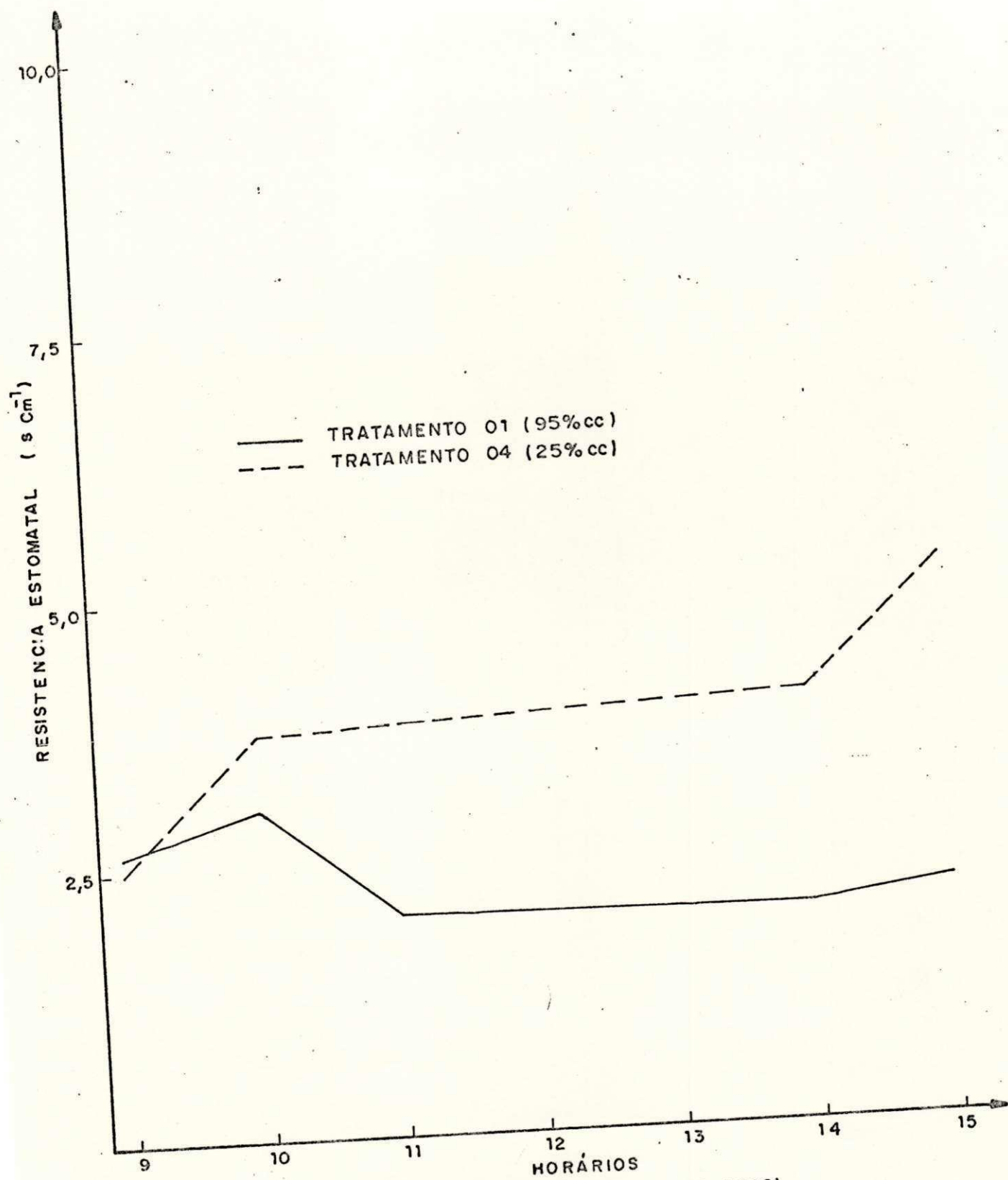


Fig. 18 - RESISTÊNCIA ESTOMATAL MÉDIA ( 17.12.1986)

mento, a influência da água contida no solo na temperatura da cobertura foliar.

#### 11. VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DA COBERTURA FOLIAR (CTV).

Esse Índice na verdade não traduz muito significado para os objetivos desse trabalho, pois o mesmo não se refere à comparações realizadas entre parâmetros distintos nem tão pouco entre tratamentos diferenciados, isto é, o mesmo apenas complementa as informações no sentido de podermos comparar variações sofridas pelo mesmo elemento, no caso a temperatura da cobertura foliar, dentro daquele intervalo de observações, que para tal efeito, os cálculos foram feitos no intervalo de nove às quinze horas. Portanto, no quadro 1 e de acordo com o exposto, não poderia aparecer resultados brilhantes nessa análise, mas mesmo assim, o tratamento 04 difere dos demais tratamentos, apresentando um valor mais acentuado.

Esse fato, conforme os dados que originaram os cálculos para determinação desse Índice, teve uma forte contribuição do instante de maior aquecimento.

#### 12. ÍNDICE DE ESTRESSE TÉRMICO (TSD).

Este Índice permite quantificar basicamente a diferença existente entre a temperatura da cobertura foliar de um tratamento em estresse e outro em não estresse. Baseado nos cálculos realizados para quantificação desse Índice, pode-se perceber que mesmo no instante mais frio do período de observações (09:00 horas), o mesmo já assumia um valor médio



de  $1,64^{\circ}\text{C}$ , sendo este o mínimo, e crescendo no decorrer do período até atingir o máximo às 14:00 horas, atingindo assim um valor médio de  $2,44^{\circ}\text{C}$ , como é mostrado no quadro 2.

### 13. TAXA DE ASSIMILAÇÃO LÍQUIDA (TAL).

Como mostra o quadro 3, a análise de crescimento foi realizado através da taxa de assimilação líquida da cultura, onde esta mostrou-se ser mais significativa para o bloco I, pois no mesmo, os valores apresentaram-se em ordem decrescente, tendo seu maior valor no tratamento 01, diminuindo até alcançar o menor valor no tratamento 04. No bloco II, os tratamentos 01 e 02 mostraram-se semelhante, no que se refere a taxa de assimilação líquida, apresentando valores superiores aos tratamentos 03 e 04, que também apresentaram resultados semelhantes.

No caso do bloco III, apenas o tratamento 02 revelou resultados diferentes dos demais tratamentos, ou seja, a taxa de assimilação líquida encontrada para o mesmo foi superior.

### 14. PRODUÇÃO.

O quadro 4 está mostrando a produção da cultura, e pelo o que se apresenta, o bloco I representa dignamente os efeitos sofridos pelos tratamentos quando sujeitos a distintos níveis de irrigação. No bloco II, o que é bastante notório, é que o tratamento 04 como se esperava foi o menos produtivo, e finalmente o bloco III, que principalmente em termos

de produção, descaracterizou quase que integralmente os resultados.

TEMPERATURA	$\overline{SDD}$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$\overline{CTV}$ ( $^{\circ}\text{C}$ )
01	-2,45	5,80
02	-2,25	5,81
03	-1,75	5,58
04	-0,20	6,42

QUADRO 1 - ÍNDICE DE ESTRESSE DIÁRIO E VARIAÇÃO DE TEMPERATURA DA COBERTURA FOLIAR

HORÁRIOS	$\overline{TSD}$ ( $^{\circ}\text{C}$ )
09:00	1,64
10:00	1,84
11:00	1,92
12:00	1,94
14:00	2,44
15:00	2,26

QUADRO 2 - ÍNDICE DE ESTRESSE TÉRMICO

TRATAMENTOS	BLOCO I	BLOCO II	BLOCO III
	$\overline{TAL}$ ( $\text{g cm}^{-2}\text{dia}^{-1}$ )	$\overline{TAL}$ ( $\text{g cm}^{-2}\text{dia}^{-1}$ )	$\overline{TAL}$ ( $\text{g cm}^{-2}\text{dia}^{-1}$ )
01	$2,7 \times 10^{-3}$	$1,7 \times 10^{-3}$	$1,0 \times 10^{-3}$
02	$1,4 \times 10^{-3}$	$1,7 \times 10^{-3}$	$1,3 \times 10^{-3}$
03	$1,3 \times 10^{-3}$	$1,2 \times 10^{-3}$	$1,0 \times 10^{-3}$
04	$0,8 \times 10^{-3}$	$1,2 \times 10^{-3}$	$1,0 \times 10^{-3}$

