

UM MODELO SIMPLES DE ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO  
DE FORRAGEM PARA COLONIÃO (*Panicum maximum* Jacq.)  
E PANGOLA (A-24 *Digitaria pentzii* Stent) USANDO PARÂ-  
METROS CLIMÁTICOS

HUGO ALBERTO HERRERA SOTO

Orientador: Prof. Dr. NILSON AUGUSTO VILLA NOVA

Dissertação apresentada à Escola  
Superior de Agricultura "Luiz de  
Queiroz", da Universidade de São  
Paulo, para obtenção do título de  
Mestre em Agrometeorologia.

PIRACICABA  
Estado de São Paulo - Brasil  
Dezembro, 1981

A minha esposa e filhos,  
minha mãe e irmãos,  
OFEREÇO.

A meu pai (*in memoriam*),  
DEDICO.

## AGRADECIMENTOS

O autor expressa os mais sinceros agradecimentos:

Ao Prof. Dr. Nilson Augusto Villa Nova, pela orientação, dedicação no desenvolvimento do presente trabalho, além da amizade e col  
ab  
o  
r  
a  
ç  
ã  
o durante todo o curso.

Aos demais Professores do Departamento de Física e Meteorologia da ESALQ, que contribuíram para a minha formação profissional, assim como de outros Departamentos da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo.

Ao Prof. Dr. Orivaldo Brumini, do Instituto Agrônomo de Campinas, pela contribuição na realização deste trabalho.

Ao Dr. José Vicente Pedreira, do Instituto de Zootecnia de Nova Odessa, pelas informações fornecidas.

Ao Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, pela bolsa concedida.

Ao Ministério de Agricultura e Ganaderia de Costa Rica, pela oportunidade oferecida para minha capacitação.

À Professora Clarice Garcia Borges Demétrio, do Departamento de Ma  
tem  
ática e Estatística da ESALQ, pela colaboração no c  
ô  
m  
p  
u  
t  
o dos dados.

Às funcionárias, Áurea Benedita Michelotti e Ana M. da Silva, do Departamento de Física e Meteorologia da ESALQ, pela amizade e colaboração durante o Curso de Pós-Graduação.

Aos demais funcionários deste e de outros Departamentos da ESALQ, pela colaboração durante o Curso.

## Í N D I C E

	Pág.
RESUMO .....	ix
SUMMARY .....	xi
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	4
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	13
3.1 - Material .....	13
3.1.1 - Local .....	13
3.1.2 - Experimento .....	14
3.1.3 - Dados de produção .....	15
3.1.4 - Dados climáticos .....	16
3.1.5 - Duração do dia (F) .....	16
3.2 - Métodos .....	16
3.2.1 - Graus-dia .....	16
3.2.1.1 - Estimativa de graus-dia .....	17
3.2.1.2 - Graus-dia médios .....	17
3.2.2 - Balanço hídrico .....	18
3.2.2.1 - Umidade do solo .....	19
3.2.3 - Variável climática .....	20
3.2.3.1 - Fator de ajuste .....	20
3.2.3.2 - Variável climática ajustada .....	21
3.2.3.3 - Modelo proposto para estimar as re- lações entre clima e produção de forragem .....	21

	Pág.
4. RESULTADOS .....	23
4.1 - Variável Climática Calculada e Taxas de Crescimento Observadas para os Capins Colonião e Pangola de Tai- wan .....	23
4.2 - Descrição Matemática das Relações Entre a Variável Climática Ajustada (VCA) e as Taxas Médias de Cresci- mento dos Capins .....	26
4.2.1 - Capim colonião .....	26
4.2.2 - Capim pangola de Taiwan .....	28
4.3 - Análise do Comportamento Geral do Modelo em Relação à Variação Anual das Taxas Médias de Crescimento ..	30
4.3.1 - Capim colonião .....	30
4.3.2 - Capim pangola de Taiwan .....	30
5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	33
5.1 - Considerações Sobre a Variável Climática Ajustada(VCA)	33
5.2 - Considerações Sobre a Descrição Matemática .....	35
5.3 - Considerações Sobre o Comportamento Geral do Modelo em Relação à Variação Anual das Taxas de Crescimento	35
6. CONCLUSÕES .....	37
7. LITERATURA CITADA .....	39
8. APÊNDICE .....	46

## LISTA DE TABELAS

TABELA		Pág.
1	Variável climática ajustada (VCA) e taxas médias de crescimento observadas dos capins colônião e pangola de Taiwan .....	24
2	Análise de variância da regressão das taxas médias de crescimento do capim colônião versus variável climática ajustada (VCA), e polinômio de segundo grau obtido .....	26
3	Análise de variância da regressão das taxas médias de crescimento do capim pangola versus variável climática ajustada (VCA), e polinômio de segundo grau obtido .....	28
4	Dados climáticos diários de temperatura máxima, mínima e de chuva no período 1968-70, em Nova Odessa, SP	47
5	Dados climáticos de temperatura média mensal máxima e mínima do período 1965-70, em Nova Odessa, SP ...	56
6	Dados de duração do dia (fotoperíodo) .....	57
7	Exemplo de cálculo do balanço hídrico .....	58

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Pág.
1.	Taxas médias de crescimento do capim colômbia versus variável climática ajustada. Curva de regressão quadrática .....	27
2	Taxas médias de crescimento do capim pangola de Taiwan versus variável climática ajustada. Curva de regressão quadrática .....	29
3	Comparação das taxas médias de crescimento observadas no período 1965-70, e estimadas com o modelo em condições de suprimento hídrico ideal ( $FH = 1$ ), para o capim colômbia .....	31
4	Comparação das taxas médias de crescimento observadas no período 1965-70, e estimadas com o modelo em condições de suprimento hídrico ideal ( $FH = 1$ ), para o capim pangola de Taiwan .....	32

UM MODELO SIMPLES DE ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO DE  
 FORRAGEM PARA COLONIAÇÃO (*Panicum maximum* Jacq.)  
 E PANGOLA (A-24 *Digitaria pentzii* Stent)  
 USANDO PARÂMETROS CLIMÁTICOS

Autor: Hugo Alberto Herrera Soto  
 Orientador: Prof. Dr. Nilson Augusto Villa Nova

R E S U M O

Neste trabalho, desenvolveu-se um modelo para estimar as taxas médias de crescimento de dois capins tropicais, colônia (*Panicum maximum* Jacq.) e pangola de Taiwan (A-24 *Digitaria pentzii* Stent). O modelo consiste de uma equação que relaciona a taxa média de crescimento (kg/ha/dia de matéria seca) com graus-dia médio ( $\overline{GD}$ ), um fator hídrico (FH) e um fator de ajuste (f) que é função do fotoperíodo. Definiu-se uma variável climática ajustada (VCA), como sendo o produto de graus-dia médios, pelo fator hídrico, e pelo fator de ajuste, de modo que,

$$VCA = \overline{GD} \times FH \times f$$

Os graus-dia foram estimados pelo método de NEWMAN (1970), usando-se uma temperatura base de 15°C para os capins, valo

res estes citados frequentemente na literatura especializada (COOPER e TAINTON, 1968; COOPER, 1970).

Para o cálculo do fator hídrico (FH), utilizou-se um balanço hídrico simplificado, considerando uma capacidade de água disponível à cultura de 60 mm, do qual se subtraía diariamente a evapotranspiração potencial até um valor de A.D. próximo de zero, quando se caracterizava o início de um período de déficit até nova recarga total ou parcial do solo.

Para ajustar os dados das taxas médias de crescimento à variável climática ajustada (VCA), foi utilizada a técnica de polinômios ortogonais, obtendo-se as seguintes equações:

- Capim colômbio:

$$\hat{Y}_c = 6,33 - 4,40X + 1,37X^2,$$

coeficiente de determinação ( $R^2$ ) = 0,86,

teste F significativo ao nível de 1% de probabilidade,

número de dados (n) = 44.

- Capim pangola de Taiwan:

$$\hat{Y}_p = 13,16 - 9,78X + 1,99X^2,$$

coeficiente de determinação ( $R^2$ ) = 0,92,

teste F significativo ao nível de 1% de probabilidade,

número de dados (n) = 44.

onde,  $\hat{Y}_c$  e  $\hat{Y}_p$  = taxas de crescimento (kg/ha/dia de matéria seca);

X = variável climática ajustada (VCA).

A SIMPLE MODEL FOR ESTIMATING THE FORAGE YIELD  
OF THE COLONIÃO (*Panicum maximum* Jacq.) AND PANGOLA  
OF TAIWAN (A-24 *Digitaria pentzii* Stent) USING  
CLIMATIC PARAMETERS

Author: Hugo Alberto Herrera Soto  
Adviser: Prof. Dr. Nilson Augusto Villa Nova

S U M M A R Y

In the present work a model was developed for estimating the average growth rates of two tropical grasses: "Colonião" (*Panicum maximum* Jacq.) and "Pangola de Taiwan" (A-24 *Digitaria pentzii* Stent). The model consists of an equation relating the average growth rate (kg/ha/day of total dry matter) to mean degree days ( $\overline{GD}$ ), a hydric factor (FH) and an adjustment factor (f), the latter a function of the photoperiod. An adjusted climatic variable (VCA) was defined as being the product of mean degree-days, the hydric factor and the adjustment factor,

$$VCA = \overline{GD} \times FH \times f \quad .$$

The degree days were estimated by the method of NEWMAN (1970), using a base temperature of 15°C (this value is often cited

in specialized literature). For the calculation of the hydric factor (FH), a simplified water balance was utilized, considering an available water capacity of 60 mm to the crop, from which the potential evapotranspiration was subtracted daily until depletion, thus characterizing the beginning of a period of deficit until new complete or partial rewetting of the soil.

To reconcile the data on average growth rate with the adjusted climatic variable (VCA), the orthogonal polynomials technique was utilized, by which the following equations were obtained:

- "Colonião" grass:

$$\hat{Y}_c = 6.33 - 4.40X + 1.37X^2 ,$$

determination coefficient ( $R^2$ ) = 0.86,

F test, significant at the level of 1%,

number of data (n) = 44.

- "Pangola de Taiwan" grass:

$$\hat{Y}_p = 13.16 - 9.78X + 1.99X^2 ,$$

determination coefficient ( $R^2$ ) = 0.92,

F test, significant at the level of 1%,

number of data (n) = 44.

where  $\hat{Y}_c$  and  $\hat{Y}_p$  = growth rates (kg/ha/day of dry matter),

X = adjusted climatic variable (VCA).

## 1. INTRODUÇÃO

A distribuição estacional da radiação solar, da temperatura e da chuva determinam basicamente a estacionalidade de produção forrageira no Brasil Central.

Esta limitação de caráter climático, faz com que a disponibilidade de forragem seja muito desuniforme ao longo do ano. Assim, na primavera e verão, a produção é abundante, e escassa no outono e inverno.

Estudos de crescimento estacional realizados por PEDREIRA (1972), em Nova Odessa e Barretos, SP, mostram que o crescimento dos capins Pangola (A-24 *Digitaria pentzii* Stent) e colônia (*Panicum maximum* Jacq.) se acelera a partir de agosto ou setembro, quando a temperatura está em elevação, e, de maneira geral, também ocorre uma maior disponibilidade hídrica de plantas em crescimento.

As taxas máximas de crescimento ocorrem nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, dependendo da distribuição de chuvas, e taxas mínimas ocorrem nos meses de junho e julho, quando a temperatura média do ar atinge os valores mínimos do ano.

A radiação solar recebida nos meses de maio, junho, julho e agosto perfaz, em média, 66% daquela dos meses mais produtivos, novembro, dezembro, janeiro e fevereiro.

Este decréscimo de radiação solar disponível e a correspondente queda da temperatura e da duração do dia, determinam uma acentuada variação estacional da produção das plantas forrageiras. Além disso, a passagem de massas de ar frio provenientes da região antártica contribuem para o declínio da temperatura no Brasil Central, às vezes até provocando geadas.

As gramíneas tropicais têm o crescimento muito reduzido a temperaturas de 15°C aproximadamente, enquanto que entre 30 e 35°C ocorre o máximo, na ausência de outros fatores limitantes ao crescimento.

Essa desigualdade de produção dos capins colômbio e pangola de Taiwan (e de outras gramíneas utilizadas atualmente) não é possível de ser modificada significativamente, e diversos trabalhos têm demonstrado que o manejo, a irrigação e a adubação não conseguem aumentos acima de 25% ou 30% da produção anual. Soluções como seleção de plantas tolerantes ao frio e fotoperiodismo para prolongar o período de pastejo, têm sido sugeridas por CORSI (1979).

No presente trabalho estudou-se a relação existente entre produção de forragem dos capins coloniã e pangola e alguns elementos climáticos combinados numa variável climática, definida como o produto de graus-dia médios, um fator hídrico e um fator de ajuste em função do fotoperíodo.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

A grande dependência da produção agrícola em relação ao clima tem sido reconhecida há muitos séculos. As relações entre produção agrícola e elementos climáticos são complexas. Fatores ambientais afetam o crescimento e desenvolvimento das plantas em diferentes formas e em diferentes fases do ciclo de crescimento.

A estimativa de produção e desenvolvimento de plantas usando elementos climáticos tem recebido muita atenção nos últimos anos. Segundo GOMES (1977), "o desenvolvimento de modelos para se conhecer as respostas do clima sobre o comportamento das culturas tem sido estudado sob dois aspectos básicos: o primeiro se refere à estimativa da duração de fases fenológicas, e o segundo visa a previsão da produção.