QUADRO 3 - TAXA DE ASSIMILAÇÃO LÍQUIDA (TAL)

B L O C O S		TRATAMENTO 01	TRATAMENTO 02	TRATAMENTO 03	TRATAMENTO 04
I	Nº de espigas	100	75	78	68
	Nº de plantas	107	102	105	105
	Peso com espigas (Kg/ha)	5434,0	3958,3	3506,9	2048,6
	Peso sem espigas (Kg/ha)	4479,2	3222,2	2847,2	1736,1
II	Nº de espigas	103	98	85	81
	Nº de plantas	117	102	112	112
	Peso com espigas (Kg/ha)	4739,6	5329,9	4479,2	3368,0
	Peso sem espigas (Kg/ha)	3941,0	4305,6	3715,3	2691,0
III	Nº de espigas	49	78	71	70
	Nº de plantas	107	116	113	109
	Peso com espigas (Kg/ha)	2923,6	3472,2	3298,6	2829,9
	Peso sem espigas (Kg/ha)	2361,1	3446,8	3078,7	2239,6
M É D I A Peso sem espiga (Kg/ha)		3593,8	3446,8	3078,7	2239,6

QUADRO 4 - VALORES DA PRODUÇÃO

## VI - CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Baseado nos resultados obtidos neste trabalho, conclui-se que:

1 - A referida cultura, como já era esperado desenvolveu-se melhor naqueles tratamentos que estavam sujeitos aos melhores níveis de umidade, mostrando consequentemente plantas mais altas e mais robustas.

2 - As parcelas que estavam sob condição de estresse hídrico não alcançaram a cobertura foliar total.

3 - As plantas do tratamento 01 (≈ 100% da capacidade de campo), mostraram-se sempre com o maior número de folhas em todo o período de observações.

4 - As folhas das plantas do tratamento em estresse hídrico apresentaram-se mais curtas e mais estreitas.

5 - Somente trinta dias após o controle de água para irrigação, é que sentiu-se perfeitamente que as plantas do tratamento bem abastecido d'água pesavam mais do que as plantas do tratamento em estresse hídrico.

6 - É possível distinguir quando a cultura está ou não em estresse através da resposta da mesma no que se refere a temperatura da cobertura foliar.

7 - Assim como na conclusão anterior, se não houver condições de se obter a informação da temperatura da cobertura foliar, a temperatura de algumas folhas individualmente, é suficiente para fazer a mesma distinção.

8 - Mesmo com pouquíssimos dados de resistência estomatal, pode-se constatar que a mesma cresce em função do decrescimo de umidade no solo.

9 - O índice de estresse diário (SDD), revela que pode-se quantificar o grau de estresse da cultura quando comparados à informação da mesma através da temperatura da cobertura foliar, com a informação do meio ambiente através da temperatura do ar.

10 - As plantas do tratamento em estresse estavam sempre mais aquecidas do que as plantas dos tratamentos em não estresse, sendo que a maior diferença sempre ocorreu nas primeiras horas após o meio dia.

11 - Após o controle da irrigação, o crescimento das plantas foi notadamente diferenciado, entre os tratamentos, principalmente no bloco I.

Aproveitando a presente oportunidade, sugere-se que nos futuros trabalhos semelhantes a este, os dados fenológicos e morfológicos, assim como os dados de biomassa fresca, biomassa seca e área foliar sejam tomados logo no início do aparecimento das primeiras folhas. Ainda sugere-se que se faça o máximo para conseguir o maior número de dados possível da resistência estomatal e temperatura das folhas, isto é, devendo-se ter o maior cuidado com o uso do porômetro.

E finalmente, utilizar o método mais confiável entre aqueles existentes para irrigação, visando dessa forma manter adequadamente o solo nos níveis de umidade que se

pretenda, assim como, poder obter dados de melhor qualidade.

#

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARTHOLIC, J.F.; NAMKEN, L.N. & WIEGAND, C.L. Aerial thermal scanner to determine temperature of soils and of crop canopies differing in water stress. Agronomy Journal. 64: 603-608, 1972.
- BLAD, B.L.; GARDNER, B.R.; STEINMETZ, S. & ROSENBERG, N. J. Plant and air temperature patterns in alfalfa, corn, grass, sorghum and soybeans as measured with thermocouples and infrared thermometer. Agronomy Journal. 1982.
- BLAD, B.L.; RAMANA RAO, T.V. & GARDNER, B.R. Monitoring water stress in soybean and corn with remote sensing techniques. Agristors. NASP - 16636. Progress Report 85-6. Center for Agricultural Meteorology and Climatology. University of Nebraska-Lincoln. USA. 253 pages, 1985.
- BLAD, B.L. & ROSENBERG, N.J. Measurement of crop temperature by leaf thermocouple, infrared thermometry and remotely sensed thermal imagery. Agronomy Journal. 68:635-641, 1976.
- CARLSON, R.E.; YARGER, D.N. & SHAW, R.H. Environmental influences on the leaf temperatures of two soybean varieties grown under controlled irrigation. Agronomy Journal. 64: 224-229, 1972.
- CLARK, R.N. & HILER, E.A. Plant measurements as indicators of crop water deficit. Crop Sciences. 13: 466-469, 1973.
- EHRLER, W.L. Cotton leaf temperatures as related to soil water depletion and meteorological factors. Agronomy Journal. 65: 404-409, 1973.



- FUCHS, M. & TANNER, C.B. Infrared thermometry of vegetation. Agronomy Journal. 58: 597-601, 1966.
- GATES, D.M, Leaf temperature and transpiration. Agronomy Journal. 56: 273-277, 1964.
- GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. Livraria Nobel S.A. 1985.
- HANWAY, J.J. How a corn plant develops. IOWA State University of Science and Technology - Cooperative Extension Services Ames, IOWA, 1971.
- HILER, E.A.; HOWELL, T.A.; LEWIS, R.B.; & BOOS, R.P. Irrigation timing by the stress day index method. Trans. ASAE 17: 393-398, 1974.
- IDSO, S.B. & BAKER, D.G. Relative importance of radiation, convection and transpiration in heat transfer from plants. Plant Physiology. 42: 631-640, 1967.
- IDSO, S.B.; REGINATO, R.J.; JACKSON, R.D. & PINTER, P.J. Jr. Foliage and air temperature: Evidence for a dynamic "equivalence point". Agricultural Meteorology. 24: 223-226, 1981.
- JACKSON, R.D. Canopy temperature and crop Water Stress. Advances in Irrigation, Vol. 1.43-85, 1981.
- LIMA FILHO, J.M.P. Temperatura foliar de genótipos de feijão sob duas condições de umidade do solo. Revista PAB. 18(7): 703-706, 1983.
- LINACRE, E.T. A note on a feature of leaf and air temperatures. Agricultural Meteorology. 1: 66-72, 1964.

- LINACRE, E.T. Further notes on a feature of leaf and air temperature. Arch Meteorol. Geophys. Bioklimatology. Serie B15: 422-426, 1967.
- LORENZ, D. Temperature measurements of natural surfaces using infrared radiometers. Appl. Opt. 7: 1705-1710, 1968.
- MONTEIRO, M.A.R. Efeitos de níveis de nitrogênio e Lâminas de irrigação no rendimento do milho verde. Tese de mestrado apresentada ao Curso de Engenharia Civil da UFPB. Campus II; 78 pag. 1984.
- MONTEITH, J.L. & SZEICZ, G. Radiative temperature in the heat balance of natural surfaces. Q.J.R. Meteorol. Soc. 88: 469-507, 1962.
- MONTEITH, J.L. Principales of Environmental Physics. Arnold. London. 1973.
- PENMAN, H.L. Natural evaporation from open water bare soil and grass. Proc. Royal Soc. (London). A. 193: 120-145, 1948.
- PERRIER, A. Leaf temperature measurement. In Plant Photosynthetic Production Manual and Methods. (Z. Sestak, J. Garsky, and P.G. Jarvis, eds). pp. 632-671. 1971.
- RAMANA RAO, T.V. Monitoring water stress in soybeans with remote sensing techniques. Ph.D. Dissertation. University of Nebraska-Lincoln, NEBRASKA, U.S.A. 174 pages, 1985.
- SANDHU, B.S. & HORTON, M.L. Temperature response of oats to water stress in the field. Agricultural Meteorology. 19: 329-336, 1978.

- STEVENSON, K.R. & SHAW, R.H. Effects of leaf orientation on leaf resistance to water vapor diffusion in soybean (*Glicine mas L. Merr*) Leaves. Agronomy Journal. 63: 327-329, 1971.
- SUMAYAO, C.R.; KANEMASU, E.T & BRAKKE T.W. Using leaf temperature to assess evapotranspiration and advection. Agricultural Meteorology. 22: 153-166, 1980.
- TANNER, C.B. Plant temperatures. Agronomy Journal. 55: 210-211, 1963.
- THOM, A.S. & OLIVER, H.R. On perman's equation for estimating regional evaporation. Q.J.R. Met. Soc. 103: 345-357. 1977.
- VAN BAVEL, E.H.M., & EHRLER, W.I. Water loss from a sorghum field and stomatal control. Agronomy Journal. 60: 84-86, 1968.
- WIEGAND, C.L. & NAMKEN, L.N. Influences of plant Moisture stress, solar radiation, and air temperature on cotton leaf temperature. Agronomy Journal. 58: 552-556, 1966.

ANEXO

TRATA- MENTOS	BLOCO I			BLOCO II			BLOCO III			$\bar{H}$ (cm)	$\bar{L}$ (cm)	$\bar{N}^{\circ}$ DE FOLHAS	DATA
	$\bar{H}$ (cm)	$\bar{L}$ (cm)	$\bar{N}^{\circ}$ DE FOLHAS	$\bar{H}$ (cm)	$\bar{L}$ (cm)	$\bar{N}^{\circ}$ DE FOLHAS	$\bar{H}$ (cm)	$\bar{L}$ (cm)	$\bar{N}^{\circ}$ DE FOLHAS				
01	46,8	27,0	9,5	47,0	42,5	10,2	33,0	30,0	7,8	42,2	33,2	9,2	30/10
	65,5	18,0	11,2	64,0	34,0	11,5	46,5	25,5	9,2	58,7	25,8	10,7	03/11
	77,0	8,0	12,2	70,0	31,5	12,0	54,0	21,0	11,2	67,0	20,2	11,7	05/11
	84,0	3,0	13,0	79,5	31,0	13,2	60,5	16,0	12,2	74,7	16,7	12,8	07/11
02	43,5	25,5	9,0	57,2	25,0	9,2	33,5	33,5	7,2	44,8	28,0	8,5	30/10
	54,8	17,0	9,8	72,0	18,5	10,5	43,2	23,5	9,2	56,7	19,7	9,8	03/11
	62,8	8,0	10,8	78,8	18,1	11,5	46,5	21,0	9,8	62,7	15,7	10,7	05/11
	75,2	5,0	12,2	82,2	17,5	12,8	51,8	19,0	10,8	69,8	13,8	11,9	07/11
03	44,0	33,5	9,0	41,5	37,5	9,8	44,0	32,5	8,2	41,8	34,5	9,0	30/10
	54,5	25,0	10,5	51,5	29,0	11,8	55,2	29,5	9,5	53,8	27,8	10,6	03/11
	61,2	19,0	11,8	62,0	27,5	11,8	60,2	19,0	10,2	61,2	21,8	11,2	05/11
	70,5	17,5	13,0	69,2	21,5	12,0	66,2	15,0	11,2	68,7	14,7	12,1	07/11
04	34,8	29,0	8,2	50,0	23,0	8,8	33,0	40,5	8,2	39,2	30,8	8,4	31/10
	50,5	18,5	9,2	63,5	20,5	10,5	45,2	31,5	10,2	53,1	23,5	10,0	03/11
	56,0	18,5	10,2	67,5	19,5	10,8	51,8	31,5	11,0	58,4	23,2	10,7	05/11
	59,2	16,5	11,5	77,0	12,0	12,0	59,2	26,0	12,2	61,2	18,2	11,9	07/11

TABELA 1 - ALTURA MÉDIA ( $\bar{H}$ ), DISTÂNCIA MÉDIA ( $\bar{L}$ ) E NÚMERO MÉDIO DE FOLHAS DAS PLANTAS

TRATA- MENTOS	BLOCO I			BLOCO II			BLOCO III			$\bar{H}$ (cm)	$\bar{L}$ (cm)	$\bar{N}^{\circ}$ DE FOLHAS	DATA
	$\bar{H}$ (cm)	$\bar{L}$ (cm)	$\bar{N}^{\circ}$ DE FOLHAS	$\bar{H}$ (cm)	$\bar{L}$ (cm)	$\bar{N}^{\circ}$ DE FOLHAS	$\bar{H}$ (cm)	$\bar{L}$ (cm)	$\bar{N}^{\circ}$ DE FOLHAS				
01	104,0	2,5	14,8	99,5	22,5	14,2	71,2	10,0	13,2	91,6	11,7	14,1	10/11
	120,4	1,5	16,2	110,0	20,5	16,2	76,0	7,5	14,2	102,1	9,8	15,5	12/11
	160,5	0,0	18,5	152,8	0,0	18,5	95,2	0,0	17,0	136,2	0,0	18,0	19/11
	165,5	0,0	18,5	158,2	0,0	19,0	100,5	0,0	17,5	141,4	0,0	18,3	21/11
02	84,0	0,0	13,5	103,5	10,5	14,5	65,0	14,5	12,0	84,0	8,3	13,3	10/11
	91,2	0,0	14,5	110,5	6,0	16,2	69,0	6,5	13,0	90,2	4,2	14,6	12/11
	128,0	0,0	17,8	152,5	0,0	17,5	98,0	0,0	16,2	126,2	0,0	17,0	19/11
	133,8	0,0	17,8	159,8	0,0	18,0	130,0	0,0	16,8	132,2	0,0	17,8	21/11
03	83,0	9,5	14,5	82,8	18,0	14,0	78,2	12,5	12,5	81,3	13,3	13,4	10/11
	86,2	6,0	15,0	90,0	16,5	15,0	86,2	11,0	12,8	87,5	11,2	14,2	12/11
	116,2	0,0	17,8	116,5	0,0	18,5	107,8	0,0	16,5	113,5	0,0	17,6	19/11
	124,8	0,0	18,0	124,8	0,0	19,2	115,6	0,0	16,8	121,7	0,0	18,0	21/11
04	72,8	15,0	12,5	89,5	11,0	13,8	83,5	14,0	13,5	81,9	13,3	13,2	10/11
	82,0	9,0	13,0	92,0	4,0	15,0	86,0	12,0	14,0	86,8	8,3	14,0	12/11
	94,0	5,0	15,2	112,8	0,0	16,2	107,0	5,0	17,2	104,6	3,3	16,2	19/11
	99,0	5,0	15,5	118,2	0,0	17,0	110,8	3,0	18,0	109,3	2,7	16,8	21/11

TABELA 2 - ALTURA MÉDIA ( $\bar{H}$ ), DISTÂNCIA MÉDIA ( $\bar{L}$ ) E NÚMERO MÉDIO DE FOLHAS DAS PLANTAS

TRATAMENTOS	BLOCO I			BLOCO II			BLOCO III			$\bar{H}$ (cm)	$\bar{L}$ (cm)	$\bar{N}^{\circ}$ DE FÓLHAS	DATA
	$\bar{H}$ (cm)	$\bar{L}$ (cm)	$\bar{N}^{\circ}$ DE FÓLHAS	$\bar{H}$ (cm)	$\bar{L}$ (cm)	$\bar{N}^{\circ}$ DE FÓLHAS	$\bar{H}$ (cm)	$\bar{L}$ (cm)	$\bar{N}^{\circ}$ DE FÓLHAS				
01	177,5	0,0	19,8	169,2	0,0	19,5	144,2	0,0	18,0	153,7	0,0	19,1	24/11
	191,2	0,0	20,2	181,2	0,0	19,5	120,2	0,0	18,5	164,2	0,0	19,4	26/11
	206,2	0,0	20,5	197,5	0,0	20,2	126,8	0,0	18,5	176,8	0,0	19,8	28/11
	225,0	0,0	20,5	208,8	0,0	20,2	139,5	0,0	18,5	191,1	0,0	19,8	01/12
02	147,5	0,0	18,2	172,5	0,0	18,0	110,0	0,0	17,0	143,3	0,0	17,8	24/11
	161,2	0,0	18,5	180,0	0,0	18,0	122,0	0,0	17,5	154,4	0,0	18,0	26/11
	175,0	0,0	18,8	195,0	0,0	18,5	133,2	0,0	17,8	167,8	0,0	18,3	28/11
	185,0	0,0	18,8	207,5	0,0	18,5	153,8	0,0	18,0	182,1	0,0	18,4	01/12
03	143,0	0,0	18,2	145,0	0,0	19,2	129,5	0,0	17,0	139,2	0,0	18,2	24/11
	160,0	0,0	18,2	158,8	0,0	19,2	137,0	0,0	17,0	151,9	0,0	18,2	26/11
	167,5	0,0	19,0	175,8	0,0	19,2	144,5	0,0	17,2	162,6	0,0	18,5	28/11
	175,0	0,0	19,0	195,0	0,0	19,2	162,5	0,0	18,0	177,5	0,0	18,8	01/12
04	107,0	4,0	15,8	137,8	0,0	17,2	122,0	1,5	18,5	122,2	1,8	17,2	24/11
	112,5	3,0	16,5	148,2	0,0	17,5	129,2	1,0	18,5	130,0	1,3	17,5	26/11
	125,0	3,0	17,8	161,2	0,0	17,8	139,8	1,0	18,5	142,0	1,3	18,0	28/11
	132,5	3,0	18,0	178,8	0,0	17,8	155,2	1,0	19,2	155,5	1,3	18,3	01/12