BAIER (1977), referindo-se aos modelos para análise das relações clima-planta utilizados em Agrometeorologia e Ecologia, os definiu como uma representação simplificada das complexas relações entre o clima e as plantas, utilizando-se técnicas matemáticas e ou estatísticas. Os métodos para o estudo das relações clima-planta têm evoluído desde o conceito de constante térmica de REAMUR (1730), seguida, posteriormente, pelas técnicas estatísticas de correlação e regressão, HOOKER (1907 e FISHER (1924)), que relacionam elementos climáticos e rendimentos, e, finalmente, modelos onde o sistema solo-planta-atmosfera é simulado.

BISCOE e GALLAGHER (1977) afirmam que, devido à ausência de um conhecimento adequado dos processos fisiológicos relativos ao crescimento e desenvolvimento das plantas, muitos esforços para determinar os efeitos do clima no crescimento e no rendimento têm sido basicamente empíricos.

Reamur (1730), segundo WAGGONER (1977), elaborou o primeiro modelo matemático para o estudo das relações clima-planta. Ele somou a temperatura média diária do ar numa localidade da França, nos meses de abril, maio e junho, e observou que a somatória era aproximadamente constante para o período de desenvolvimento de uma espécie vegetal particular, de ano para ano. A referida somatória foi denominada constante térmica-fenológica. Reamur assumiu que a constante expressava a quantidade de calor necessária para que a planta atingisse um certo estágio de maturidade.

Este trabalho pioneiro deu origem ao conceito de graus dia, ou seja, a acumulação de temperaturas médias do ar acima de uma temperatura base, de acordo com a variedade vegetal em estudo. Nele é assumida uma relação linear entre o acréscimo de temperatura e o desenvolvimento vegetal.

MONTEITH (1975) afirma que a existência de uma relação linear entre taxas de desenvolvimento e a temperatura, é uma base essencialmente empírica para o uso de graus dia.

A quantidade de graus dia necessária para que uma determinada variedade vegetal atinja um certo estágio é conhecida como constante varietal. Assim, conhecendo-se a constante, pode-se prever a data de maturação ou de colheita de uma determinada cultura.

Para o cálculo de graus dia existem muitas fórmulas propostas por diversos autores, entre eles, BOUGHNER e KENDALL (1959), THOM (1954), LINDSEY e NEWMAN (1956), ARNOLD (1959), BASKERVILLE e AMIN (1969), VILLA NOVA *et alii* (1972).

A fórmula mais simples para o cálculo de graus dia acumulados é expressa como:

$$G.D.A. = \sum_{i=1}^N (T_i - T_b) \quad ; \quad T_i - T_b = 0 \text{ , quando } T_i \leq T_b \text{ ,}$$

onde:

G.D.A. = graus dia acumulados;

$T_i$  = temperatura média diária do ar ( $^{\circ}\text{C}$ );

$T_b$  = temperatura base ( $^{\circ}\text{C}$ ) da fase em estudo, abaixo da qual a atividade fisiológica é inibida;

N = número de dias da fase em estudo, contados a partir do plantio, ou outro estágio.

Tisserand (1875), citado por ROBERTSON (1968) modificou o conceito de Reamur, introduzindo o fotoperíodo. Sugeriu que o trabalho realizado pela planta poderia ser representado pelo produto da temperatura média e o número de horas de luz entre o nascer e o por do sol.

Posteriormente, GARNER e ALLARD (1920) demonstraram o fenômeno do fotoperiodismo nas plantas.

Baseado na descoberta do fotoperiodismo, NUTTONSON (1948) desenvolveu o conceito de unidades fototérmicas como sendo:

$$\text{U.F.} = \sum_{i=D_p}^{D_m} (T_i - T_b) L$$

onde:

U.F. = unidades fototérmicas;

$T_i$  = temperatura média diária ( $^{\circ}\text{C}$ );

$T_b$  = temperatura base da fase em estudo ( $^{\circ}\text{C}$ );

L = duração do dia (horas);

$D_p$  = início da fase em estudo;

$D_m$  = final da fase em estudo.

NUTTONSON (1948) mostrou que para certas variedades de trigo, o número de unidades fototérmicas era mais constante do que graus-dia.

Estudando o efeito da temperatura nas plantas, WENT (1956) demonstrou que a resposta de algumas plantas a temperaturas noturnas é diferente das temperaturas diurnas.

Procurando unificar as descobertas anteriores, ROBERTSON (1968) desenvolveu um modelo matemático para calcular a taxa diária de desenvolvimento de uma cultura em função do fotoperíodo e temperatura diurna e noturna. A equação sugerida é da seguinte forma:

$$r = \frac{dM}{dt} = F_1(L) F_2(T) ,$$

onde:

$r$  = taxa diária de desenvolvimento;

$M$  = grau de maturidade;

$L$  = fotoperíodo;

$T$  = temperatura do ar;

$F_1$  e  $F_2$  = funções (não lineares) de fotoperíodo e temperatura, respectivamente.

O modelo foi aplicado à cultura de trigo, para determinação das fases fenológicas, concluindo-se que como estimador da influência dos fatores ambientais na taxa de desenvolvimento, foi su

perior ao modelo de graus dia e ao modelo de unidades fototérmicas.

Um novo conceito, classificado como Índice biometeorológico, foi introduzido por PRIMAULT (1969), que usou temperatura, brilho solar e chuva para obter um índice, o qual aplicou na delimitação das regiões aptas para o cultivo do milho na Suíça.

Visando a incorporar fatores edáficos na expressão de graus dia, IDSO *et alii* (1978) combinaram umidade de solo com graus dia, formando um novo índice para estudos clima-planta.

CAPRIO (1974) introduz a radiação solar na fórmula clássica de graus dia, com a finalidade de explicar as diferentes quantidades de graus dia observadas na floração de lilás.

Em relação à quantificação dos efeitos do clima nos rendimentos agrícolas, STANHILL (1977) afirmou que as ferramentas para tais estudos começaram a se desenvolver 200 anos atrás. Desde então, observações rotineiras do clima e dos rendimentos têm sido realizadas, como também foram desenvolvidas técnicas estatísticas de correlação e análises de regressão. Porém, só depois da Primeira Guerra Mundial os intentos para quantificar produção agrícola e clima foram amplamente difundidos.

O primeiro trabalho de correlação entre rendimento e chuva parece que foi feito por Hooker (1907), citado por NIX (1977).

Um dos trabalhos mais conhecidos é o de FISHER (1924) que desenvolveu uma técnica estatística especial para analisar a influência da chuva na produção de trigo em Rothamsted, Inglaterra. A

referida técnica leva em conta não só o total de chuva em um determinado período, se não também a forma em que é distribuída.

Em climas onde determinado elemento climático exerce uma influência predominante no desenvolvimento das culturas, as correlações simples têm sido usadas como previsoras. A chuva é o elemento que possivelmente tem sido mais usado no desenvolvimento de fórmulas e índices.

Em ambientes onde mais de um elemento climático tem efeito sobre as culturas, a análise multivariada é mais adequada devido a mesma levar em conta várias variáveis climáticas, permitindo o entendimento da importância relativa de cada uma, assim como as interações entre elas.

A deficiência da aproximação estatística é o seu caráter simplificado e estático em comparação ao caráter complexo e dinâmico das relações clima-planta.

Procurando relacionar a produção de matéria seca com a água usada pela cultura, de WIT (1958) propôs a seguinte equação:

$$Y = m \frac{T}{E_0}$$

onde:

Y = produção (kg/ha<sup>-1</sup>);

T = transpiração (cm);

E<sub>0</sub> = evaporação de uma superfície livre de água (cm/dia<sup>-1</sup>);

m = fator de cultura (kg/ha<sup>-1</sup>/dia<sup>-1</sup>).

Esse autor considerou que a influência da umidade do solo tem um efeito similar na transpiração e na produção e, portanto, a transpiração poderia ser utilizada para estimar o rendimento da cultura.

JENSEN (1968), baseado no conceito de de WIT (1958), propôs outra relação para estimar a produção de uma cultura, dada por

$$\frac{Y}{Y_0} = \prod_{c=1}^n \left( \frac{AE}{PE} \right)^{\tau_i},$$

onde,

$Y$  = produção (kg/ha);

$Y_0$  = produção quando a umidade do solo não é limitante ao crescimento;

$PE$  = evapotranspiração durante uma dada fase  $i$ ;

$\tau_i$  = representá a sensibilidade da cultura ao déficit de água em cada fase  $i$ .

O termo direito da equação é um produto, e então a produção é reduzida na medida em que as necessidades de água da cultura não sejam satisfeitas.

Trabalhos desenvolvidos por HILLEL (1973), HANKS (1974), SELIRIO e BROWN (1978), SHAW (1978) são exemplos deste tipo de modelos que incorporam umidade do solo, evapotranspiração ou ou-

tras variáveis observadas ou derivadas. Estes modelos da mesma forma que os de regressão simples ou múltipla não fornecem informações fundamentais das respostas das culturas ao clima.

Modelos mais sofisticados para simular o crescimento e desenvolvimento das principais culturas iniciaram-se com o trabalho de WIT (1959), que apresentou um método para estimar a produção total de matéria seca, de uma cultura com cobertura vegetal total, em função da radiação solar incidente.

Estes modelos simulam o efeito dos fatores ambientais como radiação solar, temperatura, vento, umidade, etc., sobre processos de fotossíntese, transpiração e translocação de produtos fotossintetizados.

Para pastagens, PALTRIDGE (1970) e ROSE *et alii* (1972) elaboraram modelos de simulação de crescimento.

FITZPATRICK e NIX (1970) derivaram índices de radiação solar, de temperatura e de umidade do solo para gramíneas e leguminosas de clima temperado e tropical. O produto dos três índices foi denominado índice multifator de crescimento, sendo usado na análise do clima na ecologia das pastagens Australianas.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 - Material

##### 3.1.1 - Local

O material utilizado neste trabalho foi obtido de um experimento feito por PEDREIRA (1972), na Estação Experimental da Divisão de Nutrição Animal e Pastagens, Nova Odessa, São Paulo, cujas coordenadas geográficas são:

Latitude  $22^{\circ}42'S$

Longitude  $47^{\circ}18'W$

Altitude 528 m

O solo do local do experimento é Podzólico vermelho-amarelo, variedade Laras, classificado como franco arenoso.

### 3.1.2 - Experimento

No experimento foi estudada a produção estacional dos capins colômbio (*Panicum maximum* Jacq), gordura (*Melinis minutiflora* Pal de Beauv), jaraguã (*Hyparrhenia rufa* Ness Stapf) e pangola de Taiwan (A-24 *Digitaria pentzii* Stent). O ensaio foi conduzido durante os anos agrícolas 1965/66, 1966/67, 1967/68, 1968/69 e 1969/70.

PEDREIRA (1972) utilizou o delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. Com a finalidade de ter diferentes estádios de crescimento num mesmo instante dado, foi utilizada a técnica de corte com repetições no tempo. Isto permite uma produção de forragem contínua e diferentes estádios de crescimento para as condições climáticas reinantes.

Cada capim se repetia três vezes dentro de cada bloco, dando origem, assim, às repetições no tempo, as quais foram denominadas de séries.

As parcelas eram cortadas quando pelo menos dois capins estavam em condições de pastejo. No inverno, o baixo crescimento do capim não permitia o uso deste critério e, então, foram feitos cortes de 2 a 4 vezes, de acordo com o ano considerado.

As parcelas foram ceifadas a uma altura de 10 cm do solo. Para estudo, era utilizada uma área de 0,75 x 3,5 m, o resto era desprezado como bordadura. O material fresco era pesado e em seguida retirada uma amostra para determinação do conteúdo de matéria seca a 70°C, e com esta informação o rendimento fresco era converti

do em rendimento de matéria seca, e finalmente expresso como kilogramas de matéria seca por hectare.

As dimensões das parcelas eram de 2,5 para 5,0 m. Os capins foram semeados em linhas separadas 20 cm umas das outras, no sentido de largura das parcelas. O pangola de Taiwan foi plantado por via vegetativa.

Foram feitas adubações para o estabelecimento do stand, assim como para repor nutrientes e para eliminar deficiências de nutrição.

### 3.1.3 - Dados de produção

No presente trabalho foram analisados os dados de produção dos capins colônia e pangola de Taiwan (kg/ha/dia).

O período estudado esteve compreendido nos anos agrícolas 1967/68, 1968/69 e 1969/70. Isto porque os dados climáticos da temperatura diária do ar só foi possível de serem coletados a partir de 1968.

As taxas médias de crescimento da cultura foram obtidas calculando-se a média aritmética das taxas de crescimento das três séries, e, então, das repetições no tempo.

### 3.1.4 - Dados climáticos

Os dados de temperatura máxima e mínima do ar, assim como a chuva, foram obtidos junto ao Posto Meteorológico da Estação Experimental de Nova Odessa, São Paulo, localizado próximo à área de plantio. As temperaturas máximas e mínimas foram lidas a uma altura de 1,50 m. A chuva foi coletada a 1,50 m (vide Apêndice, Tabela 6).

### 3.1.5 - Duração do dia (F)

A duração do dia, em horas e décimos de hora, foi obtida das tabelas apresentadas por OMETTO *et alii* (1978), constantes no Apêndice (Tabela 7).

## 3.2 - Métodos

### 3.2.1 - Graus-dia

Para caracterizar as condições térmicas disponíveis e favoráveis às plantas utilizou-se o conceito de graus-dia ou unidades de calor. Das várias fórmulas existentes na literatura, optou-se por uma das mais simples de cálculo.