TABELA 3 - ALTURA MÉDIA ( $\bar{H}$ ), DISTÂNCIA MÉDIA ( $\bar{L}$ ) E NÚMERO MÉDIO DE FOLHAS DAS PLANTAS

TRATA- MENTOS	BLOCO I			BLOCO II			BLOCO III			$\bar{H}$ (cm)	$\bar{L}$ (cm)	$\overline{\text{N}^\circ \text{ DE FOLHAS}}$	DATA
	$\bar{H}$ (cm)	$\bar{L}$ (cm)	$\overline{\text{N}^\circ \text{ DE FOLHAS}}$	$\bar{H}$ (cm)	$\bar{L}$ (cm)	$\overline{\text{N}^\circ \text{ DE FOLHAS}}$	$\bar{H}$ (cm)	$\bar{L}$ (cm)	$\overline{\text{N}^\circ \text{ DE FOLHAS}}$				
01	227,5	0,0	20,5	215,0	0,0	20,2	153,8	0,0	18,5	198,8	0,0	19,8	03/12
	231,2	0,0	20,5	220,0	0,0	20,2	163,8	0,0	18,5	205,0	0,0	19,8	05/12
	236,2	0,0	20,5	225,0	0,0	20,2	175,0	0,0	18,5	212,1	0,0	19,8	08/12
	237,5	0,0	20,5	228,8	0,0	20,2	186,2	0,0	18,5	217,5	0,0	19,8	10/12
02	192,5	0,0	19,0	207,5	0,0	18,5	165,0	0,0	18,0	188,3	0,0	18,5	03/12
	198,8	0,0	19,0	211,2	0,0	18,5	176,2	0,0	18,0	195,4	0,0	18,5	05/12
	207,5	0,0	19,2	220,0	0,0	19,0	188,8	0,0	18,0	205,4	0,0	18,8	08/12
	212,5	0,0	19,2	222,5	0,0	19,0	198,8	0,0	18,0	211,2	0,0	18,8	10/12
03	177,5	0,0	19,0	201,2	0,0	19,2	170,0	0,0	18,0	182,9	0,0	18,8	03/12
	179,2	0,0	19,0	204,2	0,0	19,2	177,0	0,0	18,0	186,8	0,0	18,8	05/12
	187,5	0,0	19,0	213,2	0,0	19,2	187,5	0,0	18,0	196,1	0,0	18,8	08/12
	190,0	0,0	19,0	214,5	0,0	19,2	191,2	0,0	18,0	198,6	0,0	18,8	10/12
04	135,0	3,0	18,0	185,0	0,0	17,8	163,8	1,0	19,2	161,2	1,3	18,3	03/12
	148,8	3,0	18,0	188,8	0,0	18,0	170,0	1,0	19,2	169,2	1,3	18,4	05/12
	158,8	3,0	18,0	197,5	0,0	18,0	177,5	1,0	19,2	179,9	1,3	18,4	08/12
	167,5	3,0	18,0	200,0	0,0	18,0	181,2	0,0	19,2	189,2	1,0	18,4	10/12

TABELA 4 - ALTURA MÉDIA ( $\bar{H}$ ), DISTÂNCIA MÉDIA ( $\bar{L}$ ) E NÚMERO MÉDIO DE FOLHAS DAS PLANTAS



TRATA- MENTOS	BLOCO I			BLOCO II			BLOCO III			$\bar{H}$ (cm)	$\bar{L}$ (cm)	$\bar{N}^{\circ}$ DE FOLHAS	DATA
	$\bar{H}$ (cm)	$\bar{L}$ (cm)	$\bar{N}^{\circ}$ DE FOLHAS	$\bar{H}$ (cm)	$\bar{L}$ (cm)	$\bar{N}^{\circ}$ DE FOLHAS	$\bar{H}$ (cm)	$\bar{L}$ (cm)	$\bar{N}^{\circ}$ DE FOLHAS				
01	238,8	0,0	20,5	230,0	0,0	20,2	193,8	0,0	18,5	220,8	0,0	19,8	12/12
	243,8	0,0	20,5	235,0	0,0	20,2	206,2	0,0	18,5	228,3	0,0	19,8	15/12
	245,0	0,0	20,5	240,0	0,0	20,2	215,0	0,0	18,5	233,3	0,0	19,8	17/12
02	220,0	0,0	19,2	222,5	0,0	19,0	201,2	0,0	18,0	214,6	0,0	18,8	12/12
	226,5	0,0	19,2	230,0	0,0	19,0	211,2	0,0	18,0	222,5	0,0	18,8	15/12
	235,0	0,0	19,2	233,8	0,0	19,0	215,0	0,0	18,0	227,9	0,0	18,8	17/12
03	192,5	0,0	19,0	217,0	0,0	19,2	196,2	0,0	18,0	201,9	0,0	18,8	12/12
	201,2	0,0	19,0	220,0	0,0	19,2	202,5	0,0	18,0	207,9	0,0	18,8	15/12
	205,0	0,0	19,0	222,5	0,0	19,2	208,8	0,0	18,0	212,1	0,0	18,8	17/12
04	185,9	3,0	18,0	200,0	0,0	18,0	183,8	0,0	19,2	189,9	1,0	18,4	17/12
	187,5	3,0	18,0	206,2	0,0	18,0	188,8	0,0	19,2	194,2	1,0	18,4	15/12
	192,5	3,0	18,0	210,0	0,0	18,0	192,5	0,0	19,2	198,3	1,0	18,4	17/12

TABELA 5 - ALTURA MÉDIA ( $\bar{H}$ ), DISTÂNCIA MÉDIA ( $\bar{L}$ ) E NÚMERO MÉDIO DE FOLHAS DAS PLANTAS

TRATA- MENTOS	BLOCO I						BLOCO II						BLOCO III					
	BIOMASSA FRESCA			BIOMASSA SECA			BIOMASSA FRESCA			BIOMASSA SECA			BIOMASSA FRESCA			BIOMASSA SECA		
	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)
01	104,5	60,0	44,2	15,0	10,5	4,5	76,2	34,8	39,5	11,0	6,8	4,2	73,0	29,5	40,8	10,0	5,8	4,2
02	118,8	61,2	54,0	14,7	10,2	4,5	117,0	55,7	56,3	15,6	10,3	5,3	51,5	23,5	25,2	10,0	7,2	2,8
03	166,0	88,0	72,5	21,0	15,0	6,0	41,0	20,8	18,0	5,8	4,0	1,8	98,5	46,2	47,8	14,5	9,0	5,5
04	111,3	48,7	58,3	13,3	8,3	5,0	149,2	71,0	70,0	20,6	13,8	6,8	46,7	25,0	17,0	6,7	5,0	1,7
TRATA- MENTOS	ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )			Nº DE PLANTAS			ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )			Nº DE PLANTAS			ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )			Nº DE PLANTAS		
01	2260,5			01			1390,8			01			1292,8			01		
02	1998,0			01			1968,0			01			1137,5			01		
03	2762,0			01			799,8			01			1821,2			01		
04	1753,0			01			2739,2			01			1038,7			01		

TABELA 6 - VALORES MÉDIOS DE BIOMASSA FRESCA E SECA E ÁREA FOLIAR (06.11.1986)