A temperatura base mínima incluída na fórmula de graus-dia é aquela na qual o crescimento da planta é insignificante.

Para gramíneas tropicais, a temperatura base mínima parece ser de aproximadamente 15°C.

## 3.2.1.1 - Estimativa de graus-dia

Para a estimativa de graus-dia foi utilizada a fórmula de NEWMAN (1968):

$$GD = \frac{1}{2} (T_M + T_m) - T_b \quad (1)$$

$$GD = \frac{(T_M - T_b)^2}{2(T_M - T_m)} \quad (2)$$

onde:

GD = graus-dia;

$T_M$  = temperatura máxima diária do ar;

$T_m$  = temperatura mínima diária do ar;

$T_b$  = temperatura base da cultura;

(1) = equação usada quanto  $T_b < T_m$ ;

(2) = equação usada quanto  $T_b > T_m$ .

A temperatura base ( $T_b$ ) usada neste trabalho para os dois capins estudados é de 15°C, conforme COOPER e TAINTON (1968) e COOPER (1970).

3.2.1.2 - Graus-dia médios ( $\overline{GD}$ )

Os graus-dia médios foram calculados como se segue:

$$\overline{GD} = \frac{\sum_{i=1}^{N_T} (GD)_i}{N_t}$$

onde:

$\sum_{i=1}^n (GD)_i$  é o somatório dos graus-dia durante um intervalo de crescimento (n);

$N_T$ : número de dias do intervalo de crescimento.

Para cada intervalo de crescimento de cada série, calcularam-se os graus-dia acumulados. Dividindo-se os graus-dia acumulados pelo número de dias do intervalo obteve-se o valor médio da série.

Os graus-dia usados neste trabalho se referem à média aritmética das médias de cada série. Assim, adotou-se o mesmo procedimento de cálculo das taxas de crescimento.

### 3.2.2 - Balanço hídrico

Devido à necessidade de se caracterizar a influência da umidade do solo no crescimento do capim, em função dos dados disponíveis, elaborou-se um modelo simplificado de balanço hídrico com o qual foi possível caracterizar o número de dias com déficit de água.

Para estabelecer este critério procedeu-se da seguinte maneira:

a) Estimou-se a evapotranspiração potencial mensal da região pelo método de Thornthwaite, modificado por CAMARGO (1961). Como os intervalos entre cortes dos capins englobavam cerca de 1 a 3 meses,

adotou-se para cada período, dentro do mês, o valor médio diário mensal.

b) Adotou-se como água disponível do solo, em função dos dados médios do sistema radicular e características físicas do solo, o máximo de 60 mm.

c) Contabilizando-se dia a dia os valores de precipitação, evapotranspiração potencial e disponibilidade de água, caracterizou-se como dia com déficit de água, aquele em que a disponibilidade estava próxima de zero (Vide exemplo na Tabela 7 do Apêndice).

### 3.2.2.1 - Umidade do solo

Uma vez obtido o número de dias sem déficit, definiu-se um "fator hídrico" (FH) para representar a disponibilidade de água do período de crescimento, expresso por

$$FH = N_w / N_T ,$$

onde:

FH = fator hídrico;

$N_w$  = nº de dias sem déficit de água;

$N_T$  = nº de dias do intervalo de crescimento.

### 3.2.3 - Variável climática

Como uma resposta da produção da cultura às condições climáticas, procurou-se uma variável climática definida em termos de graus-dia e disponibilidade de água no solo.

Esta variável climática leva em conta as condições térmicas e hídricas disponíveis à cultura e é expressa como o produto de graus-dia médio e o fator hídrico, tendo por expressão:

$$VC = \overline{GD} \times FH ,$$

ou, ainda,

$$VC = \overline{GD} \times \frac{N_w}{N_T} ,$$

onde:

VC = variável climática do período  $N_T$ ;

$\overline{GD}$  = graus-dia médio do período  $N_T$ ;

$N_w$  = número de dias sem déficit de água no período  $N_T$ ;

$N_T$  = número de dias do período de crescimento;

FH = fator hídrico.

#### 3.2.3.1 - Fator de ajuste

Quando se cotava a taxa de crescimento em função da variável climática notou-se que no período de declínio, ou seja, a partir de fevereiro, a variável climática adquiria valores relativamente altos, mas a resposta da cultura, em termos de crescimento,

não concordava com a resposta dada nos meses de maior crescimento.

Pensou-se, então, em ajustar os valores da variável climática com algum fator relacionado a esse comportamento da cultura. Analisando-se as taxas de crescimento observou-se a tendência de um maior crescimento nos períodos nos quais a duração do dia ou fotoperíodo era crescente e vice-versa.

A duração do dia é maior entre fins de dezembro e princípios de janeiro (vide Tabela 2 do Apêndice), caindo até o valor mínimo no mês de junho.

Procurando utilizar o fotoperíodo como variável corretiva, após numerosas tentativas, pode-se observar que o fator  $(F_f/F_i)^2$ , sendo  $F_f$  e  $F_i$  os valores inicial e final do fotoperíodo, no intervalo de crescimento, era o que ajustava melhor os valores da variável climática. Pretende-se que tal fator deve estar ligado com processos fisiológicos da planta, que determinam um maior ou menor coeficiente de aproveitamento da energia disponível. A expressão para o fator de ajustamento é, então:

$$f = (F_f/F_i)^2$$

### 3.2.3.2 - Variável climática ajustada

Uma vez definido o fator de ajuste, a variável climática ajustada ao fotoperíodo ficou definida como:

$$VCA = \overline{GD} \times FH \times f ,$$

onde:

VCA = variável climática ajustada;

$\overline{GD}$  = graus-dia médio do período;

FH = fator hídrico;

f = fator de ajuste.

### 3.2.3.3 - Modelo proposto para estimar as relações entre clima e produção de forragem

O modelo estudado teve por finalidade estimar a produção dos capins colonião e pangola de Taiwan, expressa em kilogramas de matéria seca (a 70°C) por hectare por dia (taxa média de crescimento), em termos de graus-dia, disponibilidade de água e fotoperíodo.

Procurou-se, então, determinar qual a melhor forma da função para a relação de dependência

$$TC \propto VCA ,$$

ou, ainda,

$$TC \propto \overline{GD} \times FH \times f ,$$

onde

TC = taxa média diária de crescimento da cultura (kg/ha/dia);

VCA = variável climática ajustada.

#### 4. RESULTADOS

##### 4.1 - Variável Climática Calculada e Taxas de Crescimento Observadas para os Capins Colônia e Pangola de Taiwan

Na Tabela 1 são relatados, para o período de estudo, os valores da variável climática ajustada (VCA) e as taxas médias de crescimento para cada intervalo de crescimento, relativas aos capins colônia e pangola de Taiwan.

Tabela 1 - Variável climática ajustada (VCA) e taxas médias de crescimento observadas dos capins colônião e pangola de Taiwan.

DATA DO CORTE	DIAS DE CRESCIMENTO	VARIÁVEL CLIMÁTICA VCA	TAXA MÉDIA DE CRESCIMENTO OBSERVADA	
			Colônião	Pangola
08/01/68	41	7,629	49,5	52,2
22/01/68	42	7,540	54,1	66,0
05/02/68	41	7,451	47,9	60,1
19/02/68	42	7,435	36,9	46,1
29/02/68	38	7,140	24,6	31,4
15/03/68	38	6,788	21,8	22,6
04/04/68	45	5,063	18,4	17,9
18/04/68	48	3,188	10,8	7,2
07/05/68	52	1,982	3,3	2,0
28/05/68	54	1,186	1,3	0,4
02/07/68	74	0,880	0,5	0,3
18/07/68	72	0,815	0,6	0,2
08/08/68	72	1,598	0,6	0,3
30/08/68	59	2,442	0,5	0,2
10/09/68	54	3,323	4,7	3,2
02/10/68	55	3,728	9,0	3,8
29/10/68	60	4,177	19,2	6,7
19/11/68	70	5,506	29,7	8,3
04/12/68	62	6,620	57,2	30,6
19/12/68	51	7,887	82,8	63,6

Tabela 1 - continuação

DATA DO CORTE	DIAS DE CRESCIMENTO	VARIÁVEL CLIMÁTICA VCA	TAXA MÉDIA DE CRESCIMENTO OBSERVADA	
			Colonião	Pangola
06/01/69	48	8,900	87,5	94,1
17/01/69	44	8,987	78,2	91,7
30/01/69	43	8,292	59,6	71,2
19/02/69	44	7,129	50,0	43,3
12/03/69	54	5,975	27,3	25,9
25/03/69	54	4,480	26,8	11,8
18/04/69	58	3,337	19,1	5,9
07/05/69	56	2,246	10,5	3,3
10/06/69	77	2,082	3,6	3,1
11/07/69	84	2,329	1,8	2,3
18/08/69	103	3,267	3,9	2,5
24/09/69	106	3,636	9,8	5,7
23/10/69	104	5,352	20,1	18,3
10/11/69	84	6,810	34,7	46,3
...	....	...	...	...
02/04/70	42	5,287	15,7	16,6
15/05/70	59	4,521	6,4	6,6
09/06/70	77	4,089	4,6	6,0
16/06/70	95	4,040	3,7	5,3
10/07/70	56	3,152	3,9	5,2

(...) Os dados referentes a este período não foram utilizados devido a problemas de grandes chuvas que lixiviaram o adubo.

## 4.2 - Descrição Matemática das Relações Entre a Variável Climática Ajustada (VCA) e as Taxas Médias de Crescimento dos Capins

### 4.2.1 - Capim colônião

Para ajustar os dados observados das taxas de crescimento do capim colônião à variável climática ajustada (VCA), fez-se uma distribuição destes pontos em um sistema cartesiano (vide Figura 1), que sugeriu uma relação quadrática entre estas variáveis. Para o ajuste dos dados, utilizou-se da técnica estatística dos polinômios ortogonais, obtendo-se os resultados da Tabela 2, que mostra a análise de variância.

Tabela 2 - Análise de variância da regressão das taxas de crescimento do colônião versus variável climática ajustada (VCA) e polinômio do segundo grau obtido.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	R <sup>2</sup>
Tratamento	43	0,24670x10 <sup>5</sup>	0,57374x10 <sup>3</sup>	7,1766	100,0000
Componente 1º grau	1	0,19389x10 <sup>5</sup>	0,19389x10 <sup>5</sup>	242,5291	78,5913
Componente 2º grau	1	0,19163x10 <sup>4</sup>	0,19163x10 <sup>4</sup>	23,9708	7,7677
Componente 3º grau	1	0,16751x10 <sup>3</sup>	0,16751x10 <sup>3</sup>	2,0953	0,6790
Desvios da Regressão	40	0,31978x10 <sup>4</sup>	0,79945x10 <sup>2</sup>	1,0000	12,9619
Resíduo	40		0,79945x10 <sup>2</sup>		

Polinômio de 2º grau para pangola:

$$\hat{Y}_c = a + bX + dX^2 = 633 - 4,40X + 1,37X^2 ,$$

onde  $\hat{Y}_c$  = taxa média de crescimento (kg/ha/dia) e X = variável climática ajustada.

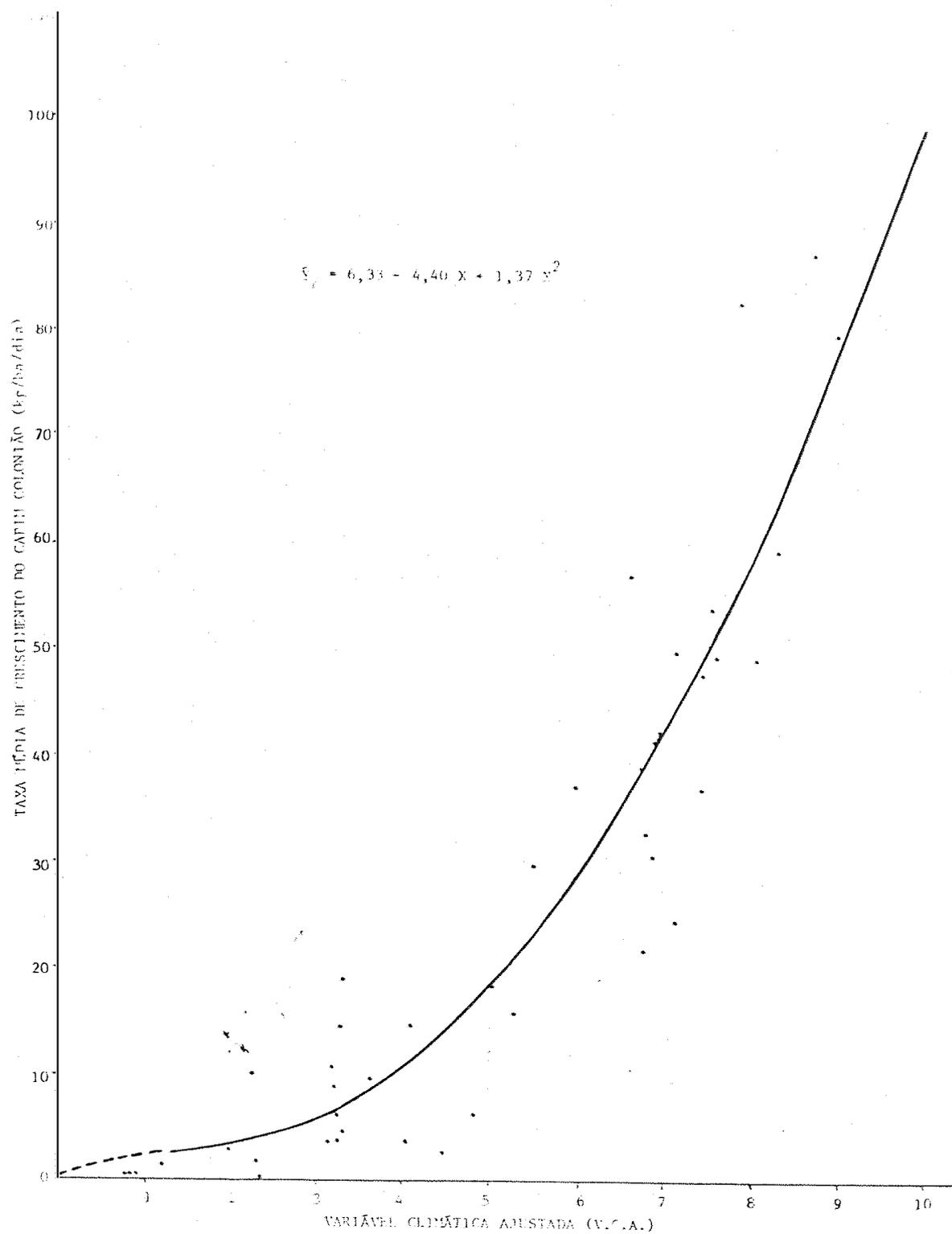


Figura 1 - Taxas médias de crescimento do capim colônia versus variável climática ajustada. Curva de regressão quadrática.

## 4.2.2 - Capim pangola de Taiwan

Para o capim pangola de Taiwan, seguindo a mesma metodologia, relatam-se os dados na Figura 2 e Tabela 3.

Tabela 3 - Análise de variância da regressão das taxas de crescimento do capim pangola de Taiwan versus variável climática ajustada (VCA) e polinômio de segundo grau obtido.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	<sup>2</sup>
Tratamento	43	0,23794x10 <sup>5</sup>	0,66964x10 <sup>3</sup>	16,4400	100,0000
Componente 1º grau	1	0,22614x10 <sup>5</sup>	0,22614x10 <sup>5</sup>	555,1988	78,5377
Componente 2º grau	1	0,40384x10 <sup>4</sup>	0,40384x10 <sup>4</sup>	99,1458	14,0250
Componente 3º grau	1	0,51220x10 <sup>3</sup>	0,51220x10 <sup>3</sup>	12,5748	1,7788
Desvios da Regressão	40	0,16293x10 <sup>4</sup>	0,40732x10 <sup>2</sup>	1,0000	5,6583
Resíduo	40		0,40732x10 <sup>2</sup>		

Polinômio de 2º grau para pangola de Taiwan:

$$\hat{Y}_p = a + bX + cX^2 = 13,16 - 9,78X + 1,99X^2 ,$$

onde  $\hat{Y}_p$  = taxa média de crescimento (kg/ha/dia) e X = variável climática ajustada.

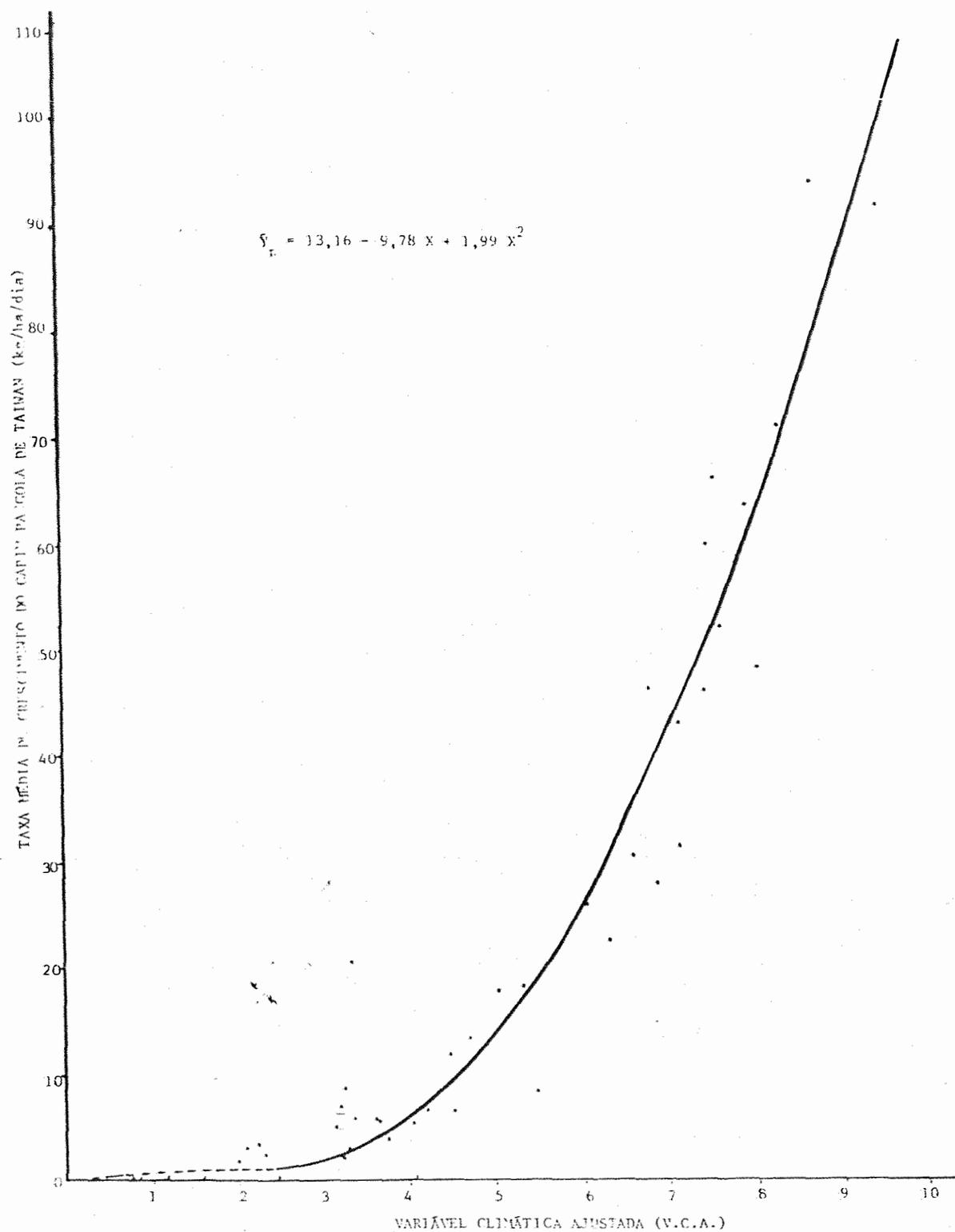


Figura 2 - Taxas médias de crescimento do capim pangola de Taiwan versus variável climática ajustada. Curva de regressão quadrática.

### 4.3 - Análise do Comportamento Geral do Modelo em Relação à Variação Anual das Taxas Médias de Crescimento

#### 4.3.1 - Capim coloniã

Na Figura 3 são apresentados os valores médios de 5 anos das taxas de crescimento observadas e estimadas pelo modelo em condições ideais de suprimento hídrico ( $FH = 1$ ).

Para as estimativas usaram-se os valores climáticos médios mensais (vide Apêndice, Tabela 5).

#### 4.3.2 - Capim pangola de Taiwan

Na Figura 4 representação idêntica é realizada para o capim pangola de Taiwan.

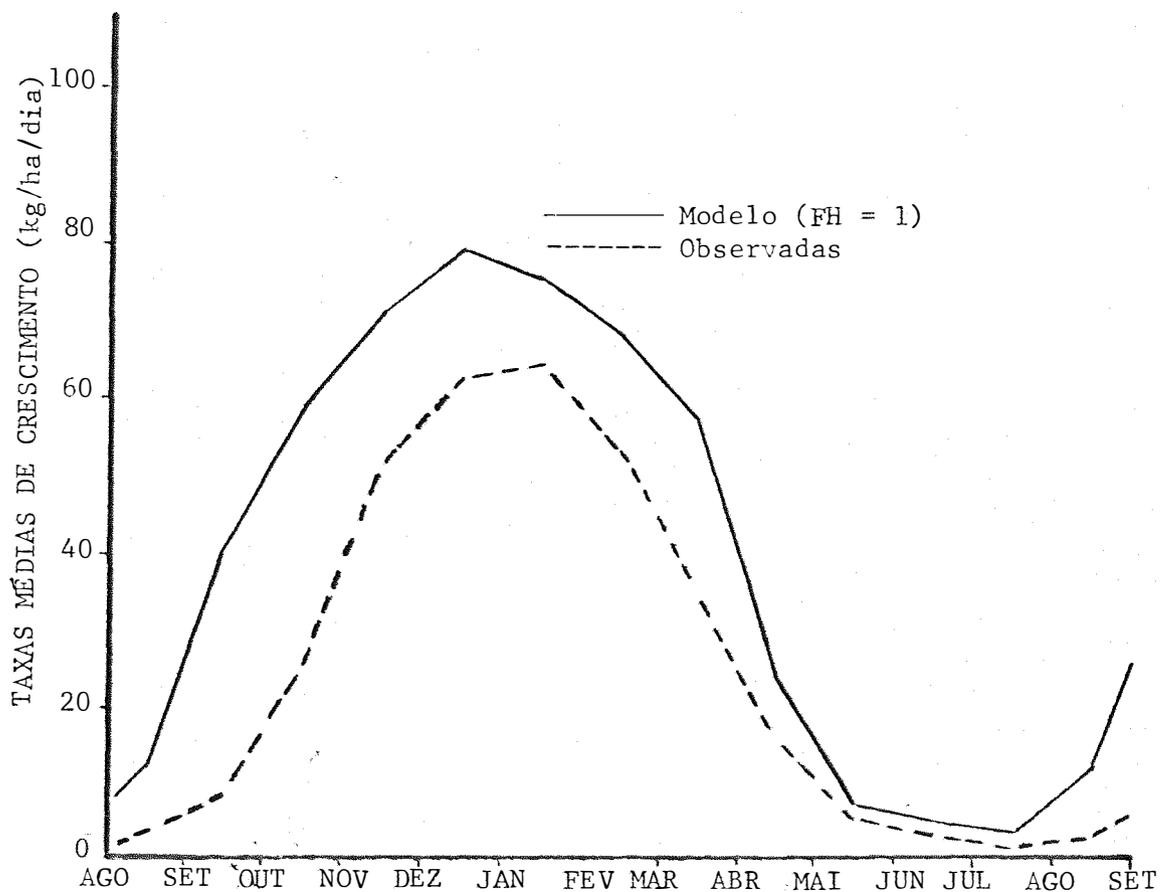


Figura 3 - Comparação das taxas médias de crescimento observadas no período 1965-70, e estimadas com o modelo em condições de suprimento hídrico ideal ( $FH = 1$ ), para o capim colônia.

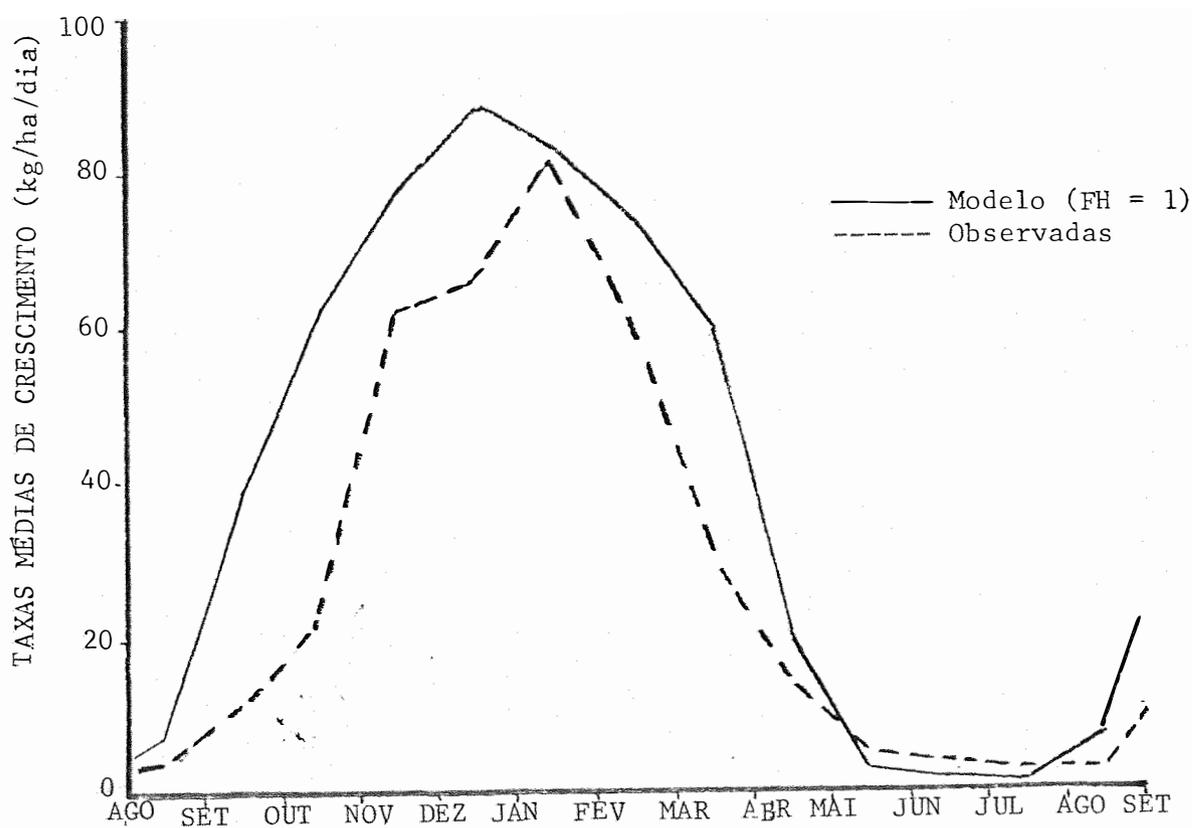


Figura 4 - Comparação das taxas médias de crescimento observadas no período 1965-70, e estimadas com o modelo em condições de suprimento hídrico ideal (FH = 1), para o capim pangola de Taiwan.