TRATA- MENTOS	BLOCO I						BLOCO II						BLOCO III					
	BIOMASSA FRESCA			BIOMASSA SECA			BIOMASSA FRESCA			BIOMASSA SECA			BIOMASSA FRESCA			BIOMASSA SECA		
	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)
01	148,5	50,0	90,0	20,0	10,5	9,5	82,5	35,0	44,0	12,4	7,2	5,2	189,0	73,8	106,5	33,0	17,8	15,2
02	297,0	119,3	169,3	39,7	19,0	20,7	160,0	61,0	93,3	26,3	14,3	12,0	178,0	66,0	105,3	28,0	14,7	13,3
03	227,3	87,3	66,7	39,6	21,3	18,3	136,3	55,0	75,7	20,7	12,0	8,7	111,7	32,7	38,3	14,6	8,3	6,3
04	190,7	75,0	111,7	31,3	16,0	15,3	193,5	68,0	121,5	25,0	14,5	10,5	98,7	37,3	55,7	17,4	8,7	8,7
TRATA- MENTOS	ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )			Nº DE PLANTAS			ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )			Nº DE PLANTAS			ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )			Nº DE PLANTAS		
01	2019,2			01			1385,2			01			3205,0			01		
02	3212,3			01			2187,7			01			2601,3			01		
03	3651,7			01			2093,3			01			1451,7			01		
04	3125,0			01			2723,0			01			1579,7			01		

TABELA 7 - VALORES MÉDIOS DE BIOMASSA FRESCA E SECA E ÁREA FOLIAR (13.11.1986)

TRATA- MENTOS	BLOCO I						BLOCO II						BLOCO III					
	BIOMASSA FRESCA			BIOMASSA SECA			BIOMASSA FRESCA			BIOMASSA SECA			BIOMASSA FRESCA			BIOMASSA SECA		
	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)
01	506,7	136,7	361,3	69,7	30,0	39,7	532,0	136,7	353,0	81,0	35,3	45,7	296,3	89,3	182,7	45,0	45,0	24,7
02	692,3	184,0	489,0	113,0	44,7	68,3	540,3	144,7	363,3	79,9	36,0	43,7	360,2	110,5	214,2	52,8	27,0	25,8
03	556,7	161,3	384,3	91,7	45,7	46,0	259,7	75,0	166,7	36,7	16,7	20,0	355,8	106,5	218,8	58,4	26,2	32,2
04	612,0	196,5	392,5	93,5	44,5	49,0	232,8	86,5	130,0	39,7	21,5	18,2	154,7	65,3	83,3	29,0	15,0	14,0
TRATA- MENTOS	ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )			Nº DE PLANTAS			ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )			Nº DE PLANTAS			ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )			Nº DE PLANTAS		
01	5633,3			01			6012,3			01			3963,3			01		
02	7044,3			01			6588,0			01			5102,5			01		
03	6665,7			01			2940,0			01			4695,0			01		
04	7129,5			01			4151,0			01			2915,0			01		

TABELA 8 - VALORES MÉDIOS DE BIOMASSA FRESCA E SECA E ÁREA FOLIAR (20.11.1986)

TRATA- MENTOS	BLOCO I						BLOCO II						BLOCO III					
	BIOMASSA FRESCA			BIOMASSA SECA			BIOMASSA FRESCA			BIOMASSA SECA			BIOMASSA FRESCA			BIOMASSA SECA		
	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)
01	832,7	197,7	621,7	161,3	46,0	115,3	475,3	131,3	324,7	59,0	21,3	37,7	529,7	128,3	362,7	90,3	33,0	57,3
02	461,0	130,7	319,3	66,0	28,7	37,3	377,7	105,0	258,7	57,3	24,0	33,3	718,5	157,5	553,5	107,0	30,5	76,5
03	517,7	157,7	341,7	94,7	38,7	56,0	1087,5	247,0	789,5	196,5	63,0	133,5	463,3	125,7	307,3	91,7	35,0	56,7
04	375,0	104,8	261,2	59,0	25,8	33,2	421,7	124,3	274,3	73,0	30,7	42,3	156,3	49,7	87,7	23,3	11,3	12,0
TRATA- MENTOS	ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )			Nº DE PLANTAS			ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )			Nº DE PLANTAS			ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )			Nº DE PLANTAS		
01	6982,7			01			5276,7			01			5544,3			01		
02	5471,7			01			4873,3			01			6596,0			01		
03	6504,3			01			8937,5			01			5214,0			01		
04	4478,2			01			5394,3			01			2448,0			01		

TABELA 9 - VALORES MÉDIOS DE BIOMASSA FRESCA E SECA E ÁREA FOLIAR (27.11.1986)

TRATA- MENTOS	BLOCO I						BLOCO II						BLOCO III					
	BIOMASSA FRESCA			BIOMASSA SECA			BIOMASSA FRESCA			BIOMASSA SECA			BIOMASSA FRESCA			BIOMASSA SECA		
	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)
01	1580,0	355,0	1200,0	422,0	98,0	324,0	798,3	200,0	565,0	168,6	51,3	117,3	447,5	136,2	297,0	97,3	37,3	59,
02	710,0	200,0	498,5	183,5	48,0	135,5	870,0	227,7	650,3	249,6	55,3	184,3	645,0	150,2	413,0	81,7	38,2	43,5
03	880,0	227,3	636,0	218,7	60,0	158,7	735,0	185,5	522,2	156,5	49,0	107,5	383,3	113,0	263,0	78,7	30,0	48,7
04	765,0	202,0	543,5	153,5	52,5	101,0	660,0	168,5	476,5	130,5	47,0	83,5	563,3	153,7	390,3	112,7	38,7	74,0
TRATA- MENTOS	ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )			Nº DE PLANTAS			ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )			Nº DE PLANTAS			ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )			Nº DE PLANTAS		
01	10595,0			01			7750,3			01			5520,2			01		
02	7820,8			01			7575,7			01			6007,8			01		
03	8538,3			01			7454,2			01			4819,3			01		
04	7585,0			01			7023,0			01			6224,0			01		

TABELA 10 - VALORES MÉDIOS DE BIOMASSA FRESCA E SECA E ÁREA FOLIAR (04.12.1986)

TRATA- MENTOS	BLOCO I						BLOCO II						BLOCO III					
	BIOMASSA FRESCA			BIOMASSA SECA			BIOMASSA FRESCA			BIOMASSA SECA			BIOMASSA FRESCA			BIOMASSA SECA		
	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)
01	1190,0	271,0	877,0	234,0	67,0	167,0	1430,0	254,5	1109,0	307,0	70,5	236,5	730,0	162,7	529,0	171,7	48,0	123,7
02	1486,7	289,0	1145,3	306,4	75,7	230,7	1223,3	221,7	938,0	311,7	64,0	247,7	1190,0	232,5	912,5	271,5	60,5	211,0
03	600,0	118,0	420,7	142,4	45,7	96,7	846,7	173,0	641,0	210,3	50,3	160,0	613,3	116,3	473,0	154,3	41,0	113,3
04	355,0	88,5	250,8	77,8	26,8	51,0	1005,0	185,0	816,5	233,5	58,0	175,5	312,5	64,2	232,5	70,7	20,2	50,5
TRATA- MENTOS	ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )			Nº DE PLANTAS			ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )			Nº DE PLANTAS			ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )			Nº DE PLANTAS		
01	13045,0			01			8409,0			01			6481,7			01		
02	10623,3			01			8297,0			01			8103,5			01		
03	5152,3			01			6856,3			01			4964,7			01		
04	4147,2			01			7071,5			01			2715,8			01		

TABELA 11 - VALORES MÉDIOS DE BIOMASSAS FRESCA E SECA E ÁREA FOLIAR (11.12.1986)