## 5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 5.1 - Considerações Sobre a Variável Climática Ajustada (VCA)

Embora seja reconhecido que um dos principais elementos do clima, responsável pela elaboração de matéria seca seja a quantidade de energia solar recebida pelas plantas, a prática nos demonstra que quase sempre não se dispõem de tais dados, ou quando eles existem, via de regra, são de pouca confiabilidade. A temperatura do ar, inversamente, sendo elemento de fácil obtenção, e sendo intimamente correlacionada com o total de energia solar incidente (excetuando-se os períodos de invasão de massas de origem polar) aparece como elemento adequado para representar as disponibilidades energéticas do local de estudo, por efeitos indiretos, como os já citados, ou por efeitos diretos (velocidade das reações químicas ou bioquímicas).

O modelo utilizado para avaliar o número de horas que a temperatura do ar está acima da temperatura base (graus-dia), por si só não se ajusta bem aos dados de crescimento, mesmo em situações de disponibilidade de água ideal ( $FH = 1$ ). A experiência revela que, mesmo usando outros métodos de estimativa de graus-dia, o ajuste de dados não melhora muito. Nas tentativas de ajuste, analisando-se o comportamento vegetativo dos capins estudados, notou-se que em alguns anos de inverno mais quente e úmido, as taxas de crescimento não foram significativamente superiores ao valor médio, condição frequentemente observada na prática, como bem demonstram o trabalho de GHELFI (1976) e LADEIRA *et alii* (1966). A influência do fotoperíodo no crescimento, sendo fato amplamente discutido (MANNETJE e PRITCHARD, 1974; MANNETJE, 1975), nos levou a considerar tal fator como elemento de ajuste da produção estacional de matéria seca. Após inúmeras tentativas de arranjo deste fator, a forma que melhor se adaptou aos dados foi o quociente  $(N_f/N_i)^2$ , denominado de fator de ajuste do fotoperíodo. Para latitude considerada ( $\approx 23^{\circ}S$ ) este valor oscila durante o ano de 0,895 (mês de março) para 1,112 (mês de setembro). Observe-se que, na prática, nota-se que em termos gerais estes dois extremos coincidem com o fim e o início da estação de crescimento dos capins estudados (vide Figuras 3 e 4). A variável climática ajustada ficou, por estes motivos, definida pelo produto de três fatores: fator térmico,  $\overline{GD}$  (gráu-dia médio), fator hídrico,  $FH$  (umidade, e fator de fotoperíodo,  $f$  (duração do dia).

## 5.2 - Considerações Sobre a Descrição Matemática

A distribuição dos valores das taxas médias de crescimento e variável climática ajustadas, locadas em gráfico cartesiano, nos revelou a tendência quadrática de associação, utilizando-se dos métodos dos polinômios ortogonais para o ajuste destes dados verificou-se, como demonstram as Tabelas 2 e 3, um elevado grau de correlação ( $r^2 = 0,86$  e  $r^2 = 0,92$ , respectivamente), para os capins colônia e pangola, com significância ao nível de 1% (teste F). Nas Figuras 1 e 2 nota-se que existem alguns pontos que se afastam mais do valor ajustado. Atribuímos estes desvios mais acentuados, principalmente à maneira simplificada pela qual foi estimado o balanço hídrico (número de dias sem déficit de água), ou, talvez, pelo valor do nível de disponibilidade máxima considerada (60 mm). Considerar-se o valor de 60 mm de água disponível pode não ser adequado para capins cortados periodicamente, pois, a profundidade efetiva do sistema radicular é alterada com o corte e com a época do ano.

## 5.3 - Considerações Sobre o Comportamento Geral do Modelo em Relação à Variação Anual das Taxas de Crescimento

Comparando-se os valores médios de cinco anos da taxa de crescimento observada para os dois capins, de acordo com PEDREIRA (1972), com os valores médios estimados pelo modelo no mes-

mo período, em condições ideais de suprimento de água ( $FH = 1$ ), notam-se nas Figuras 3 e 4 uma aderência bastante razoável, que nos permitem as seguintes conclusões:

- a) O modelo é capaz de explicar a estacionalidade de produção dos capins, com variações que vão aproximadamente de 80 para 1 kg/ha/dia (valores observados de produção, de verão e de inverno).
- b) O melhor ajuste entre as curvas observadas nos períodos de inverno sugerem que o fator hídrico nestes meses não deve ser o fator mais limitante da produção, tal como foi demonstrado pelos trabalhos de GHELFI (1976) e LADEIRA *et alii* (1966).
- c) A curva de crescimento do modelo sugere que as produções de verão poderiam ser aumentadas se houvesse um suprimento ideal de água neste período.

## 6. CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos na presente análise, pode-se concluir que:

6.1 - Nas condições edafo-climáticas do experimento, para os intervalos considerados, encontrou-se uma correlação significativa, ao nível de 1% de probabilidade (teste F), entre as taxas médias de crescimento dos capins pangola e colônião, e a variável climática ajustada, na forma das equações:

- Para capim colônião:

$$Y = 6,33 - 4,40X + 1,37X^2$$

$$R^2 = 0,86$$

- Para capim pangola:

$$Y = 13,16 - 9,78X + 1,99X^2$$

$$R^2 = 0,92$$

sendo, Y = taxa de crescimento médio (kg/ha/dia);

$$X = \overline{GE} \cdot FH \cdot f \text{ (variável climática ajustada, graus-dia médio)}$$

$\overline{GD}$  = graus-dia médio;

FH = fator hídrico (adimensional);

f = fator de ajuste para fotoperíodo (adimensional).

6.2 - Comparando-se os resultados médios de taxa de crescimento, obtidos ao longo do ano, em cinco anos de experimentação, com aqueles preconizados pelas equações propostas (modelos), observou-se que o método respondeu razoavelmente às variações estacionais de produção.

## 7. LITERATURA CITADA

ARNOLD, C.Y., 1959. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit systems. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 74: 430-445.

ARNOLD, C.Y., 1960. Maximum-Minimum temperature as a basic for computing heat units. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 76: 682-692.

BAIER, W., 1977. Notes on terminology of crop-weather models. World Meteorological Organization. Meeting Ottawa-Canada. Oct. 11-15.

BASKERVILLE, G.L. e P. EMIN, 1969. Rapid estimation of heat units accumulation from maximum and minimum temperature. Ecology 50(3): 514-517.

BISCOE, P.V. e J.N. GALLAGHER, 1977. Weather, dry matter production and yield. In: Environmental Effects on Crop Physiology. Academic Press, London, New York, p. 75-101.

- BOUGHNER, C.C. e G.R. KENDALL, 1959. Growing degree-day in Canada. Meteorological Branch. Canada.
- CAPRIO, J.M., 1974. The solar thermal unit concept in problems related to plant development and potential evapotranspiration. In: Phenology and Seasonality Modelling: Ecological Studies B. p.353-364. Ed. H. Lieth.
- CAMARGO, A.P., 1961. Contribuição para a determinação da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo. Piracicaba, ESALQ/USP. (Tese de Doutorado).
- COOPER, J.P., 1970. Potential production and energy conversion in temperate and tropical grasses. Herb. Abstr. 40: 1-15.
- COOPER, J.P. e N.M. TAINTON, 1968. Light and temperature requirements for the growth of tropical and temperate grasses. Herb. Abstr. 38: 167-73.
- CORSI, M., 1976. Espécies forrageiras para pastagens. Anais 3º Simpósio sobre Manejo de Pastagens. Piracicaba, Fundação Cargill.
- de WIT, C.T., 1958. Transpiration and crop yields. Institute of Biological and Chemical Research on Field Crops and Herbage. Wageningen, The Netherlands. Verso-Landbouwk, onder Z. ND. 64.65, Gravenhage.
- de WIT, C.T., 1959. Potential photosynthesis of crop surfaces. Neth. J. Agric. Sci. 7: 141-149.
- FISHER, R.A., 1924. The influence of rainfall on the yield of wheat at Rothamsted. Phil. Trans. Roy. Soc. Ser. B., London, 213-87-142.

- \* FITZPATRICK, E.A. e H.A. NIX, 1970. The climatic factor in Australian grassland ecology. In: MOORE, R.M. (ed.). Australian Grasslands. Austr. Natl. Univ. Press, Camberra. p. 3-36.
- GARNER, W.W. e H.A. ALLARD, 1920. Effect of the relative length of day and night and others factors of the environment on growth and reproduction in plants. J. Agric. Res. 18: 553-606.
- GHELFI FILHO, H., 1976. Efeito da irrigação sobre o capim colinião (*Panicum maximum* Jacq.). Rev. O Solo, LSVIII(1): 12-15.
- GOMES, I., 1977. Estudo de unidades de calor em soja (*Glycine max* (L.) Merril). Piracicaba, ESALQ/USP, 49 p. (Dissertação de Mestrado).
- HANKS, R.J., 1974. Model for prediction plant yield as influenced by water use. Agron. J. 66: 660-665.
- HILLEL, D. e V. GURON, 1973. Relation between evapotranspiration rate and maize yield. Water Resour. Res. 9: 703-743.
- HOOKER, N.H., 1907. Correlations of weather and crops. Royal Stat. Soc. J. 70: 1-42.
- IDSO, J.B. e R.D. REGINATO, 1978. Extending the degree day concept of plant phenological development to include water stress effects. Ecology 54(3): 431-433.
- JENSEN, M.E., 1968. Water consumption by agricultural plants. In: Water Deficits and Plant Growth. Vol. II, Plant Water Consumption and Response. p. 1-22. Ed. T.T. Kozlowiski.

- LADEIRA, N.P.; D.J. SYKES; A. DAKER e J.A. GOMIDE, 1966. Estudos sobre produção e irrigação dos capins pangola, sempre-verde e gordura, durante o ano 1965. Rev. Ceres 13: 105-116.
- LINDSEY, A.A. e J.E. NEWMAN, 1956. Use of official weather data in spring time. Temperature Analysis of an Indiana phenological record. Ecology 37(4): 812-823.
- MANNETJE, L.t', 1975. Effect of the day lenght and temperature on introduced legumes and grasses for the tropics and subtropics of Coastal Australia. Nitrogen concentration, estimed digestibility and leafiness. Aust. J. Exp. Agric. and Anim. Husb. 15: 256-263.
- MANNETJE, L.t' e A.J. PRITCHARD, 1974. The effect of day lenght and temperature on introduced legumes and grasses for tropics and subtropics of Coastal Australia. I. Day matter production, tillering and leaf area. Aust. J. Exp. Agric. and Anim. Husb. 14: 173-181.
- MONTEITH, J.L., 1975. Climate. In: Ecophysiology of Tropical Crops. ALVIN, P.T. e T.T. KOZLOWSKI (ed.). Academic Pres, New York, London. p. 1-27.
- NEWMAN, J.E.; W.C. COOPER; W. REUTHER; G.A. CAHOON e A. PEYNADO, 1967. Orange fruit maturity and net heat accumulations. R.H. SHAW (ed.), Ground Level Climatology, Baltimore, The Horn-Shafer Company, 408 p. Publication nº 86 of the American Association for Advancement of Science.
- NIX, H.A., 1977. Crop-weather model applications. World Meteorological Organization. Expert meeting on crop-weather models. Report, Ottawa, Canada, oct. 11-15.

- NUTTONSON, M.Y., 1948. Some preliminary observations of phenological data as a tool in the study of photoperiodic and thermal requirements of various plant material. Vernalization and Photoperiodism. A Symposium, p. 129-143. Waltham, Mass., *Chronica Botanica*.
- OMETTO, J.C.; N.A. VILLA NOVA e W.J. DIEHL, 1978. Cálculo da duração do dia (N) no intervalo compreendido entre 5°L Norte até 35° L Sul. 11º Congresso Latinoamericano de Energia Solar. João Pessoa, Paraíba.
- PALTRIDGE, G.W., 1970. Experiments on a mathematical model of a pasture. Agric. Meteor. 10: 39-54.
- PEDREIRA, J.V.S., 1972. Crescimento estacional dos capins colônia (*Panicum maximum* Jacq.), gordura (*Melinia minutiflora* Pal de Beauv), jaraguã (*Hyparrcheria rufa* (Ness) Stapf) e pangulo de Taiwan (*A-24 Digitaria pentzii* Stent). Piracicaba, ESALQ/USP. (Tese de Doutorado).
- PRIMAULT, B., 1969. D'une application pratique des indices biometeorologiques. Agric. Meteor. 6(2): 71-96.
- REAMUR, R.A.F. de, 1735. Observation du thermometre, faités à Paris pendant l'année 1735, comparés avec celles qui ont été faites sous la ligne, à l'Isle de France, à Alger et en quelques-unes de nos isles de l'Amerique. Mém. Acad. des Sci., Paris, 1735-545.  
In: ROBERTSON, G.W., 1968.
- ROBERTSON, G.W., 1968. A biometeorological time scale for a cereal crop involving day and night temperatures and photoperiod. Int. J. Biomet. 12(3): 191-223.

- ROBERTSON, G.W., 1973. Development of simplified agroclimatic procedures for assessing temperature effects on crop development. Plant response to climatic factors. Proceedings of the Uppsala Symposium. Paris, UNESCO, p. 327-343.
- ROSE, C.W.; J.E. BEGG; G.F. BYRNE; B.W.R. TORSSEL e J.H. GONCZ, 1972. A simulation model of growth-field relationships for townsville stylo (*Stylosanthes humilis* H.B.K.) pasture. Agric. Meteor. 10: 161-183.
- SELIRIO, I.S. e D.M. BROWN, 1978. Soil moisture based simulation of forage yield. Agric. Meteor. 20: 99-114.
- SHAW, R.H., 1978. Modelling crop yields using climatic data. Proceedings of 1978 LACIE Corn-Soybean Seminar. NASA, Texas, p. 129-143.
- STANHILL, G., 19-7. Quantifying weather - Crop relations. In: Environment Effects on Crop Physiology. LANSBERG; J.J. e C.V. CUTTING (ed.). Academic Press, p. 23-27.
- TISSERAND, F., 1875. Mémoire sur la vegetation dans les hautes latitudes, 217 p. (Memoires de la Society Centrale d'Agriculture, 271 p.). In: ROBERTSON, G.W., 1973.
- THOM, H.E.S., 1954. The rational relationship between heating degree days and temperature. Monthly Weather Review, 82: 1-6.
- VILLA NOVA, N.A.; M.J. PEDRO Jr.; A.R. PEREIRA e J.C. OMETTO, 1972. Estimativa de graus dia acumulados acima de qualquer temperatura base, em função de temperaturas máxima e mínima. 30º Caderno de Ciência da Terra, Instituto de Geografia, USP, p. 8.

WAGGONER, P.E., 1977. Simulation modelling of plant physiological process to predict crop yields. In: Environmental Effects on Crop Physiology. Academic Press, London, New York, p. 351-358.

WENT, F.W., 1956. The role of environment in plant growth. Amer. Scientist 44: 378-399.

## 8. APĚNDICE

Tabela 4 - Dados climáticos diários de temperatura máxima, mínima e de chuva no período 1968-70, em Nova Odessa, SP.  
4.a) Temperatura máxima diária em 1968 (°C).

DIAS	JAN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1	32,4	24,4	29,6	27,2	20,4	25,8	25,0	26,4	27,6	29,4	34,4	22,6
2	33,0	28,9	31,4	27,4	22,0	25,1	26,0	28,0	27,0	31,4	34,0	21,6
3	27,0	29,6	32,6	29,0	23,2	25,1	26,4	29,4	19,8	32,8	30,4	25,4
4	24,4	29,9	30,4	29,5	21,5	25,8	25,6	29,2	20,2	32,6	35,4	29,6
5	28,2	31,3	29,1	27,0	26,3	26,0	22,4	27,0	33,6	33,6	34,4	32,0
6	29,6	32,2	27,7	26,3	26,8	27,1	25,2	25,0	29,2	34,8	35,2	31,4
7	30,4	24,7	26,2	20,7	28,2	23,1	27,1	28,0	30,4	35,4	29,6	28,6
8	31,4	31,2	29,9	28,3	30,2	27,1	28,8	21,0	31,6	35,0	33,2	31,8
9	31,8	33,0	31,9	29,4	24,4	25,6	29,5	20,8	31,0	30,0	33,2	29,6
10	31,8	32,7	32,7	29,7	27,8	24,6	20,3	25,7	30,8	28,8	36,8	30,0
11	26,8	32,0	31,2	30,8	27,8	24,9	21,1	22,0	32,0	27,4	29,6	31,6
12	27,2	32,4	30,7	31,9	26,2	26,2	25,5	22,6	30,8	27,4	28,8	31,6
13	29,0	30,8	29,9	28,5	27,6	26,2	27,5	25,0	27,2	25,0	32,4	33,0
14	28,0	29,4	31,2	26,6	28,8	25,7	24,2	25,6	29,2	26,6	33,6	33,4
15	24,5	28,6	29,8	27,5	24,4	26,0	25,0	26,8	34,4	29,4	34,8	33,8
16	26,6	30,3	30,1	26,6	19,0	26,5	25,2	26,0	30,2	30,2	31,2	32,2
17	29,1	29,3	24,8	28,5	19,1	26,8	26,6	27,0	29,0	27,4	25,4	28,8
18	26,2	28,1	27,2	29,9	21,4	28,4	26,0	26,8	31,8	24,4	27,4	31,4
19	27,2	29,7	29,1	30,2	24,2	29,2	26,8	26,6	32,4	25,0	30,2	32,4
20	30,0	30,4	31,0	25,2	25,4	22,3	27,2	28,2	24,8	26,0	30,8	32,0
21	32,4	30,4	31,0	22,0	28,4	24,6	20,4	28,0	23,0	26,4	30,6	31,6
22	29,4	28,3	34,0	26,3	22,7	26,8	24,6	24,6	23,4	21,0	32,6	31,4
23	28,3	30,6	32,2	26,6	22,4	26,4	25,0	21,2	27,8	27,2	34,2	28,2
24	30,0	28,1	31,9	24,2	26,0	26,8	24,6	25,0	27,6	25,6	34,6	32,0
25	31,0	27,1	32,4	24,2	25,9	21,3	23,0	26,4	30,8	30,6	35,6	29,8
26	32,6	26,1	33,0	26,3	25,3	24,5	23,2	27,0	30,4	33,8	33,6	28,8
27	32,8	26,0	33,1	26,4	26,1	25,8	23,0	28,0	30,4	34,0	24,8	31,4
28	33,4	29,5	27,4	26,9	26,8	25,4	25,6	28,4	34,0	33,6	23,8	30,2
29	33,6	29,2	30,2	21,3	22,6	25,4	26,0	29,0	26,4	33,8	23,6	26,0
30	33,2		31,6	23,3	24,4	24,1	26,0	28,0	26,2	32,4	25,4	30,6
31	30,9		28,1		24,6		25,6	23,6		34,2		31,8
Média	29,7	29,4	30,3	26,9	24,8	25,8	25,3	25,9	28,6	29,8	31,3	30,2
Máxima observ.	33,6	33,0	34,0	30,8	30,2	29,2	29,5	29,4	34,4	35,4	36,8	33,8

## 4. b) Temperatura máxima diária em 1969 (°C).

DIAS	JAN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1	32,8	31,8	29,0	31,4	26,8	29,2	28,0	31,0	29,6	21,8	30,0	26,2
2	33,0	32,2	28,6	30,2	32,2	23,0	28,2	23,2	33,6	27,8	33,0	27,8
3	32,2	30,6	31,2	28,0	30,0	23,0	27,6	21,2	33,8	22,8	26,8	28,0
4	33,8	32,4	31,4	30,4	23,8	21,4	26,6	25,4	29,4	22,2	32,0	28,0
5	34,6	32,6	29,0	28,8	24,8	21,2	29,2	31,0	27,6	29,2	33,6	29,2
6	33,4	33,6	32,1	28,4	26,6	24,0	29,8	31,4	32,6	28,4	31,2	29,4
7	35,0	34,0	31,4	21,0	28,2	26,6	29,4	23,4	32,6	19,0	29,8	25,0
8	34,4	32,2	31,2	25,4	26,4	28,0	29,0	27,4	22,4	25,2	31,6	28,0
9	35,4	33,2	31,0	27,0	26,6	29,0	17,2	29,6	26,8	27,0	29,8	29,2
10	32,6	33,6	30,0	29,2	28,4	29,4	16,4	30,2	34,0	28,0	20,2	29,4
11	30,4	33,4	30,0	29,2	28,8	28,6	20,8	30,2	34,6	25,2	24,0	30,8
12	24,8	32,8	31,2	27,8	29,2	27,8	25,2	30,8	30,6	25,6	26,0	28,8
13	31,2	33,4	32,6	27,2	27,4	27,4	21,8	30,2	30,4	25,4	21,0	31,0
14	32,6	32,6	30,2	26,2	25,6	29,0	24,2	31,8	30,0	27,4	24,8	31,0
15	31,6	33,4	31,2	27,0	27,0	25,2	26,0	30,2	30,0	29,8	26,2	27,6
16	31,2	32,4	32,8	27,0	26,4	29,0	25,2	30,6	31,4	31,0	29,0	28,4
17	32,2	31,2	33,0	28,8	27,4	28,6	25,4	30,4	33,8	23,4	29,2	29,0
18	32,0	24,6	33,4	29,8	28,0	26,4	27,4	29,8	35,8	24,4	27,8	31,0
19	31,4	29,8	34,0	30,2	29,4	25,0	27,6	33,0	33,0	26,2	23,2	31,6
20	32,0	22,4	34,0	30,2	30,0	25,4	29,2	22,6	24,6	27,0	24,8	33,0
21	30,6	26,8	33,2	29,4	30,2	24,2	31,0	18,4	27,2	29,6	27,0	32,8
22	30,2	26,4	25,6	29,2	30,2	26,0	30,0	27,0	29,0	31,2	25,6	31,2
23	23,8	27,8	31,6	30,6	30,8	25,6	26,7	29,8	32,2	24,8	28,0	27,0
24	29,2	31,2	33,0	27,6	23,0	26,2	26,6	32,0	33,6	23,2	28,0	21,6
25	30,0	24,0	33,4	26,2	26,0	25,2	27,4	32,0	34,2	27,2	29,4	23,8
26	29,8	32,4	32,4	29,0	27,4	24,2	28,0	30,2	32,2	30,2	29,2	26,4
27	31,4	31,8	31,4	30,4	28,0	24,8	28,6	31,4	33,6	31,4	30,4	29,4
28	29,4	33,2	32,0	27,2	29,8	26,6	27,2	26,0	33,4	33,0	33,6	31,0
29	32,2		30,8	23,8	20,8	27,8	28,0	24,6	32,4	31,6	26,0	31,8
30	33,0		31,6	26,2	28,4	24,8	28,0	26,2	22,0	27,0	27,0	31,8
31	32,4		32,8		27,6		28,8	27,4		29,8		27,4
Média	31,6	31,1	31,4	28,3	27,6	26,1	26,5	28,4	30,8	26,9	27,9	28,9
Máxima observ.	35,4	34,6	34,0	31,4	32,2	29,4	31,0	33,0	35,8	33,0	33,6	33,0

## 4.c) Temperatura máxima em 1970 (°C).

DIAS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1	26,4	32,0	27,6	26,4	29,6	28,6	25,6	28,8	21,6	30,4	32,4	27,2
2	29,2	30,2	27,6	30,2	29,6	28,6	20,4	28,0	25,8	23,0	31,4	29,4
3	31,0	31,0	29,2	27,4	29,4	28,6	21,8	28,6	27,0	24,2	19,4	27,4
4	30,8	31,0	30,8	28,6	30,4	27,6	26,8	28,4	28,4	17,8	25,4	30,0
5	32,4	30,8	31,4	28,0	29,6	28,6	27,2	29,2	30,0	25,0	29,0	32,0
6	33,4	30,0	31,4	28,2	26,4	29,6	27,2	30,4	30,4	27,0	31,8	33,2
7	33,4	31,4	31,4	28,0	21,0	29,4	27,8	30,6	26,2	30,0	24,2	32,4
8	33,4	31,2	30,2	26,8	26,0	24,6	23,6	25,4	23,8	31,8	22,0	34,2
9	31,2	32,4	29,4	26,6	26,2	27,6	20,2	22,6	19,4	27,2	27,0	33,0
10	24,6	28,8	30,2	28,0	29,6	27,6	19,2	20,6	25,0	27,0	28,2	27,6
11	26,4	28,6	31,4	27,6	29,8	28,2	24,4	23,4	28,8	28,2	29,0	30,4
12	29,4	28,4	31,6	27,2	27,6	28,8	21,6	25,8	27,2	27,8	30,0	31,4
13	29,0	24,0	29,4	28,4	28,4	29,2	20,4	25,4	29,0	25,8	32,2	33,8
14	30,4	26,2	26,2	29,2	28,0	27,4	22,0	27,2	25,8	29,2	26,0	34,0
15	22,2	28,4	30,8	29,2	27,6	21,4	24,8	26,8	18,0	32,0	28,0	33,4
16	20,8	28,6	30,0	28,8	28,6	23,0	24,4	24,2	17,4	32,4	30,2	31,6
17	25,2	29,6	31,0	30,0	28,6	27,2	23,4	26,4	25,8	33,2	32,4	32,2
18	29,8	27,0	29,4	30,2	28,6	21,6	24,4	26,0	28,4	31,6	32,4	33,2
19	27,2	25,0	31,0	30,8	29,2	27,8	25,2	28,0	31,6	32,0	28,8	30,0
20	25,6	28,0	33,0	29,8	23,0	28,2	25,6	28,8	29,0	29,0	31,0	29,4
21	30,2	28,0	33,4	30,2	20,4	28,4	24,8	29,0	21,6	31,0	30,2	31,0
22	29,8	22,4	33,2	30,6	24,6	29,0	25,2	28,6	23,0	27,4	25,8	31,0
23	31,0	25,0	33,2	30,8	25,4	20,0	23,2	31,6	29,0	29,0	25,2	34,6
24	32,2	29,2	31,0	30,8	26,2	17,8	24,2	31,4	30,6	28,8	26,8	34,8
25	32,8	31,0	31,0	30,2	26,0	18,4	26,8	22,0	21,0	29,0	27,8	31,4
26	32,8	31,2	27,0	28,0	27,6	20,4	25,0	18,8	29,4	29,8	30,4	28,2
27	30,4	29,6	29,2	29,6	17,6	25,6	27,4	17,4	29,4	27,6	25,8	32,4
28	31,6	30,4	29,8	29,8	29,0	26,8	29,2	24,0	30,4	30,4	26,6	33,0
29	32,6		30,6	25,4	28,8	27,0	29,8	23,8	27,2	30,0	26,8	32,6
30	31,4		31,4	27,8	28,0	24,8	29,8	18,2	29,6	30,6	28,2	30,2
31	28,4		30,6		28,2		29,8	21,0		32,2		31,6
Média	29,5	28,9	30,4	28,7	27,1	26,1	24,8	25,9	26,4	28,7	28,2	31,5
Máxima observ.	33,4	32,4	33,4	30,8	30,4	29,6	29,8	31,6	31,6	33,2	32,4	34,8