TRATA- MENTOS	BLOCO I						BLOCO II						BLOCO III					
	BIOMASSA FRESCA			BIOMASSA SECA			BIOMASSA FRESCA			BIOMASSA SECA			BIOMASSA FRESCA			BIOMASSA SECA		
	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)	TOTAL (g)	FOLHAS (g)	TALOS (g)
01	1310,0	256,2	1009,5	293,7	77,5	216,2	560,0	118,8	412,0	146,2	48,0	98,2	746,7	135,0	572,7	209,3	62,0	147,3
02	1270,0	228,5	997,5	344,0	92,5	251,5	1066,7	168,3	891,0	300,6	64,3	236,3	1025,0	160,0	802,5	280,5	71,0	209,5
03	345,5	107,8	376,2	156,3	46,5	109,8	410,0	87,0	302,5	113,7	36,5	72,2	520,0	86,7	411,7	170,6	48,3	122,3
04	580,0	115,0	449,0	166,5	57,5	109,0	621,0	111,0	486,0	173,3	56,0	117,3	390,0	63,5	308,2	129,7	33,5	86,2
TRATA- MENTOS	ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )			Nº DE PLANTAS			ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )			Nº DE PLANTAS			ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )			Nº DE PLANTAS		
01	8959,0			01			4997,5			01			5486,7			01		
02	7782,0			01			6370,0			01			5915,5			01		
03	4480,8			01			3812,2			01			3199,7			01		
04	5054,0			01			5274,3			01			2981,8			01		

TABELA 12 - VALORES MÉDIOS DE BIOMASSAS FRESCA E SECA E ÁREA FOLIAR (18.12.1986)



TRATAMENTOS	UMIDADE (%CC)	BLOCO I	BLOCO II	BLOCO III	$\bar{T}_c$ (°C)	$T_{ar}$ (°C)	HORA
		$\bar{T}_c$ (°C)	$\bar{T}_c$ (°C)	$\bar{T}_c$ (°C)			
01	80	26,0	26,2	26,1	26,1	26,5	10:00
		28,0	26,6	29,8	28,1	28,5	11:00
		30,0	30,6	29,3	30,0	30,0	12:00
		31,1	28,6	28,7	29,5	32,0	13:30
		32,3	32,6	31,0	32,0	33,5	14:30
		31,7	31,3	30,1	31,0	33,8	15:30
02	60	25,6	25,8	26,2	25,9	26,5	10:00
		27,3	28,3	27,9	27,8	28,5	11:00
		29,3	30,0	28,4	29,2	30,0	12:00
		28,0	29,4	29,6	29,0	32,0	13:30
		31,6	31,1	31,1	31,3	33,5	14:30
		29,7	31,0	30,8	30,5	33,8	15:30
03	40	25,7	26,0	27,0	26,2	26,5	10:00
		28,8	29,1	29,1	29,0	28,5	11:00
		30,4	30,8	31,2	30,8	30,0	12:00
		29,4	29,0	29,2	29,2	32,0	13:30
		31,6	32,1	32,1	31,9	33,5	14:30
		30,7	31,0	31,5	31,1	33,8	15:30
04	20	27,2	27,1	27,9	27,4	26,5	10:00
		29,7	31,4	30,0	30,4	28,5	11:00
		32,9	32,8	32,8	32,8	30,0	12:00
		31,7	31,1	31,2	31,3	32,0	13:30
		36,8	35,4	34,1	35,4	33,5	14:30
		32,6	32,5	33,8	33,0	33,8	15:30

TABELA 13 - VALORES MÉDIOS DE TEMPERATURA DA COBERTURA FOLIAR  
(19.11.1986)

TRATAMENTOS	UMIDADE (%CC)	BLOCO I	BLOCO II	BLOCO III	$\bar{T}_c$ (°C)	$T_{ar}$ (°C)	HORA
		$\bar{T}_c$ (°C)	$\bar{T}_c$ (°C)	$\bar{T}_c$ (°C)			
01	80	27,8	27,2	27,2	27,4	26,3	9:30
		28,1	28,6	28,1	28,3	28,5	10:30
		30,4	30,2	30,0	30,2	30,2	11:30
		32,4	31,1	29,9	31,5	31,8	13:30
		32,7	30,9	30,6	31,4	32,8	14:30
		32,9	30,8	30,6	31,4	34,0	15:30
02	60	28,6	27,4	28,3	28,1	26,3	9:30
		28,7	28,8	28,5	28,7	28,5	10:30
		29,6	30,0	30,9	30,2	30,9	11:30
		31,0	30,9	30,9	30,9	31,8	13:30
		30,7	31,7	31,4	31,3	32,8	14:30
		30,5	31,1	32,0	31,2	34,0	15:30
03	40	27,8	28,7	27,6	28,0	26,3	9:30
		29,2	29,0	29,1	29,1	28,5	10:30
		31,2	30,6	30,3	30,7	30,9	11:30
		31,8	31,4	30,7	31,3	31,8	13:30
		31,6	31,9	31,7	31,7	32,8	14:30
		32,1	31,7	31,7	31,8	34,0	15:30
04	20	28,6	28,6	28,2	28,5	26,3	9:30
		29,2	30,1	30,2	29,8	28,5	10:30
		30,9	32,1	31,1	31,4	30,9	11:30
		33,7	33,0	31,0	32,6	31,8	13:30
		33,7	32,4	32,9	33,0	32,8	14:30
		33,0	32,8	31,8	32,5	34,0	15:30

TABELA 14 - VALORES MÉDIOS DE TEMPERATURA DA COBERTURA FOLIAR  
(24.11.1986)

TRATAMENTOS	UMIDADE (%CC)	BLOCO I	BLOCO II	BLOCO III	$\bar{T}_c$ (°C)	$\bar{T}_{ar}$ (°C)	HORA
		$\bar{T}_c$ (°C)	$\bar{T}_c$ (°C)	$\bar{T}_c$ (°C)			
01	95	25,6	25,7	25,9	25,7	27,7	9:00
		27,1	26,6	27,6	27,1	29,5	10:00
		28,6	27,9	28,2	28,2	31,0	11:00
		30,0	29,1	29,1	29,4	32,2	12:00
		30,4	30,6	30,5	30,5	33,5	14:00
		31,5	31,0	31,0	31,2	33,2	15:00
02	80	26,0	25,5	25,9	25,8	27,7	9:00
		27,3	27,2	27,4	27,3	29,5	10:00
		28,7	28,6	28,8	28,7	31,0	11:00
		30,1	29,9	29,9	30,0	32,2	12:00
		31,4	31,1	31,1	31,2	33,5	14:00
		32,3	32,6	32,1	32,3	33,2	15:00
03	50	26,6	26,3	26,8	26,6	27,7	9:00
		27,7	27,7	27,8	27,7	29,5	10:00
		29,4	28,8	28,1	28,8	31,0	11:00
		30,9	30,8	30,0	30,6	32,2	12:00
		31,4	31,6	32,0	31,7	33,5	14:00
		32,5	32,3	32,4	32,4	33,2	15:00
04	20	26,8	27,1	27,1	27,0	27,7	9:00
		28,2	28,6	28,8	28,5	29,5	10:00
		30,2	30,4	29,9	30,1	31,0	11:00
		31,6	31,8	31,1	31,5	32,2	12:00
		33,5	33,8	33,8	33,7	33,5	14:00
		34,1	34,3	34,3	34,2	33,2	15:00

TABELA 15 - VALORES MÉDIOS DE TEMPERATURA DA COBERTURA FOLIAR  
(28.11.1986)

TRATAMENTOS	UMIDADE (%CC)	BLOCO I	BLOCO II	BLOCO III	$\bar{T}_c$ (°C)	$T_{ar}$ (°C)	HORA
		$\bar{T}_c$ (°C)	$\bar{T}_c$ (°C)	$\bar{T}_c$ (°C)			
01	95	25,7	26,1	26,1	26,0	26,7	9:00
		27,3	28,3	28,2	27,9	28,5	10:00
		28,4	28,2	27,9	28,2	30,8	11:00
		30,4	30,5	30,8	30,6	32,0	12:00
		29,6	28,6	30,3	29,5	32,9	14:00
		30,6	30,8	30,4	30,6	33,7	15:00
02	60	26,7	26,7	27,0	26,8	26,7	9:00
		27,2	28,0	28,4	27,9	28,5	10:00
		29,6	28,9	28,5	29,0	30,8	11:00
		31,3	30,6	31,0	31,0	32,0	12:00
		29,6	30,6	30,6	30,3	32,9	14:00
		29,7	30,7	30,7	30,4	33,7	15:00
03	60	26,6	26,3	26,4	26,4	26,7	9:00
		26,9	28,7	29,0	28,2	28,5	10:00
		29,7	28,7	28,9	29,1	30,8	11:00
		30,5	31,0	30,2	30,6	32,0	12:00
		29,8	29,7	30,8	30,1	32,9	14:00
		29,7	30,6	30,0	30,1	33,7	15:00
04	30	26,5	27,2	27,3	27,0	26,7	9:00
		28,7	29,5	29,0	29,1	28,5	10:00
		29,5	29,9	30,1	29,8	30,8	11:00
		31,5	32,3	32,5	32,1	32,0	12:00
		29,9	31,1	31,1	30,7	32,9	14:00
		31,9	32,2	32,1	32,1	33,7	15:00

TABELA 16 - VALORES MÉDIOS DE TEMPERATURA DA COBERTURA FOLIAR  
(03.12.86)

TRATAMENTOS	UMIDADE (%CC)	BLOCO I	BLOCO II	BLOCO III	$\bar{T}_c$ (°C)	$T_{ar}$ (°C)	HORA
		$\bar{T}_c$ (°C)	$\bar{T}_c$ (°C)	$\bar{T}_c$ (°C)			
01	90	25,8	26,0	26,1	26,0	27,3	9:00
		28,0	28,0	28,1	28,0	29,5	10:00
		29,0	29,1	29,2	29,1	30,5	11:00
		30,5	30,6	30,5	30,5	32,0	12:00
		33,2	33,3	33,3	33,3	34,7	14:00
		33,9	33,9	33,9	33,9	35,3	15:00
02	70	26,4	26,8	26,5	26,6	27,3	9:00
		28,4	28,6	28,6	28,5	29,5	10:00
		29,6	29,8	29,8	29,7	30,5	11:00
		30,9	31,2	31,1	31,1	32,0	12:00
		33,9	34,0	33,8	33,9	34,7	14:00
		34,4	34,4	34,4	34,4	35,3	15:00
03	50	27,4	27,3	27,5	27,4	27,3	9:00
		29,4	29,7	29,5	29,5	29,5	10:00
		30,4	30,6	30,5	30,5	30,5	11:00
		32,1	32,2	32,1	32,1	32,0	12:00
		34,6	34,7	34,7	34,7	34,7	14:00
		35,3	35,7	35,2	35,4	35,3	15:00
04	30	28,5	28,6	28,5	28,5	27,3	9:00
		31,0	31,2	31,0	31,1	29,5	10:00
		32,1	32,1	32,0	32,1	30,5	11:00
		33,1	33,3	33,3	33,2	32,0	12:00
		35,9	36,1	36,0	36,0	34,7	14:00
		36,5	36,7	36,6	36,6	35,3	15:00

TABELA 17 - VALORES MÉDIOS DE TEMPERATURA DA COBERTURA FOLIAR  
(08.12.1986)

TRATAMENTOS	UMIDADE (%CC)	BLOCO I	BLOCO II	BLOCO III	$\bar{T}_c$ (°C)	$T_{ar}$ (°C)	HORA
		$\bar{T}_c$ (°C)	$\bar{T}_c$ (°C)	$\bar{T}_c$ (°C)			
01	90	26,0	25,9	25,9	25,9	27,5	9:00
		26,7	26,5	26,7	26,6	28,2	10:00
		28,6	28,8	28,7	28,7	30,1	11:00
		29,5	29,5	29,7	29,6	31,0	12:00
		32,1	32,3	32,2	32,2	33,5	14:00
		33,4	33,3	33,4	33,4	35,0	15:00
02	75	26,7	26,6	26,6	26,6	27,5	9:00
		27,3	27,6	27,7	27,5	28,2	10:00
		29,3	29,5	29,5	29,4	30,1	11:00
		30,1	30,3	30,5	30,3	31,0	12:00
		32,6	33,1	32,9	32,9	33,5	14:00
		34,0	34,2	34,5	34,2	35,0	15:00
03	50	27,7	27,7	27,7	27,7	27,5	9:00
		28,1	28,0	28,2	28,1	28,2	10:00
		30,2	30,3	30,3	30,3	30,1	11:00
		31,0	31,1	31,3	31,1	31,0	12:00
		33,6	33,7	33,5	33,6	33,5	14:00
		34,2	34,6	34,8	34,5	35,0	15:00
04	30	28,7	28,9	28,9	28,8	27,5	9:00
		29,3	29,5	29,6	29,5	28,2	10:00
		31,2	31,3	31,3	31,3	30,1	11:00
		32,2	32,3	32,6	32,4	31,0	12:00
		35,0	35,1	34,9	35,0	33,5	14:00
		36,0	36,5	36,6	36,4	35,0	15:00

TABELA 18 - VALORES MÉDIOS DE TEMPERATURA DA COBERTURA FOLIAR  
(15.12.1986)

TRATA- MENTOS	UMIDADE (%CC)	BLOCO I			BLOCO II			BLOCO III			T <sub>FOLHA</sub> (°C)	T <sub>ar</sub> (°C)	RES.EST. (s cm <sup>-1</sup> )	HORA	COND.
		T <sub>FOLHA</sub> (°C)	T <sub>ar</sub> (°C)	RES.EST. (s cm <sup>-1</sup> )	T <sub>FOLHA</sub> (°C)	T <sub>ar</sub> (°C)	RES.EST. (s cm <sup>-1</sup> )	T <sub>FOLHA</sub> (°C)	T <sub>ar</sub> (°C)	RES.EST. (s cm <sup>-1</sup> )					
01	95	28.0	28.2	2.77	27.8	28.4	2.35	28.6	29.2	2.76	28.1	28.6	2.63	9:00	CLR
		30.2	30.2	2.17	30.1	31.0	2.60	30.6	31.4	2.47	30.3	30.9	2.41	10:00	CLR
		32.4	32.2	2.38	31.6	32.6	2.00	32.1	33.4	2.29	32.7	32.7	2.22	11:00	CLR
		31.0	31.6	1.72	33.0	34.6	1.92	36.0	36.3	2.92	33.3	34.2	2.19	14:00	CLR
		35.3	36.8	3.07	35.0	36.1	2.58	35.6	36.5	2.43	35.3	36.5	2.69	15:00	CLR
02	80	28.4	28.2	2.38	28.7	28.8	4.54	28.9	29.2	3.64	28.6	28.7	3.52	9:00	CLR
		30.5	30.4	1.84	29.9	31.2	3.98	30.2	31.4	2.56	30.2	31.0	2.79	10:00	CLR
		31.6	32.2	2.10	32.6	33.0	2.75	32.7	33.2	4.62	32.3	32.8	3.16	11:00	CLR
		31.7	32.5	1.98	35.5	35.7	2.95	35.6	36.2	2.42	34.3	34.8	2.45	14:00	CLR
		35.5	36.5	2.80	35.0	36.3	2.28	35.1	36.3	1.88	35.2	36.4	2.32	15:00	CLR
03	50	28.2	28.4	2.71	28.3	28.6	3.65	29.3	29.2	3.00	28.6	28.7	3.12	9:00	CLR
		30.9	30.6	2.00	30.2	31.2	3.38	31.2	31.4	3.36	30.8	31.1	2.91	10:00	CLR
		32.7	32.4	2.78	33.5	32.8	3.84	33.2	33.0	3.16	33.1	32.7	3.26	11:00	CLR
		31.5	33.1	1.83	35.3	35.4	3.30	34.6	35.8	2.66	33.8	34.8	2.60	14:00	CLR
		34.8	36.2	2.28	35.4	36.2	3.74	35.6	36.4	2.25	35.3	36.3	2.76	15:00	CLR
04	30	28.6	28.4	4.22	28.5	28.6	3.68	29.1	29.2	4.40	28.7	28.7	4.10	9:00	CLR
		31.8	30.8	5.69	31.6	31.1	4.07	31.6	31.4	3.78	31.7	31.1	3.51	10:00	CLR
		33.6	32.5	3.42	33.4	32.7	3.47	34.2	33.2	3.59	33.7	32.8	3.49	11:00	CLR
		34.6	34.0	3.21	35.0	35.0	3.10	36.4	36.0	4.02	35.3	35.0	3.44	14:00	CLR
		35.8	36.2	3.64	35.7	26.2	3.49	36.6	36.6	3.58	36.0	36.3	3.57	15:00	CLR

TABELA 19 - TEMPERATURA MÉDIA DAS FOLHAS; TEMPERATURA MÉDIA DO AR E RESISTÊNCIA ESTOMATAL MÉDIA (12.12.1986)