## 4.d) Temperatura mínima diária em 1968 (°C).

DIAS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1	19,2	18,0	17,6	17,7	4,6	6,2	3,8	5,0	9,0	12,8	18,8	18,8
2	19,8	13,2	12,6	16,0	4,2	8,8	6,0	6,2	9,0	11,4	20,0	18,8
3	18,8	13,8	15,9	17,5	4,4	7,2	5,2	6,6	13,4	12,6	20,2	17,8
4	17,0	13,6	17,2	15,2	4,4	7,2	6,8	8,6	12,0	13,4	19,4	19,8
5	15,8	14,5	19,2	16,8	3,5	5,8	10,4	15,2	9,6	15,6	20,0	18,6
6	12,4	16,8	17,1	14,0	4,2	6,0	13,8	9,6	9,8	14,4	20,4	18,8
7	14,0	18,0	18,3	7,5	5,4	7,6	9,2	7,2	9,2	13,8	22,2	17,6
8	14,2	15,8	20,2	7,6	9,4	7,6	10,5	9,2	9,0	16,2	20,4	16,8
9	16,6	16,3	17,4	10,0	14,0	12,6	9,6	15,8	7,6	18,4	18,6	18,4
10	16,6	19,6	20,7	11,3	12,2	5,1	13,4	13,6	7,0	16,4	18,2	15,6
11	20,0	20,1	19,6	13,1	10,4	8,2	8,4	6,0	12,2	16,0	20,2	15,8
12	19,4	19,0	16,9	13,6	6,4	6,2	6,6	7,6	12,8	12,8	18,4	17,4
13	20,0	20,6	18,8	13,4	6,3	8,2	7,2	7,4	13,2	13,2	14,8	17,2
14	19,0	20,7	18,3	10,6	7,5	5,0	7,7	6,0	15,6	8,6	13,6	18,0
15	19,8	18,3	18,7	8,8	13,1	5,4	3,6	6,4	11,8	11,8	13,8	18,4
16	19,5	19,1	19,4	8,1	13,1	7,7	2,8	7,6	11,6	11,8	18,4	21,2
17	18,2	18,1	17,9	11,4	1,9	6,8	5,1	7,4	6,8	17,4	19,6	10,6
18	19,3	15,4	15,3	11,4	1,7	8,1	5,4	7,8	10,8	16,0	18,0	19,8
19	19,8	14,9	15,5	12,0	2,0	9,6	11,6	8,0	12,6	12,6	19,0	17,2
20	19,2	16,6	14,3	17,9	3,2	13,1	13,6	5,4	12,2	7,2	15,2	20,4
21	19,3	18,0	17,3	14,9	4,6	10,4	14,0	8,0	13,4	11,6	15,0	21,8
22	19,4	18,6	18,9	10,1	9,4	10,2	8,0	9,0	7,4	15,4	10,8	20,2
23	19,4	17,1	18,6	10,1	11,2	9,8	7,0	12,8	11,0	13,2	13,8	21,2
24	18,4	19,6	18,4	11,1	7,9	9,7	6,0	13,4	9,8	18,6	13,2	20,4
25	18,3	19,0	18,0	9,0	7,4	12,8	6,0	10,4	10,0	18,0	14,4	20,8
26	16,8	13,6	17,5	6,6	6,1	6,3	8,0	8,8	11,8	19,6	17,8	19,6
27	17,6	17,0	16,2	5,9	4,8	8,9	8,6	8,4	13,4	20,8	18,8	19,0
28	18,1	16,9	19,8	9,6	5,0	5,6	3,6	8,2	11,6	21,6	19,4	21,2
29	18,8	13,2	19,4	14,1	7,1	3,6	5,8	10,2	17,4	21,0	19,6	20,8
30	17,1	15,9	15,9	5,8	6,6	4,6	6,4	10,6	16,4	21,4	19,2	19,0
31	18,2	19,5	19,5	5,6	5,6	10,2	15,8	15,8	19,2	19,2	18,8	18,8
Média	18,0	17,1	17,7	11,7	6,7	7,8	7,9	9,1	11,3	15,1	17,7	18,6
Mínima observ.	12,4	13,2	12,6	5,8	1,7	3,6	2,8	5,0	6,8	7,2	10,8	10,6

4.e) Temperatura mínima diária em 1969 (°C).

DIAS	JAN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1	18,4	20,6	20,0	19,4	10,8	12,4	14,2	11,6	7,0	16,4	19,2	19,0
2	19,2	19,0	20,6	20,0	11,4	15,8	14,2	14,2	8,8	14,4	18,2	16,0
3	21,2	20,2	19,8	17,2	16,4	12,8	13,0	12,6	14,0	17,4	20,0	16,0
4	18,6	18,8	20,2	18,8	12,4	3,0	11,4	5,4	19,2	17,4	17,6	15,2
5	20,0	16,4	19,0	17,8	2,8	1,6	10,2	8,2	17,8	17,8	18,8	14,8
6	21,0	17,0	16,6	18,8	2,2	2,4	9,8	11,2	11,6	18,2	21,2	16,2
7	20,8	20,8	16,8	14,2	6,2	2,6	9,8	13,0	15,0	14,0	21,0	18,8
8	21,0	20,2	17,4	15,0	8,0	1,4	13,2	9,4	14,8	12,2	20,6	18,4
9	20,2	21,2	18,4	14,0	8,8	8,6	9,2	10,8	13,6	13,0	20,6	16,6
10	20,6	19,4	18,8	13,6	7,2	9,4	5,4	11,2	17,2	13,6	16,4	15,0
11	19,6	20,8	18,6	15,6	8,0	9,4	-1,4	11,2	15,6	14,0	16,4	16,6
12	20,4	22,8	27,0	19,8	9,0	9,2	6,6	10,2	13,8	8,2	16,8	20,8
13	16,6	21,4	18,0	17,2	11,8	9,0	14,2	10,8	15,8	12,4	17,2	19,6
14	16,8	20,8	18,0	14,4	14,0	13,8	9,8	12,0	13,0	10,0	18,6	19,2
15	19,2	21,0	14,2	11,4	11,4	16,0	6,2	14,2	14,8	13,0	18,4	18,2
16	19,8	22,4	15,4	12,0	8,8	17,4	9,0	12,4	14,2	14,8	16,6	13,8
17	18,4	22,2	16,4	12,2	6,4	12,6	6,4	15,0	12,8	14,6	17,4	13,8
18	18,6	21,2	17,4	11,2	6,0	13,6	5,0	12,0	12,2	12,4	19,6	16,4
19	19,2	22,2	13,6	12,2	6,8	13,6	6,4	13,0	18,4	15,0	19,2	16,2
20	16,2	20,0	15,4	12,6	8,0	16,0	6,6	14,2	18,2	14,0	19,6	16,8
21	18,2	17,8	17,2	12,6	10,2	14,8	9,2	12,8	14,4	15,8	19,0	18,0
22	20,8	18,8	20,6	12,6	16,0	9,6	10,0	10,2	11,4	17,2	18,0	18,6
23	21,4	19,4	20,0	15,0	16,2	12,2	13,0	10,6	11,8	17,6	18,6	19,8
24	20,0	19,6	19,0	13,8	18,2	13,8	12,0	14,0	4,8	15,6	14,6	17,8
25	19,4	18,8	18,4	12,6	15,6	15,0	12,0	15,2	15,0	13,8	14,0	17,4
26	17,4	20,2	18,8	10,0	14,4	11,4	8,6	15,2	14,8	14,4	16,2	12,6
27	18,0	20,6	19,0	10,0	8,4	6,6	8,4	12,6	18,6	19,0	14,2	14,8
28	20,0	20,4	20,2	12,0	15,8	7,2	6,4	15,0	17,2	19,4	20,0	15,4
29	20,6		20,6	12,2	16,0	7,6	6,6	8,0	19,2	19,2	19,6	18,8
30	18,6		20,8	9,2	11,4	11,8	7,6	6,8	19,2	17,8	19,0	19,4
31	20,0		18,2	13,2	13,2	10,0	10,0	7,4		17,6		19,0
Média	19,4	20,1	18,2	14,3	10,6	10,5	9,1	11,6	14,8	15,1	18,2	17,0
Mínima observ.	16,2	16,4	13,6	9,2	2,2	1,6	-1,4	5,4	7,0	8,2	14,0	12,6

## 4.f) Temperatura mínima diária em 1970 (°C).

DIAS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1	19,6	20,6	19,2	17,8	14,4	9,4	10,8	10,8	9,0	13,4	16,6	19,4
2	20,2	20,6	20,2	18,0	18,0	10,0	10,8	9,0	8,4	19,2	18,2	19,4
3	20,0	21,0	18,8	20,0	15,2	11,4	3,8	8,4	11,2	17,4	16,2	15,4
4	19,4	21,2	17,8	19,6	15,4	9,0	6,2	10,0	11,4	11,2	14,8	12,2
5	20,8	20,2	17,2	20,2	18,2	10,4	7,6	13,0	11,4	10,6	14,4	12,8
6	20,4	19,0	17,2	17,6	16,4	13,2	8,2	10,6	13,2	10,2	18,4	16,2
7	21,4	17,2	17,4	17,4	18,6	15,6	8,4	11,0	15,6	10,8	18,0	16,0
8	21,6	19,6	18,6	15,0	18,4	13,0	14,4	12,0	12,4	13,2	17,8	15,8
9	21,4	20,2	20,0	13,8	19,4	14,6	13,2	6,2	11,4	15,0	15,6	21,6
10	17,0	19,6	20,0	13,0	16,8	16,4	9,4	6,2	12,0	14,2	13,0	19,2
11	14,2	19,8	21,2	14,6	17,2	15,0	11,2	6,8	11,8	13,6	14,4	20,2
12	18,0	19,2	20,2	13,8	16,2	12,4	12,0	8,4	14,2	16,4	16,2	20,2
13	16,4	20,0	19,4	11,8	16,8	13,4	11,6	6,6	16,0	16,2	15,0	19,4
14	18,6	20,0	20,4	11,0	14,0	13,0	9,4	7,8	17,6	14,0	17,6	20,8
15	18,8	19,8	19,6	10,6	12,8	15,2	9,8	5,4	13,6	13,8	17,2	19,8
16	18,4	19,2	20,8	13,2	12,4	10,2	10,2	10,2	12,6	11,8	12,4	20,0
17	19,0	19,8	19,4	14,8	14,2	8,8	6,6	9,4	11,2	16,2	13,8	21,2
18	19,6	20,2	20,6	14,2	12,4	12,4	8,6	9,0	9,8	19,8	16,0	19,2
19	19,0	20,4	20,8	15,6	12,2	9,6	6,2	8,2	12,4	20,0	17,2	21,4
20	20,0	21,2	19,2	14,4	15,2	11,8	6,4	12,6	17,4	18,6	12,6	20,4
21	18,4	20,8	20,6	13,6	15,4	11,6	13,4	10,0	16,6	16,6	14,6	20,2
22	16,6	20,6	20,4	13,4	13,0	11,6	12,6	11,2	16,0	20,0	15,2	20,8
23	15,4	19,2	19,4	12,8	10,2	17,0	14,0	10,2	12,4	17,8	14,4	19,2
24	16,6	18,0	20,6	14,2	8,2	12,4	9,6	13,4	13,4	14,2	9,0	21,4
25	18,6	17,4	17,8	14,6	8,4	10,2	11,4	14,2	13,2	18,6	10,4	21,0
26	20,8	17,8	17,8	15,6	8,4	12,6	10,8	15,0	17,6	17,0	9,6	20,0
27	19,6	17,0	16,6	14,0	9,6	9,2	8,8	13,8	14,2	16,6	14,4	19,4
28	16,6	18,2	16,4	13,2	9,8	12,4	11,4	11,2	14,8	16,2	18,4	18,4
29	19,0		16,0	19,0	8,8	15,6	9,0	12,8	18,2	18,0	19,2	19,8
30	21,2		15,6	14,8	9,2	14,0	13,6	14,8	19,4	16,0	17,6	21,0
31	21,8		16,0		8,4	10,8	10,8	11,8		14,0		19,6
Média	19,0	19,5	18,9	15,0	13,8	12,4	10,0	10,2	13,6	15,4	15,3	19,1
Mínima observ.	14,2	17,0	15,6	10,6	8,2	8,8	3,8	6,2	8,4	10,2	9,0	12,2

4.g) Dados diários de chuva em 1968 (mm).