TRATAMENTOS	UMIDADE (%CC)	BLOCO I			BLOCO II			BLOCO III			T <sub>FOLHA</sub> (°C)	T <sub>ar</sub> (°C)	RES. EST. (s cm <sup>-1</sup> )	HORA	COND-DO TEMPO
		T <sub>FOLHA</sub> (°C)	T <sub>ar</sub> (°C)	RES. EST. (s cm <sup>-1</sup> )	T <sub>FOLHA</sub> (°C)	T <sub>ar</sub> (°C)	RES. EST. (s cm <sup>-1</sup> )	T <sub>FOLHA</sub> (°C)	T <sub>ar</sub> (°C)	RES. EST. (s cm <sup>-1</sup> )					
01	95	27.0	27.8	2.66	26.5	27.3	2.19	26.4	27.0	3.16	26.6	27.4	2.67	9:00	NUB
		27.8	28.2	3.06	29.1	29.0	2.25	29.6	29.6	2.88	28.8	28.9	2.73	10:00	NUB
		30.9	31.2	2.04	31.1	31.6	2.14	32.2	32.4	2.24	31.4	31.7	2.14	11:00	CLR NUB
		33.3	32.8	1.98	34.6	34.7	2.48	33.4	33.8	3.64	33.8	33.8	2.70	14:00	CLR
		36.3	36.8	2.20	36.0	36.0	1.80	36.4	37.2	2.22	36.2	36.9	2.07	15:00	CLR
02	80	27.1	27.5	3.15	26.2	27.0	2.56	26.4	26.9	2.78	26.6	27.1	2.83	9:00	NUB
		28.0	28.2	3.18	28.4	29.1	4.03	29.2	29.5	2.86	28.5	28.9	3.36	10:00	NUB
		30.4	31.0	2.00	31.6	31.4	3.54	32.6	32.6	2.46	31.5	31.7	2.67	11:00	CLR NUB
		33.7	33.4	1.68	33.5	34.6	4.16	33.8	34.0	2.41	33.7	34.0	2.75	14:00	CLR
		36.1	36.6	2.08	36.2	37.0	2.52	36.2	37.2	1.91	36.2	36.9	2.17	15:00	CLR
03	50	27.1	27.4	2.30	26.5	27.2	3.00	26.4	27.0	2.74	26.7	27.2	2.68	09:00	NUB
		29.2	28.6	2.82	28.6	29.2	3.36	28.9	29.0	3.55	28.9	28.9	3.24	10:00	NUB
		32.1	31.3	2.95	30.8	31.4	3.78	32.3	31.8	2.68	31.7	31.5	3.14	11:00	CLR NUB
		33.6	33.9	3.12	33.9	34.8	4.08	33.5	34.2	5.50	33.7	34.3	4.23	14:00	CLR
		36.6	36.6	3.78	36.8	37.0	2.58	36.9	37.0	2.94	36.8	36.9	3.10	15:00	CLR
04	25	26.9	27.4	2.50	26.6	27.2	4.64	26.8	27.0	4.34	26.8	27.2	3.83	9:00	NUB
		28.6	28.9	3.75	29.0	29.2	2.58	29.0	29.2	4.92	28.9	29.1	3.75	10:00	NUB
		32.2	31.7	3.82	31.1	31.6	4.00	32.4	32.2	3.16	31.9	31.8	3.66	11:00	CLR NUB
		34.1	34.2	3.97	34.8	35.0	4.18	33.5	34.0	6.22	34.1	34.4	4.79	14:00	CLR
		37.1	36.6	5.20	36.3	36.8	2.44	37.4	37.2	4.42	36.9	36.9	4.02	15:00	CLR

TABELA 20 - TEMPERATURA MÉDIA DAS FOLHAS; TEMPERATURA MÉDIA DO AR E RESISTÊNCIA ESTOMATAL MÉDIA (17.12.1978)



Características	Porosidade (cm)			
	0-30	30-60	60-90	90-122
Granulometria				
Areia grossa (%)	3	3	4	2
Areia fina (%)	80	64	57	66
Silte (%)	7	11	15	7
Argila	10	22	24	25
Classificação textura	Areia franco arenoso	Franco argilo arenoso	Franco argilo arenoso	Franco argilo arenoso
Densidade aparente (g/cm <sup>3</sup> )	1,61	1,68	1,62	1,62
Densidade real (g/cm <sup>3</sup> )	2,76	2,76	2,80	2,80
Porosidade total (%)	41,7	39,1	42,1	42,1
Capacidade de campo (%)	11,65	11,93	11,33	11,35
Retenção de água a				
15 atm. (%)	3,07	5,27	5,87	6,19
Água disponível (cm)	4,14	3,35	2,66	2,68

TABELA 21 - Características físico-hídricas do solo.

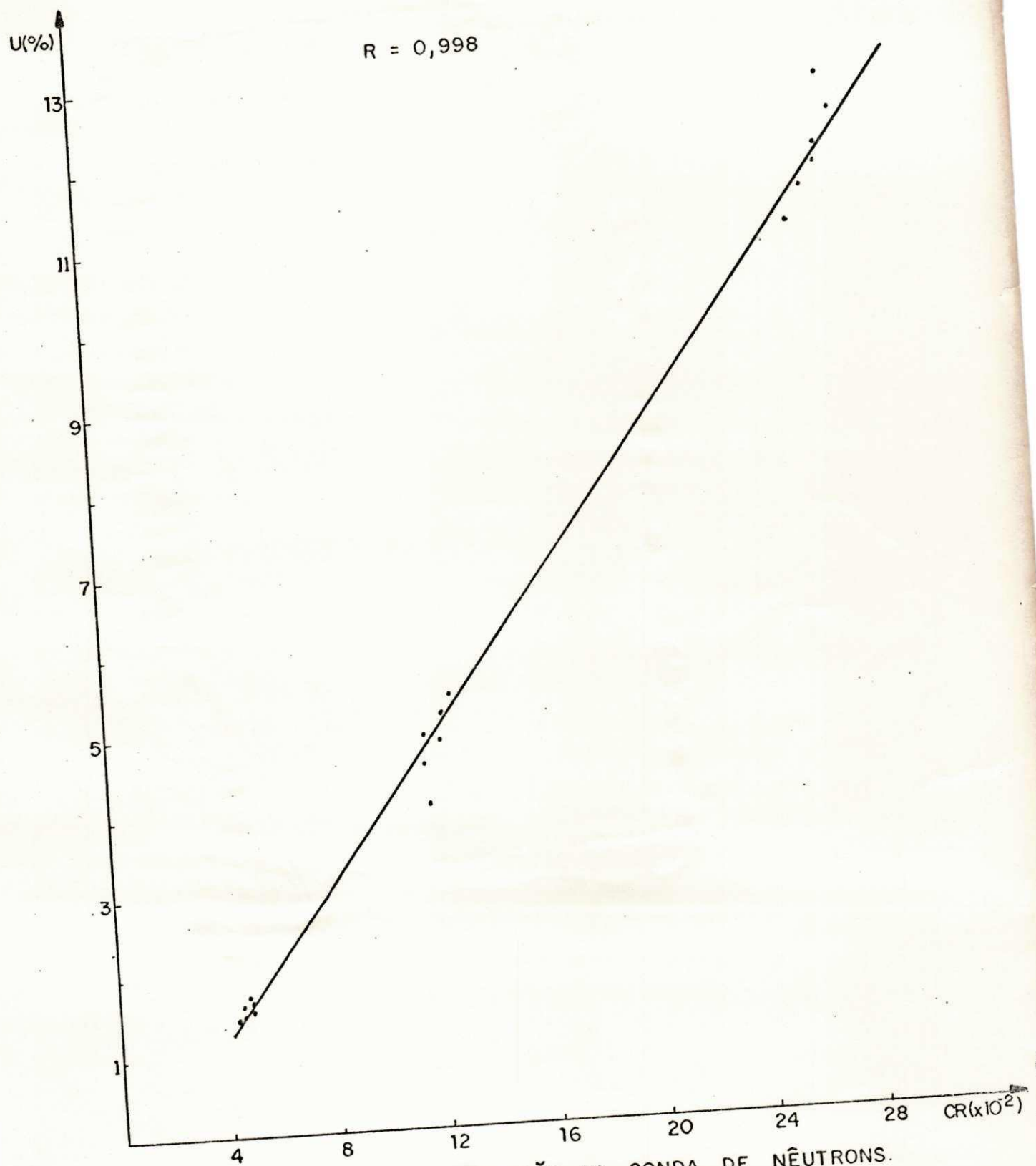


Fig. 19 - GRÁFICO DA CALIBRAÇÃO DA SONDA DE NÊUTRONS.