DIAS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1	0,0	0,0	0,0	15,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,2
2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,9	6,4
3	16,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6	0,0	0,1	5,0
4	1,5	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	2,2	0,0	0,0	1,8
5	1,0	0,0	10,3	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,8	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,0	10,5	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	0,0	0,0	0,0	13,4
9	0,0	0,0	2,1	0,0	0,5	0,0	0,0	12,2	0,0	0,0	0,0	1,1
10	0,0	34,6	17,7	0,0	0,0	0,0	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0
12	2,5	0,0	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13	20,5	0,0	8,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14	0,0	9,9	13,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15	10,0	0,0	0,0	0,0	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	13,8	30,3	3,9	0,0	16,6	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2	0,0	5,5
17	5,7	0,0	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	0,0	1,3
18	28,4	0,0	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,1	0,0	3,5
19	10,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20	0,4	0,0	0,0	27,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,9	7,5	0,0	9,8	0,0	0,0	0,0
22	14,0	10,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,8	0,0	0,0
23	17,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,8	0,0	0,0
24	0,0	53,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,8	0,0	8,5
25	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,2
27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	5,0
28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,4	18,4	1,4
29	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,7	0,0
30	0,0		0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,6	12,0	9,3
31	0,0		0,0		0,0		0,0	9,7		0,0		0,0
Total	149,9	138,4	83,2	45,6	22,4	16,9	12,6	46,9	20,6	75,9	61,7	120,1
Dias de chuva	16	5	13	4	3	1	3	5	4	9	6	15
Máxima	28,4	53,3	17,7	27,6	16,6	16,9	7,5	15,0	9,8	23,1	19,7	33,2

## 4.h) Dados diários de chuva em 1969 (mm).

DIAS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1	0,0	0,0	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	0,0	1,6
2	0,0	0,0	6,7	3,9	0,0	16,3	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	1,2
3	4,2	0,7	9,3	0,0	0,0	0,0	0,0	9,4	0,0	0,7	25,6	0,0
4	0,0	0,0	0,8	0,6	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	5,6	0,0	0,0
5	0,0	0,0	7,3	12,6	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	25,5	0,0	0,0
6	0,3	0,0	0,0	13,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,2	0,0	16,2	0,0	6,8
8	3,9	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,4	3,2
9	6,4	0,0	0,0	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,3	0,0
10	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	16,5	21,2	0,0
11	23,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13	1,3	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	15,3	0,0	0,4	0,0	14,2	41,6
14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	44,0	32,1
15	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0
16	31,0	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,5	0,0	0,0	8,0	0,0
17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0
18	0,0	8,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	7,2	0,0
19	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	3,0	0,0
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	13,0	13,5	0,0
21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	8,5	0,0	2,0	0,0
22	2,1	1,0	30,6	0,0	0,0	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	9,5	0,0
23	0,3	0,0	2,9	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	11,7	4,5	34,0
24	41,7	0,1	0,3	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	8,3
25	3,8	0,0	0,0	0,0	7,3	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
26	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0
27	25,6	16,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
28	29,0	0,0	11,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
29	3,5	7,5	7,5	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30	0,0	4,2	4,2	0,0	12,5	0,0	0,0	0,0	38,5	0,0	28,0	0,0
31	0,0	0,0	0,0	3,0	3,0	0,0	0,0	0,0	4,6	4,6	38,9	38,9
Total	186,0	42,9	93,1	41,7	22,9	25,2	15,9	31,5	54,1	107,1	231,9	168,2
Dias de chuva	16	11	11	7	4	5	4	6	7	12	15	11
Máxima	41,7	16,5	30,6	13,3	12,5	16,3	15,3	13,5	38,5	25,5	44,0	41,1

## 4.i) Dados diários de chuva em 1970 (mm).

DIAS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1	45,5	0,0	0,0	18,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,6
2	0,3	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	1,0	0,0	3,6
3	0,0	11,6	0,5	7,1	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	4,0	3,8	0,0
4	7,9	0,2	0,0	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	2,5	0,0
5	0,2	19,5	0,5	55,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0
6	0,0	25,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	0,0	0,0	0,0	11,5	0,0	1,0	0,0
8	36,9	0,2	0,0	0,0	57,8	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	29,0	0,0
9	5,9	0,0	8,8	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	14,2	0,0
10	6,4	29,0	27,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	6,8
11	0,0	23,8	9,0	0,0	0,0	0,0	5,2	0,0	23,0	0,0	0,0	0,6
12	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0
13	0,0	0,0	67,4	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	13,4	12,0	0,0	5,6
14	17,5	3,1	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,4	0,0	12,5	0,5
15	26,8	14,6	0,0	0,0	0,0	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0
16	72,3	30,4	0,0	0,0	0,0	7,7	0,0	0,0	19,2	0,0	0,0	0,0
17	54,4	8,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	1,3
18	32,1	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	0,0	0,0
19	33,5	40,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20	11,2	38,5	11,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,2	0,0	13,8
21	0,0	16,5	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,5
22	0,0	36,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	14,0	0,0
23	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	6,4	0,0	0,0	0,0	35,5	0,0	0,0
24	0,0	25,2	0,0	0,0	0,0	29,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25	0,0	1,0	13,4	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,2
26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	27,0	0,0	36,0	0,0	8,3
27	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,3	0,0	0,0	0,0	0,0
28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,8	0,0	0,0	0,0	0,0
29	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	2,5	13,0	0,0	5,2	0,0
30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,2	0,0	0,0	18,2	0,0
31	39,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,5	0,0	0,0	7,4	0,0
Total	390,8	345,5	143,2	96,1	64,5	55,9	16,3	104,3	91,5	130,3	102,9	123,2
Dias de chuva	15	21	9	6	4	5	5	7	9	11	10	13
Máxima	72,3	40,0	67,4	55,8	57,8	29,4	6,0	27,0	23,0	36,0	29,0	39,5

Tabela 5 - Dados climáticos de temperatura média mensal máxima e mínima do período 1965-70, em Nova Odessa, SP.

MESES	MÉDIAS DAS MÁXIMAS	MÉDIAS DAS MÍNIMAS
Outubro	28,5	16,0
Novembro	28,9	17,3
Dezembro	29,5	18,4
Janeiro	29,6	19,1
Fevereiro	29,3	19,3
Março	29,2	18,4
Abril	27,2	15,1
Maio	25,2	12,2
Junho	25,1	10,9
Julho	24,3	10,5
Agosto	25,8	11,8
Setembro	27,9	14,4

FONTE: PEDREIRA (1972).

Tabela 6 - Dados de duração do dia (fotoperíodo). Lat. 23°SS.

DIAS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1	13,390	13,019	12,434	11,744	11,126	10,681	10,608	10,940	11,526	12,178	12,834	13,303
2	13,385	13,002	12,412	11,722	11,108	10,672	10,613	10,956	11,547	12,200	12,854	13,313
3	13,379	12,984	12,390	11,700	11,090	10,663	10,618	10,973	11,568	12,222	12,873	13,322
4	13,372	12,966	12,368	11,679	11,072	10,655	10,624	10,989	11,589	12,244	12,892	13,332
5	13,366	12,947	12,346	11,657	11,054	10,647	10,630	11,006	11,610	12,266	12,911	13,341
6	13,358	12,929	12,324	11,635	11,036	10,640	10,636	11,023	11,632	12,288	12,929	13,349
7	13,350	12,910	12,301	11,613	11,019	10,633	10,643	11,040	11,653	12,310	12,948	13,357
8	13,342	12,891	12,279	11,592	11,002	10,627	10,651	11,057	11,675	12,332	12,966	13,364
9	13,333	12,872	12,257	11,570	10,985	10,621	10,659	11,075	11,696	12,354	12,984	13,371
10	13,324	12,852	12,235	11,549	10,968	10,616	10,667	11,093	11,718	12,376	13,001	13,377
11	13,314	12,833	12,212	11,528	10,952	10,611	10,675	11,111	11,739	12,397	13,019	13,383
12	13,304	12,813	12,190	11,506	10,936	10,606	10,684	11,129	11,761	12,419	13,036	13,389
13	13,294	12,793	12,168	11,485	10,920	10,602	10,694	11,148	11,783	12,441	13,053	13,394
14	13,283	12,773	12,145	11,464	10,905	10,598	10,704	11,166	11,804	12,462	13,070	13,398
15	13,271	12,753	12,123	11,443	10,889	10,595	10,714	11,185	11,826	12,484	13,086	13,402
16	13,259	12,732	12,101	11,422	10,874	10,593	10,725	11,204	11,848	12,505	13,102	13,405
17	13,247	12,712	12,078	11,402	10,860	10,590	10,735	11,223	11,870	12,527	13,118	13,408
18	13,234	12,691	12,056	11,381	10,845	10,588	10,747	11,242	11,892	12,548	13,134	13,410
19	13,221	12,670	12,033	11,361	10,831	10,587	10,759	11,262	11,914	12,569	13,149	13,412
20	13,208	12,649	12,011	11,340	10,818	10,586	10,771	11,281	11,936	12,590	13,164	13,413
21	13,194	12,628	11,989	11,320	10,804	10,586	10,783	11,301	11,958	12,611	13,178	13,414
22	13,180	12,607	11,966	11,300	10,791	10,586	10,796	11,321	11,980	12,632	13,192	13,414
23	13,165	12,585	11,944	11,280	10,778	10,587	10,809	11,341	12,002	12,653	13,206	13,414
24	13,150	12,564	11,922	11,260	10,766	10,588	10,822	11,361	12,024	12,674	13,220	13,413
25	13,135	12,543	11,899	11,241	10,754	10,589	10,836	11,381	12,046	12,694	13,233	13,411
26	13,119	12,521	11,877	11,221	10,742	10,591	10,850	11,401	12,068	12,715	13,245	13,409
27	13,103	12,499	11,855	11,202	10,731	10,594	10,864	11,422	12,090	12,735	13,258	13,407
28	13,087	12,478	11,833	11,183	10,720	10,597	10,879	11,443	12,112	12,755	13,269	13,403
29	13,071	12,456	11,811	11,164	11,710	10,600	10,894	11,463	12,134	12,775	13,281	13,400
30	13,054	0,000	11,788	11,145	10,700	10,604	10,909	11,484	12,156	12,795	13,292	13,396
31	13,037	0,000	11,766	0,000	10,690	0,000	10,925	11,505	0,000	12,815	0,000	13,391

Tabela 7 - Exemplo de cálculo do balanço hídrico (mm), 1970.

DIAS	FEVEREIRO			MARÇO			ABRIL			MAIO		
	P	A.D.	ET	P	A.D.	ET	P	A.D.	ET	P	A.D.	ET
1	0,0	48,3	4,2	0,0	44,2	4,1	18,8	30,0	3,8	0,0	0,0	2,3
2	0,0	44,1		0,0	40,1		0,3	26,5		0,0	0,0	
3	11,6	51,5		0,5	36,5		7,1	24,8		0,0	0,0	
4	0,2	47,5		0,0	32,4		12,5	38,5		0,0	0,0	
5	14,5	60,0		0,5	28,8		55,8	60,0		0,0	0,0	
6	25,5	60,0		0,0	24,7		0,0	56,2		0,0	0,0	
7	0,0	55,8		0,0	20,6		0,0	52,4		4,9	4,9	
8	0,2	51,8		0,0	16,5		0,0	48,6		57,8	60,0	
9	0,0	47,6		8,8	21,2		0,0	44,8		0,8	58,9	
10	29,0	60,0		27,6	44,7		0,0	41,0		0,0	56,6	
11	23,8	60,0		9,0	49,6		0,0	37,2		0,0	54,3	
12	0,8	56,6		0,0	45,5		0,0	33,4		0,0	52,0	
13	0,0	52,4		67,4	60,0		0,0	29,6		0,0	49,7	
14	3,1	51,3		4,4	60,0		0,0	25,8		0,0	47,4	
15	14,9	60,0		0,0	55,9		0,0	22,0		0,0	45,1	
16	30,4	60,0		0,0	51,8		0,0	18,2		0,0	42,8	
17	8,4	60,0		0,0	47,7		0,0	14,4		0,0	40,5	
18	10,0	60,0		0,0	43,6		0,0	10,6		0,0	38,2	
19	40,0	60,0		0,0	39,5		0,0	6,8		0,0	35,9	
20	38,5	60,0		11,6	47,0		0,0	3,0		0,0	33,6	
21	16,5	60,0		0,0	42,9		0,0	0,0		1,0	32,3	
22	36,7	60,0		0,0	38,8		0,0	0,0		0,0	30,0	
23	6,0	60,0		0,0	34,7		0,0	0,0		0,0	27,7	
24	25,2	60,0		0,0	30,6		0,0	0,0		0,0	25,4	
25	1,0	56,8		13,4	39,9		0,0	0,0		0,0	23,1	
26	0,0	52,6		0,0	35,8		0,0	0,0		0,0	20,8	
27	4,2	52,6		0,0	31,7		0,0	0,0		0,0	18,5	
28	0,0	48,4		0,0	27,6		0,0	0,0		0,0	16,2	
29				0,0	23,5		1,6	1,6		0,0	13,9	
30				0,0	19,4		0,0	0,0		0,0	11,6	
31				0,0	15,3					0,0	9,3	
Dias c/ défice	0			0			9			6		

P = Precipitação;  
A.D. = disponibilidade de água;  
ET = Evapotranspiração potencial.  
A.D.MÁXIMO = 60 mm